

¿CUÁN SUSTENTABLE ES LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA?

Indicadores y tendencias para un desarrollo regional sustentable

Cristian Rodríguez S.

Jonathan Barton C.

Silvia León A.

Oriana Solís M.

Cecilia Campero D.

Sebastián Baeza G.

¿CUÁN SUSTENTABLE ES LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA? Indicadores y tendencias para un desarrollo regional sustentable

ENTIDADES PARTICIPANTES

Universidad Católica del Norte

CEDEUS | Centro de Desarrollo Urbano Sustentable

Observatorio Regional de Desarrollo Sustentable de Antofagasta

IPPUCN | Instituto Políticas Públicas Universidad Católica del Norte

AUTORES

Mg. Sebastián Baeza G.: Magíster “Governance of Risks and Resources”. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg – Heidelberg Center Lateiname-rika, Licenciatura en Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Ph.D. Jonathan Barton C.: Ph.D Instituto de Estudios Latinoamericanos, Departamento de Historia Económica, Universidad de Liverpool. MA Estudios Latinoamericanos, Instituto de Estudios Latinoamericanos, Universidad de Liverpool. BA (Hons, Upper Second Class) Geografía, Departamento de Geografía, Universidad del País de Gales.

Ph.D. Cecilia Campero D.: Estudiante de Doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile. Licenciatura en Derecho, Universidad Católica Boliviana San Pablo.

Mg. Silvia León A.: Geóloga, Universidad de Caldas (Colombia). Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Mg. Cristian Rodríguez S.: Estudiante de Doctorado en Ciencias Políticas, Universidad Nacional San Martín, Argentina. Magíster MA en Desarrollo Urbano y Territorial, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Licenciatura en Historia, Instituto de Historia, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Mg. Oriana Solís M.: Ingeniero Forestal Universidad de La Frontera; Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile.

FINANCIAMIENTO

Proyecto FIC-R financiado por el Gobierno Regional de Antofagasta con fondos aprobados por el Consejo Regional de Antofagasta.

PROPIEDAD INTELECTUAL N° DE REGISTRO: 247.101

ISBN: 978-956-287-366-6

FOTOGRAFÍAS: Gentileza Libro *En el bicentenario de Chile 1810-2010*.

Región de Antofagasta. Pasado, presente y futuro.

DISEÑO: Mercedes Lincoñir H., Ediciones *Mensaje*

IMPRESIÓN: GraficAndes

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN: LA REGIÓN Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE	13
1.1. La experiencia de la Región de Antofagasta	14
1.2. La conformación e impactos de un modelo minero primario exportador	16
1.3. Sociedad: dinámica territorial, población y bienestar	18
1.4. Medio ambiente y recursos naturales	21
1.5. Conclusión	22
2. METODOLOGÍA	27
2.1. Desarrollo regional enfocado en impactos	27
2.2. La evolución de la métrica del desarrollo sustentable	31
2.3. Evaluación del desarrollo sustentable	34
3. ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIALES (AFM) Y HUELLA ECOLÓGICA (HE)	41
3.1. AFM y HE: Índices para cuantificar la sustentabilidad	41
3.1.1. Análisis de Flujo de Materiales	41
3.1.2. Huella Ecológica	44
3.2. Generalidades de la Segunda Región en el periodo 2002-2011	46
3.2.1. Variable Agua	49
3.2.2. Variable Energía	61
3.2.3. Variable Materiales	72
3.2.4. Variable Residuos	82
3.2.5. Variable Alimentos	91
3.2.6. Variable Transporte	99
3.2.7. Variable Usos del Suelo	113
3.3. Análisis de Flujo de Materiales en la Segunda Región. Cálculo para el año 2011	116
3.3.1. AFM del agua	117
3.3.2. Flujo de la energía	119
3.3.3. Flujo de materiales de construcción metálicos, no-metálicos y otros	122
3.3.4. AFM de los residuos	126
3.3.5. Flujo de los alimentos	130
3.3.6. Flujo del transporte	134
3.3.7. Capacidad de Carga de la Segunda Región	137
3.4. Huella Ecológica Local de la Segunda Región. Cálculo año 2011	137
3.4.1. HEL del agua	140
3.4.2. HEL de la energía	141
3.4.3. HEL de los materiales	143
3.4.4. HEL de los residuos	144
3.4.5. HEL de los alimentos	145
3.4.6. HEL del transporte	149
4. EL ÍNDICE DE PROGRESO GENUINO (IPG)	151
4.1. Introducción: El método y sus alcances	151
4.2. Las variables incorporadas	156
4.3. El valor del Progreso Genuino para la Región de Antofagasta	206
4.3.1. Cálculo para la obtención del IPG de la Región de Antofagasta	206
4.3.2. Valor del bienestar económico sustentable de la Región de Antofagasta	208
5. CONSIDERACIONES FINALES	211
6. BIBLIOGRAFÍA	221

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1:	Componentes de la Región de Antofagasta.	47
Tabla 3.2:	Variación de la población en la Región de Antofagasta.	48
Tabla 3.3:	Variación porcentual de la población en la Región de Antofagasta, periodo 2002-2012.	48
Tabla 3.4:	Fuentes de agua potable para la Región de Antofagasta.	50
Tabla 3.5:	Operadores y operaciones incluidas en el estudio de consumo de agua para la minería, 2009.	55
Tabla 3.6:	Codelco: comparativo de captación y recirculación de agua, 2011 y 2002.	56
Tabla 3.7:	Total de hectáreas regadas en la Región de Antofagasta, 2007.	59
Tabla 3.8:	Generación nacional por sistema interconectado, 2002 y 2011.	62
Tabla 3.9:	Balance energía primaria para Chile, 2002.	63
Tabla 3.10:	Balance energía primaria para Chile, 2011.	63
Tabla 3.11:	Balance energía secundaria para Chile, 2002.	64
Tabla 3.12:	Balance energía secundaria para Chile, 2011.	65
Tabla 3.13:	Distribución de energía eléctrica por tipo de cliente, 2002 y 2011, Reg. de Antofagasta vs. Chile.	68
Tabla 3.14:	Consumo de gas natural en Chile, 2002 y 2011.	68
Tabla 3.15:	Utilización de combustibles secundarios en las plantas de generación de energía ubicadas en la Región de Antofagasta, 2011.	70
Tabla 3.16:	Cálculo de consumo de carbón, petróleo y gas natural en las plantas de generación de energía ubicadas en la Región de Antofagasta, 2011.	71
Tabla 3.17:	Utilización de energías renovables en el SING, 2012.	72
Tabla 3.18:	Despachos de cemento y hormigón en la Región de Antofagasta, 2009-2012.	74
Tabla 3.19:	Mercado del acero en Chile y consumo en la minería regional y nacional.	75
Tabla 3.20:	Materiales utilizados en las paredes en el sector construcción de la Región de Antofagasta, 2005-2012.	77
Tabla 3.21:	Estimación del consumo de áridos en la Región de Antofagasta, periodo 2006-2010.	78
Tabla 3.22:	Producción minerales metálicos y no metálicos, 2000 y 2011.	79
Tabla 3.23:	Consumo madera y papel en la Región de Antofagasta, 2005-2011.	81
Tabla 3.24:	Evolución regional de residuos sólidos domiciliarios por habitante en Antofagasta.	84
Tabla 3.25:	Región de Antofagasta: manejo de residuos domiciliarios por comunas, 2008-2010.	85
Tabla 3.26:	Generación de residuos de la construcción en la Región de Antofagasta, 2010.	86
Tabla 3.27:	Factores de emisión de residuos de la minería.	87
Tabla 3.28:	Producción de residuos de la minería de la Región de Antofagasta.	87
Tabla 3.29:	Número de depósitos de relaves mineros en Chile distribuidos por regiones/zonas.	88
Tabla 3.30:	Distribución de faenas mineras abandonadas por región, 2004-2008.	88
Tabla 3.31:	Extrapolación de residuos industriales peligrosos.	89
Tabla 3.32:	Recuperación de residuos reciclables en la Región de Antofagasta, 2010.	90
Tabla 3.33:	Evolución de los principales productos agropecuarios en la canasta exportadora de Antofagasta, 2003-2011.	93

Tabla 3.34: Montos de exportaciones para el año 2006 y 2011, Base de Aduanas Chile.	94
Tabla 3.35: Canasta de productos agrícolas de la Región de Antofagasta, 2007.	96
Tabla 3.36: Beneficio en toneladas de carne en vara, 2004-2009.	96
Tabla 3.37: Desembarques de productos marinos de la Región de Antofagasta, 2002-2011.	97
Tabla 3.38: Parque automotor de la Región de Antofagasta.	100
Tabla 3.39: Parque automotor desagregado por tipo de vehículo para la Segunda Región.	101
Tabla 3.40: Resumen del número de viajes diarios en Calama, según modo de transporte.	103
Tabla 3.41: Partición modal diaria, viajes en todos los modos de Calama.	103
Tabla 3.42: Resumen del origen y atracción de viajes diarios en Calama, según matriz y propósito de viaje.	104
Tabla 3.43: Distancia promedio recorrida en cada viaje de Calama, realizado en cada modo de transporte.	105
Tabla 3.44: Total de kms. recorridos en Calama en un día laboral, según modo de transporte y propósito del viaje.	105
Tabla 3.45: Total de kms. recorridos en Calama en un día, según modo de transporte y propósito del viaje, aplicando tasas de ocupación.	106
Tabla 3.46: Resumen del número de viajes diarios en Antofagasta, según modo de transporte.	107
Tabla 3.47: Partición modal diaria: viajes en todos los modos de Antofagasta.	107
Tabla 3.48: Resumen del origen y atracción de viajes diarios en Antofagasta.	108
Tabla 3.49: Distancia promedio recorrida en cada viaje, realizado en cada modo de transporte en Antofagasta.	108
Tabla 3.50: Total de kms. recorridos en Antofagasta en un día laboral, según modo de transporte y propósito del viaje.	109
Tabla 3.51: Total de kms. recorridos en Antofagasta en un día, según modo de transporte y propósito del viaje, aplicando tasas de ocupación.	110
Tabla 3.52: Número de pasajeros y carga movilizados en transporte aéreo, periodo 2002 y 2010, en la Región de Antofagasta.	111
Tabla 3.53: Número de pasajeros y volumen de carga que entraron y salieron desde y hacia Antofagasta y Calama con otras ciudades del país.	112
Tabla 3.54: Superficie regional por categoría de uso del suelo de los años 1997 y 2011.	114
Tabla 3.55: Superficie regional por categoría de uso del suelo al año de actualización.	115
Tabla 3.56: Tipos de uso de suelo en la Región de Antofagasta, 2011.	116
Tabla 3.57: Análisis del flujo de agua, Segunda Región de Antofagasta, 2011.	118
Tabla 3.58: Flujo de la energía de la Región de Antofagasta por sectores y combustibles, 2011.	120
Tabla 3.59: Consumo de energía en la Región de Antofagasta, 2011.	121
Tabla 3.60: Flujo de materiales de construcción, metálicos, no-metálicos y otros en la Región de Antofagasta, 2011.	123
Tabla 3.61: Resumen del consumo de materiales de la Región de Antofagasta, 2011.	126
Tabla 3.62: Producción de residuos en la Región de Antofagasta (2002-2010).	127

Tabla 3.63:	Factores de emisión de residuos sólidos masivos de la minería del cobre y oro.	129
Tabla 3.64:	Análisis de flujo de materiales para la variable residuos en la Región de Antofagasta, 2010.	130
Tabla 3.65:	Consumo de alimentos en la Región de Antofagasta, 2011.	131
Tabla 3.66:	Balance del consumo de alimentos de la Región de Antofagasta.	132
Tabla 3.67:	Resumen del AFM de la variable Alimentos, Segunda Región, 2011.	134
Tabla 3.68:	Flujo derivado del transporte en la Segunda Región, 2011.	134
Tabla 3.69:	Total de kms. recorridos en la Región de Antofagasta el año 2011, para cada modo de transporte y propósito del viaje.	135
Tabla 3.70:	Km/pas en transporte aéreo de la Segunda Región, 2011.	136
Tabla 3.71:	Km/Ton en transporte aéreo de la Segunda Región, 2011.	137
Tabla 3.72:	Capacidad de carga, Región de Antofagasta, 2011.	137
Tabla 3.73:	HEL de la Región de Antofagasta, 2011.	139
Tabla 3.74:	Huella Ecológica Local del consumo de agua, Región de Antofagasta, 2011.	141
Tabla 3.75:	Huella Ecológica del consumo de energía.	141
Tabla 3.76:	Huella Ecológica Local del consumo de materiales en la Región de Antofagasta, 2011.	143
Tabla 3.77:	Huella Ecológica Local de los residuos en la Región de Antofagasta, 2010.	144
Tabla 3.78:	Huella Ecológica de alimentos de la Región de Antofagasta, 2011.	146
Tabla 3.79:	Huella Ecológica Local del transporte, Segunda Región, 2011.	148
Tabla 4.1:	Estimación del CP regional, en función del gasto del PIB y proporción del PIB regional.	159
Tabla 4.2:	Número de mujeres dedicadas a labores del hogar, e ingreso anual.	164
Tabla 4.3:	Número de personas dedicadas a trabajos voluntarios, e ingreso mínimo anual.	166
Tabla 4.4:	Costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta (en MM\$).	172
Tabla 4.4.1:	Costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta (en MM\$).	173
Tabla 4.5:	Costo del divorcio en la Región de Antofagasta.	176
Tabla 4.6:	Datos estadísticos Región de Antofagasta, periodo 2000-2010.	183
Tabla 4.7:	Disposición final de residuos en la Región de Antofagasta.	186
Tabla 4.8:	Resumen de los métodos de estimación del costo por contaminación de aguas.	187
Tabla 4.9:	Comuna de Antofagasta: percepción de efectos del ruido en la población (%).	195
Tabla 4.10:	Superficie regional de bosque nativo (hectáreas).	204
Tabla 4.11:	Superficie regional por tipo de bosque al año de actualización 2011, en hectáreas (há) y porcentaje (%).	205
Tabla 4.12:	Cálculo del crecimiento neto de capital en la Región de Antofagasta.	206

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Análisis de flujo de materiales.	42
Figura 3.2: Imagen satelital de un sector de la ciudad de Antofagasta.	47
Figura 4.1: Pasos metodológicos del indicador de progreso genuino.	154
Figura 4.2: IBES y PIB para países seleccionados.	155
Figura 4.3: Tendencia del PIB y el consumo personal (2003-2008) de la economía chilena.	156
Figura 4.4: Ingreso monetario por quintil autónomo.	160
Figura 4.5: Tendencia del consumo personal y consumo personal ajustado.	162
Figura 4.6: Trabajo doméstico (miles de mujeres), y costo del trabajo en el hogar (millones de \$/año), durante el periodo 2000-2012, Región de Antofagasta.	164
Figura 4.7: Valor del trabajo voluntario y horas trabajadas por año durante el periodo 2000-2010, en la Región de Antofagasta.	166
Figura 4.8: Inversión en vialidad, Región de Antofagasta, 2005-2012.	169
Figura 4.9: Número de homicidios, robos y hurtos en la Región de Antofagasta, 2000-2011.	171
Figura 4.10: Evolución del costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta, 2000-2010.	172
Figura 4.11: Evolución del costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta, 2000-2010.	173
Figura 4.12: Costo de la pérdida de ocio en la Región de Antofagasta, 2000-2010.	178
Figura 4.13: Costo del subempleo en la Región de Antofagasta, 2000-2011.	180
Figura 4.14: Costo de traslado al lugar de trabajo en la Región de Antofagasta.	182
Figura 4.15: Generación de residuos en la Región de Antofagasta.	184
Figura 4.16: Evolución del costo por contaminación del Agua para la Región de Antofagasta, 2001-2010.	188
Figura 4.17: Costo por contaminación del aire.	190
Figura 4.18: Región de Antofagasta: Costo o disposición a pagar por disminución de ruido.	196
Figura 4.19: Costo por pérdida de humedales.	197
Figura 4.20: Costo de la pérdida de suelo agrícola.	199
Figura 4.21: Costo por degradación de recursos no renovables, 2000-2010.	201
Figura 4.22: Costo por daño ambiental a largo plazo, 2000-2010.	203
Figura 4.23: Tendencia del PIB y el IPG de la Región de Antofagasta.	208
Figura 4.24: Variación del PIB v/s IPG, Región de Antofagasta.	209



©Pedro Rodríguez

RESUMEN

“La métrica del desarrollo sustentable es parte de la transformación de las economías y las sociedades del siglo XXI”.

El estudio “¿Cuán Sustentable es la Región de Antofagasta?”, fue elaborado por el Observatorio Regional de Desarrollo Sustentable de Antofagasta, perteneciente al Instituto de Políticas Públicas de la Universidad Católica del Norte. Una iniciativa que contó con el apoyo financiero del Gobierno Regional de Antofagasta y el Consejo Regional de Antofagasta (CORE) a través del Fondo de Innovación Científica 2012-2013.

9

Un estudio inédito, que a través de innovadoras metodologías de medición, busca ir más allá del crecimiento económico regional entregando importantes resultados para explorar nuevas rutas que sitúen al territorio en la dirección del desarrollo y el bienestar.

La investigación tiene por objetivo presentar a la comunidad regional los resultados para conocer, medir y evaluar el estado del desarrollo sustentable regional, a través de la combinación de tres indicadores compuestos, de tercera generación, que involucran un total de 42 variables. Para ello se evaluó el estado actual y las tendencias del metabolismo y la sustentabilidad regional por medio de las metodologías denominadas Análisis de Flujo de Materiales (AFM), la Huella Ecológica Local (HEL) y el Indicador de Progreso Genuino Regional (IPG).

El Análisis de Flujo de Materiales es una herramienta utilizada por primera vez como un insumo en la definición del Plan Estratégico del Gran Londres del año 2004. Un índice útil para mostrar la interrelación entre economía y ambiente, específicamente el procesamiento constante de materiales y energía para aproximarse a comprender la magnitud del metabolismo regional. En términos simples, se enfoca en el flujo de las materias primas o recursos que se extraen o

proviene del ecosistema como entradas, se transforman en productos para un socio-sistema y, finalmente, se re-transfieren al ecosistema como salidas.

Una conclusión evidente de dicho análisis corresponde a que la Región de Antofagasta tiene año tras año mayores niveles de consumo, con patrones que muestran un nivel preponderante del uso de recursos físico-naturales o materiales con escaso valor agregado y conocimiento, lo que van en contravía de las premisas que concibe el paradigma del desarrollo sustentable.

La Huella Ecológica es un indicador propuesto en 1996 por Mathis Wackernagel y William Rees, debido a la preocupación por implementar una medida frente al impacto ambiental y territorial provocado por el crecimiento de las ciudades, buscando que fuera de fácil entendimiento para diferentes públicos y actores generalmente involucrados en el tema de la sustentabilidad.

La HE se define como “el área de tierra (y agua) ecológicamente productiva, de varias clases —tierra agrícola, pastizales, bosques, etc.,— que se necesita en forma continua para: a) proporcionar todos los recursos energéticos/materiales consumidos, y b) absorber todos los desechos generados con la tecnología predominante, en cualquier parte del planeta” (Wackernagel y Rees, 2001; p.76).

10

Para el cálculo de la HE se tomaron como base los resultados del AFM de la Región de Antofagasta, lo cual permitió estimar para la región una huella ecológica local igual a **4,71 Ha/per cápita**, lo que significa que se requiere una superficie de 2.640.764 hectáreas para satisfacer las necesidades de consumos materiales y energéticas de sus habitantes, y también para la absorción de sus residuos.

El Indicador de Progreso Genuino, surge como una propuesta adecuada para estimar un valor más cercano a la realidad del bienestar en la Región de Antofagasta, a la vez que puede presentarse como un importante indicador de sustentabilidad regional que permite contrastar las cifras económicas, con las pérdidas de bienestar manifestadas en aspectos ambientales y sociales, como consecuencia de la actividad productiva y las mejoras en el crecimiento, según las cifras del PIB.

En síntesis, el IPG Regional demuestra que, a medida que ha aumentado el crecimiento económico en la Región de Antofagasta, de acuerdo con las cifras del PIB, la brecha tiende a ser mayor respecto al progreso genuino. Esto podría ser interpretado como una disminución en el bienestar, producto del aumento en las presiones que ha ejercido el crecimiento económico de la región.

En definitiva, los tres indicadores mencionados combinan sus resultados para entregar una completa fotografía de los aspectos débiles y fuertes de la sustentabilidad regional. Son un

aporte desde el mundo académico a los tomadores de decisión públicos y privados, y a la comunidad, para orientar a la región en la ruta del desarrollo sostenible, mejorando la competitividad, el progreso y, en definitiva, el bienestar sostenible de los habitantes.

Para la Región de Antofagasta este estudio es una herramienta innovadora, el cual, además de la transparencia en las metodologías utilizadas, podrá respaldar un proceso de largo plazo que amerite retroalimentación periódica y subsanar los vacíos que se han dejado explícitos, para convertirse en una herramienta válida en la toma de decisiones concernientes al desarrollo sustentable.

El estudio fue realizado por un equipo interdisciplinario de académicos, expertos, coordinadora de investigación, asistente de investigación y periodista, conformado por el Dr. Jonathan Barton, Mg. Cristian Rodríguez, Mg. Silvia León, Mg. Oriana Solís, PhD, Cecilia Campero, Mg. Sebastián Baeza y la periodista Daniela Concha.



1) INTRODUCCIÓN: LA REGIÓN Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE

El desarrollo sustentable, como concepto y orientación, genera desafíos importantes. Durante el siglo XX, el desarrollo fue entendido principalmente como un proceso de transformaciones económicas que generan beneficios a través de los mecanismos de empleo e ingresos. Los impactos ambientales de estas transformaciones fueron considerados como consecuencias aceptables para asegurar mejoramientos en el bienestar de la población, reduciendo la pobreza y la brecha entre grupos sociales. Nuestras formas de medir el desarrollo tomaron el mismo camino, priorizando aspectos económicos, relacionándolos con mejoras sociales y marginalizando los impactos ambientales, tanto como las externalidades negativas de los procesos.

Desde los años cincuenta, con libros como *La Ética de la Tierra* (1949) de Aldo Leopold, *Primavera Silenciosa* (1963) de Rachel Carson, y *Los Límites al Crecimiento* (1972) del Club de Roma (Meadows et al, 1972), hubo un aumento en la preocupación asociada con los impactos de desarrollo económico sobre el planeta: biodiversidad, recursos hídricos, desertificación, recursos pesqueros, erosión de suelo, contaminación atmosférica e hídrica, entre otros. El *World Conservation Strategy* de 1980 contextualizó estos desafíos y su naturaleza crítica (IUCN, 1980). Como consecuencia, la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo fue constituida entre 1983-1987 y emitió sus conclusiones en *Nuestro Futuro Común* en 1986. Fue este informe el que cimentó la base para las negociaciones en Río de Janeiro en 1992 y que ha constituido el impulso para los avances durante los últimos veinte años en la materia, pasando por la Cumbre

de Desarrollo Sustentable en Johannesburgo en 2002 y la última cumbre en Río de Janeiro en 2012. En esta cumbre, hubo un llamado a construir una economía verde a nivel global, enfocada en eficiencias y cambios en productos, combustibles e insumos (Barton, 2013 a, b).

La economía global, a pesar del reconocimiento de las limitaciones socio-ecológicas en relación con distintos territorios, en particular los territorios más productivos en términos de extracción de recursos, la economía global no se adapta a las condiciones locales. Más bien, la economía global genera nuevas presiones, con cambios en demanda, nuevas oportunidades, y hasta reducción de producción y cierre en ciertos casos. Estos procesos de oferta y demanda global mueven la economía chilena, pero no se adaptan a las condiciones locales. Como consecuencia, hay impactos importantes, en términos de calidad ambiental y suministro de recursos, que se convierten en limitaciones a la producción y que tienen impactos importantes en los paisajes y en la calidad de vida de los habitantes.

Para responder al llamado de la ONU y sus países miembros en Río+20 (2012), se requiere cambios no solamente en cómo producimos, y cómo distribuimos los beneficios y externalidades negativas, sino en cómo evaluamos estos procesos, con qué criterios y con qué variables. La métrica del desarrollo sustentable es parte de la transformación de las economías y las sociedades que lo constituyen. Durante el siglo XXI, se puede esperar cambios profundos en sistemas de producción, distribución y consumo, en tecnologías, comportamiento y prácticas, y los sistemas de planificación y evaluación. Este informe ofrece un anticipo del tipo de herramienta que puede ayudar en la toma de decisiones para impulsar procesos de desarrollo más sustentables, basado en una comprensión holística e integral del territorio, con sus diversos elementos y procesos. Este tipo de instrumento será útil para planificar el futuro de la región durante el siglo XXI, para asegurar un mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de la región, en los beneficios para otras regiones del país, y un manejo más cauteloso de los recursos que conforman la esencia del desarrollo nacional, de la misma manera que lo han hecho desde la época pre-colonial.

1.1. La experiencia de la Región de Antofagasta

El desarrollo experimentado por la Región de Antofagasta ha sido un caso destacado en la combinación de las nociones clásicas de crecimiento económico lineal, basado en recursos naturales con el enfoque de las necesidades sociales básicas (Harris, 2000).

Sin embargo, el fuerte dinamismo de una economía primario exportadora ha estado acompañado de importantes desequilibrios entre los distintos ámbitos de la realidad territorial. Un proceso que plantea interrogantes sobre las posibilidades que tiene un territorio para generar

respuestas apropiadas, que permitan prevenir, intervenir y mitigar aquellas dinámicas negativas que comprometen en el tiempo las posibilidades de sustentar crecimiento con desarrollo y bienestar.

Desde esta perspectiva, la incorporación de un nuevo paradigma a las problemáticas actuales de desequilibrios entre crecimiento económico, medio ambiente y bienestar, resulta una guía útil para abordar aquellos déficits provocados por la economía global desde un enfoque que subraya el papel esencial de los gobiernos de escala subnacional en la transformación de las trayectorias negativas, como es el caso de estudio.

Los avances alcanzados en la definición de un proceso complejo, como es el desarrollo sustentable, junto con el establecimiento de los criterios que permiten definir los grados de desarrollo alcanzados, requieren de información que incorpore una mejor comprensión de cómo funcionan los subsistemas económicos, sociales, ambientales e institucionales que lo integran. La finalidad es identificar aquellas variables que afectan o mejoran la calidad de vida de los habitantes, cobrando toda su importancia el disponer de información que registre aquella evolución (Barton, 2007).

El perfeccionamiento de indicadores para medir el desarrollo sustentable se generaliza desde la publicación en 1987 del informe *Nuestro Futuro Común* y con la realización en 1992 de la *Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, desde donde surge la *Agenda 21*. El Informe *Nuestro Futuro Común* concibe el concepto de desarrollo sustentable como la integración de los ámbitos económicos, sociales, ambientales e institucionales, señalando que se deben equilibrar los avances en estas dimensiones en forma simultánea y equilibrada. En esa misma dirección, la *Agenda 21*, explicita en sus consideraciones la necesidad de contar con indicadores para monitorear aquel progreso simultáneo, a pesar que a nivel local sólo se cuente parcialmente con los insumos para la producción de indicadores (Barton, 2007; Gallopin, 2003, 2006).

De acuerdo a lo señalado, en el estudio de caso referido a la Región de Antofagasta se incorpora un conjunto de indicadores cuantitativos a partir de información relacionada con las dimensiones económicas, sociales, ambientales e institucionales. El objeto, ha sido definir una línea de base que permita precisar los grados de sustentabilidad, a la vez que permite advertir si una de las variables se está maximizando en detrimento de otra o si el conjunto es relegado al modelo de crecimiento económico.

1.2. La conformación e impactos de un modelo minero primario exportador

La Región de Antofagasta se ha caracterizado a lo largo de su evolución histórica por sus rasgos de región minera. Sin embargo, a partir de comienzos de la década de los noventa, esta connotación toma una nueva fisonomía. Se consolida un complejo minero de características globales, que se constituye sobre la base de la combinación de inversión extranjera, con un modelo de gestión flexible intensivo en capital, orientado a la producción y exportación de minerales en gran escala (Lagos, 2001, Arroyo, 2004).

Entre 1990-2009, la reestructuración del sector minero-industrial permite expandir la producción y las exportaciones de minerales hasta triplicar la economía regional, alcanzando una participación en el Producto Interno Bruto total del país que la convierte en uno de los principales polos económicos a nivel nacional (Banco Central de Chile, 1990-2009).

La apertura externa ha sido uno de los ejes fundamentales de la estrategia nacional de desarrollo, la cual ha estado estrechamente relacionada con el ingreso de capitales externos, principalmente orientados a los sectores de mayores ventajas comparativas, como es el de los recursos naturales renovables y no renovables (Cademartori, 2010; Banco Mundial, 2011; Daher, 1994 y 2003).

Entre los años 1990-2010, la inversión en el sector de recursos naturales ligado al sector minero concentró más de un tercio del total de los capitales externos. Un 40% del total de aquellos recursos fueron atraídos a la región, destinándose un 90% de aquellos a las actividades de exploración, extracción, producción y exportación de minerales, dando origen al principal complejo minero industrial del país y con ello transformando a la región en la principal economía primario-exportadora (Comité de Inversiones extranjeras, 1974-2010).

Junto con el desarrollo de nuevos yacimientos, la inversión privada se diversifica hacia los rubros complementarios con la actividad, orientados a la entrega de soporte logístico. Durante este periodo se amplía la capacidad del puerto de Antofagasta y se materializa un nuevo complejo portuario en la ciudad de Mejillones. Aumenta la capacidad energética instalada desde 1.700 a 8 mil Giga watts hora (Lagos, 2001).

También, se instala una industria de bienes y servicios proveedora de partes y piezas, químicos y transporte. Todo aquello es parte de las actividades que conformarán un nuevo complejo minero-industrial, localizado geográficamente en el eje vial-ferroviario que une los puertos de embarque con los centros urbanos y las faenas mineras (Comité de Inversiones extranjeras, 1974-2010).

El desarrollo de un importante número de nuevos yacimientos mineros en la región eleva la producción a niveles sin precedentes, impulsada por el aumento de los precios provocada por la expansión de la demanda proveniente de los mercados emergentes del sudeste asiático (Daher, 2003; Lagos, 2010). La escala alcanzada por aquel proceso es un antecedente importante para apreciar los impactos sobre diferentes dimensiones del desarrollo regional.

La Comisión Chilena del Cobre, en su *Anuario de Estadísticas del Cobre y otros Minerales* (2010), ha registrado en detalle la magnitud de aquel proceso impulsado por las grandes empresas del sector minero instaladas en la región. En el caso de la extracción de cobre, esta actividad se expandió hasta casi triplicar sus volúmenes de producción a fines de la década pasada.

Sin embargo, los positivos resultados del dinamismo de la actividad extractiva sobre la expansión de la economía estarán acompañados de un conjunto de consecuencias e impactos sobre la sustentabilidad regional derivados de la escasa participación en los excedentes, la sobreespecialización, el escaso desacople del uso de recursos naturales, así como de los crecientes niveles de emisiones que afectarán al sistema en su conjunto.

Antofagasta, a través de la producción de minerales, mantiene una significativa participación en las exportaciones nacionales. No obstante, por ser la región más exportadora, la que aporta un tercio del comercio exterior, y al ser una de las principales fuentes de financiamiento del Presupuesto Nacional, obtiene una retribución en recursos que ha estado distante de favorecer un adecuado balance entre el crecimiento económico exportador y la participación en los excedentes de aquel dinamismo.

Junto con el fuerte dinamismo experimentado por la producción y las exportaciones del sector minero, la economía regional registra una fuerte expansión que se expresa en su participación en el Producto Bruto del país. No obstante, se destaca una trayectoria marcada por la sobre especialización del crecimiento, que se ve reflejado en la composición del PIB sectorial, en el cual el sector minero ha observado una inalterada sobre representación que supera el 50% (Banco Central de Chile, 1990-2010).

Durante este periodo de fuerte dinamismo, no se registra un auge en otros sectores ni se observa un desarrollo de la investigación y desarrollo tecnológico que acompañara la expansión de la actividad. En definitiva, una escala de transformaciones que tendrá efectos sistémicos sobre la economía, la sociedad y el medio ambiente.

Desde una perspectiva de sustentabilidad, se ha generado una importante brecha a partir de la escala de la actividad extractiva. Por una parte, se reduce la base o *stock* de recursos del sistema socio ecológico regional y, por otra, no existe una retribución adecuada que permita compensar aquella reducción de capital natural renovable y no renovable, o mitigar los efectos ambientales y sociales que provoca la actividad económica.

En resumen, la región muestra indicadores de mejor desempeño exportador que la ponen a la cabeza del resto de las regiones. Sin embargo, pese a su contribución, la escasez de recursos que recibe está lejos de compensar la disminución del capital natural y social; de ahí la importancia de abordar aquel déficit desde una institucionalidad descentralizada, fortalecida, con capacidad para abordar aquellos desequilibrios.

1.3. Sociedad: dinámica territorial, población y bienestar

Si bien, de acuerdo con el INE (2012) la población regional representa apenas un 3,27 % de los habitantes del país, en las últimas décadas la población casi se ha duplicado en términos absolutos, observando en el último periodo intercensal 2002-2012 tasas de crecimiento por sobre el promedio nacional, lo cual es un indicador del atractivo que ha generado la expansión del sector minero sobre la población. No obstante, el dinamismo experimentado esconde una realidad heterogénea que hace necesario un análisis del sistema regional de centros urbanos.

18

La Región de Antofagasta, de acuerdo con Poduje (2009), observa un marcado proceso de metropolización sobre la capital regional. La expansión del modelo primario exportador ha generado un poblamiento altamente concentrado en torno de la principal ciudad-puerto, y en menor medida, sobre una ciudad de apoyo logístico a las faenas mineras, como es el caso de la ciudad de Calama. Un patrón de poblamiento que ha ido en detrimento de las ciudades y poblados secundarios, que han experimentado un proceso inverso de estancamiento.

La ciudad de Antofagasta cumple un rol de primacía urbana con las actividades de primer nivel. La capital regional ha sido el centro neurálgico de las actividades ligadas a la minería, transformándose en el principal destino de las corrientes de población, llegando a concentrar sobre el 63% de los habitantes del territorio, evolución que de acuerdo a las proyecciones del INE podría aumentar hasta el 65% en el 2015 (INE, 2008). Junto a Antofagasta, la ciudad de Mejillones debe su creciente dinamismo demográfico a la construcción de un nuevo puerto de embarque de minerales, que ha estado acompañado por el desarrollo de una plataforma energética e industrial de apoyo a las actividades de la gran minería (INE, 2008).

En cambio, el resto de las ciudades portuarias del borde costero, que deben su existencia a los auges de la minería del salitre en el pasado, son en la actualidad centros urbanos de menor dinamismo e importancia, orientados al soporte energético y portuario para un área de influencia de alcance limitado, como es el caso de Tocopilla, o ligadas en la actualidad a las labores extractivas de la pequeña minería, como es el caso de la ciudad de Tal Tal (Arrollo, 2004).

Hacia el interior, las actividades de soporte a la minería se reúnen en torno de la ciudad de Calama, un centro de gran actividad industrial pero con menor nivel de servicios e infraestructura, siendo el segundo centro de importancia demográfica dado que reúne el 28% de la población regional. Un centro urbano, que ha disminuido su dinamismo en las últimas tres décadas en comparación con el desarrollo exhibido por el eje Antofagasta-Mejillones, producto de pérdida de atractivo y bienestar que comprometen su futura sustentabilidad. Un centro urbano atrofiado por las externalidades negativas, que se expresan en elevados niveles de contaminación, altos niveles de inseguridad provocados por la creciente población flotante, segregación social y escasa captura de excedentes.

Por su parte, las mayores ventajas de la capital regional como centro de apoyo a las actividades de la minería han permitido la concentración en ella de las oportunidades, la oferta de servicios y el empleo, provocando una creciente migración desde las ciudades y poblados de menor tamaño, así como de parte importante de la corriente migratoria extra regional. Sin embargo, las consecuencias adversas sobre el resto de los centros urbanos han sido la pérdida creciente de atractivo, el estancamiento, la desaceleración o la despoblación (INE, 1992, 2002, 2012).

La inversión pública y privada también ha seguido un patrón de concentración similar de los recursos e intervenciones, en desmedro de los centros urbanos menores. El desarrollo de políticas, planes y programas que incorporen intervenciones integrales con la finalidad de disminuir las problemáticas de equidad territorial, ha sido una perspectiva con débil presencia en los instrumentos de planificación. Sin embargo, la profundización en el largo plazo de las tendencias actuales, de no mediar intervenciones que alteren aquella trayectoria, continuará elevando los desequilibrios presentes con sus efectos sobre la sustentabilidad del sistema regional en su conjunto (Gobierno Regional de Antofagasta, 2010; Poduje, 2009).

La región durante las dos últimas décadas, ha tenido importantes transformaciones: su economía impulsada por la minería se ha triplicado y su población ha aumentado concentrándose en las ciudades conectadas con el auge de la expansión de las actividades minero-industriales. Por lo tanto, será importante observar cómo aquel proceso se ha ido expresando a través del tiempo en un conjunto de indicadores relacionados con las dimensiones integrales de equidad y de desarrollo humano.

El concepto de desarrollo humano es entendido como la ampliación de capacidades en una sociedad con el objeto de transformar a las comunidades y sus habitantes en los verdaderos sujetos, gestores y beneficiarios de los procesos de desarrollo; lo cual solo es posible en la medida en que los habitantes de un territorio son capaces de entender los cambios y gobernarlos en su favor (PNUD, 1999; MIDEPLAN - PNUD, 2005).

A partir de 1990 todas las sociedades regionales aumentaron su nivel de desempeño en el Índice de Desarrollo Humano (IDH), y cambiaron de posiciones relativas de acuerdo con el comportamiento de sus indicadores en las dimensiones de salud, educación y de ingreso. No obstante, la región de Antofagasta en trece años avanza sólo una posición, quedando en el cuarto lugar.

Las razones de aquel limitado desempeño a pesar del dinámico crecimiento económico, se relacionan con dos factores. Por una parte, la correlación entre el PIB y el Índice de Desarrollo Humano tiende a ser más débil tras pasados ciertos umbrales de crecimiento, o sea, se experimentan rendimientos decrecientes en bienestar. En adelante, se requiere de políticas públicas focalizadas sobre aquellas capacidades que observan trayectoria problemáticas o débiles y que acrecientan brechas de equidad (PNUD, 2005; Lagos, 2001).

Por otra parte, la expansión de la actividad económica no refleja la disponibilidad de recursos que podrán ser destinados a través de las políticas públicas al desarrollo regional. El total de la inversión pública materializada en la región representa un porcentaje menor en comparación con el total del aporte tributado por las principales actividades económicas regionales.

En la dimensión “ingresos”, entre los años 1990-2013 el ingreso promedio per cápita de los hogares se incrementó, aunque esta es una medida en términos absolutos que no se relaciona con paridad de compras debido al mayor costo de vida que se expresa en la región (Aroca, 2004, OCDE, 2013). Adicionalmente, Lagos (2001) señala que la estratificación salarial es una característica marcada en las regiones mineras que es importante considerar, ya que por un lado existen empleados con altos salarios, estabilidad y beneficios, mientras que los trabajadores externos o contratistas y el resto de las ocupaciones que concentra los mayores porcentajes de la población laboral, tienen salarios inferiores, lo que imprime una marcada tendencia a la segmentación y segregación de la sociedad.

La superación de la pobreza ha mostrado avances significativos. En el año 1990, con poco más de un tercio de la población bajo la línea de la pobreza, esta disminuye al 11,2% en el año 2003. Una tendencia que en los años siguientes continúa decreciendo hasta alcanzar al 8% en el año 2009 (Mideplan, 2009). La evidencia empírica muestra que cuando las economías crecen, como en el caso chileno y en particular en el caso regional que se estudia, la pobreza se reduce y viceversa. Sin embargo, será importante esclarecer si el crecimiento tiende a favorecer a los sectores vulnerables, disminuyendo más rápidamente su proporción en la sociedad que lo que aumenta el ingreso por persona. En este sentido, el factor de elasticidad pobreza-ingreso mide el cambio porcentual de la pobreza en relación con el cambio porcentual del ingreso per cápita. Larde (2008), estimó una elasticidad pobreza-ingreso per cápita, cuyos resultados sugirieron que los beneficios del crecimiento económico son menores que en el promedio del país.

De ahí que el crecimiento económico no ha sido la única fuerza impulsora de la reducción de la pobreza a nivel regional, sino una combinación relacionada con políticas públicas de inversión social de carácter integral, que han tenido un poderoso efecto contracíclico al aislar a las familias pobres de los vaivenes del mercado de los *commodities*, y que ha permitido una disminución estructural de la pobreza en el tiempo. La pobreza es un fenómeno diverso y su eliminación está asociada a una comprensión e intervención integral del entorno, en el cual se vinculan múltiples dimensiones económicas, sociales y ambientales, de ahí que los avances hacia una sociedad sustentable envuelven numerosas dimensiones no solamente sujetas a la actividad económica, sino principalmente a intervenciones de política pública integrales (Larde, 2008; Contreras, 2010)

En resumen, la combinación de crecimiento económico con un rol público activo ha permitido avances en indicadores significativos de la sustentabilidad social del sistema regional. La evolución del IDH da cuenta de la disminución de las desigualdades en los ingresos, así como de la reducción de la población bajo la línea de la pobreza. El desarrollo de políticas sociales integrales orientadas a disminuir la vulnerabilidad social, junto con un impulso de la escolarización, han sido los principales factores que han permitido disminuir la pobreza, pero no superar las brechas de desigualdad regional. Esto deriva en la importante responsabilidad de la dimensión institucional en el desarrollo de políticas e intervenciones orientadas a generar procesos que permitan disminuir los desequilibrios de equidad que comprometen un desarrollo humano sustentable en el largo plazo.

1.4. Medio ambiente y recursos naturales

Durante las últimas dos décadas, se han producido importantes transformaciones económicas cuya magnitud e impactos sobre el medio ambiente y los recursos naturales es necesario cuantificar, no sólo para mitigar los efectos pasados, sino para preservar hacia el futuro una base de *stock* estable de recursos que permita un desarrollo sustentable en el tiempo.

Las presiones crecientes sobre los recursos minerales, hídricos y la atmósfera, así como el nivel de emisiones y de residuos, son variables que es necesario cuantificar con el objeto de determinar las principales problemáticas, riesgos y limitaciones de la sustentabilidad regional.

En el año 1990, se estimaban en 191,8 millones de toneladas los recursos totales de cobre con una vida útil estimada en 120 años. Aquella proyección se explica porque durante el primer quinquenio de la década de los noventa se combina el fuerte aumento en exploraciones que permiten elevar reservas, junto con aumentos de producción aún modestos, dado que se iniciaba la puesta en marcha de nuevos yacimientos impulsados por inversionistas extranjeros (Banco Central, 2001, citado por Universidad de Chile, 2008; Sernageomin, 2009).

No obstante, a partir del año 1996 se observa una baja sostenida de las reservas alcanzadas en el año 2007. En el caso del cobre, a 150 millones de toneladas, anotando un descenso de la vida útil de las reservas a 66 años, de acuerdo con los actuales niveles de producción. La tendencia decreciente, se ha debido al fuerte aumento de la producción que, vía volúmenes, enfrenta los ciclos de precio ocurridos durante este periodo (Universidad de Chile, 1999 y 2008; Sernageomin, 2009).

Junto con aquello, la disponibilidad y gestión de los recursos hídricos es un factor clave de la sustentabilidad, en una zona de extrema sequedad como es la Región de Antofagasta. Si bien se han observado avances que han permitido disminuir los consumos totales, aún se requiere de esfuerzos integrales que permitan conservar un recurso fundamental para la sustentación del ecosistema y el desarrollo regional en el largo plazo (DGA, 2008; Cochilco 2008).

También, el aumento creciente de los residuos masivos, junto con los pasivos que ha dejado la actividad en el pasado, pone en riesgo al sistema socioecológico regional en su conjunto, debido a que sus consecuencias se expresan en el deterioro del ecosistema, reducen las alternativas futuras de desarrollo y se suman a los factores que comprometen la calidad de vida de la población.

Si bien la actividad económica es la principal fuente de emisión de residuos, también los centros urbanos son una fuente que ha observado una creciente expansión de las emisiones, provocadas por una combinación de factores como son el aumento de la demografía, la ampliación del bienestar económico, y los déficits públicos en la incorporación de nuevos modelos de gestión y de tecnologías en el tratamiento de los residuos urbanos.

1.5. Conclusión

En resumen, durante las dos décadas pasadas el exitoso dinamismo económico regional fue impulsado por una fuerte corriente de inversión extranjera, que dio origen al mayor complejo minero industrial del país. La producción y las exportaciones se multiplicaron por tres veces. Lo mismo ocurrió a nivel agregado con el Producto Interno Bruto regionalizado, transformándose en la principal economía primario exportadora del país.

La magnitud del crecimiento ha tenido impactos regionales heterogéneos. El Producto Interno Bruto regional, junto con las inversiones y las exportaciones, se han expandido. Sin embargo, la economía se destaca por una excesiva dependencia y escasa sustitución de los recursos no renovables con elevada exposición a los ciclos externos. Se suma la escasa integración de la actividad principal con el resto de los sectores, la insuficiente diversificación productiva, la re-

ducida capacidad de capturar excedentes, y el débil desarrollo de capital humano cualificado e innovación.

También, el desarrollo de un modelo primario exportador como factor determinante del subsistema económico regional ha incidido en los procesos socio-espaciales que ocurren en la región en las últimas décadas. La población se concentra casi en un 90% solo en dos principales centros urbanos ligados al auge de la actividad, mientras el resto se ha visto afectado por la despoblación producto de la pérdida o ausencia de dinamismo económico. No obstante que la fuerte atracción de migrantes provocada por la minería empieza a generar saldos positivos, la calidad de las migraciones también ha sido afectada por las modalidades laborales y el alto costo de vida. Un porcentaje importante de aquella población —en particular del capital humano calificado— solo trabaja, pero no vive en Antofagasta, profundizando los procesos de conmutación con otras regiones, lo cual profundiza el desarraigo.

La población regional, ha tenido importantes avances en los indicadores de pobreza, superiores al resto del país. Sin embargo, la sustentabilidad social y los avances en equidad, siguen siendo afectados por los rezagos existentes entre el crecimiento económico y los desequilibrios de equidad territorial.

En el ámbito del subsistema ambiental, las reservas de minerales se han visto reducidas, amenazando en el mediano plazo los actuales niveles de producción y de dinamismo económico. La expansión de las actividades minero industriales y de la población no sólo ha generado elevados niveles de presión sobre los recursos naturales, sino que también el proceso ha estado acompañado por un creciente aumento de los residuos y las emisiones que han afectado la calidad del medio natural regional, lo cual se constituye en un desafío para las actuales y futuras generaciones.

En definitiva, el estado del desarrollo sustentable regional se podría definir como de sustentabilidad débil producto de los déficits descritos, debido a la subordinación a un subsistema por sobre el resto de las dimensiones que conforman el sistema socio ecológico regional, quedando un amplio margen para avanzar desde el subsistema institucional hacia un desarrollo integral con sustentabilidad fuerte, que permita elevar en el largo plazo la calidad del desarrollo y el bienestar de la población.

Las tres herramientas discutidas por la presente investigación ofrecen más detalles sobre la situación de la sustentabilidad actual y su evolución en años recientes. Para entender la importancia de las inter-relaciones entre los cambios socio-económicos y las transformaciones biofísicas, es esencial contar con sistemas de evaluación y herramientas integrales que permitan profundizar este tipo de conocimiento.

Estas herramientas apuntan a la sustentabilidad fuerte, entendida como la incorporación de las variables como una totalidad, sin priorización de una sobre otra. Los datos generados y las formas de inter-relacionarlos nos ofrecen una perspectiva distinta sobre la región y su desarrollo actual, indicando la necesidad de ajustar las prácticas económicas y de la sociedad civil, además de reformular las políticas públicas. Para asegurar que el auge minero de los últimos años no termine siendo un ejemplo de *'boom y bust'*, como se ha visto con tanta frecuencia en la historia latinoamericana, se requieren decisiones robustas que apunten al futuro de la región y las generaciones que vienen. El desarrollo sustentable implica sembrar, no sólo cosechar.



2) METODOLOGÍA

2.1. Desarrollo regional: enfocado en impactos

En las discusiones del desarrollo urbano y regional hay mucho énfasis en los instrumentos de regulación y control, como también de facilitación y promoción. Desde agencias para el desarrollo local, nuevas instancias de gobernanza y participación, hacia créditos, préstamos, inversiones y asociatividad público-privado, el rango y número de tipos de intervención desde los años sesenta ha sido significativo desde que el desarrollo regional fuera central en la planificación nacional. Sin embargo, durante estos cincuenta años de desarrollo regional en el escenario internacional, se pueden cuestionar las formas de evaluar y medir todas estas iniciativas.

27

Se puede identificar a lo menos tres fases o momentos de cambio en el pensamiento sobre el desarrollo regional en círculos internacionales desde los años sesenta. Durante la primera fase hasta los años 80s, domina un enfoque sobre el *master plan* y la planificación estratégica, con equipos tecnocráticos, expertos en planificación, definiendo los desafíos y diseñando las respuestas, basado en fuentes de información diversas y con la utilización de herramientas como planos y modelos. Sin lugar a dudas, el enfoque fue fuertemente orientado hacia el desarrollo económico del territorio. Este enfoque económico fue el condicionante para temas de empleo, aumento del PIB e ingresos, opciones infraestructurales, entre otros. No es casualidad que la década de los años sesenta fue la década de desarrollo de la ONU, ya que el desarrollo económico fue concebido como el motor de este, con el objetivo primordial de reducir la pobreza.

Inversiones y agricultura, industria, infraestructura y vivienda, fueron planificados desde una lógica de crecimiento económico y mejores formas de distribución para reducir la pobreza y mejorar la equidad. En el contexto Latinoamericano, CEPAL fue el órgano clave en este sentido, a través de su división de planificación social y económica - ILPES (Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social). A la vez, cada país tuvo su ministerio o divi-

sión dedicada a la planificación nacional y regional. En el caso chileno, fue ODEPLAN (Oficina de Planificación Nacional) y, más tarde, MIDEPLAN (Ministerio de Planificación y Cooperación).

La crítica de esta institucionalidad fue su nivel de tecnificación de los procesos, su priorización económica y su grado de centralización en términos del conocimiento utilizado y las decisiones tomadas. Principalmente fue una planificación regional bajo una lógica centralista de planificación nacional. La consolidación de las grandes metrópolis en América Latina durante este periodo se explica en parte por este favorecimiento de las grandes ciudades consideradas eficientes debido a las economías de escala presente, también como nuevos focos de desarrollo industrial, debido a la influencia de la teoría de modernización de W.W. Rostow (1960). En términos de impactos, había fe en la capacidad de orientar inversiones públicas y privadas para optimizar respuestas a problemas previamente identificados. Había un apoyo fuerte desde las administraciones nacionales y las agencias de desarrollo internacional (bilateral y multilateral), para esta lógica. Fue inconcebible no tener planes nacionales para guiar las actividades de los ministerios y servicios, y para replicar este sistema a nivel sub-nacional. Tal vez los casos más emblemáticos de este pensamiento en América Latina fueron las metas de producción en Cuba y la planificación nacional para este objetivo, también los programas regionales en Brasil, ej., Polonoroeste y Plan Amazonia. Tampoco es casualidad el énfasis que se les daba a las reformas agrarias durante este mismo periodo, para aumentar la productividad y, a la vez, la distribución de las oportunidades.

Este sistema con un fuerte rol del Estado desarrollista se modificaría sustancialmente con los cambios en la región durante los años setenta. Aunque en Brasil la dictadura empezó en 1964, fue en los años setenta que el autoritarismo burocrático (O'Donnell, 1973) tomaría control de la región. Mientras, se puede argumentar que las juntas involucradas fueron principalmente nacionalistas económicos en esencia, estuvieron fuertemente influidos por procesos internacionales desarrollados durante este tiempo. La crisis de la deuda externa, los inicios de los programas de ajuste estructural y las transformaciones económicas asociadas, fueron acompañados por una nueva forma de administración regional. Esta nueva forma fue dominada por el enfoque de gestión más que de planificación. La idea central era que el rol de los gobiernos regionales y locales, hasta el gobierno nacional, fuese facilitador o coordinador.

Bajo la influencia del neoliberalismo, fue la gestión del Estado y el protagonismo del sector privado lo que definió la planificación. Procesos de desregulación, también facilitación del sector privado a través de procesos de privatización, licitación y concesión, fueron promovidos desde las instituciones de Washington D.C. (Banco Mundial, FMI). Los impactos fueron evaluados en términos de indicadores macroeconómicos a nivel nacional. Era evidente que el desarrollo regional, igual al periodo anterior, estaba al servicio de la economía nacional y la promoción de exportación en particular: 'desarrollo hacia fuera'. Durante este periodo, en el caso chileno no hubo un mejoramiento en términos de la distribución de ingresos entre las regiones, y Santiago creció cada vez más como un '*primate city*'.

Como resultado, el periodo fue definido por una relativa ausencia de planificación estratégica de parte del Estado, y una débil regulación territorial. Inversiones, migración y demanda de servicios públicos, fueron entendidos como procesos sujetos a los mercados, donde el objetivo fue reducir el rol de Estado —debido a su ‘distorsión del mercado’— y a la facilitación del mercado en más campos de actividad, incluso áreas tradicionalmente entendidas como ámbitos de exclusividad pública. Por ejemplo, vialidad, servicios sanitarios y cárceles. En muchos de los países de la región este énfasis no cambió con la transición a la democracia. El legado del neoliberalismo se mantuvo y en muchos casos fue consolidado. Sin embargo, desde los años dos mil el panorama internacional y en América Latina cambió, con una vuelta a la planificación como instrumento de orientación y coordinación (Barton, 2006).

La planificación de los años dos mil tiene elementos estratégicos de los 1960s y 1970s en términos de la importancia de los planos y modelos, aunque ahora facilitado con el Sistema de Información Geográfica (SIG) y herramientas computacionales más sofisticadas. También la gestión del territorio, con herramientas basadas en micro-gestión y un enfoque ‘managerialista’, y la promoción de asociatividad pública privada. Sin embargo, hay nuevas influencias, como la importancia de la participación, basadas en el pensamiento de Patsy Healey (2005) y su énfasis en comunicación por sobre el plano. Este énfasis genera la necesidad de replantear las formas de gobernanza presente en el territorio para entender mejor las interacciones, responsabilidad y capacidades del sector privado, el sector público y la sociedad civil. Es bajo esta lógica de planificación que hemos visto un mayor énfasis en la medición de impactos y no solamente de inversiones y otros ‘inputs’ territoriales. También se experimenta una nueva conceptualización del territorio que trasciende el énfasis sobre el desarrollo económico priorizado al lado de otros factores. Se puede definir este nuevo énfasis como el desarrollo sustentable del territorio.

A pesar de sus orígenes, en el informe Brundtland de 1987 (el informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo) y los avances en la Cumbre sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río en 1992, con el programa Agenda 21, existen choques importantes durante los noventa entre el neoliberalismo dominante, condicionando las actividades de los bancos multilaterales y la Organización Mundial de Comercio por ejemplo, y el desarrollo sustentable promocionado por ciertas divisiones de la ONU. Un ejemplo de estos es PNUMA, PNUD y Hábitat. Se puede argumentar que la persistencia en el enfoque sobre el desarrollo sustentable y las crisis en el capitalismo tardío, evidenciada en la crisis financiero de 2007-08, han generado más espacios para conceptualizar el territorio en forma multidimensional, holístico e integral, así como también existe una mayor demanda desde la ciudadanía para reflexionar sobre el desarrollo de sus territorios y participar en las decisiones relacionadas.

Lo que surge de este nuevo enfoque es la necesidad de considerar el desarrollo regional desde diferentes perspectivas. La primera de estas perspectivas es la necesidad de considerar el

territorio como una totalidad. Gilberto Gallopin (2002) define el territorio como un sistema socio-ecológico con múltiples dimensiones que interactúan en forma constante, generando nuevos equilibrios (homeostasis) y resilencias. El énfasis sobre el desarrollo económico está disminuido para entender las relaciones e inter-relaciones involucradas. El mismo desarrollo económico es una función de migraciones y actividades laborales, de energía y agua, de calidad ambiental y de infraestructura. Se puede entender mejor el factor económico como una relación entre lo social y lo natural, donde hay conversión de materia prima y otros insumos, con mano de obra, y desechos liberados en el proceso que vuelven a la naturaleza, a menudo con consecuencias negativas en el corto, mediano y largo plazo. Por ejemplo, los impactos del cambio climático, consecuencias del modelo urbano-industrial basado en energía fósil desde la revolución industrial, y acelerado desde los cincuenta bajo la teoría de la modernización de Rostow (1960) y la internacionalización de la producción (Dicken, 2007).

2.2. La evolución de la métrica del desarrollo sustentable

30

Desde los años treinta, con la elaboración del PIB por el economista Simon Kuznets, ha habido una gran conformidad en relación con las formas de medir el progreso y el desarrollo. De forma muy reduccionista, el PIB fue interpretado como la única medida sintética del desarrollo. Países y regiones fueron evaluados y “rankeados” según su PIB total, su tasa de crecimiento y la composición de los factores de consumo asociado. Básicamente el PIB mide producción y consumo – dos lados de la misma moneda.

Sin embargo, no se discrimina en términos de las formas de producir y de consumir. Por ejemplo, entre gastos en ocio versus gastos en seguridad. Una unidad de crecimiento en alarmas y rejas es entendida de la misma forma que un gasto en recreación. El no discriminar, todo gasto se vuelve positivo, sin importar si es un gasto defensivo (en seguridad o abogados) o un gasto positivo (calidad de vida). La ONU, a través de su estímulo de la producción y el consumo sustentable (SCP), ha intentado dar un giro a esta situación. Surgió de la Cumbre de Desarrollo Sustentable de Johannesburgo en el año 2002 y fue formulado en Marrakesh en 2003 como un programa de diez años. La meta fue desacoplar la generación de bienestar y calidad de vida del uso de la naturaleza. Este planteamiento va en la línea del enfoque de la modernización ecológica, que busca desacoplamientos para seguir con el mejoramiento en el bienestar internacional, pero sin la carga de materias primas, agua y energía por unidad de mejoramiento (Moll y Sparagaren, 2000; Von Weizsacker, 1998).

El proceso Marrakesh diseñó un plan de diez años que fue finalmente aprobado en la Cumbre de Río +20 en 2012 (ONU, 2012), y que identifica la importancia de las estrategias nacionales e indicadores para evaluar los avances, 2012-2022. Si aceptamos la afirmación de la ONU (2012,

2) que: “Cambios fundamentales en las formas en que las sociedades producen y consumen son indispensables para alcanzar un desarrollo global sustentable”, la relevancia de las posibilidades de medir estos avances y cambiar nuestros mecanismos de monitoreo y evaluación es clave.

Estos cambios consisten en determinar qué tipos de producción y consumo son más sostenibles, por ende, más deseables e importantes para empezar a discriminar positivamente y de este modo favorecer ciertos productos, procesos y prácticas de consumo por sobre otros. Precisamente estos tipos de cambios de patrones son los que influirían en el desarrollo territorial debido a variaciones de producción, distribución y consumo asociados. Se puede argumentar que el proceso está iniciado, hay evidencia de que existen acciones ya aprobadas, por ejemplo, en el protocolo de Kioto de 1997 con la creación de mercados de carbono y el financiamiento de iniciativas menos contaminantes a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

En paralelo con esta preocupación de la producción y el consumo más sustentables, ha habido claros indicios de la importancia de la métrica en otros ámbitos. En 1995, la Conferencia de Desarrollo Social de la ONU aprobó la necesidad de generar indicadores de desarrollo más inclusivos. Más allá del PIB y otros indicadores macroeconómicos, ya existía el Índice de Desarrollo Humano (IDH), con sus variables de educación y salud. El IDH incluye el PIB como un factor para premiar a los países que alcanzan un buen nivel de desarrollo social como bajos niveles del PIB, también para castigar esos países que, con un nivel de PIB positivo, mantienen coberturas educacionales y de salud de bajo nivel.

No obstante, había reconocimiento de la necesidad de trascender la narrativa económica del desarrollo internacional y matizar esta perspectiva con elementos más sociales y ambientales. En el 2000, el Consejo General de la ONU aprobó los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) como respuesta a esta ausencia. Los ODM han sido claves para evaluar los impactos del desarrollo nacional y mundial, y los aportes multilaterales y bilaterales. Por lo general, los objetivos están enfocados en elementos asociados con bajos niveles de desarrollo, en particular la pobreza (enfermedades, escolaridad básica, salud materna e infantil, entre otros). El indicador central entre los objetivos es la reducción de la pobreza extrema por la mitad, antes del 2015. Además de este enfoque, había otros indicadores que enfatizaron la necesidad de desacoplar los procesos de desarrollo de la generación de gases de efecto invernadero (GEI) y aumentar la cobertura de bosques y la biodiversidad. Un ejemplo se muestra en el Objetivo 7.1: Proporción de la superficie de tierras cubiertas por bosques; y Objetivo 7.2, reducción en: emisiones de dióxido de carbono (totales, per cápita y por cada dólar del producto interno bruto (PPA)) y consumo de sustancias que agotan la capa de ozono.

Entre 2000-2015, estos objetivos han cambiado las formas de entender el desarrollo internacional, debido a la posibilidad de medir los impactos y relacionar éstos con las inversiones privadas y públicas (nacionales e internacionales). El seguimiento de los objetivos ha ofrecido

la posibilidad de ajustar políticas nacionales e internacionales en el proceso. Lo que muestran los ODM son las oportunidades que surgen cuando existen medidas concretas de impactos, de transformaciones en el sistema socio-ecológico, con personas y ecosistemas. A pesar del hecho de que el desarrollo internacional había empezado con fuerza desde los cincuenta, y con ímpetu de las instituciones Bretton Woods (Banco Mundial, FMI, IFC, GATT), el PIB siempre había sido utilizado como sinónimo de desarrollo, sin claridad sobre aspectos de género, edad, transformaciones ambientales, etc. Los objetivos matizan los indicadores del PIB con otros impactos y transformaciones, generando nuevas formas de ver el desarrollo y los beneficios y limitaciones que surgen de ciertos tipos de desarrollo económico, y ciertas formas de producción y consumo.

En 2015, los ODM llegan a su conclusión. En este momento, sería posible establecer los avances sistémicos en los procesos de desarrollo sustentable durante el periodo 2000-2015, abriendo debates sobre los elementos positivos y sus motores, también los flancos débiles según características sociales y por localización geográfica. En la Cumbre de Río +20 en 2012, los miembros de la ONU tomaron la decisión de reemplazar los ODM con Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS). Mientras que los ODM fueron configurados de tal forma que enfatizan aspectos sociales, se puede esperar que las metas que lo reemplazan tuvieran más énfasis en las relaciones entre cambios ambientales, sociales, económicos e institucionales, de forma sintética (ver artículo 247, ONU 2012). Es de esperar que los sistemas de medición y evaluación nacional, regional y local cambien en torno de estas configuraciones (IRF, 2013).

Artículo 247. “También recalcamos que los objetivos de desarrollo sostenible deben estar orientados a la acción, ser concisos y fáciles de comunicar, limitados en su número y ambiciosos, tener un carácter global y ser universalmente aplicables a todos los países, teniendo en cuenta las diferentes realidades, capacidad y niveles de desarrollo nacionales y respetando las políticas y prioridades nacionales. También reconocemos que los objetivos deben guardar relación con ámbitos prioritarios para lograr el desarrollo sostenible...”.

Hace diez años, la presencia de indicadores macroeconómicos, junto con el Índice de Desarrollo Humano, generó un interés en equilibrar estos dos pilares del desarrollo sustentable con los otros dos elementos: ambiental e institucional. En términos institucionales, no ha sido fácil crear estándares aceptados para temas de liderazgo, gobernanza y participación, para fomentar el desarrollo sustentable, a pesar de la importancia reconocida de esta dimensión. Se puede argumentar que esta capacidad institucional es el *“sine qua non”* del desarrollo sustentable, porque sin una adecuada capacidad institucional no se puede alcanzar cambios en los otros elementos o pilares. Este elemento, por lo tanto, es distinto de los otros y requiere otro tipo de acercamiento, aunque existe un consenso generalizado en que la amplia participación en la toma de decisiones también se constituye como medidas que favorecen a los grupos sociales más marginados, son claves.

En el campo de los indicadores ambientales, los avances más importantes a nivel internacional durante la última década fueron liderados por una iniciativa compartida por la Universidad de Yale y la Universidad de Columbia. Fue respuesta a una petición de una reunión de autoridades económicas en el Foro Económico Mundial en Davos que inició el proceso de generar un análisis de desempeño internacional según variables ambientales. El resultado fue el desarrollo de dos índices: Environmental Performance Index, y el Environmental Sustainability Index (1999–2005). Hoy en día, después de una década de investigación y desarrollo, se trabaja solamente con el Environmental Performance Index enfocado en 22 indicadores organizados en objetivos de Salud Ambiental y Vitalidad Ecosistémica. Con la generación y consolidación del EPI, al lado del IDH y el PIB, se puede determinar que la métrica de desarrollo sustentable va integrándose en el tiempo.

Estos esfuerzos a nivel internacional tienen impactos de mediano y largo plazo a nivel nacional, debido a los compromisos de los países miembros de la ONU, y por goteo a los niveles sub-nacionales: regiones y locales. Si bien es cierto que este proceso de difusión es lento y que hay resistencia debido a la inercia en los sistemas tradicionales de recolectar datos y sistematizarlos, los costos de levantar nuevos datos, y las dificultades en consensuar exactamente cuáles son los indicadores claves en los distintos ámbitos, existen cambios. Hay un reconocimiento generalizado de que los indicadores convencionales no cuentan la historia de las transformaciones territoriales en toda su complejidad. Como resultado, hay una brecha entre percepciones de los cambios y los datos económicos. Es precisamente el aumento en interés por el sector privado, debido a oposición de comunidades y otros grupos de interés, también la disponibilidad y precios de recursos básicos (agua, energía, entre otros) que ha fortalecido esta transición hacia una información territorial más integral.

En el caso chileno, hay avances importantes en términos de la planificación y desarrollo territorial que implican que la métrica territorial sea la apropiada para la tarea. Nuevos instrumentos han sido elaborados y aprobados durante los últimos años, lo cual surge una transición importante hacia la planificación estratégica del territorio, para influir en la localización de nuevas inversiones y para asegurar la integridad del territorio, su buen funcionamiento y reproducción. Entre estos instrumentos se puede destacar el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) que busca ordenar los territorios fuera del límite urbano. Aunque sea un instrumento indicativo, es la primera vez que la planificación se encarga de las relaciones en el territorio entre dimensiones naturales, rurales y urbanas, y las sinergias que generan. Otra herramienta importante en este contexto es la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) aprobada en la modificación de la Ley de base ambiental 19.300 en 2010. La EAE se encarga de entender las relaciones entre instrumentos para captar impactos, sinergias y la falta de coherencia entre ellos. Es otro ejemplo de la manera de integrar la evaluación de la planificación y volver a entender el territorio como un sistema socio-ecológico donde hay interacciones permanentes, de sinergias y compensaciones: entre proyectos, programas, planes, inversiones, organizaciones e instituciones. Otros instru-

mentos en evolución que son relevantes para el desarrollo territorial son la Política Nacional de Desarrollo Urbano, finalizado por una comisión presidencial en 2012 y sujeto a promulgación, y la Política de Desarrollo Regional, actualmente en proceso de reformulación bajo el liderazgo del Subsecretario de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).

Con estos instrumentos de reforzamiento de la planificación estratégica es vital tener la capacidad de medir los avances con una línea base. Es por esta razón que los sistemas de monitoreo y evaluación formulados son capaces de indicar si el conjunto de los esfuerzos son competentes para estimular un desarrollo más sustentable. En muchas partes del territorio chileno, los principales *'drivers'* del desarrollo económico no se traducen en un desarrollo local más sustentable, ejemplificado con bajos niveles de desarrollo social (evaluado en el CASEN o el IDH) y un deterioro importante del ecosistema, en términos de estrés hídrico, pérdida de biodiversidad, y contaminación del aire, agua y suelo.

2.3. Evaluación del desarrollo sustentable

34

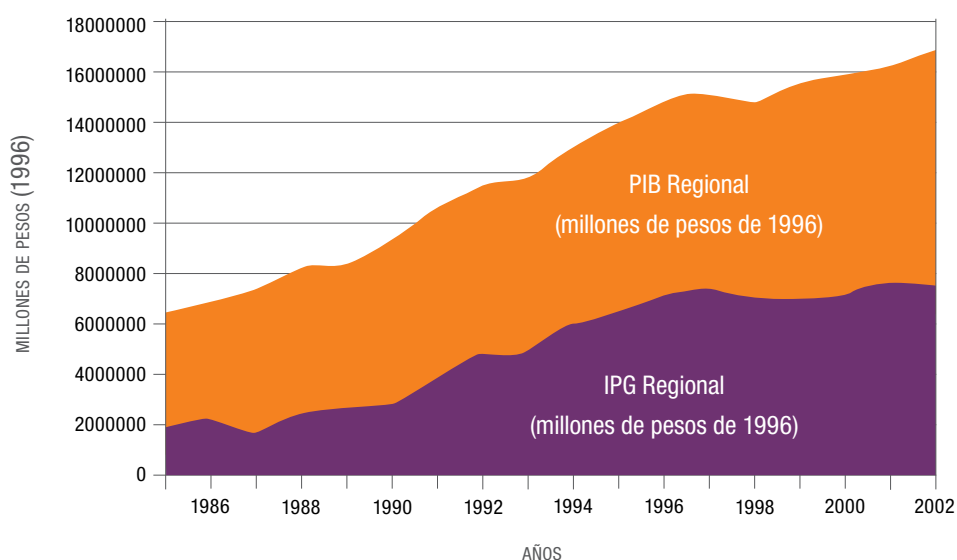
Manejar la complejidad genera incertidumbre y, a menudo, una falta de definición y claridad. El desarrollo sustentable sufre un problema de complejidad debido a su naturaleza multi-escalar, multivariable, multi-temporal (intergeneracional). Sin embargo, este desafío ha sido definido como lo *'pos-normal'*, para contrastar con el positivismo (lo normal). Lo pos-normal incorpora incertidumbre, como por ejemplo en las evaluaciones del IPCC y sus informes sobre cambio climático, utilizando terminología como *'más probable'*, *'baja confianza'*. El desarrollo regional también está lleno de incertidumbre, especialmente en el caso chileno cuando tiene alta vulnerabilidad al comercio y mercados internacionales; los impactos de los periodos 1929-32 y 1982-83 son importantes recordatorios en este sentido, también a eventos extremos y de desastre natural. No obstante, frente a esta incertidumbre la capacidad de anticipar y prevenir con datos, es de gran importancia.

Las opciones para evaluar el desarrollo sustentable son diversas. En este informe se presentan tres herramientas: el Análisis de Flujos de Materiales (AFM); la Huella Ecológica (HE); y el Índice de Progreso Genuino (IPG). Indicadores que fueron aplicados al caso de la Región Metropolitana de Santiago en el año 2007 para evaluar los cambios durante la década previa (Barton et al. 2007). El informe concluyó que la huella ecológica para la RMS fue de **1,28 ha/per cápita** (utilizando factores de rendimiento locales, la RMS requiere un territorio 5 veces mayor) y 3,6 gha/per cápita (con factores de rendimiento global, 14 veces su territorio), mientras que el IPG aumentó durante el tiempo comparado con el PIB regional (ver Figura 2). Estas herramientas tienen varias ventajas y desventajas, pero el objetivo de aplicarlo es identificar cuán robustos son para comunicar el estado de desarrollo regional y sus cambios en el tiempo. En cada caso

ofrecen un grado de complejidad que supera las limitaciones del PIB para transmitir la situación del estado del desarrollo regional. En el caso del IPG, se ocupa el PIB como punto de partida para el proceso de agregar elementos positivos en el desarrollo regional (que no son evaluados en sistemas convencionales) y deflactar elementos negativos que generan un deterioro del medio ambiente o impactos sociales no-deseados. El resultado es lo que se ha llamado un 'PIB verde', pero no solamente incorpora un proceso de relacionar dimensiones ambientales con el crecimiento económico, sino aspectos sociales muy diversos.

Hay otras opciones aparte de las tres mencionados arriba. En su informe sobre indicadores de sustentabilidad, Schuschny y Soto (2009) presentan la variedad de opciones que existen y que han sido utilizados en distintos contextos para evaluar grados o condiciones de desarrollo sustentable. Cubren varias de las herramientas en estas páginas, pero incorporan otros, tales como el Índice de Planeta Vivo y el Índice de Ahorro Genuino. Utilizan una tipología de herramientas para clasificarlas: indicadores basados en las ciencias naturales, por ejemplo, Planeta Vivo; indicadores de desempeño de políticas públicas, por ejemplo, la calidad del aire metropolitano; tipo contable como el Ahorro Genuino, IPG, Huella Ecológica, o tipo sinóptico (IDH, EPI, ESI). De particular interés para los autores son las complejidades de evaluación debido a los problemas en calidad de los datos, ponderación de variables, normalización de datos con distintas unidades, y las ventajas y desventajas de generar índices más que presentar indicadores como una lista.

Figura 1: Tendencia del PIB V/S IPG, Región Metropolitana de Santiago.



Fuente: Barton et al. (2007).

En este sentido Quiroga (2001) diferencia entre distintas generaciones de indicadores de desarrollo sustentable. La primera generación fue de indicadores ambientales, la segunda generación incluía tres listas de indicadores ambientales, sociales y económicos, pero no relacionadas, mientras que la tercera generación fue la producción de un índice que combinaba la anterior. Debido al hecho de que el índice se basa en los indicadores de segunda generación, no es de esencia mejor o peor que la segunda generación. Sin embargo, un índice tiene la ventaja de comunicar mucha información de una forma sintética. De la misma forma que el PIB transmite mucha información económica, y el IDH es capaz de indicar un estado socio-económico de un territorio, los índices de desarrollo sustentable que vinculan variables diversas tienen la ventaja de la síntesis, mientras que también deben ser suficientemente transparente para poder entrar en los datos e identificar las variables que pesan más en el cálculo o que han cambiado más durante el periodo bajo observación. Al final de cuenta, deben ser de utilidad para no solamente mostrar las transformaciones en datos, sino para influir en la toma de decisiones de distintos actores de la dimensión institucional.

En este documento desarrollamos tres herramientas para la Región de Antofagasta. Como todas las herramientas, la ambición es influir en cómo concebimos el desarrollo regional, cómo medimos este desarrollo y podemos avanzar hacia ciertas metas. El IPG nos ofrece la posibilidad de contrastar la generación de bienestar en el largo plazo contra la explotación de los recursos para exportación en el corto plazo. Es evidente que cualquier economía extractiva regional satisface demandas no solamente locales, sino nacionales e internacionales. Sin embargo, también es necesario asegurar que el desarrollo regional donde sucede la producción sea fortalecido en el proceso. Antofagasta, como región, disfruta de ingresos per cápita que se comparan con países desarrollados debido a los ingresos de la minería. No obstante, la calidad de sus áreas urbanas todavía carece en muchos sentidos. Paralelamente, las altas tasas de explotación de recursos como energía y agua apuntan a importantes limitaciones en términos de producción y exportación que forman parte del desafío regional de desarrollo sustentable. El AFM y la HE refuerzan esa visión materialista del desarrollo regional en términos del metabolismo de la región y los flujos de personas, recursos, bienes y servicios.

Últimamente, en las discusiones de desarrollo y su métrica, el tema del bienestar y felicidad han vuelto a ser central. El desarrollo busca mejorar la calidad de vida de las personas tomando en cuenta las oportunidades y limitaciones biofísicas del entorno. La definición de desarrollo sustentable de la Ley 19.300 lo define de la siguiente manera: "Artículo 2g: el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras". El índice de planeta feliz del WWF con Friends of the Earth, trata de evaluar la relación entre bienestar y el consumo de la naturaleza con el siguiente cálculo: percepción de felicidad por longevidad, sobre la huella ecológica. Es un cálculo simple que identifica la importancia de discriminar en términos de la generación de bienestar

en relación con el consumo de recursos. Todavía este cálculo es solamente realizado a nivel internacional. Sin embargo, ofrece una representación sintética del desarrollo sustentable que se puede aplicar a nivel subnacional. Un ejemplo de evaluación que busca también identificar niveles de calidad de vida, es el índice de calidad de vida (ICVU) urbana del Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales (UC) que mide, a nivel comunal, variables de vivienda y entorno, salud y medioambiente, conectividad y movilidad, condiciones socioculturales, ambiente de negocios y condición laboral. El ICVU está aplicado solamente en Chile y revela la alta tasa de calidad de vida en las comunas del oriente de Santiago. Sin contar las comunas de Santiago, Antofagasta queda sexto detrás de Puerto Varas, Concón, Copiapó, Iquique y Punta Arenas (ICVU, 2013). Esta información revela que el PIB regional y los ingresos per cápita representan solamente una faceta del desarrollo local.

2.4. El futuro de las metodologías de evaluación de desarrollo sustentable regional

En los años treinta cuando Simon Kuznets propuso el PIB en reemplazo del estándar de oro como medición del desarrollo económico, se marcó un hito en la forma de medir las economías nacionales y subnacionales. Lo que mostró es que los sistemas de evaluación de desarrollo siempre están en evolución. Mientras que hay sistemas de evaluación consensuados e institucionalizados, que dominan el escenario de administración pública e influyen en la orientación de inversiones y su distribución, siempre existe la necesidad de actualizar e integrar nuevas variables. En Chile, por ejemplo, permanecen las discusiones sobre la medición del insumo-producto a nivel regional y cómo representarlo de mejor manera. Los mismos sistemas de medición básica, como por ejemplo el Censo nacional y la encuesta CASEN (Caracterización socio-económica), también cuentan con sus propios desafíos en términos de representatividad y cobertura. Ninguna metodología de caracterización o evaluación representa en forma integral todos los elementos sectoriales y territoriales de un entorno. Por muchas décadas la complejidad territorial implicaba fragmentarla y entenderla en términos sectoriales solamente.

El desarrollo sustentable exige una comprensión de todo lo que sucede en el territorio de forma interrelacionada. Exige relacionar variables socioeconómicos con culturales, ecológicas e institucionales en forma simultánea y sinérgica. Aumentar la complejidad del sistema de evaluación del desarrollo regional implica enfrentar los desafíos en términos de unidades de medición, falta de series de tiempo de datos, vacíos en nuevas variables, e incertidumbre debido a procesos multiescalares y de temporalidades diferenciadas. Los procesos de adaptación de las metodologías existentes y la incorporación de nuevas metodologías implican un proceso de aprendizaje y renovación permanente. Es importante entender que cualquier representación cuantificada —métrica— constituye una ‘verdad’, y que estas verdades compiten. Es por eso

que la información y su uso tiene implicaciones políticas, y que distintos intereses públicos y privados prefieren o favorecen ciertas representaciones por sobre otras.

Como concepto y orientación, el desarrollo sustentable intenta promover formas integrales y holísticas de entender diversas interrelaciones, elementos y procesos. Cualquier metodología de evaluación que busca indicar una condición de desarrollo sustentable regional debe explorar una gran amplitud de variables posibles que trascienden la priorización de una dimensión por sobre otras. Actualmente, medimos el desarrollo en Chile de diversas formas y con distintos indicadores. En el ámbito económico hay una cierta consistencia y robustez de la información disponible. En lo social también. Sin embargo, en los ámbitos institucionales y ecológicos existe poca información sistemática y comparativa. Como resultado, nuestro conocimiento de las regiones está distorsionado. Las nuevas metodologías o herramientas indicadas en este informe ofrecen un complemento a los sistemas de evaluación existente y ayudan a reequilibrar las distorsiones y profundizar el conocimiento que es clave para la toma de decisiones en los ámbitos público, privado y de la sociedad civil.



3) ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIALES (AFM) Y HUELLA ECOLÓGICA (HE)

3.1. AFM y HE: índices para cuantificar la sustentabilidad

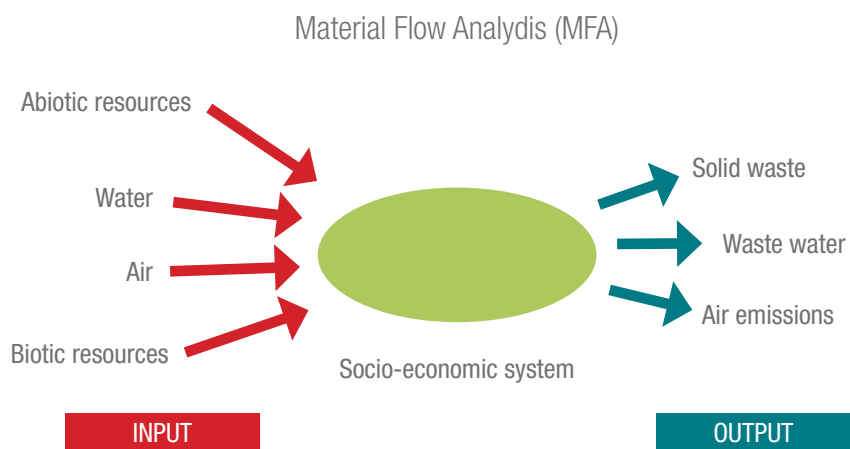
A través de distintas investigaciones se ha confirmado tanto la complementariedad entre los índices AFM y HE como sus aportes en la cuantificación de la sustentabilidad de una ciudad o una región determinadas; además, son considerados índices de tercera generación por sus características vinculantes, sinérgicas, locales y transversales, que al incorporar simultáneamente diversas variables con amplias categorías y dimensiones, permiten obtener una visualización general de la Región de Antofagasta para el periodo comprendido entre el 2002 y el 2011, caso central del presente libro. Dicho análisis también admite identificar las tendencias del desarrollo y responder a la pregunta ¿en qué medida están contribuyendo las decisiones políticas para alcanzar un desarrollo sustentable en la Segunda Región?

3.1.1. Análisis de Flujo de Materiales

El Análisis de Flujo de Materiales (AFM) es un índice útil para mostrar la interrelación entre economía y ambiente, específicamente el procesamiento constante de materiales y energía, para aproximarse a comprender la magnitud del metabolismo de una determinada región (Hin-

terberger et al, 2003). En términos simples, se enfoca en las materias primas o recursos que se extraen o provienen del ecosistema como entradas, se transforman en productos para un socio-sistema, y finalmente se re-transfieren al ecosistema como salidas (residuos, vertimientos y emisiones), tal como se muestra en la Figura 3.1.

Figura 3.1: Análisis de Flujo de Materiales.



La identificación de cada uno de estos flujos exige valorar el comportamiento de las variables que están presentes dentro del sistema elegido y asociadas tanto a la producción y consumo, como a las importaciones y exportaciones de una ciudad o de una región.

Los indicadores derivados del AFM se agrupan en tres categorías según EUROSTAT (2001, en Hinterberger et al, 2003): *i)* grupo de indicadores de entradas (input): DMI = entrada de materiales directos, TMI = entrada de materiales totales y TMR = requerimiento de materiales totales. *ii)* El grupo de salidas (output): DPO = salidas de productos domésticos y TMO = salidas de materiales totales. *iii)* El grupo de indicadores de consumo: DMC = consumo de materiales domésticos y TMC = consumo de materiales totales. Luego se calcula la balanza comercial física (PTB), la cual expresa si las importaciones del recurso del extranjero exceden las exportaciones del mismo en la región, el país o el mundo, y en qué medida el consumo material doméstico se basa en la extracción doméstica (nacional o regional) del recurso o en las importaciones desde el extranjero.

El AFM se ha realizado para un buen número de países de la Unión Europea y la OCDE, y otros como Chile, Brasil y Venezuela. A nivel sub-nacional se tienen los casos del Gran Londres, la Región Metropolitana de Santiago, la ciudad-región de Bogotá y con este estudio para la Región

de Antofagasta. En dichos casos, el índice ha sido calculado sobre periodos de tiempo requeridos particularmente, sin embargo, no son menores a un año, y vale anotar que el índice tiene una total dependencia de la disponibilidad de los datos y la periodicidad con que son registradas las bases de datos en las estadísticas del área de interés.

La amplia gama de cifras requeridas son agrupadas en siete (7) variables descritas a continuación, expresadas inicialmente en las unidades especificadas entre paréntesis, para luego homogenizar toda la base de datos y convertirlas a toneladas:

- Consumo de Energía (giga watt - GWh). Diferenciando los tipos de energía: eléctrica, gas, combustibles líquidos, aceite y energía renovable.
- Materiales (metros cúbicos y/o toneladas). Es importante señalar las cantidades de producción, importaciones, exportaciones, consumo aparente, desechos y *stock*, para cada uno de los siguientes componentes: construcción, materiales crudos, madera, minería metálica, no metálica, productos químicos- fertilizantes, artículos misceláneos, manufacturados y desechos no identificados.
- Alimentos (kilogramos, litros, unidad). Diferenciando la producción, importaciones, exportaciones, consumo aparente y desechos para cada uno de los siguientes elementos: vegetales, frutas, pescados, carne, leche, queso, grasas, huevos, azúcar, papas, pan, café, té, cereales, bebidas alcohólicas, alimentos para animales, entre otros.
- Residuos o Basuras (metros cúbicos y/o toneladas). Distinguiendo cada uno de los siguientes elementos: orgánicos, madera, neumáticos, metales, papel y materiales empaquetados. Además de las cantidades recicladas.
- Consumo de Agua (litros y/o metros cúbicos). Consumos doméstico, comercial e industrial, e identificar las pérdidas (o fugas) totales.
- Transporte (kilómetros de recorrido) por pasajero, en las siguientes categorías: autos particulares, autobuses, metro, taxi, avión, tren, bicicleta y caminantes.
- Tipos - uso del suelo (hectáreas). Principalmente para las siguientes clases: urbanizada, cultivable, mar/estuario/humedales/glaciares, bosques, praderas, pastos, entre otras.

Además, los datos de población, en lo posible la población permanente, flotante y turistas.

Esta propuesta de organización de los datos facilita convertirlos posteriormente a hectáreas, globales o locales dependiendo del factor de conversión utilizado, y obtener el cálculo de la HE o HEL (Huella Ecológica Local), índices que permiten una cuantificación de sustentabilidad de una región, en este caso de la Región de Antofagasta en Chile.

3.1.2. Huella Ecológica (HE)

La Huella Ecológica es un indicador propuesto en 1996 por Mathis Wackernagel y William Rees, debido a la preocupación por implementar una medida frente al impacto ambiental y territorial provocado por el crecimiento de las ciudades, buscando que fuera de fácil entendimiento para diferentes públicos, actores generalmente involucrados en el tema de la sustentabilidad.

La HE se define como “el área de tierra (y agua) ecológicamente productiva, de varias clases —tierra agrícola, pastizales, bosques, entre otros— que se necesita en forma continua para: a) proporcionar todos los recursos energéticos /materiales consumidos, y b) absorber todos los desechos generados por esta población con la tecnología predominante, *en cualquier parte del planeta*” (Wackernagel y Rees, 2001; p.76).

Se utiliza a escala nacional, regional o local, y se expresa en hectáreas —per cápita— anuales. Por tanto, la huella es un coeficiente que, sabiendo la población en el momento del cálculo y la extensión de la región considerada, puede traducirse en un área. Cuanto mayor sea la Huella de una ciudad o país, mayor será el impacto ambiental que provoca fuera de sus límites.

44

El origen del término HE parte del concepto de capacidad de carga, que se define como la máxima población (o el máximo consumo per cápita en el caso del hombre) que puede soportar un hábitat determinado sin que se altere de manera permanente su productividad (Catton, 1986, en Wackernagel, 2001). Así, en el caso de la especie humana, no como población máxima sino algo como la ‘carga’ máxima (entropía) que puede imponer con margen de seguridad la gente al ambiente. También se incluye el espacio necesario para proteger la biodiversidad, en este sentido se resta un 12% a la capacidad de carga calculada, que es el porcentaje de los ecosistemas mundiales que hay que preservar —sin explotar— para conservar el resto de las especies, según la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas (Relea y Pratt, s.f).

Y de esta manera se puede llegar al cálculo del **déficit ecológico**, es decir, el exceso correspondiente a cuánto más grande es la HE total de la humanidad respecto de la capacidad de carga global. La existencia de este déficit ecológico indica que el sistema de producción y el nivel de consumo de la comunidad, en este caso de la Segunda Región, no puede satisfacerse con los recursos y capacidad de absorción de residuos de su propio territorio y, por tanto, requiere la apropiación de ecosistemas lejos de sus fronteras o bien de superficies que se puedan requerir para la supervivencia de las generaciones futuras.

Las aplicaciones en diversas regiones del mundo y a diferentes escalas (nacional, regional y local) utilizan en términos generales pasos muy similares a los que a continuación se describen. La recopilación de datos según estadísticas oficiales se hace de acuerdo a macro-variables, muy similares a las utilizadas en el AFM:

- Producción y consumo de energía (Hidroeléctrica, gas natural, carbón, etc.)
- Producción y consumo de combustibles.
- Producción y consumo de las cosechas agrícolas de: cereales, tomates, trigo, habas, tubérculos, aceites, algodón, remolachas, papas, arroz, etc.
- Producción y consumos provenientes de la agricultura animal (carnes, leche, huevos, lana y productos pesqueros).
- Importaciones y exportaciones de los principales productos que se comercializan y se consumen en la zona de estudio.
- Producción y consumo de la industria forestal.
- Producción total de residuos domiciliarios e industriales y su manejo.
- Consumo de agua a nivel doméstico, comercial e industrial.
- Tasas de uso de transporte público y privado (autos, buses, motos, tren, metro y bicicleta).
- Datos de movilidad y consumo de los turistas en la región.
- Extensiones de la ciudad y de sus ecosistemas aledaños.
- Demografía (población).

El cálculo de la Huella Ecológica está basado en tres premisas: *i)* los recursos que se consumen se pueden contabilizar físicamente; *ii)* dichos *inputs* pueden traducirse en un área biológicamente productiva (hectáreas); *iii)* los datos de consumos anuales se obtienen a partir de la ecuación: consumo estimado = producción + importaciones - exportaciones. Regularmente el total de las cifras se organizan en una matriz o varias matrices, que se complementan con la conversión de dichos consumos a ha/per cápita a través de la aplicación de factores de conversión de productividad del terreno (hectáreas necesarias por cada tonelada consumida) y de acuerdo a la población de la región estudiada.

Las matrices están compuestas en sus filas por seis categorías de consumo, a saber: Alimentos, Agua, Energía, Materiales, Residuos y Transporte; y en sus columnas se calculan las hectáreas per cápita necesarias para seis tipos de tierras: Absorción de CO₂, Cultivable, Construida, Pastos, Forestal (bosques) y Mar.

La determinación de las áreas se hace con la precaución de no hacer una doble contabilidad de cualquier elemento. Este principio de la doble contabilidad pretende que los datos no estén representados más de una vez en el flujo del recurso, o en la misma huella, por ello la importancia de dejar claro de donde fueron tomados los datos y conocer el lugar que ocupa dentro del ciclo de vida de los materiales, como p.e. fase de producción o fase de uso (IWM, 2002).

León (2013) hace la recomendación de traducir los consumos (toneladas) a extensiones de terreno (hectáreas), mediante la utilización de datos de productividad local (toneladas por hectárea), porque de esta manera se privilegia el posicionamiento de lo local, por medio de la

Huella Ecológica Local (HEL); además, prevalece el mejoramiento de los índices relativos a la sustentabilidad de una urbe o región específica, por encima de la estandarización de métodos o metodologías basadas en comparaciones o *rankings* internacionales.

3.2. Generalidades de la Segunda Región en el periodo 2002-2011

El AFM y la HE son calculados para toda la Región de Antofagasta, mostrando en lo posible las variaciones ocurridas entre los años 2002 y 2011 para las variables que se incorporan en dichos índices, núcleo central del presente ítem. El hecho de realizar un análisis comparativo de la región contra ella misma, en dos períodos diferentes, permitirá identificar avances o regresiones, variaciones positivas o negativas con impacto directo o indirecto, sobre la sustentabilidad de la región. Para conseguirlo, se parte por las generalidades de la Región de Antofagasta y luego se describe cada una de las siete variables claves del AFM y la HE, siendo explícita la(s) fuente(s) de los datos.

46

La Región de Antofagasta se caracteriza por cinco relieves de gran contraste: la Cordillera de los Andes sobresale con sus dos serranías menores: Cordillera del Medio y Cordillera de Domeyko; la llamada “Depresión Intermedia” que contiene el área más ancha y extensa del país (Península de Angamos y Nevado de Poquis) y representada en su mayor parte por el Desierto de Atacama; la Cordillera de la Costa que al descender gradualmente hacia el oriente se une con la depresión intermedia; los salares; y las planicies litorales angostas, que han favorecido el asentamiento de las ciudades de Antofagasta (ver Figura 3.2), Tocopilla, Taltal y Mejillones (INE, 2012b). Los límites de la región son: al norte con la Región de Tarapacá, al este con Bolivia y Argentina, al sur con la Región de Atacama y al oeste con el océano Pacífico.

La Región de Antofagasta es la segunda región más extensa de las quince del país con 126.049,1 Km². En ella se asienta la quinta ciudad del país: Antofagasta, con una población de 346.126 habitantes y también se encuentra Calama con 138.109 habitantes. La población total de la región es de 542.504 habitantes que significan el 3,7% del total del país y tiene una densidad de 4,3 hab/km², lo cual contrasta con los 433,93 hab/km² de la RM de Santiago (INE, 2012c). En la Tabla 3.1 se muestra la distribución de la región por Provincias, detallando las comunas que conforman cada una de éstas, su extensión y población total.

Figura 3.2: Imagen satelital de un sector de la ciudad de Antofagasta.

Fuente: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2007/02/21/ciudades-de-chile-2007>

Tabla 3.1: Componentes de la Región de Antofagasta.

PROVINCIAS	Nº DE COMUNAS	COMUNAS	EXTENSIÓN KM²	POBLACIÓN TOTAL
Antofagasta	4	Antofagasta	30.718,1	346.126
		Mejillones	3.803,9	9.601
		Sierra Gorda	12.886	1.140
		Taltal	20.405,1	12.975
Tocopilla	2	Tocopilla	4.039	24.942
		María Elena	12.197	4.558
El Loa	3	Calama	15.597	138.109
		San Pedro de Atacama	23.439	4.797
		Ollagüe	2.964	256
TOTALES	9		126.049,1	542.504

Fuente: Elaboración propia, con base en OT Antofagasta (2013).

Es importante destacar que la Segunda Región de Chile aporta un porcentaje substancial en el PIB nacional, ocupando el segundo lugar después de la RMS; según INE (2012d) la participación regional en el año 2010 fue del 10,3% en las siguientes clases de actividad económica: Minería (65,9%), Construcción (10,1%), Transporte y Comunicaciones (4,7%), Industria Manufacturera (4,4%) y Servicios Personales (3,7%).

Bajo dicha orientación se pretende establecer y cuantificar los flujos de materiales que entran y salen de la Región de Antofagasta; en consecuencia, es preciso abordar en primera instancia la dinámica demográfica ocurrida durante la década que separa los dos últimos censos de población del país. Los datos desagregados por Provincia están en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2: Variación de la población en la Región de Antofagasta.

PROVINCIAS	AÑO 2002			AÑO 2012		
	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL
Antofagasta	318.779	313.244	5.535	369.842	360.374	9.468
Tocopilla	31.516	30.764	752	29.500	28.745	755
El Loa	143.689	138.538	5.151	143.162	139.497	3.665
TOTALES	493.984	482.546	11.438	542.504	528.616	13.888

Fuente: Elaboración propia, con base en INE (2002b; 2012c).

A partir de estos datos se destacan cuatro aspectos relevantes: primero, la única provincia que mantuvo un crecimiento positivo en población fue Antofagasta; segundo, la variación porcentual de la población total en la Segunda Región entre 2002 y 2012 fue de 0,94%; tercero, la mayor variación porcentual en crecimiento tanto a nivel urbano como rural lo muestra la Provincia de Antofagasta con un 1,41% y 5,51%, respectivamente; cuarto, la Provincia de El Loa muestra el mayor decrecimiento porcentual de población rural con un -3,35% (ver Tabla 3.3).

Tabla 3.3: Variación porcentual de la población en la Región de Antofagasta, periodo 2002–2012.

PROVINCIAS	TOTAL	URBANA	RURAL
Antofagasta	1,50%	1,41%	5,51%
Tocopilla	-0,66%	-0,68%	0,04%
El Loa	-0,04%	0,07%	-3,35%
TOTAL	0,94%	0,92%	1,96%

Fuente: Elaboración propia.

Este crecimiento poblacional tiene un efecto directo sobre el flujo de los materiales en la región; para demostrarlo se evalúa a continuación el comportamiento o flujo regional de siete variables principales, a saber: agua, alimentos, energía, materiales, residuos, transporte y usos del suelo, siguiendo la metodología aplicada por León (2006).

3.2.1. Variable Agua

Las generalidades de la variable agua para la Región de Antofagasta se abordan mediante la descripción de siete (7) subvariables o categorías, a saber: potable urbana, residual urbana, minería, riles (residuos industriales líquidos), agrícola (riego), potable rural y embotellada. Los datos a escala regional se procuraron identificar para los años 2002 y 2011, en la medida en que los estudios disponibles así lo permitieron.

3.2.1.1. Agua potable urbana

El componente agua ha tenido innumerables cambios a partir del año 1997, fecha en la cual se dio inicio a la modalidad de concesiones y privatización de los servicios sanitarios en Chile, lo cual produjo un cambio rotundo en el cubrimiento de los servicios de agua potable urbana y manejo de riles debido a la ampliación y modernización de la infraestructura, mejoramiento de la calidad de los servicios, e incluso la implementación del manejo sistematizado de la información, este último aspecto por parte del Estado de Chile.

En la elaboración del presente ítem, agua potable urbana y tratamiento de aguas residuales, han sido claves los informes de Gestión del Sector Sanitario elaborados anualmente por la Superintendencia de Servicios Sanitarios – SISS y disponibles desde 1997 hasta el 2011, los cuales es posible elaborarlos gracias al envío oportuno de la información completa que entregan las empresas sanitarias que operan en el país (SISS, 2012b); igualmente los informes de gestión de las empresas privadas que atienden dichos servicios como se describe más adelante (p.e. ADASA). En consecuencia, los informes correspondientes al año 2002 y al año 2011 fueron la base para los datos que a continuación se relacionan y permiten identificar las modificaciones ocurridas durante aproximadamente una década.

Es importante comenzar por las fuentes de agua potable urbana y los caudales aprovechables para la Región de Antofagasta, los cuales se muestran en la Tabla 3.4.

También es relevante dar a conocer el porcentaje de agua que proviene de fuentes superficiales y subterráneas; por ello se recurre al informe entregado por SISS en 2013 para la investigación, dentro del marco de la Ley de Transparencia y correspondiente al año 2012: se reporta un consumo residencial de agua potable en la Región de Antofagasta de 41'405.607 m³ a partir de una producción total de 48'479.930 —donde 47'446.126 se obtienen a partir de fuentes superficiales y sólo 1'033.804 m³ de fuentes subterráneas—, entonces el 97,9% es superficial y el 2,1% restante es subterráneo. Las anteriores cifras también demuestran que las pérdidas en agua potable (producción vs. consumo) disminuyeron a solo 7 millones de m³ con respecto al año inmediatamente anterior, como se podrá confirmar más adelante.

Tabla 3.4: Fuentes de agua potable para la Región de Antofagasta.

ORIGEN	NOMBRE DE LA FUENTE	2008
Superficial y subterránea	San Pedro	2.642.453
Río Loa	Lequena	14.890.378
Río Loa	Quinchamale	9.079.593
Río Loa	Puente Negro	1.202.452
Río Salado	Toconce	13.904.571
Pozos subterráneos	Agua Verde	845.804
Agua de mar	Desaladora Antofagasta	18.187.907
Agua de mar	Desaladora Taltal	96.434
TOTAL		60.849.592

Fuente: CNR (2000).

50

Para el año 2002, la Empresa de Servicios Sanitarios en Antofagasta S.A. (ESSAN S.A.), clasificada como una Empresa Menor, según la distribución de los clientes (porcentaje de clientes inferior al 4% del total nacional), estaba encargada del servicio de agua potable urbana para la Región de Antofagasta (SISS, 2003a); dicha empresa, como todas la menores a esa fecha, aún eran controladas y operadas por el Estado hasta el año 2003.

Según los registros, la Segunda Región tenía en 2002 una cobertura de agua potable del 99,9% de la población y de alcantarillado del 98,8% sobre una población urbana estimada de 453.741 habitantes. Para esa época la producción de agua potable fue de 35´543.000 de m³, la facturación de 25´944.000 m³ y las pérdidas del 27%, es decir 9´599.000 m³ (SISS, 2003a), con lo cual se calcula un consumo medio anual de agua potable de 225 m³ por cliente y una dotación de 156,7 litros/habitante/día. Como hito de ese año se tuvo la puesta en servicio de la planta de tratamiento de la localidad de Tocopilla (emisario submarino).

Para el año 2011 el informe de gestión del SISS (2012a) reporta un cambio en la empresa a cargo de dicho servicio, ADASA – Aguas de Antofagasta S.A., la cual atendía seis localidades de la Segunda Región en cuanto a agua potable: Antofagasta, Mejillones, Tocopilla, Calama, Tal Tal y también Soquimich; al igual que ESSAN también está clasificada como una empresa menor. ADASA, empresa dedicada a los servicios sanitarios, pertenece al Grupo Antofagasta (PLC), proporciona información e indicadores de desempeño sobre sus operaciones mediante Reportes de Sustentabilidad, con una periodicidad anual e iniciados desde el año 2007.

Según Antofagasta PLC (2009; p. 8) ADASA tiene “la concesión para explotar servicios de distribución y tratamiento de aguas en la Región de Antofagasta, adquirida en diciembre del 2003

por un periodo de treinta años de la estatal Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta S.A. – ESSAN. Incluye un negocio reglamentado que distribuye agua a aproximadamente 138.000 clientes domiciliarios (74%) y un negocio no reglamentado que distribuye agua a clientes industriales y comerciales (26%)”. Abarca el 99,5% del total de los clientes de la región.

Específicamente ADASA provee los servicios de producción y distribución de agua potable, y la recolección y disposición de aguas servidas para la Región de Antofagasta, excepto la disposición de aguas servidas en las ciudades de Calama y Antofagasta.

Para el contraste con las cifras del año 2002, el SISS (2012a) reporta para la Región de Antofagasta en el año 2011 una cobertura de agua potable del 100% y de alcantarillado del 99,7% sobre una población urbana estimada de 561.266 habitantes. Se reporta en la Segunda Región una producción de agua potable de 49’985.000 m³, una facturación de 34’563.000 m³ y las pérdidas del 30,9%, es decir, 15’422.000 m³. En consecuencia, el consumo medio anual de agua potable fue de 225 m³ por cliente, una dotación de 168,7 litros/habitante/día y una capacidad de producción de 2.114 lt/seg.

Durante el año 2008 se presentaron dos grandes hitos por parte de ADASA: inauguró una nueva planta desaladora en la ciudad de Tal Tal y amplió en un 75% la capacidad de la planta desaladora de Antofagasta. Además, organizó el Primer Seminario Internacional de Desalación y Antofagasta PLC, e inició la elaboración de un inventario y plan de gestión de su huella de carbono.

Al comparar los datos anteriores de 2002 y 2011 se demuestra un incremento del 25% en el consumo de agua potable en la Región de Antofagasta, aproximadamente una adición de 8 millones de m³; y un mejoramiento sustancial en cuanto al tratamiento de aguas residuales domésticas, al tener desde el año 2011 un mínimo volumen sin tratar (0,3%).

El ejercicio de comparar diversas fuentes permite en la investigación optar por los datos conseguidos a partir de fuentes secundarias y mejor desagregadas, tal como lo aplica la SISS en sus informes de gestión anual; se insiste en buscar siempre cifras desagregadas, las cuales permiten a los datos emerger respecto a los flujos de agua potable en la región.

3.2.1.2. Agua residual urbana

Según SISS (2003a y 2012a) en el año 2002 la empresa ESSAN tenía un total de 115.241 clientes para la recolección y disposición de aguas servidas, cuatro (4) plantas de tratamiento en la Segunda Región y una cobertura de tratamiento de aguas servidas del 69%; en el año 2011 la cifra ascendió a 150.646 clientes (145.390 residenciales; 4.384 comerciales; 252 industriales;

620 de otro tipo) a cargo de la empresa ADASA principalmente. La Segunda Región ya tenía un total de cinco (5) plantas de tratamiento para una cobertura del 99,7% de la población urbana, como se muestra en los siguientes párrafos.

Tal como se expuso anteriormente, ADASA, además de proveer los servicios de producción y distribución de agua potable, también tiene a cargo la recolección y disposición de las aguas servidas para la Región de Antofagasta, excepto en las ciudades de Calama y Antofagasta, es decir, tiene a cargo el tratamiento y la disposición final de las aguas servidas de las ciudades de Taltal, Tocopilla, y Mejillones (Antofagasta PLC, 2009). Para ello dispone de plantas de tratamiento con sistemas de disposición final de emisarios submarinos con descarga al mar y evalúa la viabilidad de reutilización de estas aguas en usos industriales y/o para riego. El volumen de los efluentes de estas tres ciudades en 2008 fue de 651.842 m³, 824.008 m³ y 467.928 m³, respectivamente, para un total de 1'943.778 m³ de aguas residuales tratadas. El caudal medio de la planta de Tocopilla es 153 l/s (SISS, 2003) puesta en servicio en el año 2002.

La planta de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Calama es propiedad de la empresa ECONSSA, sin embargo, ADASA posee el usufructo de las aguas provenientes de dicha planta. De acuerdo con SISS (2012), Tratacal S.A. es la empresa que en el año 2011 operaba por concesión el tratamiento de aguas servidas de Calama.

La ciudad de Antofagasta, según CNR (2000), posee una planta de tratamiento propiedad de ESSAN para el año 2002 y operada por la empresa Biwater, como concesionaria. Para el año 2011 el servicio de tratamiento de aguas servidas de la ciudad era operado por el Estado y hoy día por la empresa Bayesa S.A. La planta se ubica en la parte norte de la urbe, a unos 5 km del centro de la ciudad, lugar donde se concentran la mayor parte de los colectores de aguas servidas de la zona urbana, y una fracción del efluente se utiliza actualmente para el riego de ciertas zonas. En promedio se producen unos 500 a 550 litros de aguas servidas diarias, con un mínimo de 200 a 250 l/s en la noche y un máximo de 600 a 700 l/s en el día. Se estima que el caudal de aguas servidas llegó a 1.070 l/s en el año 2005.

La planta de tratamiento actualmente existente en Antofagasta fue construida por CORFO en 1970. Incluye un tratamiento primario de las aguas servidas que luego son descargadas al mar. Sólo unos 20 l/s, provenientes de un colector que capta aguas servidas netamente domésticas (de mejor calidad), son derivados hacia las unidades de tratamiento secundario convencional, con lodos activados y cloración final. La capacidad de las dos unidades de tratamiento es de 120 l/s en total, pero nunca se han tratado más de 45 l/s en la planta (CNR, 2000); el agua tratada es elevada 60 m hasta el estanque Grandón hacia el oriente, desde ese punto es nuevamente elevada unos 80 m y conducida por una tubería matriz hacia el norte, por los faldeos de los cerros hacia la zona de riego, desde la cual se derivan las tuberías de riego que entregan el agua a los regantes del sector la Chimba, ubicado a unos 5-6 km al norte de la planta de

tratamiento. El caudal medio anual tratado en la planta de Antofagasta fue de 444 l/s en el año 2002 y 556 l/s en el año 2011.

Baquedano, localidad de la comuna Sierra Gorda, cuenta con una pequeña planta de tratamiento para las aguas servidas con una capacidad de proceso de 1 l/s que permite regar un máximo de 1,3 ha de área verde, constituida por césped y arboledas (CNR, 2000). A principios de la década del 2000 estaba funcionando con un caudal de 0,6 l/s, ya que no todas las casas estaban conectadas al colector que llega a la planta de tratamiento.

En síntesis, la Región de Antofagasta pasó de 4 plantas de tratamiento de aguas servidas urbanas a 5 plantas entre el año 2002 y 2011, en las siguientes ciudades: Tocopilla, Mejillones, Tal Tal, Antofagasta y Calama. Se debe incluir en este listado la situación particular de la localidad de Baquedano (en Sierra Gorda). Por lo tanto, durante el año 2011 el promedio de tratamiento de aguas servidas urbanas fue de 28'117.794 m³, así: 1'943.778 m³ de las tres primeras ciudades, 17'534.016 m³ de Antofagasta, y 8'640.000 m³ de Calama.

3.2.1.3. Agua en la minería

53

En cuanto al consumo de agua en la minería, se dispone de las cifras para los años 2006 y 2009, para las faenas activas y reportadas en los estudios disponibles, como se describe a continuación. Para las plantas procesadoras de áridos no se hallaron datos disponibles, probablemente por tratarse de procesos a cargo de la empresa privada quien, en algunos casos, considera dichas bases de datos de carácter confidencial.

La Región de Antofagasta concentra el 33% de los derechos consuntivos de agua del sector minero en el país y predominan los derechos de agua subterránea por sobre los derechos de agua superficial, donde cerca del 97% de los derechos consuntivos son de agua subterránea (DGA y Proust Consultores, 2008).

Para el año 2006 las extracciones de agua informadas por las empresas mineras alcanzaron un promedio anual de 11,9 m³/s., sin incluir agua de mar, agua adquirida a terceros o agua alumbrada en las labores mineras. De esta manera, la Segunda Región concentró para dicho año el 41% de las extracciones de agua del sector minero. Frente a los derechos permanentes de aguas superficiales y subterráneas alcanzaron un monto de 24,7 m³/s (estimado).

Según DGA y Proust Consultores (2008) para la Segunda Región se obtuvo un registro en el 2006 de 9.718 l/s en derechos consuntivos (729 l/s superficiales y 8.989 l/s subterráneos); la diferencia con los datos de los derechos consuntivos informados por las empresas mineras es mínima (4,3%), pues reportan 10.161 l/s, pero destacan que la extracción informada

es de 4.854 l/s. Tal diferencia puede deberse a que el Catastro Público de Aguas de la DGA esté desactualizado.

Para los estudios del 2006 se tuvieron en cuenta las empresas Cía. Minera Zaldívar, Spence, Minera Escondida, Codelco División Codelco Norte, Cía. Minera Meridian, Cía. Minera Lomas Bayas, Fundición Altonorte, Minera El Abra, Minera El Tesoro, Minera Michilla, Soquimich y Minera Mantos Blancos. Al ahondar en los reportes para cada una de las cuencas, se obtuvieron los siguientes datos, presentados así: derechos consuntivos informados (primer valor) vs. extracción total informada (segundo valor):

- Río Loa: 4.393 l/s y 2.080 l/s,
- Salar de Atacama: 4.180 l/s y 2.260 l/s,
- Salar de Ascotán: 365 l/s y 226 l/s,
- Salar de Punta Negra: 1.458 l/s y 365 l/s,
- Quebrada La Negra: 70 l/s y 39 l/s.

Vale anotar que dichas cifras desagregadas no coinciden con la totalización reportada por DGA y Proust Consultores (2008): 10.466 l/s derechos consuntivos informados (+305 l/s) y 4.970 l/s en extracción informada (+116 l/s).

En términos de extracciones de aguas para el año 2006, el 19% se realizaron en la cuenca del Salar de Atacama, lo que equivale a 2,3 m³/s, seguido de la cuenca del río Loa con 17,7% que equivale a 2,1 m³/s.

A continuación un contraste en las cifras obtenidas: Cochilco (2009) reporta para el año 2009 (se presume equivocación, pues la fuente original DGA y Proust Consultores hicieron el estudio para 2006) un consumo de agua en la minería de cobre de la Región de Antofagasta de 4.676 l/s, es decir, concluye que la minería del cobre en la Segunda Región consumió 138,4 millones m³ de agua (son realmente 147,4 millones de m³). La investigación en este apartado se circunscribe a mostrar las cifras disponibles, las cuales en el cálculo del AFM serán analizadas con detenimiento para definir los datos de mayor confiabilidad.

En cuanto a la distribución de extracciones de agua fresca a nivel nacional, para el año 2009 según Cochilco (2010), la Región de Antofagasta tuvo el máximo consumo de agua fresca con 5.711 l/s, que representan 169 millones de m³ de consumo de agua (son realmente 180,1 millones de m³), lo cual indica que la Segunda Región representó el 48% de las extracciones totales de agua fresca en el país y se supone en directa relación con el 57% de la producción total de cobre fino contenido en el país. Los operadores y las operaciones involucradas en el estudio de Cochilco (2010) se describen en la Tabla 3.5. Cabe señalar, que dichas cifras no incluyen las extracciones de agua de mar, aguas adquiridas a terceros o aguas halladas —ni agua

alumbrada— en las operaciones mineras (pues en el país hay una inexistencia de obligación para informar estos datos y están protegidos por el artículo 56 del Código de Aguas y el artículo 110 del Código de Minería).

Tabla 3.5: Operadores y operaciones incluidas en el estudio de consumo de agua para la minería - año 2009.

	OPERADOR	OPERACIONES (19)
1	Anglo American Chile	Mantos Blancos
2	Cerro Dominador	Cerro Dominador Planta Callejas Zamora
3	Las Cenizas	Las Cenizas Taltal
4	Cerro Dominador	Planta Sta. Margarita
5	BHP Billiton	Escondida Escondida Pilas Escondida Lix.Sulfuros
6	Codelco Norte	Chuquicamata Sulfuros RT Mina Sur Chuqui RT Gaby
7	Barrick	Zaldívar
8	BHP Billiton	Spence
9	Antofagasta Minerals	El Tesoro
10	Antofagasta Minerals	Michilla
11	Freeport Mc Moran	El Abra
12	Xstrata	Lomas Bayas

Fuente: COCHILCO (2010).

Una fórmula adicional para calcular el consumo de agua en la minería de cobre de la Región de Antofagasta, es con base en los factores unitarios de agua fresca determinados para la producción de concentrados, el cual está calculado en 0,72 m³/ton y para la producción de cátodos en 0,13 m³/ton de mineral procesado; comparativamente la Segunda Región produce el 42% de concentrados y el 80% de cátodos a nivel nacional (Cochilco, 2010).

Entonces, con el objetivo de hacer un análisis comparado, para el año 2006 se calcularon otros factores referentes a la tasa de consumo unitario de agua fresca en procesos de beneficio de minerales de cobre, específicamente para la Región de Antofagasta: 0,74 m³/ton para procesos de concentración y 0,14 m³/ton en hidrometalurgia.

El desarrollo de este tipo de investigaciones a futuro debería contar con la disponibilidad de todos y cada uno de los reportes de sustentabilidad de las empresas mineras, con el objetivo de transparentar su compromiso con las comunidades. Por ejemplo, con los Reporte de Sustentabilidad 2002 y 2011 de Codelco se pueden identificar las siguientes cifras relevantes para el cálculo de los índices AFM y HE, en la subvariable agua en la minería.

Tabla 3.6: Codelco, comparativo de captación y recirculación de agua, 2011 y 2002.

DIVISIÓN	2011 (MILES DE M3)			CODELCO NORTE	
	RADOMIRO TOMIC	CHUQUI- CAMATA	MINISTRO HALES	2002 (L/S)	2002 (MILES M3)
Superficial	1.279	56.118	1.061	803	25.323
Subterránea	6.516		66	1.142	36.014
De mina y M/pal.		9	55	-	-
TOTAL CAPTADO	7.795	56.127	1.182	*9.288	*292.906
TOT. RECIRCULADO	41.551	329.066	0	**7.610	**239.989
% RECIRCULACIÓN	84%	85%	0%	82%	82%

* Agua usada

** Agua reciclada

Fuente: Codelco (2003; 2012).

3.2.1.4. RILES – Residuos Industriales Líquidos

De acuerdo con MOP y SISS (2003a) se destaca la gestión ambiental de la Superintendencia durante el año 2002, en cuanto al control de los residuos líquidos logrado a través de acciones de coordinación interinstitucional para avanzar en la aplicación de la norma que regula descargas a cursos superficiales. Sin embargo, en los inicios de la década del dos mil aún no lo conseguía con la Segunda Región.

El cálculo del volumen de residuos industriales líquidos en la Región de Antofagasta es complejo, máxime con afirmaciones como las de Codelco (2012; p.49) “Divisiones Radomiro Tomic, Chuquicamata y Ministro Hales no descargan residuos industriales líquidos a cursos de agua”, aunque reconoce que para el año 2002 “Codelco Norte hacía descargas esporádicas al Salar del Indio —solución en estudio—” (Codelco, 2003; p. 55).

Por ello fue necesario recurrir a los archivos de SERNAGEOMIN (2010) en donde se afirma que en la Región de Antofagasta existen 13 “tranques o embalses de relave” activos, ocho (8) inactivos, para un total de 21 de estos depósitos de relaves; según la literatura se diferencian en cinco (5) categorías, a saber: embalse, tranque, depósitos de relaves espesados, filtrados y en pasta.

Dichos depósitos de relave pueden ser considerados como residuos; sin embargo, se incorporan dentro de la variable agua en esta investigación, teniendo en cuenta la definición de la DGA en el inciso segundo del artículo 36 del Código de Aguas por su equivalencia con embalse: 'obra artificial donde se acopian aguas'. Incluso ello se respalda con la aplicación de la norma respecto al ingreso del sistema para obtener la resolución de calificación ambiental. Se estima que el área de estos 21 depósitos de relave es aproximadamente de 10.478 Ha (Ministerio de Bienes Nacionales, 2013).

3.2.1.5. Agua potable rural

Las estadísticas correspondientes a agua potable rural presentan cierto grado de dificultad para obtenerlas por dos razones íntimamente ligadas: primera, las organizaciones comunitarias que abastecen de agua potable a más de un millón y medio de habitantes de las localidades rurales de Chile, a la fecha no cuentan con un marco normativo que regule el quehacer de su sector; segunda, según la SISS (2012) de acuerdo a la legislación sanitaria chilena, contenida fundamentalmente en el DFL MOP N° 382/88, las concesiones para la prestación de los servicios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas, sólo pueden otorgarse en zonas urbanas o urbanizables, incorporadas en los respectivos planos reguladores.

Las Asociaciones de Agua Potable Rural (APR, 2013) afirman que los Comités y Cooperativas pertenecientes a la APR suman aproximadamente 1.500 en todo el país; se han dedicado por más de cuatro décadas a gestionar con gran liderazgo y junto a más de 7.500 dirigentes (*ad honorem*) a dar vida a un exitoso modelo público-comunitario de abastecimiento de agua potable, único en Chile, orientado con sentido social y solidario en favor de sus beneficiarios. Los sistemas comunitarios de agua potable rural tienen como misión administrar, operar y mantener los servicios de agua potable, y próximamente la ley les asignará también la función de hacerse cargo del alcantarillado y el saneamiento, lo cual se traducirá en la asignación de una nueva denominación institucional: Servicios de Saneamiento Rural (SSR).

Se cuenta con una publicación reciente de Chile Sustentable (2012) en la cual se realiza el diagnóstico y se identifican los desafíos de las asociaciones comunitarias de agua potable rural en Chile. Desafortunadamente, en los datos estadísticos de consumo para cada una de las regiones no se dispone del dato para Antofagasta, por lo cual se debió recurrir al uso del dato correspondiente al consumo promedio anual por habitante rural en Chile: 45,5 m³/hab/año, reconociendo los errores en los que se puede incurrir. A partir de dicha cifra se discierne un total de 631.904 m³ para el año 2010 en consumo de agua potable rural para la Segunda Región. Se insiste en que es relevante contar siempre con datos particulares de la zona de estudio en la cual se pretende calcular los índices AFM y HE, aunque en ocasiones como ésta se debe utilizar el promedio anual del país.

3.2.1.6 Agua para el sector agrícola – riego

Los censos nacionales agropecuarios ofrecen estadísticas importantes para el análisis de esta subvariable. Las superficies de riego en la Región de Antofagasta para 1997 eran de 2.960,6 hectáreas de acuerdo al VI Censo nacional agropecuario de 1996/97, que correspondían al 0,28% de las superficies respectivas en el país. De estas 2.961 ha, el 97,8% se regaba en forma gravitacional (con eficiencia apenas del 35%) y sólo el 2,2% (65 ha) utilizaban algún sistema tecnificado, como microaspersor o goteo (CNR, 2000). Es relevante anotar la baja eficiencia del riego, apenas un 35% en el sistema gravitacional, por lo cual los consumos de agua son elevados en la región, convirtiéndose en un factor negativo dentro de la evaluación de la sustentabilidad de la región.

La distribución por comunas era la siguiente: Calama 1.168 ha (39,5%); San Pedro de Atacama 1.731 ha (58,5%); Antofagasta 24 ha (0,8%) en terrenos de Las Chimbas; María Elena 23 ha (0,8%); Ollagüe 14 ha (0,4%); por lo tanto, por Provincias la distribución era: Antofagasta 24 ha; Tocopilla 23 ha; y El Loa 2.913 ha. Particularmente el tema ‘agua para riego’ está a cargo de la Comisión Nacional de Riego (CNR), entidad que en el 2003 publicó el estudio denominado “Diagnóstico del riego y drenaje en la Segunda Región”. Estos datos presentan diferencia con los datos del INE (Censo Agropecuario), ya que considera que la superficie de riego, con un margen de seguridad del 85%, es de 2.978 ha.

Con el objetivo de evidenciar las modificaciones en el tiempo, se abordan los datos del siguiente Censo Agropecuario 2006/2007, donde se registra una superficie regada en las explotaciones agropecuarias de la Región de Antofagasta de 2.295,64 hectáreas (obvia la disminución de 665 hectáreas entre ambos censos). Igual que en 1996 es una mínima fracción respecto a las 1’093.812,91 hectáreas regadas en el país (ver Tabla 3.7).

Respecto a los sistemas de riego en dichas áreas se tiene: gravitacional con 2.250,4 ha (tendiendo, surco y otro tradicional); mecánico mayor con 26,75 ha (aspersión tradicional, y carrete o pivote); y microriego con 18,31 ha (goteo y cinta, y microaspersión-microjet).

Entonces, el consumo en 1997 fue 206’625.013 m³ y en el año 2007 160’496.490 m³ de agua para riego en la II Región.

En términos generales, la infraestructura de riego en la región se concentra en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama. A nivel subterráneo, según CNR (2003) los antecedentes disponibles en el SIG-CNR dan cuenta de un total de 220 pozos en la región, de ellos 48 se destinarían al riego. Respecto de la infraestructura de riego a partir de recursos superficiales, en la comuna de Calama, se tienen: Oasis de Lasana (ocho canales con capacidades entre 100 y 300 l/s, para una superficie de 100 ha); Oasis de Chiu Chiu (ocho canales con capacidades hasta 1.000 l/s); y Calama (once canales).

Tabla 3.7: Total de hectáreas regadas en la Región de Antofagasta, 2007.

PAÍS, REGIÓN, PROVINCIA Y COMUNA	TOTAL EXPLOTACIONES CON TIERRA		EXPLOTACIONES INFORMANTES		TOTAL SUPERFICIE REGADA (HA)
	NÚMERO	SUPERFICIE (HA)	NÚMERO	SUPERFICIE (HA)	
TOTAL PAÍS	275.933	29.762.610,95	119.286	8.528.860,43	1.093.812,91
II DE ANTOFAGASTA	1.865	374.407,11	1.170	4.911,39	2.295,64
Antofagasta	138	186,71	137	186,51	36,35
Antofagasta	75	64,30	74	64,10	22,87
Mejillones	2	0,54	2	0,54	0,08
Sierra Gorda	1	16,00	1	16,00	3,36
Taltal	60	105,87	60	105,87	10,04
El Loa	1.720	374.171,49	1.626	4.675,97	2.247,16
Calama	665	99.085,96	600	2.119,01	775,79
Ollagüe	17	39.203,84	15	9,79	4,08
San Pedro de Atacama	1.038	235.881,69	1.011	2.547,17	1.467,29
Tocopilla	7	48,91	7	48,91	12,13
María Elena	7	48,91	7	48,91	12,13

Fuente: INE (2013c).

Las características descritas en los párrafos anteriores, junto a la evidente y escasa disponibilidad de zonas cultivadas, hacen proyectar que la Región de Antofagasta no percibe como segmento clave de su sustentabilidad la condición de tener dentro de los propios límites la producción de los alimentos para sus residentes. “La baja rentabilidad agrícola de la región otorga a la agricultura una característica de actividad de subsistencia. La prioridad en el abastecimiento es primero doméstico, luego la minería que no sólo consume enormes volúmenes sino que contribuye al deterioro de la calidad de los caudales que quedan disponibles para el riego” (CNR, 2003; p. RE-II.31).

Adicionalmente, las actividades industriales de diversa índole como emplazamiento de tranques de relaves, extracción de áridos y deterioro de suelos por descargas contaminantes, disminuyen aún más las posibilidades que la Segunda Región produzca la mayor parte de sus productos alimenticios y deba “importarlos” desde otras regiones más alejadas o desde otros países. Un indicio más para considerar cada vez menor la sustentabilidad de la región.

Tampoco la aplicación de la Ley 18.450 de 1985 ha generado consecuencias positivas respecto al riego en la Segunda Región. Así lo afirma Agraria (1999) en CNR (2003): en un estudio de seguimiento a la aplicación de dicha Ley —entre 1986 y 1996— la Segunda Región fue la que tuvo el menor número de proyectos de riego bonificados, con sólo 5, correspondiente al 0,2% del total de proyectos a nivel nacional en dicho período.

Tal vez el panorama precedente pudiera cambiar hacia un panorama más sustentable con base en una evaluación *ex-post* de la propuesta dada por la CNR (2000), en la cual el Gobierno Regional de Antofagasta y la misma Comisión Nacional de Riego (como entidad responsable de la planificación, generación y seguimiento de los programas de desarrollo agrícola en áreas regadas y de nuevo riego), iban a fomentar la agricultura regada en la Segunda Región. Tal alternativa se debe consolidar como una recomendación de la presente investigación.

3.2.1.7. Agua embotellada y bebidas (sodas)

Para el caso del consumo de agua embotellada y bebidas, no se hallaron las cifras a escala regional. Las cifras disponibles están a nivel nacional, por lo cual se recurrió a procedimientos indirectos (consumo per cápita y extrapolación de datos) para definir el valor correspondiente de la Segunda Región. Aunque tal procedimiento acarrea inexactitudes en el cálculo de los índices AFM y HE, no fue posible incorporar otra posibilidad para Antofagasta.

En Chile, durante la última década se ha multiplicado sustancialmente la oferta de agua y bebidas embotelladas, lo cual corresponde a una tendencia que quedó registrada en las cifras de consumo: de 133 millones de litros en 2004 se pasó a 272 millones de litros en 2011. Un alza de 104% en siete años (Economía y Negocios, 2013).

Las estadísticas de consumo, regularmente las publica la Asociación Nacional de Bebidas Refrescantes (ANBER), entidad que reúne a las principales empresas embotelladoras y distribuidoras de bebidas gaseosas, jugos y néctares en Chile, así como también las empresas de aguas minerales, purificadas y saborizadas, como son: Embotelladora Andina S.A., Embotelladoras Chilenas Unidas S.A. (CCU), Embotelladora Coca-cola Embonor S.A., Embotelladora Coca-cola Polar S.A., Coca-cola Chile S.A., Vital S.A, entre otras.

ANBER elabora anualmente un informe gerencial, el cual aporta valiosos datos para el análisis de flujo de materiales. De acuerdo con dicha Asociación (2003), en Chile se vendieron 1.560 millones de litros de los tres principales productos durante el 2002: Sodas 1.355 millones; Aguas Minerales 120 millones; y Jugos y néctares 85 millones. Por lo tanto, se considera un consumo per cápita de 90 litros para sodas, de 7,7 litros para agua mineral, y de 5,8 litros para jugos naturales. Para un total de 103,5 litros per cápita.

Entonces, con base en dichos consumos per cápita se asumen para la Segunda Región —Antofagasta— los siguientes datos de consumo total del año 2002: Sodas: 44'458.560 litros; agua mineral: 3'803.677 litros; y jugos naturales: 2'865.107 litros. Para un consumo total de 51'127.344 de litros.

Según ANBER (2012), las cifras globales de consumo del sector para el 2011 llegaron hasta los 2.449 millones de litros, lo que supone un aumento de 4,8% respecto de 2010 (1.928 de gaseosas; 272 de agua; 228 de jugos y néctares; 15 de bebidas para deportistas y 4,8 de té). En consecuencia, se considera un consumo per cápita de 113 litros para gaseosas, de 16 litros para agua mineral, de 13,4 litros para jugos y néctares, 0,9 litros para bebidas de deportistas, y 0,3 litros de té, para un total de 143,6 litros per cápita.

En conclusión y con base en dichos consumos per cápita, se obtienen para la Segunda Región —Antofagasta— los siguientes datos de consumo total para el año 2011: Gaseosas: 61'302.952 litros; agua mineral: 8'680.064 litros; jugos naturales y néctares: 7'269.554; bebidas para deportistas: 488.254 litros; y té: 162.751 litros. Para un consumo total de 77'903.575 de litros.

Como conclusiones parciales de la variable agua, se pueden destacar para el periodo comprendido entre 2002 y 2011 en la Segunda Región: la continuidad al proceso de las concesiones y privatización de los servicios sanitarios, produciendo un cambio rotundo en el cubrimiento de agua potable urbana y manejo de aguas residuales, mitigando así las externalidades negativas “exportadas hacia otras regiones”. Además, los consumos en las subvariables riego (a pesar de la mínima superficie dedicada a la agricultura) y minería ocupan en la región los primeros renglones en consumo anual de agua. Por último, se destaca el incremento sustancial en producción de agua potable, 15 millones de m³ en estos 9 años no corroborable de manera directa con el incremento de la población, que fue solo de 48.520 habitantes en el mismo período.

3.2.2. Variable Energía

A nivel nacional, en Chile la energía empleada se clasifica en dos grandes categorías: energía eléctrica, la cual incorpora hidroeléctrica, termoeléctrica y combustibles; y energía renovable. En términos generales, la obtención de los datos para esta variable se tienen disponibles a partir de los Balances Nacionales de Energía (BNE), de periodicidad anual, ofrecidos hoy día por el Ministerio de Energía y antes por la Comisión Nacional de Energía (CNE), los documentos de Generación y Distribución Eléctrica ofrecidos por el INE, los Anuarios Estadísticos del Sector Eléctrico para el periodo 1999 al 2008, y los anuarios estadísticos de medio ambiente de 1996 al 2010, estas dos últimas publicación son también del INE.

Las principales actividades en el sistema eléctrico nacional son generación, transmisión y distribución. Chile atiende la generación y la transmisión mediante cuatro (4) Sistemas Interconectados, a saber: SING (Norte Grande), SIC (Central), Aysén y Magallanes, además

se incluyen los autoprodutores. El SIC es el sistema de mayor importancia, pues representaba el 70,6% en el año 2011 de la generación bruta (INE, 2012e). Sin embargo, es significativo resaltar el 6,5% de los autoprodutores; los detalles se muestran en la Tabla 3.8 haciendo el comparativo con respecto a la situación presentada en el año 2002 sin diferencias substanciales.

Tabla 3.8: Generación nacional por sistema interconectado, 2002 y 2011.

SISTEMA	GENERACIÓN 2002		GENERACIÓN 2011	
	[GWh]	[%]	[GWh]	[%]
Interconectado				
SING	10.400	22,9	14.627	23,0
SIC	31.971	70,4	44.981	70,6
Aysén	99	0,2	4.115	6,5
Magallanes	177	0,4		
Autoprodutores	2.836	6,2		
TOTAL	45.483	100,1	63.723	100,1

Fuente: CNE (2006) e INE (2012e).

El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) atiende la Región de Antofagasta y tenía en el año 2011 una capacidad instalada de 3.963,8 MWh así: 99,6% de fuentes térmicas (carbón, fuel, diesel y de ciclo combinado a gas natural) y el 0,4% de fuentes hidroeléctricas (CNE, 2013).

La distribución de la energía eléctrica en Chile se hace a través de 36 empresas concesionarias. Particularmente para la Segunda Región, la distribución se hace a través de una empresa concesionaria, llamada Empresa Eléctrica de Antofagasta.

3.2.2.1. Energía eléctrica

El Balance Nacional de Energía (BNE) se describe como la contabilización del flujo anual de energía disponible y consumida a nivel nacional, identificando la producción, importación, exportación, pérdidas y/o variaciones de *stock*, y el uso que se da a cada energético disponible en el mercado de Chile. Desde el año 2010 hasta la actualidad el BNE lo elabora el Ministerio de Energía. Antes estaba a cargo de la Comisión Nacional de Energía. El BNE se presenta en un formato global de balance donde se incluyen tanto los energéticos primarios como los energéticos secundarios, correspondiente a una adaptación del formato estándar de la Agencia Internacional de Energía (INE, 2013c).

Como se ha venido presentando en las demás variables de la investigación, para energía también se ilustra la comparación de datos para dos épocas diferentes, por ello en las Tablas 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12 se presentan los balances de energía primaria y secundaria para 2002 y 2011 en Teracalorías y GWh como unidades básicas.

Tabla 3.9: Balance energía primaria para Chile, año 2002, en teracalorías y GWh.

ENERGÉTICO	PRODUCCIÓN BRUTA	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN	V. STOCK + PERD + CIERRE	CONSUMO BRUTO	CONSUMO GWH
Petróleo crudo (a)	2.343	104.067	0	1.433	104.977	122.083
Gas natural (b, c, d, e)	23.716	48.928	0	3.704	68.940	80.174
Carbón	3.034	20.738	0	-1.634	25.406	29.546
Hidroelectricidad	21.865	0	0	1.924	19.941	23.190
Leña y otros	43.137	0	0	0	43.137	50.166
Biogas	0	0	0	0	0	0
TOTAL	94.095	173.733	0	5.427	262.401	305.160

a) Producción bruta: isla = 974 + continente = 520 + costa afuera = 849

b) Producción bruta: producción total = 23.755 – reinyecciones = 39

c) Cierre: gas lift = 212 + gas quemado = 184

d) Exportaciones = 0

e) Gas absorbido (diferencia gas primario y secundario 723,00)

Fuente: Elaboración propia, con base en CNE (2003).

Tabla 3.10: Balance energía primaria para Chile, año 2011, en teracalorías y GWh.

ENERGÉTICO	PRODUCCIÓN BRUTA	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN	V. STOCK + PERD + CIERRE	CONSUMO BRUTO	CONSUMO GWH
Petróleo crudo	2.491	92.348	0	-851	95.691	111.284
Gas natural	14.773	36.963	0	1.550	50.185	58.363
Carbón	2.583	57.189	0	2.288	57.485	66.852
Hidroelectricidad	17.785	0	0	150	17.635	20.509
Eólica	290	0	0	0	290	338
Leña y otros	54.464	0	0	0	54.464	63.338
Biogas	100	0	0	0	100	116
TOTAL	92.486	186.501	0	3.137	275.850	320.800

Fuente: Elaboración propia, con base en ME (2012).

Tabla 3.11: Balance energía secundaria para Chile, año 2002, en tercalorías y GWh.

ENERGÉTICO	PRODUCCIÓN BRUTA	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN	V. STOCK + PERD + CIERRE	CONSUMO FINAL	CENT. CONSUMO DE TR.	CONSUMO TOTAL	CONSUMO TOTAL GWH
Petróleo Combustible	14.361	2.133	2.062	97	13.138	1.187	14.325	16.659
Diesel	41.350	6.900	1.680	510	45.323	737	46.060	53.566
Gas 93 S/P (*)	23.629	5.120	4.030	536	24.183	0	24.183	2.124
Gas 93 C/P (**)	0	0	0	-56	56	0	56	65
Kerosene	1.694	0	0	-139	1.833	0	1.833	2.132
Gas Licuado	5.042	7.598	1.795	-882	11.718	9	11.727	13.638
Gasolina Aviación	86	0	0	29	58	0	58	67
Kerosene Aviación	6.729	379	27	283	6.798	0	6.798	7.906
Nafta	2.469	0	288	-18	63	2.136	2.199	2.557
Gas refinería	2.501	0	0	0	6	2.495	2.501	2.909
TOTAL DERIVADOS	97.862	22.120	9.882	360	103.176	6.564	109.740	127.622
Electricidad	37.557	1.559	0	2.321	35.089	1.706	36.795	42.791
Carbón (***)	25.406	0	0	0	5.369	20.037	25.406	29.546
Coke	6.014	857	990	-282	2.296	3.867	6.163	7.167
Alquitran	201	0	0	21	180	0	180	209
Gas corriente	1.332	0	0	21	1.240	71	1.311	1.525
Gas alto horno	1.417	0	0	313	720	384	1.104	1.284
Gas natural (***)	68.217	0	0	0	13.624	54.593	68.217	79.333
Metanol	15.871	0	15.324	146	401	0	401	466
Leña	43.137	0	0	0	38.763	4.374	43.137	50.166
Biogas	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	92.486	186.501	0	3.137	275.850	91596	292454	467732

(*) Se incluye la Gasolina 95 y 97 que aportan aproximadamente 10.522 TCal (43%)

(***) Las importaciones-exportaciones y var. stock, pérdidas se consideran en etapa de energético primario.

Fuente: Elaboración propia, con base en CNE (2003).

Tabla 3.12: Balance energía secundaria para Chile, año 2011, en teracalorías y GWh.

ENERGÉTICO	PRODUCCIÓN			V. STOCK + PERD + CIERRE	CONSUMO FINAL	CONSUMO CTR.	CONSUMO TOTAL	CONSUMO TOTAL GWH
	BRUTA	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN					
Derivados de Petróleo	91.103	75.803	5.127	2.262	146.875	12.643	15.951	185.511
Petróleo Combustible	13.784	6.703	736	-412	8.796	1.368	20.164	23.450
Diesel	34.533	48.661	2.980	-1.637	71.594	10.256	81.850	95.188
Gasolina de motor (*)	24.577	6.821	1.400	1.206	28.791	0	28.791	33.483
Kerosene	865	0	0	-492	1357	0	1.357	1.578
Gas Licuado	8.486	9.215	2	2.191	14.550	957	15.508	18.035
Gasolina Aviación	62	0	8	10	44	0	44	51
Kerosene Aviación	6.265	1.746	0	1.975	8.035	0	8.035	9.344
Nafta	679	658	0	-3	1.339	0	1.339	1.557
Gas refinería	1.853	0	0	-577	2.370	61	2.430	2.826
Electricidad	55.931	62	0	4.471	52.090	0	52.090	60.578
Carbón (**)	57.485	0	0	0	2.226	55.259	57.485	66.852
Coke	6.271	2.274	0	-364	4.311	4.597	8.908	10.360
Alquitran (***)	177	0	0	0	177	0	177	206
Gas corriente	1.274	0	0	44	1.230	0	1.230	1.430
Gas alto horno	1.489	0	0	282	1.207	0	1.207	1.404
Gas natural (***)	50.185	0	0	0	14.947	35.239	50.185	58.363
Metanol	2.998	0	2.998	-101	101	0	101	117
Leña y derivados	54.464	0	0	0	48.266	6.197	54.464	63.338
Biogas	100	0	0	0	0	100	100	116
TOTAL	321.476	78.706	8.124	6.595	271.429	114.034	385.463	448.275

(*) Se incluyen las Gasolinas 93, 95 y 97.

(**) Las importaciones-exportaciones se consideran en etapa de energético primario.

(***) Alquitrán de uso energético (producido en siderurgia).

Fuente: Elaboración propia, con base en ME (2012).

A partir de las cuatro tablas anteriores, se puede establecer que el consumo total de energía tuvo una disminución en el país entre 2002 (772.892 GWh) y 2011 (769.075 GWh), la diferencia fue de 3.817 GWh en menor consumo de energía, representado en -19.457 GWh de energía secundaria y +15.640 GWh de energía primaria.

Sin embargo, bajo un análisis detallado se revela que en el mismo periodo hubo un incremento en las importaciones de energía secundaria (62.997 GWh) y también para la energía primaria (14.849 GWh); con respecto a la producción, hubo un aumento para la energía secundaria (28.448 GWh) y una disminución para la energía primaria (-1.871 GWh). Por último, en cuanto a las exportaciones hubo una disminución importante a nivel de energía secundaria (-21.017 GWh).

Frente a los productos energéticos, en la energía primaria se identifican disminuciones en petróleo crudo, gas natural e hidroelectricidad entre el 2002 y el 2011, y aumentos en carbón y leña (con sus derivados); vale destacar el ingreso de la energía eólica y biogás en el país para el 2011 con consumos de 338 y 116 GWh, respectivamente. Se aclara que la generación a partir de fuentes eólicas solamente está asociada a los sistemas interconectados de Aysén y el SIC.

Debido a que la descripción detallada de los insumos metodológicos para obtener los valores definitivos del balance nacional de energía no están disponibles en los informes o sus anexos, a pesar de adquirir la información para estos BNE a través de las “Encuestas a empresas del sector energía e industrias intensivas en consumo energético”, las cuales muy seguramente están georeferenciadas y diferenciadas por tipo de clientes, se tiene como consecuencia la imposibilidad de aplicar la asignación de datos a las regiones, fórmula que exige la metodología del AFM.

Para respaldar lo anteriormente expresado, se retoma lo expuesto por el INE (2004). Dicho instrumento corresponde “a una encuesta amplia, en el sentido que están incluidos todos los actores relacionados con la generación, la transmisión (alta tensión) y la distribución (baja tensión) de energía eléctrica en el país. Y detallada, en relación a la cantidad de variables analizadas, tanto para complejos de ciclo combinado, como para térmicas e hidroeléctricas; útiles a investigadores pues llegan, incluso, a poner a disposición la posibilidad de datos a nivel de provincia”.

Ante esta situación se intentó obtener el balance energético específico para la Región de Antofagasta, similar a lo realizado en el caso de la Región Metropolitana de Santiago - RMS (en el año 2006) donde la CNE elaboró dicho balance regional exclusivamente para la investigación de esa época. Sin embargo, la respuesta escrita a la solicitud de los investigadores de ORDSA afirma textualmente: “El Ministerio de Energía no desarrolla el Balance de Energía con desagregación regional, sino que realiza una publicación de carácter nacional”, “debemos señalar que no podrá seguir otorgándose la asistencia que en otras oportunidades se ha brindado, al menos, en los términos que en dichas oportunidades se hizo” (bne-minenergía, 2013).

Por lo tanto, cobra relevancia lo expresado por León (2006; p. 59) referente a los balances regionales “la búsqueda de la información para la variable energía es dispendiosa y requiere de cuatro factores aplicables en su orden: revisión amplia de documentos asociados al sector energético; preselección de fuentes y referencias bibliográficas; elección de bases de datos

aplicando criterios para el tamizaje del alto volumen de cifras disponibles, tanto a nivel de unidades de medida como por sectores de la economía; y selección definitiva de datos vinculados con el propósito de la investigación, es decir, con directa relación al AFM y posibilidades de conversión a las categorías requeridas en la HE”.

Aunque el balance de energía nacional referido en los párrafos anteriores entrega datos a nivel macro del flujo de energía, no facilita las cifras demandadas para realizar el AFM de la Segunda Región. En este tipo de investigaciones se intenta evitar al máximo llevar los datos de escala nacional hasta el valor per cápita para obtener la proporción de la región, pues este tipo de conversiones a través de la extrapolación acarrea enormes errores para el índice.

Por esta razón y frente a la relevancia de utilizar datos propios de la Región de Antofagasta, se intensificó la búsqueda de los datos correspondientes a los consumos de energía para el año 2011, en lo posible diferenciando los sectores económicos (residencial, comercial, minero, agrícola e industrial) con la precaución de no llegar a la doble contabilidad en los datos de combustibles y derivados del petróleo. De esta manera se obtuvieron las siguientes cifras particulares para la Región de Antofagasta.

– Energía eléctrica. Según INE (2012b) la generación de energía eléctrica total en la Región de Antofagasta para el año 2011 fue de 13.574 GWh; siendo los principales tipos de generación: Térmica (10.219 GWh) que corresponde al 75,2%, Hidráulica (1.079 GWh) corresponde al 0,008% y Ciclo combinado (3.353 GWh) para una representatividad del 24,7%.

Para obtener el dato de consumo se recurre en primera instancia a la definición del concepto de Distribución en el sector energético, según INE (2004): el proceso de distribución corresponde a la energía eléctrica que se vende a baja tensión a los diferentes tipos de clientes finales, entre los que se encuentran las empresas industriales, mineras y de consumo domiciliario. Según el INE (2013c), la distribución de energía eléctrica por tipo de cliente para el año 2011 en la Segunda Región tuvo un total de 12.653 GWh.

La diferencia entre ambos datos (generación y distribución) indicaría pérdidas del 6,8% (921 GWh) probablemente durante el proceso de transmisión; en consecuencia, se puede afirmar que el consumo total de energía eléctrica en la Región de Antofagasta fue comercializado básicamente en cinco (5) sectores: sector minero 84,2%; sector industrial 5,1%; sector residencial 2,7%; sector comercial 1,8%; sector agrícola 0,007%; otros sectores varios 6,1%, tal como se muestra en la Tabla 3.13 donde se pueden observar las magnitudes respecto a las cifras totales del país y con relación al año 2002(5).

Actualmente no es posible hacer procesos de comparación de las cifras entre diferentes fuentes bibliográficas, ya que las entidades que se ocupan de las estadísticas referentes a energía

Tabla 3.13: Distribución de energía eléctrica por tipo de cliente, 2002(5) y 2011, Región de Antofagasta vs. Chile.

	TOTAL	SECTORES ECONÓMICOS (GWH).					
		RESIDENCIAL	COMERCIAL	MINERO	AGRÍCOLA	INDUSTRIAL	VARIOS/*1
II REGIÓN 2005	10.127	266,5	159,2	8.576,8	0,8	488,0	636,0
II REGIÓN 2011	12.653	345,6	226,2	10.659	0,8	648,1	773,2
CHILE 2011	61.973	9.804	7.737	20.738	1.395	15.151	7.148
CHILE 2002	43.336	7.226	4.084	14.575	684	12.329	4.438

*1/ Sector Varios: Incluye transporte, fiscal y municipal, alumbrado público, consumos propios, pérdidas de transmisión y otros.

Fuente: Elaboración propia, con base en INE (2013c).

en Chile se basan, fundamentalmente, en la Encuesta a empresas del sector energía e industrias intensivas en consumo energético.

- Gas natural y de ciudad. Estas categorías de gas se diferencian porque el gas de ciudad, según Terra (2006), requiere fabricarse partiendo de otros productos, generalmente naftas de petróleo mediante un proceso denominado *cracking*, mientras el natural se encuentra a presión en bolsas subterráneas y sólo es necesario purificarlo para su distribución.

El análisis nacional del consumo de gas natural se inicia por los diferentes sectores económicos presentes, tanto en el país como en la Segunda Región. Con base en la Tabla 3.14 se consigue detallar en primer lugar una disminución sustancial en el consumo de gas natural entre el año 2006 y el 2011 (41,6%); además, para el año 2011 del consumo total 7.950.275 Mm³, o sea, 44.812 GWh, el sector 'Generación' se convirtió en el principal consumidor con un 57,9%, y en segundo lugar fue el sector 'Petroquímica y refinería' con el 17,5%.

Tabla 3.14: Consumo de gas natural en Chile, 2002 y 2011 (Mm3).

AÑO	TOTAL	RESIDENCIAL- COMERCIAL	INDUSTRIAL	GNC	GENERACIÓN	PETROQUÍMICA Y REFINERÍA	OTROS
2006	7.950.275	525.479	942.553	32.518	2.226.193	4.207.608	15.924
2011	4.642.739	591.380	517.144	18.766	2.687.010	811.691	16.748

Fuente: CNE (2013)

Para la Región de Antofagasta no fue posible obtener los datos particulares de consumos de gas natural y gas de ciudad, pues los datos de ventas para el año 2011 fueron considerados 'de carácter confidencial' por las Empresa Distribuidoras.

– **Otros combustibles.** El procedimiento para calcular el consumo total de otros combustibles utilizados en la generación de energía (requeridos en la operación de las centrales) se hizo a partir de la información entregada por la CNE (2013) referente a la capacidad instalada de generación en todo el país. De allí se seleccionaron las centrales ubicadas en la Segunda Región (25 de 44 en total) y que ya estaban funcionando en el año 2011; los detalles se visualizan en la Tabla 3.15.

Posteriormente, se hizo un cálculo lógico e indirecto para establecer aproximadamente el consumo de los principales combustibles en esta actividad de las centrales: carbón, petróleo y gas natural. Los resultados consolidados se presentan en la Tabla 3.16, siguiendo tres pasos. Así: primero se agruparon las centrales por tipo de combustible (1) en la operación, luego con base en la potencia y el consumo específico para cada unidad se estableció un valor de consumo parcial de dicho combustible en cada central. Por último, a partir de la premisa de que en la Región de Antofagasta para el año 2011 el 83,3% de la energía se generó en térmicas (10.219 GWh) y el 12,7% restante en Ciclo Combinado (3.353 GWh), se calculó la cantidad de combustibles utilizados obteniendo los siguientes resultados: 3'773.780 toneladas de carbón, 157.743 toneladas de petróleo y 782'958.952 m³ de gas natural.

Es necesario anotar que se excluyeron de la variable Energía otros aspectos relacionados, estrictamente, con derivados del petróleo y combustibles que se encuentran en el Balance Nacional de Energía y se consumen en la Región de Antofagasta, porque serán incorporados en la variable Transporte. Tal decisión se toma para evitar la doble contabilidad de los recursos y la sobre-estimación de las emisiones de CO₂.

Tabla 3.15: Utilización de combustibles secundarios en las plantas de generación de energía ubicadas en la Región de Antofagasta, 2011.

PROPIETARIO	NOMBRE CENTRAL	AÑO PUESTA SERVICIO	COMUNA	TIPO DE CENTRAL	Nº UNID.	POTENCIA NETA TOTAL MW	OPERACIÓN CENTRALES TÉRMICAS				
							COM- BUS- TIBLE 1	CONSUMOS ESPECÍFICO 1	UNIDAD CONSUMO	COM- BUS- TIBLE 2	COM- BUS- TIBLE 3
ANDINA	TERMOLÉCTRICA ANDINA	2011	Mejillones	Térmica Convencional	1	152,6	Carbón	0,397	kg/kWh	Petcoke	Carbón + Petcoke
ANGAMOS	TERMOELÉCTRICA ANGAMOS	2011	Mejillones	Térmica Convencional	1	244,0	Carbón	0,419	kg/kWh		
		2011	Mejillones	Térmica Convencional	1	244,3	Carbón	0,419	kg/kWh		
E-CL	TERMOELÉCTRICA MEJILLONES	1995	Mejillones	Térmica Convencional	1	154,9	Carbón	0,435	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil
		1998	Mejillones	Térmica Convencional	1	164,0	Carbón	0,415	kg/kWh	Carbón + Petcoke	
		2000	Mejillones	Térmica de Ciclo Combinado	1	243,2	Gas Natural	0,336	m3/kWh	Diesel	
	DIESEL TAMAYA	2009	Tocopilla	Térmica Convencional	10	99,0	Fuel Oil Nro. 6	0,225	kg/kWh	Petróleo Diesel	
	TERMOELÉCTRICA TOCOPILLA	1975	Tocopilla	Térmica Convencional	1	24,6	Petróleo Diesel	0,000	m3/kWh		
		1975	Tocopilla	Térmica Convencional	1	24,8	Petróleo Diesel	0,000	m3/kWh		
		1993	Tocopilla	Térmica Convencional	1	37,2	Gas Natural	0,335	m3/kWh	Petróleo Diesel	
		1970	Tocopilla	Térmica Convencional	1	36,0	Fuel Oil Nro. 6	0,000	m3/kWh		
		1970	Tocopilla	Térmica Convencional	1	36,0	Fuel Oil Nro. 6	0,000	m3/kWh		
		1983	Tocopilla	Térmica Convencional	1	79,6	Carbón	0,511	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil
		1985	Tocopilla	Térmica Convencional	1	79,8	Carbón	0,489	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil
		1987	Tocopilla	Térmica Convencional	1	127,7	Carbón	0,451	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil
		1990	Tocopilla	Térmica Convencional	1	124,1	Carbón	0,434	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil
		2001	Tocopilla	Térmica de Ciclo Combinado	2	393,0	Gas Natural	0,229	m3/kWh	Petróleo Diesel	
	DIESEL ENAEX	1996	Mejillones	Térmica Convencional	1	0,7	Petróleo Diesel	0,3	kg/kWh		
		1996	Mejillones	Térmica Convencional	3	2,0	Petróleo Diesel	0,33	kg/kWh		
EQUIPOS DE GENERACIÓN S.A.	DIESEL INACAL	2009	Antofagasta	Térmica Convencional	4	6,6	Fuel Oil Nro. 6	0,231	kg/kWh		
GASATACAMA	ATACAMA	1999	Mejillones	Térmica de Ciclo Combinado	1	389,5	Gas Natural	0,203	m3/kWh	Petróleo Diesel	
		1999	Mejillones	Térmica de Ciclo Combinado	1	378,3	Gas Natural	0,203	m3/kWh	Petróleo Diesel	
HORNITOS	TERMOELÉCTRICA HORNITOS	2011	Mejillones	Térmica Convencional	1	153,9	Carbón	0,386	kg/kWh	Petcoke	Carbón + Petcoke
MINERA MANTOS BLANCOS	DIESEL MANTOS BLANCOS	1995	Antofagasta	Térmica Convencional	10	27,9	Petróleo Diesel + Fuel Oil	0,237	kg/kWh	Petróleo Diesel	
NORGENER	TERMOELÉCTRICA NORGENER	1995	Tocopilla	Térmica Convencional	1	127,4	Carbón	0,401	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil
		1997	Tocopilla	Térmica Convencional	1	131,9	Carbón	0,397	kg/kWh	Carbón + Petcoke	Fuel Oil

* Fuente Catastro Medios de Generación CDEC-SING

** Capacidad máxima de inyección hacia el SING

Fuente: Elaboración propia, con base en CNE (2013).

Tabla 3.16: Cálculo de consumo de carbón, petróleo y gas natural en las plantas de generación de energía ubicadas en la Región de Antofagasta, 2011.

					OPERACIÓN CENTRALES TÉRMICAS					
NOMBRE CENTRAL	COMUNA	TIPO DE CENTRAL	Nº UNID.	POTENCIA NETA TOTAL MW	COMBUS-TIBLE 1	CONSUMOS ESPECÍFICO 1	UNIDAD CONSUMO ESPECÍFICO 1	CONSUMO COMBUS-TIBLES	UNIDAD KG Ó M3	CONSUMO TOTAL ANUAL 2011
TERMOELÉCTRICA ANDINA	Mejillones	Térmica Convencional	1	152,6	Carbón	0,3970955	kg/kWh	60.597	754.711	3.773.779.542
TERMOELÉCTRICA ANGAMOS	Mejillones	Térmica Convencional	1	244,0	Carbón	0,418986	kg/kWh	102.246		
	Mejillones	Térmica Convencional	1	244,3	Carbón	0,418986	kg/kWh	102.346		
TERMOELÉCTRICA MEJILLONES	Mejillones	Térmica Convencional	1	154,9	Carbón	0,43497	kg/kWh	67.377		
	Mejillones	Térmica Convencional	1	164,0	Carbón	0,41544	kg/kWh	68.132		
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	79,6	Carbón	0,5113	kg/kWh	40.689		
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	79,8	Carbón	0,4887	kg/kWh	38.984		
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	127,7	Carbón	0,45099	kg/kWh	57.578		
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	124,1	Carbón	0,43429	kg/kWh	53.878		
	TERMOELÉCTRICA HORNITOS	Mejillones	Térmica Convencional	1	153,9	Carbón	0,3863134	kg/kWh		
TERMOELÉCTRICA NORGNER	Tocopilla	Térmica Convencional	1	127,4	Carbón	0,4008	kg/kWh	51.078		
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	131,9	Carbón	0,397	kg/kWh	52.352		
				1784,1						
DIESEL TAMAYA	Tocopilla	Térmica Convencional	10	99,0	Fuel Oil Nro. 6	0,2249232	kg/kWh	22.263	23.794	157.743.016
DIESEL INACAL	Antofagasta	Térmica Convencional	4	6,6	Fuel Oil Nro. 6	0,231242	kg/kWh	1.532		
TERMOELÉCTRICA TOCOPILLA	Tocopilla	Térmica Convencional	1	36,0	Fuel Oil Nro. 6	0,000301	m3/kWh	11	22	
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	36,0	Fuel Oil Nro. 6	0,000301	m3/kWh	11		
TERMOELÉCTRICA TOCOPILLA	Tocopilla	Térmica Convencional	1	24,6	Petróleo Diesel	0,000398	m3/kWh	10	20	
	Tocopilla	Térmica Convencional	1	24,8	Petróleo Diesel	0,000398	m3/kWh	10		
DIESEL ENAEX	Mejillones	Térmica Convencional	1	0,7	Petróleo Diesel	0,3	kg/kWh	217	863	
	Mejillones	Térmica Convencional	3	2,0	Petróleo Diesel	0,33	kg/kWh	646		
DIESEL MANTOS BLANCOS	Antofagasta	Térmica Convencional	10	27,9	Petróleo Diesel + Fuel Oil	0,2368	kg/kWh	6.611	6.611	
				257,6						
TERMOELÉCTRICA TOCOPILLA	Tocopilla	Térmica Convencional	1	37,2	Gas Natural	0,3354	m3/kWh	12.477	12.477	782.958.952
TERMOELÉCTRICA MEJILLONES	Mejillones	Térmica de Ciclo Combinado	1	243,2	Gas Natural	0,336	m3/kWh	81.724	327.854	
TERMOELÉCTRICA TOCOPILLA	Tocopilla	Térmica de Ciclo Combinado	2	393,0	Gas Natural	0,2291	m3/kWh	90.036		
ATACAMA	Mejillones	Térmica de Ciclo Combinado	1	389,5	Gas Natural	0,2033	m3/kWh	79.185		
	Mejillones	Térmica de Ciclo Combinado	1	378,3	Gas Natural	0,2033	m3/kWh	76.908		

Fuente: Elaboración propia, con base en CNE (2013).

3.2.2.2. *Energía renovable*

La Comisión Nacional de Energía (2013) hace evidente que dentro del SING hay sólo seis (6) centrales que tienen como fuente las ERNC - Energías Renovables No Convencionales, descritas en la Tabla 3.17; su capacidad de generación es de 33,8 MWh, así: cuatro (4) centrales de tipo hidráulica de pasada, una (1) solar y otra (1) de cogeneración, reconociendo que estas dos últimas entraron al sistema apenas en el año 2012.

Tabla 3.17: Utilización de energías renovables en el SING, 2012.

NOMBRE CENTRAL	AÑO PUESTA EN SERVICIO	COMUNA	REGIÓN	TIPO DE CENTRAL	Nº UNIDADES	POTENCIA BRUTA TOTAL MW	POTENCIA NETA TOTAL MW
Cavancha	1995	Iquique	I	Hidráulica Pasada	1	2,8	2,6
Chapiquiña	1967	Putre	XV	Hidráulica Pasada	2	10,2	10,1
Minihidro Alto Hospicio	2010	Alto Hospicio	I	Hidráulica Pasada	1	1,1	1,1
Minihidro El Toro N°2	2010	Alto Hospicio	I	Hidráulica Pasada	1	1,1	1,1
Planta De Ácido Sulfúrico Mejillones	2012	Mejillones	II	Cogeneración	1	17,5	17,5
La Huayca Sps-1	2012	Pozo Almonte	I	Solar	1	1,4	1,4

Fuente: CNE (2013).

Para la investigación se destaca la Central Planta de Ácido Sulfúrico Mejillones, ubicada en la Segunda Región, cuyas estadísticas no serán incluidas en el cálculo de los Índices AFM y HE ya que entró en funcionamiento en el año 2012 y el periodo de estudio es el año 2011. En consecuencia, no se reporta ningún consumo de energías renovables para la Segunda Región en el periodo de interés, dando lugar a establecer que las tecnologías más sustentables son poco utilizadas en la Región de Antofagasta.

3.2.3. *Variable Materiales*

Los materiales utilizados en la Región de Antofagasta también son contabilizados para la construcción de los índices Análisis de Flujo de Materiales y Huella Ecológica. Los datos obtenidos para cada una de las subvariables (materiales de construcción, materiales de minería, materiales de la industria maderera) han sido recopilados, tanto a través del contacto con fuen-

tes oficiales (Instituto Nacional de Estadísticas, Instituto Nacional Forestal, entre otros), como también a partir de la revisión bibliográfica y su estimación a partir de estudios anteriores.

Los datos se encuentran a escala regional y nacional. No obstante, las fuentes de datos oficiales contienen información principalmente sobre la producción en la Segunda Región. La información de extracción de áridos se obtuvo a través de cálculos indirectos, debido a que no están completas las series publicadas por la falta de seguimiento que existe sobre esta subvariable.

Los datos utilizados en el presente ítem han sido recopilados, fundamentalmente, a partir de informes oficiales de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), el Instituto Forestal (INFOR) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Además se realizaron peticiones de información al Instituto Chileno del Acero (ICHA) y se hicieron revisiones de informes de instituciones privadas, como el Instituto Chileno del Hormigón (ICH).

Cabe destacar que la disponibilidad de datos depende de la subvariable sobre la cual se trabaja, algunas tienen mejor disponibilidad de bases de datos y otras, como materiales misceláneos, son más restringidas. Al igual que en las variables anteriores, se intenta contar con las estadísticas para dos períodos (2002 y 2011) y luego hacer la comparación y analizar las diferencias temporales en los consumos de materiales en la Región de Antofagasta.

3.2.3.1. Materiales de la construcción

Cemento y hormigón. El Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile mantiene periódicamente un registro del despacho de este tipo de materiales de construcción, tanto a nivel nacional como a nivel regional. La información mensualmente detallada permite generar una idea sobre el consumo de hormigón y cemento en esta zona del país. Sin embargo, estos datos se refieren específicamente a los despachos de las tres (3) empresas más importantes a nivel nacional (Melón, Polpaico y Bío-Bío), por lo que, pese a contener a gran parte del mercado de este tipo de material, no se refiere a la totalidad de despachos que existen en la región y que pueden estar dados por otras empresas de menor tamaño.

En base a estos datos, se asume además que, en su mayoría, los despachos de hormigón y cemento son consumidos dentro de la misma región, situación que es clara al considerar la disponibilidad que existe de este material en la Segunda Región y de los altos costos que implica el transporte desde otras regiones del país. Sin embargo, tal y como se analizará en el flujo de materiales, un pequeño porcentaje de este material es también exportado por la región.

Los datos presentados en la Tabla 3.18 señalan la inexistencia de una tendencia clara en la producción, como también en el consumo tanto de cemento como de hormigón para el

periodo 2009-2012. Esta situación se debe, probablemente, por la fluctuación que existe en el sector de la construcción, la cual se ve impactada principalmente a la demanda de la vivienda. Sin embargo, se estima que el sector industrial representa una parte importante del consumo de hormigón y cemento, dada por la importancia del sector industrial en la Región de Antofagasta.

Tabla 3.18: Despachos de cemento y hormigón en la Región de Antofagasta, 2009-2012 (toneladas).

MES	2009		2010		2011		2012	
	HORMIGÓN	CEMENTO	HORMIGÓN	CEMENTO	HORMIGÓN	CEMENTO	HORMIGÓN	CEMENTO
Enero	32.911	22.411	31.748	25.149	21.817	16.834	28.132	20.401
Febrero	26.449	19.143	29.799	22.711	21.677	16.633	33.387	22.976
Marzo	37.216	24.569	31.053	23.990	24.442	19.072	39.851	25.601
Abril	35.129	23.914	32.956	24.110	21.341	17.794	33.096	22.566
Mayo	42.316	27.312	30.653	22.366	30.239	22.614	40.725	27.554
Junio	33.001	24.503	30.650	21.140	26.594	18.877	42.145	27.885
Julio	43.749	29.312	32.880	21.794	22.393	19.103	42.056	26.406
Agosto	41.771	27.499	30.617	20.066	26.362	20.543	50.326	30.288
Septiembre	31.908	24.662	26.714	17.485	26.513	19.081	34.296	24.169
Octubre	39.482	29.542	29.372	19.690	28.743	22.008	48.074	31.782
Noviembre	37.874	27.296	24.872	18.263	31.317	23.549	53.402	34.843
Diciembre	32.910	24.625	20.152	17.092	26.524	19.770	49.791	29.595
TOTAL	434.712	304.788	351.464	253.857	307.960	235.877	495.279	324.066

Fuente: Elaboración propia, con base en ICH (2012).

- **Acero.** El consumo de acero es una subvariable relevante para considerar en el Análisis del Flujo de Materiales. Pese a que es posible relacionarlo completamente con el rubro de construcción, cabe destacar que la mayor parte del consumo de este material se encuentra en el sector minero (cerca del 50%) a nivel nacional (El Mercurio, 2011). Así, se considera que gran parte del consumo de la Región de Antofagasta está dado principalmente por la actividad minera, la cual compone la mayor actividad económica regional.

Asimismo, la producción es casi inexistente en la región ya que ésta sólo se concentra en algunas regiones del país (Región del Maule principalmente). Sin embargo, la Compañía Minera del Pacífico (CMP) posee la mina de hierro "El Laco" con recursos cercanos a 350 millones de toneladas métricas (Ávila, 2010), la cual fue cerrada en el año 1996 por problemas de merca-

do (Areaminera, 2008); sin embargo, la empresa ha evaluado la reapertura del proyecto sin resultados a la fecha (NuevaMinería, 2012). El resto del consumo nacional se compone de las importaciones de carácter transnacional. La Tabla 3.19 resume los datos del consumo regional y también las características del mercado a nivel nacional.

Tabla 3.19: Mercado del acero en Chile y consumo en la minería regional y nacional (toneladas).

AÑO	PRODUCCIÓN PAÍS	CONSUMO PAÍS	CONSUMO MINERÍA (2)	PRODUCCIÓN REGIÓN	IMPORTACIÓN REGIÓN (3)	EXPORTACIÓN REGIÓN	CONSUMO MINERÍA REGIÓN DE ANTOFAGASTA (4)
2000	932.000	1.567.000	783.500	-	396.451	-	396.451
2001	1.043.000	1.775.000	887.500	-	449.075	-	449.075
2002	1.034.000	1.790.000	895.000	-	452.870	-	452.870
2003	1.116.000	1.772.000	886.000	-	448.316	-	448.316
2004	1.318.000	2.111.000	1.055.500	-	534.083	-	534.083
2005	1.477.000	2.021.000	1.010.500	-	547.691	-	547.691
2006	1.498.000	2.227.000	1.113.500	-	603.517	-	603.517
2007	1.623.000	2.309.000	1.154.500	-	625.739	-	625.739
2008	1.545.000	2.568.000	1.284.000	-	695.928	-	695.928
2009	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	2.400.000	1.200.000	-	650.400	-	650.400

Fuentes: (IICA, 2013), (El Mercurio, 2011), (Ávila, 2010), (COCHILCO, 2013), (Minería Chilena, 2012).

Sin embargo, esta aproximación constituye una generalización del consumo de acero a nivel regional. Dada la falta de información especializada para el sector de la construcción, es complejo estimar la cantidad real del consumo de acero presente en los distintos sectores de la economía regional. Pese a ello, en la Tabla 3.19 es posible apreciar que el consumo de acero a nivel regional compone una parte importante del consumo país y esta tendencia se mantiene a lo largo del periodo 2005-2011, destacando la importancia de la industria minera para el consumo de este tipo de material. Dada la falta de información para el año 2011, éste ha sido completado a partir de una regresión lineal con los datos ya conocidos, obteniendo un coeficiente de determinación aceptable de 0,951¹.

Por otro lado, se debe considerar que el valor de consumo de acero está subestimado debido a que no se ha considerado el consumo que se presenta en el sector construcción, la segunda

¹ El modelo de regresión es expresado de la siguiente manera: $y=35476(x)-70000000$.

actividad más importante en la Región de Antofagasta en términos de composición del PIB (10% del PIB regional en el año 2011) (Banco Central, 2013).

- Otros materiales. Es posible generar una idea sobre el consumo de los distintos materiales utilizados para el sector de la construcción, a partir de las diversas materialidades que se presentan tanto en las edificaciones nuevas como también en las ampliaciones.

Como se señaló anteriormente, las fluctuaciones interanuales y mensuales que existen de este indicador impiden generar una visión macro de la tendencia en cuanto al consumo de los distintos materiales. Se considera, además, que la materialidad de las paredes contiene gran parte de los materiales que se utilizan para la construcción de viviendas, en la cual interesa principalmente el dato sobre paredes de madera para la estimación de este material en el consumo regional.

La Tabla 3.20 muestra estas fluctuaciones, en las cuales el consumo de los materiales de construcción está principalmente dado por la realización de proyectos de construcción en la Segunda Región, aspecto que se destaca en la mayoría de las estadísticas ligadas al sector construcción en Chile. Sin embargo, llama enormemente la atención la disminución que existe específicamente en el año 2009, producto probablemente del efecto de la crisis financiera de ese mismo año. Por otro lado, el hormigón y sus combinaciones contienen la mayoría de los metros cuadrados construidos de la región en la mayor parte del periodo analizado (2005 - 2011), señalando a su vez la importancia que tienen los despachos de este material en Antofagasta, argumentando que gran parte de los despachos regionales son igualmente consumidos dentro de la misma región.

Metodológicamente es complejo traspasar las unidades superficiales a unidades de volumen y posteriormente realizar un cálculo de las toneladas consumidas por este sector. Debido a esto, los datos proporcionados por el INE sobre las “Estadísticas de Edificación”² sólo serán utilizados para estimar el consumo de maderas en la Segunda Región a partir de la metodología creada por el INFOR en el año 2011 (INFOR, 2011), elemento que se explicará en el apartado 3.3.3.

- Áridos. No se logró recopilar información de calidad y representativa acerca del consumo y producción de áridos en la Región de Antofagasta. Tal vez una de las razones claves para tal situación se debe a la problemática que existe sobre la extracción ilegal de áridos en la región, la cual constituye un gran porcentaje de la industria local, lo que finalmente impacta en las estadísticas oficiales disponibles. Puede entonces afirmarse que existe un desconocimiento generalizado sobre el volumen total de las extracciones de áridos en la Segunda Región, debido al alto porcentaje de extracciones ilegales que se realizan, llegando a generar un “mercado

² Estos datos fueron obtenidos a través de solicitud por ley 20.285 sobre “Transparencia y Acceso a la Información Pública”.

Tabla 3.20: Materiales utilizados en las paredes en el sector construcción de la Región de Antofagasta, 2005–2012 (m³).

OBRAS NUEVAS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Metal y combinaciones	298.680	62.653	59.125	51.465	81.522	68.259	48.079
Hormigón y combinaciones	353.005	308.128	420.229	481.396	186.142	243.665	570.526
Ladrillo y combinaciones	91.041	89.415	183.790	85.823	76.985	44.807	51.129
Bloque cemento y combinaciones	73.634	118.345	54.947	27.006	63.794	28.347	43.502
Piedra	417	0	0	0	327	56	0
Metal vidrio	417	0	0	0	0	0	0
Placas Aluminio - Cerámica	0	0	0	0	0	0	0
Panel Poliestileno Expandido Armado Estucable	1.481	309	0	30	287	699	265
Panel Fierro Cemento	3.288	5.188	3.056	9.304	18.065	17.625	21.488
Adobe	523	102	387	0	205	1.705	742
Madera	6.462	3.637	2.068	2.556	38.317	2.386	8.173
Otras combinaciones	3.085	7.110	15.835	9.363	18.246	53.455	71.464
AMPLIACIONES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Metal y combinaciones	17.124	42.100	21.901	40.323	13.118	11.641	14.078
Hormigón y combinaciones	63.339	16.748	18.588	6.716	21.117	52.362	20.823
Ladrillo y combinaciones	22.771	10.808	17.521	14.242	14.238	9.073	9.603
Bloque cemento y combinaciones	8.580	10.861	9.310	4.039	4.371	6.168	10.365
Piedra	313	0	0	0	0	8	112
Metal vidrio	31	0	0	0	0	0	0
Placas Aluminio - Cerámica	0	33	0	0	0	0	0
Panel Poliestileno Expandido Armado Estucable	0	11	151	382	0	532	0
Panel Fierro Cemento	1.542	861	1.490	915	2.344	2.234	2.362
Adobe	47	133	0	0	171	0	127
Madera	785	531	1.678	446	716	15.481	25.303
Otras combinaciones	720	214	1.039	2.246	2.365	5.333	16.678

Fuente: INE (2013c).

negro” de áridos. Esta problemática ha sido abordada por las autoridades a través de un mejoramiento en la fiscalización y la clausura de plantas, y la aplicación de multas (La Tercera, 2012).

Una opción para el AFM es utilizar métodos indirectos para el cálculo de la producción, exportación, importación y consumos de la variable que interesa. Entonces, para el proyecto de construcción de las Autopistas de Antofagasta se realizó una Declaración de Impacto Ambiental para la ejecución de las obras de extracción de áridos para dotar de materiales al proyecto, las que contabilizaban un monto total de 1.174.513 m³ para un periodo cercano a los tres años (SKANSKA, 2011).

Además de ello, se ha realizado una estimación sobre el consumo de los áridos en la Segunda Región a partir del consumo asociado al cemento y al asfalto, asumiendo la importancia que tiene este material para la construcción vial. Dada la escasa cantidad de información que existe sobre esta industria de áridos, ya que no es necesario llevar una contabilidad permanente para este tipo de extracciones puesto que no constituyen materiales sujetos al Código de Minería, por lo cual quedan sujetos al derecho común (Figueroa, 2000), fue necesario realizar este tipo de aproximaciones mostradas en la Tabla 3.21.

Tabla 3.21: Estimación del consumo de áridos en la Región de Antofagasta, periodo 2006–2010³.

ANTOFAGASTA: CONSUMO DE ÁRIDOS (TON)			
AÑOS	CONSUMO ÁRIDO ASOCIADO AL CEMENTO	CONSUMO ÁRIDO ASOCIADO AL ASFALTO	TOTAL
2006	985.618.044	1.949.346.000	2.934.964.044
2007	1.246.884.516		
2008	1.250.453.700	8.781.696.000	10.032.149.700
2009	1.425.817.404		
2010	1.558.235.232		

Fuente: (Comisión Nacional de Áridos, 2001), (Salazar, 2009), (MOP, 2010), (MOP, 2009).

A partir de la Tabla 3.21 es posible apreciar una tendencia al aumento del consumo de áridos que se relaciona con la producción de cemento. Pese a ello, el consumo de áridos para la fabricación de asfalto no presenta una tendencia clara en el tiempo y se relaciona, principalmente, con la ejecución de proyectos y la pavimentación de caminos en la Región, aspecto que no es constante en términos temporales.

³ En el caso del cálculo del consumo de áridos asociado al cemento se estimó que 1 tonelada de cemento está asociada a un factor de 4,59 m³ de áridos. En el caso del asfalto se calculó a partir de las estadísticas de la red vial nacional y se asume que 1 m³ de mezcla asfáltica está asociado a un factor de 10,5 m³ de árido. El ancho de la red vial se promedió en 9 metros (incluye calzada y berma). También se asumió que la densidad del árido corresponde a 1.200 kg/m³.

3.2.3.2. Materiales de la minería

La Región de Antofagasta reporta la mayor parte de la producción minera del país; la región eminentemente dedicada a esta actividad contiene los mayores índices de producción, representando un alto porcentaje de la producción nacional, tal y como se muestra la Tabla 3.22.

Tabla 3.22: Producción minerales metálicos y no metálicos, 2000 y 2011.

TIPOS DE MINERALES		REGIÓN ANTOFAGASTA		TOTAL PAÍS		PORCENTAJE REGIÓN	
		2000	2011	2000	2011	2000	2011
I. MINERÍA METÁLICA	Cobre (TM de fino)	2.332.961,0	2.721.201,0	4.602.000,0	5.262.800,0	50,7	51,7
	Molibdeno (TM de fino)	13.905,0	12.837,0	33.186,8	40.889,3	41,9	31,4
	Oro (Kg de fino)	16.221,0	20.632,0	54.142,6	45.137,0	30,0	45,7
	Plata (Kg de fino)	495.861,1	682.401,0	1.242.193,5	1.291.272,0	39,9	52,8
II. MINERÍA NO METÁLICA	Ácido Bórico	9.831,0	-	9.831,0	2.898,0	100,0	
	Apatita	9.945,0	-	12.474,0		79,7	
	Carbonato de Calcio	883.543,0	1.579.044,0	5.395.215,0	6.269.692,0	16,4	25,2
	Compuestos de Boro	-	25.128,0	9.831,0	491.421,0		5,1
	Compuestos de Litio	-	69.597,0	35.869,0	69.597,0		100,0
	Compuestos de Potasio	641.885,0	1.371.689,0	641.885,0	1.371.689,0	100,0	100,0
	Nitratos	988.410,0	849.243,0	988.410,0	927.922,0	100,0	91,5
	Pumicita	81.140,0	99.840,0	829.563,0	816.565,0	9,8	12,2
	Recursos Silíceos	157.264,0	85.600,0	575.957,0	1.236.843,0	27,3	6,9
	Rocas Fosfóricas	-	9.879,0	-	15.929,0		62,0
	Rocas de Ornamentación	-	4.117,0	-	7.318,0		56,3
	Sulfato de Cobre	-	2.214,0	-	11.187,0		19,8
	Sulfato de Potasio	148.702,0	-	148.702,0	-	100,0	
	Sulfato de Sodio	56.501,0	-	56.501,0	-	100,0	
	Ulexita	26.417,0	-	337.966,0	-	7,8	
	Yeso	11.818,0	26.292,0	375.847,0	917.759,0	3,1	2,9
	Yodo	6.024,0	4.995,0	10.474,0	16.000,0	57,5	31,2

Fuente: SERNAGEOMIN, 2012.

Es importante destacar que el cobre sigue siendo hoy el producto más importante y que compone la mayor parte de la producción regional, pero también la mayor parte de las exportaciones regionales. Sin embargo, a lo largo del tiempo el aumento en las ventas de este material

está dado por el incremento en el precio del mineral en los mercados internacionales, pese a que el aumento en la producción en la última década es destacable.

Llama enormemente la atención el aumento que ha tenido a lo largo de la década analizada la producción de otro tipo de minerales, particularmente no metálicos, los cuales han ganado importancia y que en el futuro comprenderán una mayor parte de la producción minera local. Así, para minerales como el litio se espera un aumento considerable en la demanda a nivel global, impulsado por el crecimiento de la industria de alta tecnología. Además, es posible apreciar también la desaparición de otro tipo de minerales que se encontraban presentes al comienzo de la década, tales como el sulfato de potasio y el sulfato de sodio.

Existe una importante correspondencia entre el desarrollo de la industria minera y el crecimiento económico local (considerando la importancia de la minería en el PIB regional, cercana al 65% en el año 2011) (Banco Central, 2013). Pese a ello, para efectos de la descripción del flujo de materiales para este ítem, se debe entender que la mayor parte de la producción mineral de la Región de Antofagasta se destina finalmente al mercado internacional, siendo este aspecto relevante para el conteo del consumo final que se realiza en la región por sí mismo.

3.2.3.3. Materiales de la industria maderera

En el caso de la industria maderera, cabe considerar que completamente el consumo de este material que se realiza en la región proviene, principalmente, desde regiones que se encuentran en la zona centro y sur del país (desde la Región Metropolitana a la Región de los Lagos), ya que estas regiones componen el grueso de la industria silvícola nacional.

Pese a no existir un estudio acabado sobre el consumo real que se tiene en la Región de Antofagasta sobre este material, se ha llegado a una aproximación sobre el consumo a esta escala de análisis. Para ello, se trabajó con algunos supuestos importantes dada la escasez de información que existe sobre este sector.

En primer lugar, el porcentaje a nivel nacional de madera aserrada que se destina al sector construcción es aproximadamente cercano al 10% del mercado interno. De este porcentaje, cerca del 5,5% se destina al sector de la construcción de vivienda a nivel nacional (178.000 m³). Por otro lado, el 95,2% de toda la madera aserrada que se produce a nivel nacional es de la especie de pino radiata (INFOR, 2011). Este informe presenta además los factores de conversión de m² construidos con madera (datos obtenidos de INE y sus informes de construcción anuales) a un valor promedio de m³ de madera de pino radiata, la cual finalmente se ha llevado a toneladas. Cabe destacar que esta aproximación considera que la mayor parte de la madera utilizada en la construcción de vivienda en la Segunda Región proviene de la madera de pino radiata.

Por otro lado, para conocer el volumen de leña que se usa en el sector industrial solo se conoce un estudio realizado en el año 2002 por el Centro de Micro Datos-Universidad de Chile, el cual estima para el año 2001 un consumo de leña para el sector industrial en la Segunda Región cercano a 74.414 toneladas y con una proyección al año 2003 de 50.573 toneladas (Centro de Microdatos Universidad de Chile, 2002). Sin embargo, es complejo determinar una tendencia temporal a partir de sólo dos puntos sobre los cuales se tiene información.

Pese a ello, se ha extrapolado la información considerando la variación interanual que existe entre los dos puntos conocidos. En este sentido, se asume la premisa que paulatinamente el uso de leña en el sector industrial ha sido reemplazado por otras fuentes de energía más eficientes.

Cabe destacar que ésta es solo una aproximación a la medición requerida por ambos índices AFM y HE, intentando comprender el consumo de madera que existe en la región. Pese a ello, es importante considerar la problemática que existe con esta estimación, dados los supuestos con los cuales se ha trabajado. De todas formas, al análisis se le debe incluir el uso de la madera que se utiliza a nivel industrial y en la construcción, elemento que es complejo de conocer dada la dificultad en el acceso a la información que existe en el sector privado.

A pesar de los obstáculos, en la Tabla 3.23 se muestra el consumo estimado de madera y papel para la Región de Antofagasta. Los datos señalan que no existe una tendencia clara en el consumo, sino que más bien ésta varía año a año para el caso de la madera utilizada en la construcción de viviendas. Por otro lado, el consumo de leña industrial constituye el mayor porcentaje del consumo de madera a nivel regional, pero que a su vez decrece en el tiempo al observar el periodo 2005-2011.

Tabla 3.23: Consumo madera y papel en la Región de Antofagasta, 2005-2011 (Ton).

MATERIALES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Madera construcción vivienda (TN)	234,7	133,0	90,4	94,3	1349,2	250,0	558,2
Consumo leña industrial	37.014,8	31.085,3	26.105,7	21.923,8	18.411,8	15.462,4	12.985,4
Consumo papel periódico	2.489,0	2.520,5	2.552,0	2.583,4	2.614,8	2.646,2	2.675,8

Fuente: INFOR (2003); FitchRatigns (2008); INFOR (2011).

La estimación en el consumo del papel periódico ha sido otro de los aspectos a considerar en la cuenta del flujo de este ítem en particular. Es importante destacar que no se han encontrado datos más actualizados sobre el consumo de papel periódico, por lo cual se utilizó un valor de consumo per cápita, el cual ha sido extrapolado para el resto de los años, obteniendo un aumento paulatino dado por el crecimiento poblacional.

Igualmente, los datos actualizados sobre el consumo de papel *tissue* a nivel per cápita son escasos. Este aspecto resulta particularmente interesante dado que la industria forestal es una de las más importantes a nivel nacional, constituyendo además el segundo sector exportador de mayor importancia para el país después del sector minero (CORMA, 2010), ante lo cual se hace necesario poseer mayor información y que esta esté actualizada sobre el estado actual del mercado interno y del consumo per cápita de este material.

3.2.3.4. Materiales manufacturados, misceláneos y de la industria química

En el trabajo “¿Cuán Sustentable es la Región Metropolitana de Santiago?” (Barton, Jordán, León, & Solis, 2007), no fue posible obtener información detallada sobre el consumo de otro tipo de materiales manufacturados, sobre todo los correspondientes a la industria química, principalmente relacionada con la industria minera, en el entendido de que esta industria es la que sostiene mayoritariamente la economía regional.

82

La dificultad en la estimación de este ítem para el caso de la minería radica, principalmente, en la imposibilidad de solicitar información sobre proveedores directamente a las empresas y sus volúmenes, como también en la heterogeneidad de proveedores (en cuanto a tamaño) que existen en la misma industria, en donde sin duda operan mayoritariamente micro (37%) y pequeñas empresas (36%) según la Fundación Chile (2012). Resulta interesante completar este ítem en su totalidad al considerar la importancia de la industria hoy en día, y la necesidad de atraer más insumos y servicios para el funcionamiento de este sector, a un valor estimado cercano a los 1.650 millones de dólares en el año 2006 (COCHILCO, 2007).

Sin duda que las problemáticas persisten, sobre todo en cuanto al acceso a la información, la calidad y el monitoreo constante sobre algunos indicadores que permitan finalmente evaluar el grado de sustentabilidad.

3.2.4. Variable Residuos

La expansión de las actividades minero-industriales, el crecimiento poblacional y los patrones de consumo registrados en la Región de Antofagasta se han visto reflejados en el aumento de la generación de residuos sólidos (RS). La expansión de los residuos provoca un gran desafío, no sólo para la comunidad con respecto al tratamiento, minimización y disposición de los residuos sólidos domiciliarios (RSD), sino también en las grandes empresas, principalmente mineras,

las cuales deben poner en marcha programas de manejo y disposición adecuada de residuos industriales y pasivos mineros, así como también a nivel de las autoridades regionales, quienes deben posicionar el tema de recolección y tratamiento de los residuos.

Al año 2010, según información contenida en el documento “Política ambiental de la Región de Antofagasta” (SINIA), no se contaba con rellenos sanitarios en la Segunda Región, sino que las comunas utilizaban lugares de disposición final no autorizados por el Servicio de Salud. Actualmente, existen proyectos de construcción de rellenos sanitarios en Antofagasta y Calama, y sólo en Mejillones existe uno que está en funcionamiento.

Para la recopilación de datos de la presente variable, se utilizó información contenida en la página web del INE e información proporcionada por la SEREMI del Medio Ambiente de Antofagasta. A continuación se hace referencia a cada uno de los tipos de residuos encontrados en la Región de Antofagasta, indicando los volúmenes de producción entre los años 2000-2010. La clasificación de la variable residuos se hace conforme a las clasificaciones utilizadas dentro de la institucionalidad ambiental nacional, que agrupa los residuos en domiciliarios, construcción, industriales y hospitalarios (SESMA, 2006), y se incorporará la variable relacionada con los residuos mineros, cuya generación en la Región de Antofagasta es significativa.

3.2.4.1. Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)

Si bien la actividad económica minero-industrial es la principal fuente de emisión de residuos, también los centros urbanos son una fuente que ha observado una creciente expansión de las emisiones provocada por una combinación de factores, como son el aumento de la demografía, la ampliación del bienestar económico, nuevos patrones de consumo y los déficit públicos en la incorporación de nuevos modelos de gestión y de tecnologías en el tratamiento de los residuos.

El año 2000 Antofagasta registraba una población regional que ascendía a los 410 mil habitantes, los cuales producían un total de aproximadamente 392.000 kilos de residuos domiciliarios por día. Ese año cada habitante producía un promedio de 0,79 kilos/día o 23,7 kilos de residuos domésticos/mes (INE, 2000).

Hacia el año 2005, los habitantes producían 480.000 kilos diarios, o sea, un aumento superior al 22,4 %. Sin duda, provocado por el incremento de una población atraída por la puesta en marcha de numerosos proyectos derivados de la actividad minero-industrial. Ese año, la producción de residuos se había incrementado a 0,97 kilos/hab/día o 29 kilos/hab/mes (INE, 2005).

Para el año 2010 el PIB regional se había triplicado, la población y los ingresos habían crecido, lo cual estuvo acompañado por una significativa reducción de la pobreza. Este año la población

regional produjo un total de aproximadamente 551.000 kilos de residuos diarios y cada habitante generó sobre 1,11 kilos/día o 33 kilos promedio al mes (INE, 2009a).

A diferencia de los países de la OCDE, en donde la cantidad de residuos ha disminuido, en Chile y en la Región de Antofagasta, la tendencia es inversa. En una década, la producción de residuos domiciliarios se incrementó en un 28,8%, pasando de las 143.000 toneladas anuales del 2000 a las 201.156 toneladas el año 2010. Ver Tabla 3.24.

Tabla 3.24: Evolución regional de residuos sólidos domiciliarios por habitante en Antofagasta.

AÑO	RESIDUOS SÓLIDOS TON/AÑO	RESIDUOS SÓLIDOS POR HABITANTE/MES	RESIDUOS SÓLIDOS POR HABITANTE/DÍA
2000	143.166	23,7	0,79
2001	149.760	24,9	0,83
2002	156.364	25,8	0,86
2003	162.949	27	0,90
2004	169.419	28,2	0,94
2005	175.509	29	0,97
2006	181.874	30	1,01
2007	188.240	31	1,04
2008	194.829	32	1,08
2009	197.142	33	1,09
2010	201.156	34	1,11

Fuente: INE (2000 al 2010).

En los países de la OCDE, la práctica ha estado orientada al tratamiento de los residuos: en primer lugar, existe una preocupación por evitar su generación; en segundo lugar, se los minimiza; en tercer lugar, se recicla y sólo en la última etapa se los dispone en rellenos sanitarios. En la Región de Antofagasta, la práctica habitual ha estado orientada solo a la disposición de los residuos en rellenos sanitarios, vertederos o basurales, sin preocupación por el resto de las etapas.

Al respecto, el catastro sobre manejo de residuos domiciliarios realizados a escala comunal por la Subdere (2008), estableció que de las nueve (9) comunas, solo tres (3) cuentan con disposición de residuos en un relleno sanitario. Ello concibe un recinto que cumple con las condiciones sanitarias que exige la norma, el cual incorpora un método de ingeniería que permite la disposición de los residuos con el objeto de evitar efectos adversos. De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2010), solo el 24,5% del total de residuos generados

por la Segunda Región fue dispuesto en esta modalidad, involucrando al 27,5 % del total de la población regional.

La modalidad de vertedero corresponde a un lugar de disposición que no cuenta con medidas ambientales adecuadas; dicha peculiaridad engloba a cinco (5) municipios, con un 14,2% del total de residuos totales generados y un 5% del total de la población regional. Por el contrario, un 62,7% de los residuos domiciliarios totales generados por el 62% de la población regional, solo cuenta con disposición ´tipo botadero´, o sea, un lugar donde se dispone de manera espontánea o programada –sin ningún tipo de control o protección ambiental– Ver Tabla 3.25:

Tabla 3.25: Región de Antofagasta: manejo de residuos domiciliarios por comunas (2008–2010).

COMUNA	POBLACIÓN	TIPO	AUT. SS	RES. CAL. AMBIENTAL	POBLACIÓN ATENDIDA	FECHA INICIO	FECHA CIERRE	RESIDUOS	
								POBLACIÓN ATENDIDA (%)	(TON/AÑO) (%) 2009
Calama	148.635	Relleno	2001	sí	136.600	1995	2026	27,5	24,5
Ollagüe	269	Relleno	2008	no	318	1995	2024		
Socaire		Relleno	2000	sí	276	1995	2011		
Tal Tal	11.010	Relleno	NO	sí	13.181	1974	s/i		
TOTAL	160.189				150.126				
Tocopilla	22.807	Vertedero	2002	no	9.000	1995	s/i	5	14,2
María Elena	5184	Vertedero	No	sí	3.600	1995	2005		
San Pedro	7.088	Vertedero	2000	sí	4.215	1995	2011		
Mejillones	9.911	Vertedero	2003	no	9.500	1998	2009		
Sierra Gorda	3.078	Vertedero	2004	no	1.000	1999	2014		
TOTAL	43.468				27.315				
Antofagasta	341.942	Basural	No	no	341.942	1975	2009	62,6	62,7
TOTAL	341.942				341.942				

Fuente: Subdere (2008); Ministerio del Medio Ambiente (2011).

En resumen, existe una disposición de poca calidad, con normativas insuficientes e inexistencia de políticas de minimización y de gestión de residuos. Se advierte un incremento en la generación sin estar acompañado de una gestión sustentable en cuanto al tratamiento y disposición de esta variable, lo cual ha afectado la calidad del medio ambiente y ha comprometido la salud de la población.

3.2.4.2. Residuos de la construcción

Debido a la ausencia de un relleno que reciba los residuos generados en la construcción, éstos son depositados en los mismos vertederos que se utilizan para recibir todos los tipos de desechos generados por las ciudades de la Región de Antofagasta. Por esta razón, no hay un control con respecto a los volúmenes de residuos de construcción generados en la región, por lo que se utilizó un método indirecto para cuantificarlos.

Teniendo en cuenta la relación existente entre m² construido y m³ de desecho generado, está estimado que la tasa es de aproximadamente 0,187 m³ por m² construido (SESMA, 2006). Para realizar los cálculos, se recurrió a la cifra de edificación aprobada e iniciada en los sectores privado y público, tanto en ampliaciones como en obras nuevas del año 2010, la que alcanzó los 559.722 m², según información contenida en la página web del INE.

Con el objeto de establecer la cantidad de toneladas de residuos generados por el sector de la construcción en la Región, se utilizó el factor de conversión que determina que 1 m³ de residuos equivale a 4,59 toneladas de residuos, aproximadamente.

De acuerdo a la información antes mencionada, se construyó la Tabla 3.26 para calcular la producción de residuos de la construcción, año 2010:

Tabla 3.26: Generación de residuos de la construcción en la Región de Antofagasta, 2010.

TOTAL AÑO 2010 (M ² CONSTRUC./AÑO)	FACTOR GENERACION	RESIDUOS (M ³ /AÑO)	RESIDUOS (TON/AÑO)
559.722	0,187	5.569	480.426

Fuente Elaboración propia, con base en INE (2011).

3.2.4.3. Residuos de la minería

Durante los últimos diez años, la generación de residuos de la minería ha ido en aumento y son las mismas empresas las encargadas del manejo y disposición de éstos; además, cada empresa posee la información acerca del tipo de residuos que genera. Por esta razón, se utilizó la información contenida en la página web de COCHILCO, donde se indica la cantidad total de residuos mineros generados en la Segunda Región para el año 2010 y se realiza una clasificación de éstos dependiendo del tipo de residuo minero, utilizando los factores de emisión mencionados en los informes de CODELCO (2008). Ver Tabla 3.27.

Tabla 3.27: Factores de emisión de residuos de la minería.

CATEGORIA	UNIDADES	FACTOR DE EMISIÓN
Relave de Flotación	ton/ ton Cu	80
Escoria de Fundición	ton/ ton Cu	1,8
Ripios de Lixiviación (Cobre)	ton/ ton Cu	190,5
Ripios de Lixiviación (Oro)	ton/ kg Au	1.500
Estéril de Mina (Cobre)	ton/ ton Cu	377
Estéril de Mina (Oro)	ton/ kg Au	315

Fuente: Elaboración propia, con base en CODELCO (2008).

La subdivisión contempla las siguientes categorías: relave de flotación, escoria de fundición, ripios de lixiviación y estéril de mina; cabe mencionar que también se utilizaron los datos correspondientes a la producción de cobre y oro. El resultado se puede observar en la siguiente Tabla 3.28:

Tabla 3.28: Producción de residuos de la minería de la Región de Antofagasta.

CATEGORIA	UNIDADES	PRODUCCIÓN 2010
Relave de Flotación	ton	235.374.240
Escoria de Fundición	ton	5.295.920
Ripios de Lixiviación (Cobre)	ton	560.484.909
Ripios de Lixiviación (Oro)	ton	22.621.500
Estéril de Mina (Cobre)	ton	1.109.201.106
Estéril de Mina (Oro)	ton	4.750.515
MINERÍA TOTAL	TON	1.937.728.190

Fuente: Elaboración propia, con base en Cochilco (2011); Codelco (2008).

Los niveles de riesgo generados por este tipo de residuos para los ecosistemas y socio-sistemas dependen, directamente, de la ubicación y el tipo de manejo de cada uno de ellos. El manejo ambiental de los residuos mineros ha sido abordado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) con los siguientes instrumentos legales: Reglamento de Seguridad Minera, obliga a las empresas mineras a contar con un plan de cierre; Decreto Ley N° 86 del Ministerio de Minería, regula la construcción y operación de tranques de relaves; y Ley Marco del Medio Ambiente (Universidad de Chile, 2008).

Tabla 3.29: Número de depósitos de relaves mineros en Chile distribuidos por regiones/zonas.

REGIONES	ACTIVOS	NO ACTIVOS	TOTAL
Arica-Parinacota	0	0	0
Tarapacá	1	0	1
Antofagasta	14	8	22
Atacama	45	72	117
Coquimbo	39	166	205
Zona Central	24	75	99
Zona Sur	3	3	6
TOTAL	126	324	450

Fuente: Sernageomin (2011).

Antes de la entrada en vigencia del reglamento de evaluación de impacto ambiental en 1997, no existía en Chile una regulación sobre el cierre de las faenas y depósitos de residuos mineros como relaves o botaderos, lo cual ha provocado que en la actualidad existan numerosas faenas abandonadas produciendo impactos ambientales negativos y riesgos para la salud.

Dentro de los impactos que producen las faenas abandonas están:

- Riesgos de contaminación de napas, ríos y borde costero
- Problemas de seguridad por falla sísmica o inundaciones
- Alteraciones estéticas y paisajísticas
- Drenaje ácido
- Erosión y contaminación eólica

Tabla 3.30: Distribución de faenas mineras abandonadas por región, 2004–2008.

REGIÓN	Nº FAENAS ABANDONADAS
Tarapacá	49
Antofagasta	70
Atacama	76
Coquimbo	57
Zona Central	86
Zona sur	33
TOTAL	371

Fuente: Sernageomin (2008).

En la Región de Antofagasta los principales impactos por tranques abandonados están en la zona costera provocando alteración del hábitat, disminución de flora y fauna, y contaminación del borde costero. El aumento creciente de estos residuos masivos afecta la sustentabilidad del sistema regional en su conjunto, debido a que sus consecuencias se expresan en el deterioro del ecosistema, reducen las alternativas futuras de desarrollo al afectar de manera creciente los recursos de suelos y aguas, y comprometiendo la calidad de vida de la población.

Sin embargo, cabe destacar que existen diversos estudios sobre nuevas tecnologías para la mitigación, remediación o reutilización de residuos mineros, especialmente de relaves, como por ejemplo la Fito-estabilización de tranques y la utilización del relave como material de construcción.

No obstante las debilidades identificadas por investigaciones acerca de las externalidades negativas de dicha temática, solo hasta el 2011 se promulgó la nueva Ley referente al cierre de faenas mineras.

3.2.4.4. Otros residuos

– **Residuos industriales:** la información sobre residuos industriales y peligrosos es escasa y gruesamente estimada a escala nacional y casi inexistente para la regional, salvo para los últimos años y para la subvariable de residuos industriales peligrosos. A partir de aquellas limitadas cifras proporcionadas por el MMA (2011), se realizó una extrapolación a la escala regional.

En el caso de los residuos industriales generados por el sector de la industria manufacturera, según lo consignan las estimaciones nacionales existentes, alcanzan el 18% de la generación total de los residuos generados por el sector de la construcción (MMA, 2011).

Los residuos industriales peligrosos en un 66% del total son generados por el sector de la industria manufacturera y otros, descontada la generación de minas y canteras ya contabilizados. Para el año 2010 se calcula una generación de residuos industriales peligrosos que alcanza aproximadamente 89.100 toneladas, cifra que fue extrapolada al resto de los años teniendo en cuenta el comportamiento del PIB regional (MMA, 2011; Banco Central, 2012). Ver Tabla 3.31.

Tabla 3.31: Extrapolación de residuos industriales peligrosos.

AÑO	GENERACIÓN RESIDUOS INDUSTRIA MANUFACTURERA (TON.)	GENERACIÓN RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES Y OTROS (TON.)	TOTAL (TON.)
2002	134.458	78.978(*)	213.436
2010	154.423	89.100	243.523

* La cifra corresponde a extrapolación en base del PIB regional año 2003.

Fuente: MMA, 2011, Banco Central, 2012.

– **Residuos hospitalarios:** se solicitó información a la SEREMI de Salud de la Segunda Región, mediante Ley de Transparencia, sin embargo, la respuesta para la presente investigación fue que no contaba con ninguna información referente a la generación de residuos hospitalarios o peligrosos en la Región de Antofagasta.

3.2.4.5. *Reciclaje en Antofagasta*

El reciclaje en Antofagasta, como actividad formal, está aún en desarrollo. Si bien existen empresas en la región que se dedican a la recolección de residuos potencialmente reciclables, estos son enviados a la RMS a empresas especializadas en el área del reciclaje. Sin embargo, en el vertedero “La Chimba”, lugar de disposición final de residuos de la ciudad de Antofagasta, principal centro urbano de la Segunda Región, existe un número importante de recicladores que están agrupados bajo la figura de Sindicato. Esta agrupación surgió el año 2007 con el propósito de formalizar su actividad dentro del vertedero y lograr interactuar con las autoridades que tienen competencia en la gestión de residuos y administración del vertedero, como la Municipalidad de Antofagasta y la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Antofagasta.

Si bien no se pudo contar con la información que manejan las empresas privadas relacionadas con la recolección y transporte de residuos reciclables, sí fue posible encontrar un documento realizado el año 2010 en la ciudad de Antofagasta, en donde, a través de encuestas, se pudo determinar la cantidad de residuos que son reciclados por el grupo de trabajadores pertenecientes al vertedero de La Chimba.

Tabla 3.32: Recuperación de residuos reciclables en la Región de Antofagasta, 2010.

TIPO DE RESIDUO	(TON/DÍA)	(TON/AÑO)
Papel	3,96	1.445
Chatarra domiciliaria	6,38	2.329
Orgánico	1	365
Vidrio	-	-
Plástico	3,74	1.365
Latas	-	-
Envases tetra	-	-
TOTAL	15,08	5.504

Fuente: Ciudad Saludable (2010).

Los datos regionales sobre reciclaje se obtuvieron a través de la extrapolación de los resultados comunales obtenidos en el estudio realizado por la ONG, Ciudad Saludable (2010) sobre el

vertedero la Chimba, de la ciudad de Antofagasta. En este estudio se calcula un 6,6% de RSD reciclados o reutilizados. La distribución del material recuperado en orden de importancia es: cartón (36%), chatarra (29%), papel (18%) y plástico (17%).

De acuerdo con los resultados, en el año 2010 apenas el 6,4% del total de los RSD se recuperan o fueron reciclados en la Región de Antofagasta. Una cifra extremadamente baja y contraria a los principios de la sustentabilidad. Lo anterior demuestra que un volumen creciente de RSD está siendo dispuesto en depósitos sanitarios, que cada vez requieren mayor superficie de extensión o son definitivamente deficitarios para el tratamiento, minimización y recuperación de residuos.

3.2.5. Variable Alimentos

Un apropiado balance del flujo de alimentos para la Región de Antofagasta, correspondiente al año 2011, requiere fundamentalmente conocer las cifras en toneladas de importación, exportación, producción y consumo. Para ello, la búsqueda se dirigió al Observatorio Regional de SUBDERE. En este nivel institucional se encontró un resumen de las exportaciones según actividad económica y en miles de US\$, pero no existe información expresada según tipo de producto y datos de cantidad (en volúmenes de exportación).

A su vez, se realizó una búsqueda de información en la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). En la página de estadísticas de esta institución y en su informe Indicadores de Seguridad Alimentaria Chile (2011), se encontraron datos de los principales productos alimentarios consumidos, exportaciones e importaciones. No obstante, se enfrentó la dificultad de que no está disponible una clasificación inter e intra-regional del país.

Una dificultad similar a la de FAO se encontró en la base de datos estadísticos del Banco Central de Chile. Es decir, se dispone de información de comercio exterior a nivel nacional y los datos se muestran fundamentalmente en Millones de dólares (FOB).

Ante este nivel informativo, se optó por recurrir a Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), encontrando un amplio insumo de información respecto de productos silvoagropecuarios de exportación por región, expresada en unidades de volumen y también en valores dólares FOB. No obstante, considerando que en esta fuente de información no existen datos relacionados a productos marinos, se consideró necesario realizar una búsqueda paralela en el Servicio Nacional de Aduana. En este caso, se encontró una amplia información relacionada a exportación e importación, pero con el inconveniente de que los datos se expresan fundamentalmente en Millones de dólares (FOB). Pese a esta dificultad, mediante solicitud de información a través de la Ley de Transparencia, se obtuvieron datos de cantidad (en unida-

des de medida), diferenciando la partida arancelaria (código del producto de 8 dígitos⁴); glosa arancelaria (correspondiente al arancel aduaneros 2007 y 2012) y su valor FOB para las exportaciones de los productos originarios de la Segunda Región y las importaciones tramitadas en las aduanas de la misma región. Para las importaciones, la cantidad y unidad de medida es una aproximación a kilos netos, pues no se registra el peso bruto por ítem importado —sólo el de la declaración completa—, caso contrario para las exportaciones, donde sí se dispone del peso bruto por producto.

Sin embargo, los datos otorgados por el Servicio Nacional de Aduanas consideran solamente el año 2006 y el año 2011, lo cual imposibilita realizar un análisis temporal sobre los productos alimenticios exportados. Por otro lado, los datos pertenecientes a ODEPA se encuentran disponibles desde el año 2003 hasta el año 2011.

Después de expuestas las anteriores premisas relacionadas con la ubicación de la cifras requeridas para el AFM y la HE, la Tabla 3.33 muestra la dinámica exportadora de los principales productos agropecuarios en la Región de Antofagasta. Se destaca, en primer lugar, la alta variabilidad de los productos a lo largo del tiempo. En este sentido, productos que en los primeros años de la década pasada tenían una nula cantidad de exportada (como el caso de las manzanas frescas), hoy en día se posicionan como el principal producto agropecuario de la región, exportando un monto de 420 toneladas en el año 2011. Asimismo, otros productos como la carne porcina presentan variaciones interanuales importantes, aspecto que destaca mayoritariamente en el periodo 2008-2009, en el cual el monto de exportación aumentó casi 6 veces con respecto al año anterior.

Es necesario mencionar que la Región de Antofagasta no se caracteriza particularmente por la exportación de productos agrícolas, por el contrario, se trata de la actividad económica que menos porcentaje se refleja en el gasto del PIB – tan sólo un 0,04% para el año 2011 (Banco Central, 2013).

Además, entre los datos del Servicio Nacional de Aduanas y los recopilados a partir de ODEPA se presentan algunas diferencias en cuanto a los valores, sin embargo, estas diferencias no son significativas. Se ha optado por utilizar los datos del Servicio Nacional de Aduanas para la construcción del índice Análisis de Flujo de Materiales (datos del 2011). Tal y como se ha señalado anteriormente, estos datos también contienen información sobre los productos de la pesca, actividad que es considerada igualmente en el cálculo del flujo de materiales. Estos datos se presentan en la Tabla 3.34, lo cual permite evaluar comparativamente sus diferencias.

⁴ La codificación empleada por el SNA no coincide con otras de carácter internacional, como CIIU (Código Internacional Industrial Uniforme), CUCI Rev. 3 (Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional), o SITC (versión en inglés Standard International Trade Classification Rev. 3).

Tabla 3.33: Evolución de los principales productos agropecuarios en la canasta exportadora de Antofagasta, 2003-2011.

PRODUCTO	UNID.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Manzanas Frescas	TN	0,0	22,7	0,0	116,8	159,2	129,2	17,5	110,1	420,4
Uvas frescas	TN	0,0	0,0	3,1	22,7	44,9	486,4	277,5	131,1	205,4
Carne Porcina	TN	24,0	70,1	48,0	24,0	139,3	19,0	112,0	68,0	178,0
Vinos	TN	19,1	91,1	45,4	67,0	108,7	92,1	134,3	253,2	150,7
Carne aviar	TN	0,0	44,5	64,5	24,0	0,0	64,1	94,9	514,6	85,0
Naranjas	TN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,7
Cerezas frescas	TN	0,0	0,0	0,0	1,3	2,6	23,1	27,7	2,7	69,8
Peras	TN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	10,9	30,4	59,7
Ciruelas	TN	0,0	0,0	18,5	50,1	78,0	48,8	4,3	36,5	26,0
Nectarines	TN	0,0	0,0	0,0	7,5	37,5	9,2	29,0	7,9	23,0
Arándanos	TN	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	41,7	15,7
Los demás vinos	TN	3,1	0,0	228,8	10,8	0,0	8,1	0,0	20,9	14,4
Duraznos	TN	0,0	0,0	18,1	8,4	49,7	11,5	22,8	10,6	14,3
Manzanas Secas	TN	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
Mermeladas	TN	0,0	0,0	0,0	226,0	38,2	0,0	19,1	19,1	0,9
Paltas	TN	0,0	0,0	0,0	397,7	248,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Néctar y Jugo de manzana	TN	0,0	92,5	161,3	194,8	0,0	0,0	207,1	19,6	0,0
Nueces	TN	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Frutillas	TN	0,0	48,0	0,0	54,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cebollas	TN	0,0	0,0	0,0	172,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Miel	TN	0,0	0,0	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pasas	TN	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	20,9	0,0	0,0	0,0
Ciruelas Secas	TN	0,0	0,0	18,5	10,1	0,0	0,0	28,5	55,0	0,0
Frambuesas y moras	TN	0,3	26,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	43,0	0,0
Kiwis	TN	0,0	0,0	0,0	0,0	52,8	82,0	44,5	22,4	0,0
Pimientos	TN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	25,0	0,0	0,0
Jugos de tomate	TN	0,0	383,5	458,5	0,0	45,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia en base a (Odepa, 2013a).

Tabla 3.34: Montos de exportaciones para el año 2006 y 2011, Base de Aduanas Chile.

ALIMENTOS	2006 (TON)	2011 (TON)
Carne porcina	25,347	242,37
Carne Aviar	50,959	165,435
Peces	1.760,84551	1.611,33
Moluscos y mariscos	68,257	29,621
Miel	22,581	0
Cebollas	176,68	0
Oleaginosas (Nueces)	14,338	0
Paltas	428,0116	0
Naranjas	0	71,259
Uvas	25,86	221,062
Manzanas	127,96	492,682
Cerezas	1,465	2,2
Nectarines	29,908	69,78
Frutillas y frambuesas	60,4478	0
Mermeladas y Jaleas	245,159	41,383
Bebidas (Jugos y Vinos)	15.315,4535	11.820,15

Fuente: Aduanas Chile (2013)⁵.

Tal como ocurre en el caso de otras variables analizadas, las importaciones que se realizan a nivel regional no son objeto de las estadísticas. Para ello, una de las aproximaciones posibles de realizar es a través de los registros de ingreso generados por Aduanas Chilenas, los cuales sólo consideran el punto de entrada de la mercancía, sin considerar el destino final de la importación, por lo tanto, no es posible determinar si esos flujos que arriban a una región en particular finalmente son utilizados en dicha región o remitidas hacia otras regiones del país.

Además, los movimientos de mercancías a nivel inter-regional tampoco son contabilizados dentro de los flujos de la Segunda Región, por lo cual existen productos provenientes de otras regiones que tienen por destino la Región de Antofagasta, como también productos que salen de esta región con destino a otras del país que no son recogidos por las estadísticas nacionales.

Lo anterior obligó al diseño de otra aproximación para la obtención, con un grado válido de certeza, de información relacionada al consumo y producción de alimentos dentro de la Segunda Región.

⁵ La información de esta tabla ha sido solicitada a través de la Ley 20.285 sobre transparencia y acceso a la información pública.

Para consumo, la búsqueda se realizó en primer lugar en ODEPA. En esta institución se encontró un detalle de los productos alimenticios consumidos en kg/hab para la última década. No obstante, la información no está desagregada a nivel regional. Un problema similar ocurrió en el caso del Ministerio de Salud (Encuesta Nacional de Consumo Alimentario Chile 2010-2011) donde los datos se encuentran agrupados en función a Macrozonas. Finalmente, se recurrió al Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN); no obstante, se enfrentó con la ausencia de información disponible en su página web. Finalmente y frente a este escenario, se optó por realizar una aproximación para el consumo a partir de los datos de ODEPA, con una extrapolación al número de habitantes de la Segunda Región. Este método incurre en amplias generalidades de la información con la cual se cuenta; sin embargo, no existe a la fecha algún estudio que haya confirmado los niveles de consumo de alimentos para la Región de Antofagasta.

Para la producción y rendimiento de cultivos alimenticios para la Segunda Región, ODEPA e INE disponen de estadísticas, fundamentalmente, a nivel nacional y algunas a escala regional. En el caso de la primera fuente de información, los datos tienen una cobertura de la Cuarta a la Décima Región. Para el caso de la segunda fuente de información, el Anuario agropecuario de 2010 informa que desde el año agrícola 2006/2007 la Segunda Región está agrupada a otras regiones bajo el denominativo “resto país”, lo cual hace deducir que es muy restringida la producción de alimentos dentro de la región, ante la poca variedad de estadísticas disponibles.

95

Esta deducción es ratificada por la Comisión Nacional de Riego (CNR) que en su informe titulado ‘Diagnóstico y propuesta de fomento a la agricultura regada en la Segunda Región’ (2000; p. 193) da a conocer que “la producción agropecuaria de la Segunda Región es mínima en relación al consumo regional (...). En el mercado de Calama, se estima que un 5% de la producción proviene de la Segunda Región, llegando el resto de la Región de Tarapacá (20%), de la III Región (2%), de la IV Región (50%), y el resto de las regiones (V y más al sur). La producción proveniente de la región, en el caso de Antofagasta, es menos que la cifra señalada de 5% para Calama”.

Sin embargo, se ha obtenido una aproximación sobre los niveles de producción de alimentos para la Región de Antofagasta a partir del Censo Agropecuario del año 2007, la cual contiene estadísticas sobre la producción de cereales, leguminosas y tubérculos exclusivamente para la Región de Antofagasta. Para el caso de las hortalizas y los frutales, la estadística del Censo Agropecuario contiene las hectáreas plantadas por especie, superficie que posteriormente fue multiplicada por los factores de rendimiento calculados por Odepa (2013b) para otras regiones del país, utilizando principalmente los rendimientos de las regiones de Atacama y Coquimbo. En algunos casos, se han utilizado los factores de rendimiento de estos cultivos considerando los valores existentes para la Región Metropolitana. En este sentido, no se contaba con otros factores de rendimiento específico y más cercano al sitio de la Región de Antofagasta.

Asimismo, en los casos del apio, lechuga y choclo ha sido necesaria la utilización de un peso promedio de cada uno de estas hortalizas, datos obtenidos a partir de las “Tablas de Peso Bruto Promedio de Hortalizas” (López & Romo, S.A., s.f.).

La Tabla 3.35 muestra la producción agrícola de la Región de Antofagasta. Cabe destacar que la información estadística está sólo disponible para el año 2007, ya que, tal y como se ha señalado anteriormente, el anuario hortícola considera a la Región de Antofagasta como “resto de las regiones” dada su poca participación en el contexto nacional.

Tabla 3.35: Canasta de productos agrícolas de la Región de Antofagasta, 2007.

ESPECIE (2007)	SUPERFICIE (HÁ)	RENDIMIENTO	PRODUCCIÓN (QQM)	PRODUCCIÓN (TN)	FUENTE RENDIMIENTO	AÑO RENDIMIENTO
CEREALES LEGUMINOSAS Y TUBÉRCULOS						
Cebada forrajera (grano seco)	11,72	41,38	12	1,2	II Región	2007
Centeno (grano seco)	8,24	24,17	29	2,9	II Región	2007
Maíz (grano seco)	942,89	26,53	4046	404,6	II Región	2007
Papa	248,68	47,66	214	21,4	II Región	2007
Quínoa	88,59	9	69	6,9	II Región	2007
Trigo blanco	165,66	15,15	270	27,0	II Región	2007
Trigo candeal	36,27	13,64	33	3,3	II Región	2007
HORTALIZAS						
Acelga	3,64	2,4		8,7	RM	
Ajo	12,76	6,44		82,2	III Región	2008
Albahaca	0,58					
Apio	0,46	5,277		2,4	IV región	2008
Betarraga	3,07	26,67		81,9	RM	
Cebolla temprana	0,85	24,59		20,9	III Región	2008
Choclo	158,23	13,9185		2202,3	III Región	2008
Cilantro	3,29					
Coliflor	1	5,19		5,2	RM	
Espinaca	0,99	12		11,9	RM	
Haba	21,17	9		190,5	RM	
Lechuga	8,87	17,9869		159,5	III Región	2008
Perejil	1,3					
Rábano o Nabo	1,14					
Tomate consumo fresco	0,16	61,57		9,9	III Región	2008
Zanahoria	109,62	30,63		3357,7	III Región	2009
Zapallo temprano y de guarda	0,53	16,64		8,8	III Región	2008

ESPECIE (2007)	SUPERFICIE (HÁ)	RENDIMIENTO	PRODUCCIÓN (QPM)	PRODUCCIÓN (TN)	FUENTE	AÑO
FRUTALES						
Chirimoyo	3,99					
Ciruelo japonés	14,78	17,31		255,8	Nacional	2005
Damasco	6,33	11,37		72,0	Nacional	2005
Higuera	2					
Huerto casero	908,03					
Limonero	62,14	22,79		1416,2	Nacional	2005
Manzano rojo	14,18	37,34		529,5	Nacional	2005
Manzano verde	22,09	37,34		824,8	Nacional	2005
Membrillo	86					
Naranja	45,39	17,02		772,5	Nacional	2005
Níspero	2,49					
Olivo	123,84	4,53		561,0	Nacional	2005
Otros frutales	98,26					
Palto	10,58	5,99		63,4	Nacional	2005
Peral europeo	135,03	30,24		4083,3	Nacional	2005
Tuna	28,11	7,3		205,2	RM	
Uva de mesa	40,98	22,57		924,9	RM	

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2007); (Odepa, 2013b); (López & Romo, S.A.)⁶.

La producción de la carne se obtuvo a partir de las estadísticas elaboradas por Odepa (2013c), las cuales contienen información desde el año 2004 hasta el año 2009.

Tabla 3.36: Beneficio en toneladas de carne en vara, 2004-2009.

AÑO	REGIÓN	OVINOS	PORCINOS	EQUINOS	CAPRINOS	TOTAL
2004	Antofagasta	77,40	23,50	0,00	2,20	103,10
2005	Antofagasta	59,83	13,23	0,20	2,53	75,79
2006	Antofagasta	48,70	13,18	0,00	5,28	67,16
2007	Antofagasta	31,69	19,95	0,00	0,02	51,66
2008	Antofagasta	15,84	16,22	0,00	0,00	32,06
2009	Antofagasta	0,50	0,14	0,00	0,15	0,79

Fuente: (Odepa, 2013c).

⁶ Para el caso de los alimentos "Albahaca", "Cilantro", "Perejil" y "Rábano", no ha sido posible encontrar factores de rendimiento que permitan calcular los montos de producción finales. Sin embargo, se cuenta con el monto de las hectáreas destinadas para este tipo de cultivos.

De esta manera, la tendencia de la producción de carne en vara para cada una de las especies que se muestran en la Tabla 3.36, es hacia la reducción de la producción. Del mismo modo, ya en el año 2009 la producción de carne no alcanza ni siquiera la tonelada, lo cual demuestra la decadencia de este sector para la producción dentro de la Segunda Región en particular.

Los productos marinos son otros de los alimentos que son explotados en la Región de Antofagasta, y de los cuales algunos de ellos son materia de exportación tal y como se analizará en el flujo de esta variable.

Las estadísticas para este ítem en particular han sido obtenidas con base en los registros de desembarques pesqueros realizados en los puertos de la región (artesanales e industriales), datos que tiene a disposición SERNAPESCA (2013). Cabe destacar que estos datos se refieren a la totalidad de los desembarques realizados. Pese a que es posible obtener los datos completos sobre todas las especies que han sido desembarcadas en los puertos respectivos, se ha optado por la obtención de la información consolidada de acuerdo a las distintas especies.

La Tabla número 3.37 muestra los datos de producción consolidados, entendidos éstos como desembarques de productos marinos.

Tabla 3.37: Desembarques de productos marinos de la Región de Antofagasta, 2002-2011.

DESEMBARQUE TOTAL (TON)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total Algas	2.862	34.702	636.990	49.011	70.403	52.699	63.916	59.692	44.743	68.120
Total Peces	258.486	196.787	329.699	202.992	68.488	126.833	123.614	105.800	194.365	153.289
Total Moluscos	2.794	2.987	3.735	4.375	7.967	2.020	1.987	2.751	2.680	3.971
Total Crustaceos	4	73	99	54	710	25	16	24	121	111
Total Otras Especies	2.416	5.085	4.617	1.655	1.310	1.113	297	135	201	257
TOTAL GENERAL	293.562	239.634	401.849	258.087	148.878	182.690	189.830	168.402	242.110	225.748

Fuente: Elaboración propia con base en (SERNAPESCA, 2013).

En primer lugar, es posible apreciar la variabilidad que presentan los datos a lo largo de la serie temporal. Sin embargo, los desembarques de peces han contenido gran parte de los productos desembarcados en la región, siendo para el año 2011 el 67% de los desembarques de productos marinos totales. En segundo lugar, las algas se posicionan como otra de las especies extraídas en la zona, pero que a su vez tienen otros usos como los cosméticos y la fabricación de productos químicos, no necesariamente relacionados con la industria alimentaria.

3.2.6. Variable Transporte

Para esta variable generalmente se incorporan tanto los modos de transporte motorizado como los no motorizados, y dentro de la primera categoría se profundiza en público, privado, aéreo, de carga y ferroviario, las cuales permiten calcular la cantidad anual, para este caso el año 2011, de las emisiones totales de CO₂ en la Segunda Región de Chile.

Es conveniente iniciar la estimación de las cifras desde lo macro hacia lo micro, y también identificar las posibles variaciones en un periodo de tiempo determinado, que en el caso del presente estudio está comprendido entre 2002 y el año 2011: Para ello, se abordan inicialmente los datos de longitud de carreteras, balance del parque automotor, encuestas origen-destino, entre otros, antecedentes siempre sujetos a la disponibilidad de publicaciones oficiales y privadas, que permitan establecer los datos específicos para el AFM y la HE.

Los documentos básicos para la elaboración de este ítem fueron las publicaciones estadísticas denominadas “Parque de vehículos en circulación de 2002 y 2011” preparadas por el INE. Además, se realizó un procedimiento particular e inédito hasta la fecha para calcular el índice de km/pas de la Región de Antofagasta para el transporte urbano a partir de las Encuesta Origen Destino disponibles, es decir, para Calama del año 2010 y para Antofagasta del año 2011.

La visión macro de la variable transporte muestra, según Morales y Ahumada (s.f), que la red caminera en la Segunda Región en el año 2001 estaba constituida por 5.591 km, que de acuerdo al tipo de carpeta de rodadura se desglosaba de la siguiente manera: en ripio 1.244,41 Km, en tierra 2.678,35 km, en hormigón 0,83 km, y en asfalto 1.667,29 km. Para el año 2009 dichas cifras variaron así, según MOP (2010): doble calzada en asfalto 50,16 km, en ripio 556,48 km, en tierra 2.661,91 km, en hormigón 0,90 km, en asfalto 1.780,54, y en solución básica 614,86 km, para un total de 5.665 km. Por último, vale destacar que Antofagasta cuenta con 10 kilómetros de calzada diseñada especialmente para los ciclistas, entre la Costanera Central y el paso bajo nivel de La Chimba (Artelia, 2011), con interrupciones frente al puerto (550 metros) y la Municipalidad (800 metros).

El transporte aéreo se emplea para el movimiento de carga y pasajeros. Existe aeropuerto en las ciudades de Antofagasta (Cerro Moreno) y Calama (El Loa), y también se cuenta con canchas de aterrizaje en Tocopilla, Taltal y San Pedro de Atacama. En cuanto al sistema ferroviario, el trayecto que une la ciudad de Antofagasta con la de Oruro en la República de Bolivia, pasa por los puntos intermedios de Baquedano, Calama y Ollagüe. El transporte marítimo se utiliza principalmente para el traslado de carga desde y hacia la región; los principales puertos son los de Antofagasta, Tocopilla y Mejillones.

En cuanto al parque automotor, según INE (2012f), la Región de Antofagasta en 2011 tenía el 3,6% de los vehículos en circulación del país, 125.562 motorizados (96,4%) y 4.543 no-motorizados (3,6%). En contraste, para el 2002 la Segunda Región tenía el 3,8% del total de los vehículos en circulación del país, 82.053 motorizados y 3.287 no motorizados, es decir, en los nueve años se incrementó el motorizado en 43.509 vehículos y el no-motorizado en 1.256 vehículos. En la Tabla 3.38 se desagrega el parque automotor por provincias y comunas de la Región de Antofagasta.

Tabla 3.38: Parque automotor de la Región de Antofagasta.

PARQUE AUTOMOTOR EN LA II REGIÓN	2002	2011
Provincia de Antofagasta	47.097	77.565
Antofagasta	42.846	65.497
Mejillones	1788	3.946
Sierra Gorda	1.504	5.319
Taltal	959	2.803
Provincia Loa	34.090	46.613
Calama	33.236	43.877
Ollagüe	157	28
San Pedro de Atacama	697	2.708
Provincia Tocopilla	4.153	5.927
Tocopilla	2.588	3.964
María Elena	1.565	1.963
REGIÓN DE ANTOFAGASTA	85.340	130.105

Fuente: Elaboración propia, con base en INE (2003) y (2012).

En cuanto al parque automotor de la Región de Antofagasta, desagregado por tipo de vehículo, se destaca la disminución del transporte colectivo (1.095 vehículos menos, principalmente en Taxis básico, colectivo y turismo) y el aumento rotundo en el transporte particular (42.599 vehículos adicionales, principalmente en automóviles y camionetas). Ver Tabla 3.39.

Tabla 3.39: Parque automotor desagregado por tipo de vehículo para la Segunda Región.

PARQUE AUTOMOTOR II REGIÓN	2002	2011
Transporte Particular	66.831	109.430
Automóvil y Station wagon	38.591	70.961
Jeep	2.683	3.306
Furgón	2.319	2.247
Minibus	1.566	1.686
Camioneta	20.042	28.372
Motocicletas y similares	861	1.796
Otros con motor y sin motor	769	1.062
Transporte Colectivo	8.706	7.611
Taxi básico, colectivo y turismo	5.799	4.543
Taxi bus	417	-
Mini-bus (Transp. Colectivo, escolar, otros)	990	992
Bus (Transp. Colectivo, escolar y otros)	1.500	2.076
Transporte de Carga	9.803	13.064
Camión simple	4.620	5.812
Tracto-camión	1.764	2.666
Tractor agrícola	24	19
Otros con motor	876	1.047
Remolque, semi-remolque	2.519	3.520
TOTAL	85.340	130.105

Elaboración propia. Fuente: INE (2003); INE (2012f).

Los requerimientos en el AFM y la HEL exigen el cálculo de la cantidad de km/pas en función de la cual se proyectan las emisiones de CO₂ asociadas al transporte, en cada una de sus categorías. Dichos datos no se deben valorar según el parque automotor o motorizado completo (incluyendo aviones y trenes), porque esta infraestructura de la Segunda Región no está en movimiento al mismo tiempo, ni durante las 24 horas del día (León, 2006); por ello se requiere convertir estas cifras macro a una unidad de medida más cercana a la realidad, km/pas. De este modo se llega al análisis micro de transporte y se inicia por el transporte urbano de la Región de Antofagasta.

3.2.6.1 Km/pas en transporte motorizado (público y privado urbano) y no motorizado (caminata y bicicleta) de la Segunda Región

No se tienen disponibles para la Región de Antofagasta las cifras de km/pas para el transporte público y privado. Para subsanar dicha falencia se intenta a continuación, mediante las Encuestas Origen Destino (EOD) de viajes de Calama y Antofagasta, 2010 y 2011 respectivamente, una aproximación útil para los índices AFM y HEL.

Para Calama, se parte del Estudio “Actualización Diagnóstico del STU de la Ciudad de Calama (2010)” que el Ministerio de Planificación, a través del Programa de Vialidad y Transporte Urbano: SECTRA, contrató a la empresa Suroeste Consultores Ltda., que comprende entre otros aspectos la realización de una nueva encuesta de viajes en hogares y la recalibración del Modelo de Transporte.

Para Antofagasta, se parte del Estudio “Actualización Diagnóstico del S.T.U. de la Ciudad de Antofagasta (2011)”, realizado por la empresa TRASA Ingeniería Ltda., y contratado por el Ministerio de Transporte y su Programa de Vialidad y Transporte Urbano: SECTRA; para proveer a la ciudad del plan de desarrollo y gestión de su sistema de transporte urbano que por una parte, cumpla con la adecuada fundamentación técnica y rentabilidad social y, por otra, esté en concordancia con el desarrollo urbano de Antofagasta.

Es preciso anotar que las EOD no entregan datos específicos de km/pas en cada uno de los modos de transporte, pero sí proporciona los elementos necesarios para hacer los cálculos correspondientes y suplir las necesidades de la investigación mediante una táctica original que se explica a continuación.

El presente estudio asume que dichos cálculos sólo involucran dos de las tres provincias de la región, y sólo dos de las nueve comunas (Antofagasta y Calama). Sin embargo, se considera que son representativos de la situación que predomina en la Segunda Región en cuanto a la variable transporte, por estar concentrado en estas dos comunas el 87% de la población total de la región y el 84% del parque automotor.

El procedimiento aplicado para ambos cálculos de km/pas se describe paso a paso, de conformidad con la transparencia propuesta en la metodología del estudio.

Los datos originales fueron obtenidos de las encuestas aplicadas por la Consultora Suroeste Ltda. en Calama, los días laborales: martes 11, miércoles 12, jueves 13 y martes 18 de agosto de 2009; para fin de semana: sábado 8, domingo 9, sábado 22 y domingo 23 de agosto de 2009. Y para Antofagasta, por la consultora TRASA Ingeniería, entre agosto y octubre de 2010, tanto para días laborales como fines de semana. Por lo tanto, la mues-

tra es coherente por la vigencia de los datos respecto al periodo elegido para la presente investigación, año 2011.

Calama:

1. Las cifras base para el parámetro km/pas de Calama se muestran en las Tablas 3.40, 3.41 y 3.42.

Tabla 3.40: Resumen del número de viajes diarios en Calama, según modo de transporte.

MODO DE TRANSPORTE	NÚMERO DE VIAJES
T. Privado	161.819
T. Público	112.416
Caminata	133.092
Bicicletas	6.426
Otros	2.593
TOTAL	416.346

Fuente: Elaboración propia, con base en Suroeste Consultores Limitada (2010).

103

Al considerar todos los viajes de un día típico laboral (Tabla 3.40) se destaca la importante participación del automóvil particular (38,9%), seguida del modo caminata (32%) y taxi colectivo (13,7%).

Tabla 3.41: Partición modal diaria: viajes en todos los modos de Calama.

	TRABAJO	ESTUDIO	OTRO	TOTAL	%
Auto Chofer	12.187	773	69.948	82.907	19,9%
Auto Acompañante	5.181	19.112	54.619	78.912	19,0%
Taxi Colectivos	8.407	7.037	41.655	57.099	13,7%
Buses-Taxibus	2.867	9.498	36.946	49.311	11,8%
Taxi Básico o Radiotaxi	181	0	1.055	1.236	0,3%
Bus (particulares)	1.612	1.178	3.216	6.006	1,4%
Caminata	6.522	16.382	110.189	133.092	32,0%
Bicicletas	1.813	297	4.316	6.426	1,5%
Otros	327	154	876	1357	0,3%
TOTAL	39.095	54.431	322.820	416.346	100%

Fuente: Suroeste Consultores Limitada (2010).

Tabla 3.42: Resumen del origen y atracción de viajes diarios en Calama, según matriz y propósito de viaje.

	NÚMERO TOTAL DE VIAJES	ESTUDIO	TRABAJO	OTRO	ATRACCIÓN DE LOS VIAJES
Nor Poniente	136.815	17.386	13.291	106.137	136.661
Nor Oriente	59.619	9.665	4.585	45.369	59.872
Poniente	73.287	11.460	10.394	51.433	73.189
Centro	75.137	3.798	4.076	67.264	75.150
Oriente	17.206	3.946	1.681	11.579	17.223
Sur Poniente	54.282	8.177	5.068	41.037	54.251
TOTAL	416.346	54.432	39.095	322.819	416.346
		416.346			

Fuente: Elaboración propia, con base en Suroeste Consultores Limitada (2010).

1. Los principales conceptos utilizados en esta sección son: viaje (cualquier desplazamiento de una persona por la vía pública, desde un lugar de origen a uno de destino); modo de transporte (público, privado, bicicleta, caminata, entre otros); matriz de viaje (distribución de los orígenes de viajes —generación— y destinos de viajes —atracción—); y propósito de viaje (objetivo de la movilización, estudio, trabajo, otros) SECTRA (2006).

También se retoman los conceptos de transporte público y transporte privado que no están relacionados con la propiedad del vehículo, o sea, el Estado o un particular se asocia con la posibilidad de acceder al servicio. Así, el transporte público es aquel al que cualquier persona puede acceder sin restricción, excepto por condiciones de saturación o tarifa, y cuenta normalmente con itinerario (recorrido y frecuencia) y tarifa establecidas. El transporte privado es todo lo contrario, tiene acceso su propietario o está restringido a un determinado grupo. Existen situaciones complejas; por ejemplo, el taxi es transporte público, pero una vez ocupado cambia su condición a privado (León, 2006).

2. Con base en la expresión matemática $e = v \cdot t$: Espacio (e) es igual a velocidad (v) por tiempo (t), fue posible calcular la distancia que se recorre en cada modo de transporte, como se muestra en la Tabla 3.43.

Se concluye que un viaje realizado en transporte público, en un día laboral de temporada normal, tiene una distancia promedio de 11,4 km; y en transporte privado 10,3 km; en bicicleta 1,9 km; y en caminata 1,2 km.

3. A partir del total de los viajes (Tabla 3.40) motorizados (público y privado) y no motorizados (bicicleta y caminata), descartando ‘otros’, que corresponden al 0,30% del total de viajes,

Tabla 3.43: Distancia promedio recorrida en cada viaje de Calama, realizado en cada modo de transporte.

	VELOCIDAD PROMEDIO (KM/H)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)	DISTANCIA PROMEDIO (KM)
T. Privado	36,4	17	10,3
Taxi-Colectivo	31,3	23	12,0
Bus urbano (taxibus)	23,9	27	10,8
Bicicleta	6,0	19	1,9
Caminata	4,0	18	1,2

Fuente: Elaboración propia, con base en Suroeste Consultores Limitada (2010)

y con base en cada una de las distancias promedio recorridas (Tabla 3.42), se procedió a calcular el kilometraje total de los viajes realizados en las macrozonas identificadas para Calama. Ver Tabla 3.44.

Tabla 3.44: Total de kms. recorridos en Calama en un día laboral, según modo de transporte y propósito del viaje.

	VIAJES TRABAJO	KM TRABAJO	VIAJES ESTUDIO	KM ESTUDIO	OTROS VIAJES	KM OTROS	TOTAL VIAJES	TOTAL KMS
Auto Chofer	12.187	125.526	773	7.962	69.948	720.464	82.907	853.942
Auto Acompañante	5.181	53.364	19.112	196.854	54.619	562.576	78.912	812.794
Taxi Colectivos	8.407	100.884	7.037	84.444	41.655	499.860	57.099	685.188
Buses-Taxibus	2.867	30.964	9.498	102.578	36.946	399.017	49.311	532.559
Taxi Básico o Radiotaxi	181	2.172	0	0	1.055	12.660	1.236	14.832
Bus (particulares)	1.612	17.410	1.178	12.722	3.216	34.733	6.006	64.865
Caminata	6.522	7.826	16.382	19.658	110.189	132.227	133.092	159.710
Bicicletas	1.813	3.445	297	564	4.316	8.200	6.426	12.209
Otros	327		154		876		1.357	
TOTAL	39.096	341.591	54.431	424.783	322.820	2.369.737	416.346	3.136.099

Fuente: Elaboración propia, con base en Suroeste Consultores Limitada (2010).

Del total 3'136.099 km, se puede concluir que se recorren 1'666.736 km en transporte privado, 1'297.444 km en transporte público, 159.710 km en caminata y 12.209 km en bicicleta durante un día laboral en temporada normal, en la ciudad de Calama. Lo anterior permite calcular un promedio per cápita de 22,9 km con base en el total de la población

urbana de Calama, y equivalentes al acumulado de tres viajes diarios de cada persona, según la EOD (2010).

4. Partiendo de la premisa de que las emisiones son producidas por los vehículos y no por el pasajero (León, 2006), se incorpora en el procedimiento la tasa de ocupación. Esto con el objeto de conseguir la cantidad real de kilómetros recorridos por el transporte público y por el transporte privado, en un día laboral de temporada normal en la ciudad de Calama. Así, Tasa de Ocupación de los vehículos privados, 1,8 personas; 16,09 para buses; y 3,29 para taxis colectivos; cifras obtenidas con base en el EOD 2010.

En consecuencia, se obtuvo la Tabla 3.45, la cual permite concluir que en un día laboral de temporada normal se recorren 1'358.117 Km, de los cuales 925.970 km corresponden a los vehículos privados, cifra que contrasta drásticamente con los 260.226 Km que recorren, en conjunto, todos los vehículos del transporte público. Es obvio que tal diferencia está propiciada por la tasa de ocupación, por lo cual deberían enfocarse las estrategias de transporte en la ciudad de Calama hacia la utilización del transporte público para acercarse a un modelo de desarrollo más sustentable.

Tabla 3.45: Total de kms. recorridos en Calama en un día, según modo de transporte y propósito del viaje, aplicando Tasas de Ocupación.

	KM TRABAJO	KM ESTUDIO	KM OTROS PROPÓSITOS	TOTAL
Auto Chofer	69.737	4.423	400.258	474.418
Auto Acompañante	29.647	109.363	312.542	451.552
Taxi Colectivos	30.664	25.667	151.933	208.264
Buses-Taxibus	1.924	6.375	24.799	33.099
Taxi Básico o Radiotaxi	2.172	0	12.660	14.832
Bus (particulares)	1.082	791	2.159	4.031
Caminata	7.826	19.658	132.227	159.712
Bicicletas	3.445	564	8.200	12.209
TOTAL	146.497	166.842	1.044.778	1.358.117

Fuente: Elaboración propia, con base en Suroeste Consultores Limitada (2010).

Desafortunadamente, no fue posible expandir el procedimiento para los días sábado y domingo de la temporada normal, y tampoco para los días de la temporada estival, ya que los informes técnicos disponibles de la EOD no publican dichas estadísticas específicas.

Antofagasta:

1. Las cifras base para el parámetro km/pas de Antofagasta se muestran en las Tablas 3.46, 3.47 y 3.48.

Tabla 3.46: Resumen del número de viajes diarios en Antofagasta, según modo de transporte.

MODO DE TRANSPORTE	NÚMERO DE VIAJES
T. Privado	292.094
T. Público	290.643
Caminata	235.352
Bicicletas	2.711
Otros	10.684
TOTAL	831.484

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

Al considerar todos los viajes de un día típico laboral se destaca la importante participación del automóvil particular (35,13%), seguida del modo caminata (28,31%) y bus-taxibus (24,19%).

107**Tabla 3.47:** Partición modal diaria: viajes en todos los modos de Antofagasta.

MODO	PROPÓSITO			NÚMERO DE VIAJES
	TRABAJO	ESTUDIO	OTRO	
Auto chofer	62.855	4.038	88.530	155.424
Auto acompañante	30.454	43.838	62.378	136.670
Taxi colectivo	26.781	8.137	39.456	74.374
Bus-taxibus	53.461	72.293	75.372	201.126
Taxi básico o radiotaxi	263	0	1.344	1.607
Bus (particular)	4.876	370	301	5.547
Bus Interprovincial	6.679	235	482	7.396
Transporte escolar	353	79	160	593
Caminata	27.694	68.422	139.236	235.352
Bicicleta	1.104	175	1.432	2.711
Otro	74	10.411	200	10.684
TOTAL	214.594	207.998	408.891	831.484

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

Tabla 3.48: Resumen del origen y atracción de viajes diarios en Antofagasta.

MACROZONA DE ORIGEN	VIAJES GENERADOS		TOTAL	%
	HACIA ZONAS INTERNAS	HACIA ZONAS EXTERNA		
1. Centro	82.807	83.743	166.550	20
2. Centro Sur	28.807	56.363	85.170	10,2
3. Centro Norte	27.912	18.449	46.361	5,6
4. Centro Oriente	38.266	28.443	66.709	8
5. Industrial	15.637	9.972	25.609	3,1
6. Oriente	180.712	63.782	244.494	29,4
7. Norte	76.016	47.775	123.791	14,9
8. Sur	19.669	38.217	57.886	7
9. La Portada	0	0	0	0
10. Sur Oriente	0	0	0	0
11. Coloso	95	243	338	0
12. Externa	7.372	7.204	14.576	1,8
TOTAL	477.293	354.191	831.484	100

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

Tabla 3.49: Distancia promedio recorrida en cada viaje, realizado en cada modo de transporte en Antofagasta.

MEDIO DE TRANSPORTE	VELOCIDAD PROMEDIO (KM/H)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)	DISTANCIA PROMEDIO (KM)
T. Privado	36,9	21	12,9
Taxi-Colectivo	31,9	25	13,3
Bus-taxibus	23,3	31	12,0
Bicicleta	6,0	19	1,9
Caminata	5,0	13	1,1

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

2. Al igual que en el ejercicio de la ciudad de Calama, los principales conceptos utilizados en esta sección son: viaje (cualquier desplazamiento de una persona por la vía pública, desde un lugar de origen a uno de destino); modo de transporte (público, privado, bicicleta, caminata, interprovincial, entre otros); matriz de viaje (distribución de los orígenes de viajes –generación– y destinos de viajes –atracción–); y propósito de viaje (objetivo de la movilidad, estudio, trabajo, otros), SECTRA (2006).
3. Con base en la expresión matemática $e = v * t$: Espacio (e) es igual a velocidad (v) por tiempo (t), fue posible calcular la distancia que se recorre en cada modo de transporte, como se muestra en la Tabla 3.49.

Se concluye que un viaje realizado en transporte público, en un día laboral de temporada normal, tiene una distancia promedio de 12,7 km; y en transporte privado 12,9 km; en bicicleta 1,9 km; y en caminata 1,1 km.

4. A partir del total de los viajes (Tabla 3.46) motorizados (público y privado) y no motorizados (bicicleta y caminata), descartando ‘otros’, ‘bus interprovincial’ y que corresponden al 1,28% del total de viajes, y con base en cada una de las distancias promedio recorridas (Tabla 3.48), se procedió a calcular el kilometraje total de los viajes realizados en Antofagasta por propósito y según cada modo de transporte. Ver Tabla 3.50.

Tabla 3.50: Total de kms. recorridos en Antofagasta en un día laboral, según modo de transporte y propósito del viaje.

MODO	VIAJES TRABAJO	KM TRABAJO	VIAJES ESTUDIO	KM ESTUDIO	VIAJES OTRO	KM OTROS PROPÓSITOS	TOTAL KM POR MODO
Auto chofer	62.855	810.892	4.038	52.094	88.530	1.142.126	2.005.112
Auto acompañante	30.454	392.887	43.838	565.554	62.378	804.739	1.763.180
Taxi colectivo	26.781	355.629	8.137	108.053	39.456	523.943	987.625
Bus-taxibus	53.461	643.581	72.293	870.287	75.372	907.353	2.421.222
Taxi básico o radiotaxi	263	3.492	0	0	1.344	17.847	21.340
Bus (particular)	4.876	119.462	370	9.065	301	7.375	135.902
Transporte escolar	353	5.119	79	1.146	160	3.920	10.184
Caminata	27.694	30.002	68.422	42.744	139.236	150.839	223.585
Bicicleta	1.104	2.098	175	333	1.432	2.721	5.151
TOTAL KM	207.841	2.363.162	197.352	1.649.275	408.209	3.560.862	7.573.299

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

Del total 7´573.299 km, se puede concluir que se recorren 3´768.292 km en transporte privado, 3.576.272 km en transporte público, 223.585 km en caminata y 5.151 km en bicicleta durante un día laboral en temporada normal, en la ciudad de Antofagasta. Lo anterior permite calcular un promedio per cápita de 14 km por viaje al hacer el cálculo con el total de la población urbana de Antofagasta, para lo cual hay que considerar el dato de 3,01 viajes diarios de cada persona, según la EOD (2011).

5. Aplicando una vez más la premisa de que las emisiones son producidas por los vehículos y no por el pasajero (León, 2006), se incorpora en el procedimiento la tasa de ocupación. Esto con el objeto de conseguir la cantidad real de kilómetros recorridos por el transporte público y por el transporte privado, en un día laboral de temporada normal en la ciudad de Antofagasta. Así, la Tasa de Ocupación de los vehículos privados es 1,6 personas; 16,19 para taxibus; 1,35 para taxis colectivos; cifras obtenidas con base en el EOD 2011.

En consecuencia, se obtuvo la Tabla 3.51, la cual permite concluir que en un día laboral de temporada normal se recorren 3´487.403 km, de los cuales 2´355.182 km corresponden a los vehículos privados, cifra que contrasta drásticamente con los 903.485 km que recorren, en conjunto, todos los vehículos del transporte público. Es obvio que tal diferencia está propiciada por la tasa de ocupación, por lo cual se reitera que en la Segunda Región, específicamente en la ciudad de Antofagasta, deben enfocarse las estrategias de transporte hacia la utilización del transporte público para acercarse a un modelo de desarrollo más sustentable.

110

Tabla 3.51: Total de kms. recorridos en Antofagasta en un día, según modo de transporte y propósito del viaje, aplicando tasas de ocupación.

MODO	KM TRABAJO	KM ESTUDIO	KM OTROS PROPÓSITOS	TOTAL KM POR MODO
Auto chofer	506.808	32.559	713.828	1.253.195
Auto acompañante	245.554	353.471	502.962	1.101.987
Taxi colectivo	263.429	80.039	388.106	731.574
Bus-taxibus	39.752	53.755	56.044	149.550
Taxi básico o radiotaxi	2.183	0	11.155	13.337
Bus (particular)	7.379	560	455	8.394
Transporte escolar	316	71	242	629
Caminata	30.002	42.744	150.839	223.585
Bicicleta	2.098	333	2.721	5.151
TOTAL KM	1.097.520	563.531	1.826.352	3.487.403

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

Desafortunadamente, para Antofagasta tampoco fue posible expandir el procedimiento para los días sábado y domingo de la temporada normal, y tampoco para los días de la temporada estival, ya que los informes técnicos disponibles de la EOD no publican dichas estadísticas específicas.

3.2.6.2. Transporte aéreo

En cuanto a transporte aéreo nacional de pasajeros, a la Región de Antofagasta llegaron 692.187 pasajeros anuales y salieron 732.722 para un total de 1'424.909 en el año 2010 (ver Tabla 3.52). En transporte aéreo internacional no hay reportes, ya que una mayoría de los turistas extranjeros que entran y salen del país, en transporte aéreo, lo hacen a través del aeropuerto Comodoro Arturo Merino Benítez de Santiago. Del total de turistas que llegan y pernoctan en la Segunda Región son 228.031 extranjeros y 490.583 nacionales, con un promedio de pernoctación de 1,9 (INE, 2012g).

Dichas cifras se consideran generales y no muestran el valor aproximado de km/pas en transporte aéreo exclusivo para la Región de Antofagasta. En consecuencia, se procedió a realizar un cálculo parecido al descrito en la sección anterior para el transporte motorizado y no motorizado, teniendo como base la Tabla 3.52, donde se relaciona el número de pasajeros y la carga que efectivamente entraron y salieron de la Región de Antofagasta. La evolución entre 2002 y el 2010 muestra un aumento superior al 100% en pasajeros, pero una disminución en el transporte de carga.

Tabla 3.52: Número de pasajeros y carga movilizados en transporte aéreo, periodo 2002 y 2010, en la Región de Antofagasta.

AÑO	PASAJEROS			CARGA (KGS)		
	TOTAL	ENTRADOS	SALIDOS	TOTAL	ENTRADA	SALIDA
2002	700.222	348.551	351.671	6.882.764	5.126.880	1.755.884
2010	1.424.909	692.187	732.722	6.054.927	4.201.163	1.853.764

Fuente: Elaboración propia con base en INE (2011c).

Al detallar estas cifras se posibilita el cálculo del parámetro km/pas o km/Ton con base en la distancia entre Antofagasta y Calama con cada ciudad, para luego calcular las emisiones de CO₂, obviamente haciendo la distribución tanto en la región origen como en la región destino. Ver Tabla 3.53.

Tabla 3.53: Número de pasajeros y volumen de carga que entraron y salieron desde y hacia Antofagasta y Calama con otras ciudades del país.

	PASAJEROS		CARGA (KG)	
	ANTOFAGASTA	CALAMA	ANTOFAGASTA	CALAMA
Santiago	954.931	588.146	3.231.711	1.522.469
Arica	19.665	319	965	
Iquique	101.280	5.993	988.254	338
Antofagasta		19.049		6.040
Copiapó	5.964	7.991	306	
El Salvador	396			
La Serena	68.275	1.691	61.779	532
Concepción	106			

Fuente: Elaboración propia con base en INE (2011c).

3.2.6.3. Transporte ferroviario

Las vías férreas en uso para la Región de Antofagasta son ferrocarriles particulares, utilizadas principalmente para el transporte de carga entre los puertos y la actividad minera; se destacan los tramos Antofagasta - Bolivia, Chuquicamata, y Tocopilla al Toco, los cuales tienen en total 4.517 m en trocha, 1.098 km en vía principal, y 67 km en desvíos (INE, 2012f). A nivel nacional y de manera generalizada, el promedio en el transporte ferroviario en 2011 fue de 31,7 km/pas y de 150,6 km/ton para la carga (INE, 2013c). No fue posible en este estudio establecer el parámetro km/pas y km/carga del transporte ferroviario exclusivo para la Segunda Región.

3.2.6.4. Otros tipos de transporte

La estimación anual (2011) de millones de m³ de materiales explotados en la Región de Antofagasta que deben ser transportados desde las minas hasta las plantas de producción, y los minerales hacia los puertos con destino a sus puntos de consumo, tampoco fue establecido por el presente estudio, no obstante, tal actuación se contabiliza, parcialmente, en el consumo de combustibles tratado en el ítem 3.2.2 de la variable energía. Igual situación aplica para los vehículos asociados con el transporte de carga (alimentos u otros materiales).

3.2.7. Variable Usos del Suelo

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) en el año 1993 dio inicio al proyecto “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” con el objetivo de elaborar un catastro nacional de usos del suelo y de las formaciones vegetales, dando especial énfasis al bosque nativo para obtener como resultado la línea base de la información cartográfica vegetacional de Chile. Dicha información se monitorea periódicamente a partir de su primera publicación en 1997, pero las actualizaciones se aplican a regiones con mayor dinámica de cambios desde el punto de vista silvoagropecuario, o a sitios prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, definidos por la CONAMA (hoy día, Ministerio de Ambiente).

Para la Región de Antofagasta se tienen disponibles los datos de la línea base de 1997 y se ha realizado una única actualización en el año 2009 (sólo a nivel de sitios prioritarios). En la Tabla 3.54 se muestran las modificaciones surgidas en cada categoría a partir de dicha modificación e incorporando los Límites Urbanos Vigentes, entregados por el MINVU y que adoptó el Ministerio de Bienes Nacionales para los datos del año 2011 en sus estudios internos de la Segunda Región.

Las variaciones que se observan entre 1997 y 2011 para la Región de Antofagasta son coherentes con las dinámicas socio-económicas registradas durante dicho período, excepto el total de extensión de la región (752 Ha), lo cual probablemente se debe a imprecisiones de los polígonos, a cambios en las metodologías aplicadas en los estudios, o la disponibilidad de mejores herramientas y equipos de trabajo para la delimitación de las áreas.

También se deduce del análisis de dicha Tabla 3.54 que la Región de Antofagasta entre 1997 y 2011 presentó en la categoría de uso del suelo ‘urbana/industrial’ la mayor variación creciente con un 89%. Por lo tanto, 27.318 hectáreas fueron incorporadas a la malla urbana de las ciudades que pertenecen a la región, principalmente en Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama, y estas dos últimas afectando directamente los oasis. Además, se resalta el hecho de haber disminuido en 1.661 hectáreas la categoría agrícola, lo cual se convierte en parte de las indicaciones para hacer la revisión de políticas públicas relacionadas con la dinámica de desarrollo, pues dichas situaciones van en contravía de la sustentabilidad.

Entonces, una constante en este tipo de estudios es que los datos guardan cierta diferencia al compararlos entre distintas fuentes bibliográficas, como se evidencia entre la anterior Tabla 3.54 y las cifras consignadas en la siguiente Tabla 3.55, la cual surgió de la única actualización en el año 2009 para los usos del suelo en la Región de Antofagasta.

Tabla 3.54: Superficie regional por categoría de uso del suelo de los años 1997 y 2011.

NOMBRE	1997		2011		MODIFICACIÓN
	HECTÁREAS	KM2	HECTÁREAS	KM2	HA
Afloramientos Rocosos	20.596	206	20.596	206	0
Áreas Sobre Límite Vegetación	591.357	5.914	591.357	5.914	0
Bofedales	1.673	17	1.673	17	0
Cajas de Ríos	3.652	37	3.652	37	0
Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales	3.290	33	30.608	306	-27.318
Corridos de Lava y Escoriales	38.538	385	38.538	385	0
Estepa Altiplánica	1.053.855	10.539	1.053.855	10.539	0
Lago-Laguna-Embalse-Tranque	10.478	105	10.478	105	0
Matorral Abierto	108.650	1.086	108.650	1.087	0
Matorral Muy Abierto	405.354	4.054	405.310	4.053	44
Matorral Pradera Abierto	75.543	755	75.543	755	0
Matorral-Suculenta Muy Abierto	106.272	1.063	106.200	1.062	72
Matorral-Suculentas Abierto	14.591	146	14.591	146	0
Otros Terrenos Sin Vegetación	9.409.832	94.098	9.399.950	94.000	9.882
Plantación	3.371	34	3.218	32	152
Playas y Dunas	117.063	1.171	102.414	1.024	14.649
Ríos	413	4	413	4	0
Salares	564.844	5.648	564.844	5.648	0
Suculentas	27.701	277	27.595	276	106
Terrenos de Uso Agrícola	3.931	39	2.270	23	1.661
Vegas	47.204	472	47.204	472	0
TOTAL	12.608.206	126.082	12.608.958	126.090	-752

Fuente: Corporación Nacional Forestal (1997) - Ministerio de Bienes Nacionales (2013).

Tabla 3.55: Superficie regional por categoría de uso del suelo al año de actualización.

II REGIÓN	ACTUALIZACIÓN (2009)
Áreas Urbanas e Industriales	3.583
Terrenos Agrícolas	3.700
Praderas y Matorrales	1.813.735
Bosques (Plantación forestal)	3.411
Humedales	49.467
Áreas Desprovistas de Vegetación	10.837.252
Nieves y Glaciares	-
Cuerpos de agua y áreas no reconocidas	11.039
TOTAL	12.722.187 HA.

Fuente: CONAF (2011).

Lo anterior sucede por la diversidad de estadísticas relacionadas con el uso del suelo, entregadas por diferentes instituciones de ámbito público, las cuales están disponibles tanto a escala nacional como regional y relacionadas con el catastro de uso del suelo generalizado (p.e. los anuarios de instituciones como INFOR, INE y ODEPA), algunas con mayor detalle en cuanto a clasificaciones para una misma categoría de uso de suelo (p.e. tipologías de bosques o matorrales); en consecuencia, se advierten variaciones en la totalización de las áreas según la fuente bibliográfica utilizada.

Sin embargo, los índices AFM y HE requieren datos de uso de suelo con menor desagregación de categorías y los correspondientes para el año 2011 tomaron como base los ocho (8) principales tipos de usos del suelo reportados en las Estadísticas del Medio Ambiente con tres modificaciones, a saber: urbana e industrial; agrícola; pradera y matorrales; bosques, que se asoció a plantación forestal; humedales, que se asoció a bofedales; áreas desprovistas de vegetación; nieves y glaciares, que se modificó por salares; y cuerpos de agua (donde se incorporan los embalses y tranques de la minería). Dichas categorías también se corresponden con las utilizadas por CONAF (2011).

En la Tabla 3.56 se definen los datos del uso del suelo para el año 2011 en la Segunda Región, con base en las estadísticas más actualizadas y disponibles gracias a la colaboración del Ministerio de Bienes Nacionales.

Tabla 3.56: Tipos de uso de suelo en la Región de Antofagasta, 2011.

II REGIÓN	2011
Áreas Urbanas e Industriales	30.608
Terrenos Agrícolas	2.270
Praderas y Matorrales, y Estepa	2.355.506
Bosques (Plantación forestal)	3.218
Humedales (Bofedales)	1.673
Áreas Desprovistas de Vegetación	9.589.091
Salares	564.844
Cuerpos de agua (incluye embalses / tranques)	61.748
TOTAL	12.608.958

Fuente: Elaboración propia, con base en Ministerio de Bienes Nacionales (2013).

Finalmente, dos aspectos por resaltar: un uso de suelo imperceptible en la región son los rellenos sanitarios por la escasa existencia de los mismos, apenas se conocen el relleno de Mejillones (52,7 Ha), el relleno de Calama (29,2 Ha) y los vertederos La Chimba (90 Ha) y el artesanal de San Pedro de Atacama y Toconce (6 Ha.). El segundo aspecto son los embalses o tranques que pueden identificarse como poco significativos a nivel superficial, pero las externalidades negativas podrían estar a nivel subterráneo, ante la no impermeabilización del fondo de los mismos, cuyos metales pesados o elementos contaminantes estarían alcanzando las napas freáticas. Es por eso que se considera necesario resaltar aquí las 10. 478 hectáreas que se registran en la Segunda Región destinadas a embalses o tranques de la minería.

3.3. Análisis de Flujo de Materiales en la Segunda Región. Cálculo para el año 2011

En la sección anterior (3.2) se evidenció el incremento en el consumo de cada una de las variables consideradas: agua, energía, materiales, residuos, alimentos, transporte y también importantes modificaciones a nivel de usos del suelo para el periodo 2002 al 2011 (conforme a las bases de datos disponibles). En la presente sección se pretende, por primera vez, recoger en una publicación la “contabilidad” de las entradas y las salidas de recursos en la Segunda Región para determinar su metabolismo; identificar los niveles de producción, exportación, importación y consumo de dichas variables y dar respuesta a interrogan como, por ejemplo: ¿cuántos millones de toneladas de CO₂ se producen en la Región de Antofagasta por el transporte motorizado y los consumos de energía? ¿Cuántos millones de m³ de agua se utilizan en la minería,

en agua potable urbana y rural, en el riego? ¿Cuántos millones de toneladas de materiales y alimentos se consumen, en consecuencia cuantos millones de toneladas de residuos se generan? ¿Todas las entradas y salidas de este metabolismo urbano se manejan dentro de los límites político-administrativos de la Segunda Región?

Lo anterior se traduce en el cálculo del primer índice de la investigación para la Segunda Región de Chile, el Análisis de Flujo de Materiales. Un gran desafío además de cuantificar en cifras integrales los recursos consumidos, será traducir la mayoría de éstos a una única unidad: Toneladas. Una vez superado tal desafío, se procederá a la conversión en Hectáreas para el cálculo de la Huella Ecológica. La finalidad fundamental con ambos índices, junto a las conclusiones que aportará el cálculo del Índice de Progreso Genuino, es conferir a los tomadores de decisiones, a la comunidad en general y a los privados, un panorama respecto al grado de sustentabilidad de la Región de Antofagasta.

Para entrar propiamente en materia del AFM es necesario mencionar que un acercamiento simple al modelo complejo que subyace el índice, concierne a la interrelación entre el socio-sistema y el ambiente a través de la economía por el procesamiento constante de materiales y de energía. Las materias primas, el agua y el aire se extraen del sistema natural como entradas, se transforman en productos y finalmente se re-transfieren al sistema natural como salidas (residuos, vertimientos y emisiones). Con este preámbulo, a continuación se intenta configurar la aproximación al metabolismo de la Región de Antofagasta, con base en las variables y sub-variables analizadas en la sección anterior.

3.3.1. AFM del agua

La Región de Antofagasta en el año 2011 alcanzó un consumo de 309 millones de m³. Los consumos de agua se registran en tres principales subvariables o categorías, a saber: 58,3% en minería, el 21,2% en riego y el 112% en agua potable urbana; se identificó que la mayor parte de los RILES provenientes de la minería son recirculados, ver Tabla 3.57.

Se considera relevante transparentar la metodología aplicada en el cálculo de los índices. Por ello se muestran en las siguientes líneas los datos desagregados para permitir también el rastreo de las fuentes bibliográficas utilizadas. Adicionalmente, se muestran los flujos altos y los mínimos para superar una de las críticas al indicador Análisis de Flujo de Materiales referente a que los flujos de grandes grupos dominan los flujos de pequeños sectores (Hinterberger et al., 2003); en consecuencia, no se admite en esta investigación la invisibilidad de los menores consumos, ya que la sustentabilidad (eje central del estudio) propende por el manejo holístico y equitativo de las variables y subvariables que demuestran la interrelación entre los socio-sistemas y los ecosistemas presentes en la Región de Antofagasta.

Tabla 3.57: Análisis del Flujo de Agua Segunda Región – Antofagasta, año 2011.

VARIABLE	CONSUMO TOTAL	PARTICULARIDADES DEL FLUJO DEL AGUA
AGUA	309 MILLONES M ³	El agua para la Segunda Región de Chile proviene principalmente de los oasis Lasana, Chiu Chiu y Calama, del río Loa, y del Salar de Atacama, todos los sitios dentro de sus límites político-administrativos. Es decir, la Región produce internamente el total de agua requerida para consumo. En cuanto al porcentaje de tratamiento de aguas residuales o servidas, en el año 2008 fue de 81,2% aproximadamente (28,1 millones de m³). Por lo tanto, el 18,8% de las externalidades negativas de aguas contaminadas se “exportaron” hacia otros territorios fuera de la región de Antofagasta. * Dicha cifra no incluye las extracciones de agua de mar, aguas adquiridas a terceros o aguas halladas, —ni agua alumbrada— en las operaciones mineras.
Potable Urbana	34,6	
Residual Urbana	28,1	
Minería	180,1*	
RILES – RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES	VOLÚMENES RECIRCULADOS EN LA MINERÍA	
Agrícola (Riego)	65,5	
Agrícola Rural	0,63	
Embotellada y otros	0,078	

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los datos consignados para cada una de las subvariables de la variable Agua en el ítem 3.2, se culminaron las conversiones respectivas para el cálculo anual, a saber:

- Agua potable urbana según SISS (2012) para el 2011:
Producción: 50 millones de m³
Consumo: 34,6 millones de m³
Pérdidas: 15,5 millones de m³
- Agua residual urbana según SISS (2012), Antofagasta PLC (2009) y CNR (2000).
Tratamiento de aguas servidas: 28,1 millones de m³
A partir de este cálculo es posible mostrar que del total de agua urbana consumida en la región, el 81,2% tiene tratamiento en plantas de aguas servidas. Se reconoce que la cifra podría ser mayor, pues los datos para Tal Tal, Tocopilla y Mejillones corresponden al año 2008.
- Agua en la minería según Cochilco (2010) para el 2009:
Consumo: 180,1 millones de m³ (cifra ajustada por la investigación)
Es importante señalar que Codelco (2012) en su Reporte de Sustentabilidad del año 2011 reporta un total captado de 65,1 millones de m³, lo cual indicaría que entre los otros once (11) operadores tendrían un consumo aproximado de 115 millones de m³ en las otras quince (15) faenas mineras. Es pertinente aclarar que dichas cifras no incluyen las extracciones de agua de mar, aguas adquiridas a terceros o aguas halladas —ni agua alumbrada— en las operaciones mineras.

- Agua relacionada con RILES – residuos líquidos industriales
Producción: el caudal que llega a los relaves activos, cuya extensión aproximada es de 10 mil hectáreas, está siendo en un alto porcentaje recirculada, por lo tanto aunque represente el 44% de los desechos de la minería no se contabilizan para esta variable sino en la variable usos del suelo.
- Agua potable rural, según Chile Sustentable (2012) para 2010:
Consumo: 0,63 millones de m³
- Agua para el sector agrícola – Riego, según INE (2013) y CNR (2000) e INDAP (2013) para 2007:
Consumo: 65,5 millones de m³
- Agua mineral embotellada, según (ANBER, 2006) para el 2002:
Consumo: 0,078 millones de m³

Dicha cifra incluye 8,6 millones de litros de agua mineral; 61,3 millones de litros de gaseosas (sodas); 7,3 millones de litros de jugos naturales y néctares; 0,5 millones de litros de bebidas para deportistas; y 0,16 millones de litros de té. Estos últimos datos no son incluidos en la variable alimentos para evitar la doble contabilidad de los consumos.

119

En síntesis, el análisis del flujo de agua en la Segunda Región indica que el 100% de la producción total para el consumo de agua se obtiene de la misma región, no se identificaron importaciones ni exportaciones del líquido. También se pudo establecer que 175 millones de m³ (97%) del agua para la minería se obtiene de fuentes subterráneas y 33,9 millones de m³ (97,9%) del agua potable urbana se obtiene de fuentes superficiales, en lo cual pudiera existir discrepancia entre los límites de las cuencas y los acuíferos respecto a los límites político-administrativos de la región, por corresponder a escalas bidimensionales vs. escalas tridimensionales, respectivamente, y no necesariamente estar circunscritos a la Región de Antofagasta.

En cuanto a las aguas residuales se pudo establecer que durante el año 2008 se trataron aproximadamente 28,1 millones de m³ en las plantas de tratamiento ubicadas en las ciudades de Antofagasta, Calama, Taltal, Mejillones y Tocopilla, reutilizadas en parte para el riego de ciertas áreas urbanas.

3.3.2. Flujo de la energía

La Región de Antofagasta consumió en total 52.463 GWh de energía durante el año 2011 y las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) asociadas a este consumo de energía fueron del orden

de 15'189.433 toneladas, diferenciados para los sectores residencial, industrial, comercial, minero, agrícola, transporte, otros y también se incluyen los combustibles para la operación de las centrales eléctricas, cuyos detalles se presentan en la Tabla 3.58.

Tabla 3.58: Flujo de la energía de la Región de Antofagasta, 2011, por sectores y combustibles.

SECTOR / COMBUSTIBLE	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA (MWH)		CONSUMO DE GAS	CONSUMO ENERGÍA COMBUSTIBLES	
	HIDROELÉCTRICA	TERMOELÉCTRICA	DE CIUDAD (M3)	(M3)	(TON)
Residencial	28	345.572	—		
Industrial	52	648.048			
Comercio	18	226.182			
Minero	853	10.658.147			
Agrícola	0	800			
Varios	62	773.138			
Gas Natural				782.958.952	
Carbón					3.773.780
Petróleo					157.742
TOTAL	1.012	12.651.888	-	782.958.952	3.931.522
GWH	1	12.652	-	7.557	32.253
TOTAL EN GWH	52.463				

Fuente: Elaboración propia, con base en CNE (2013).

NOTAS:

- El consumo de energía eléctrica tiene como base las Tablas 3.9 al 3.12, y de acuerdo al INE (2012b) la generación en la II Región para el año 2011 fue del 0,008% en hidráulica y 99,992% en térmicas (y ciclo combinado).
- El consumo de combustibles corresponde a las Tablas 3.15 y 3.16 uso en la operación de las centrales.
- Factores de conversión: 1 m³ de gas natural = 0,009652 MWh (ME, 2013); 1 MWh = 10⁻³ GWh; 1 Tep = 11,62951 MWh

Para establecer estas cifras se partió del procedimiento planteado por León (2006), el cual se describe en los próximos párrafos de manera detallada acompañados de las tablas síntesis de los cálculos. Inicialmente se realizó la conversión de las unidades físicas de energía a GWh para luego llevarlas a toneladas y por último a la producción de emisiones de CO₂. Ver Tabla 3.59.

Con base en la Tabla 3.59 se deduce que los combustibles en la Segunda Región fueron la categoría de más alto consumo, 39.810 GWh que corresponden a 9'629.521 toneladas de emisiones de CO₂, donde el carbón tiene el mayor aporte (79%). El segundo lugar de consumo fue la energía eléctrica, con 12.653 GWh que produjeron 5'559.912 Ton de emisiones de CO₂; Dentro de este segundo renglón vale destacar el gran aporte del sector minero a las emisiones con un total del 84%. Por último, es fundamental destacar el nulo consumo en la Segunda Región de energías renovables.

Tabla 3.59: Consumo de energía en la Región de Antofagasta, 2011, y producción de emisiones de CO₂.

TIPO DE ENERGÍA	CONSUMO (GWS)	CONSUMO (TON)	EMISIONES CO2 (TON)
ELÉCTRICA	12.653	1.087.896	5.559.912
Residencial	346	29.715	151.863
Industrial	648	55.724	284.787
Comercio	226	19.449	99.396
Minero	10.659	916.461	4.683.756
Agrícola	1	69	352
Varios	773	66.480	339.758
GAS DE CIUDAD	-	-	-
Residencial	-	-	-
COMBUSTIBLES	39.810	3.422.864	9.629.521
Petróleo	1.834	157.687	485.109
Carbón	30.419	2.615.426	7.618.212
Gas Natural	7.557	649.751	1.526.200
RENOVABLE	-	-	-
Solar	-	-	-
Geotermia	-	-	-
TOTAL	52.463	4.510.760	15.189.433

Fuente: Elaboración propia, con base en IWM (2002); CNE (2013).

NOTAS:

- Factor de conversión: 1GWh = 85,98 toneladas de combustibles equivalentes (IWM, 2002).
- Factor de conversión: 1Tep = 1,435 Ton carbón.
- Los factores de conversión para emisiones de CO₂ en toneladas fueron obtenidos a partir de la Table 1: Energy consumed in London, by fuel type and CO₂ emissions (IWM, 2002:7), así: Electricidad (5,1107), Gas (2,3489), Petróleo (3,0764), Diesel (2,9128), Combustible de aviación (2,9904), Otros Combustibles líquidos (3,0158) y Renovable (0,3404).
- Para emisiones de gas de ciudad se aplicó igual factor de gas.

Se logró hacer un mejoramiento al procedimiento utilizado por León (2006) en cuanto a la restricción de incorporar en este punto de avance del cálculo del AFM los consumos ocasionados en la variable Transporte, lo cual simplifica el método y al mismo tiempo impide el síndrome de la doble contabilidad de los recursos. No obstante, se mantiene el cuestionamiento respecto a por qué no se diferencian los factores de conversión para las emisiones de energía hidroeléctrica y termoeléctrica.

Finalmente, Análisis del Flujo de Energía exige identificar la proveniencia de los tipos de energía: podría afirmarse que los 39.810 GWh correspondientes a los combustibles en un 100% son importados por la Región de Antofagasta; los 12.653 GWh de la energía eléctrica, probablemente, se genera en la Segunda Región. En cuanto a las emisiones de CO₂ seguramente no son absorbidas el 100% dentro de la región, debido a la ausencia de bosques y otros factores climatológicos que no se ajustan los límites políticos-administrativos de Antofagasta regional.

3.3.3. Flujo de materiales metálicos, no-metálicos, construcción y otros

Tal y como revelan los datos presentados en el ítem 3.2.3 de este informe, es posible demostrar un aumento durante los últimos años (2002 - 2011) en la mayoría de los materiales producidos y consumidos en la Segunda Región. Sin embargo, se destacan dos elementos diferentes a dicho comportamiento del metabolismo regional.

En primer lugar, se aprecia una leve disminución en los consumos totales en torno al 2009 y 2010, los cuales coinciden con los años de la crisis económica mundial, la cual afectó principalmente al sector financiero, y que en Chile fue visible desde el año 2008 a nivel macroeconómico (CEPAL, 2009).

En segundo lugar, el consumo de algunos materiales (madera, cemento y hormigón), ligados principalmente al sector de la construcción, se ven afectados por una mayor variabilidad dada, principalmente, por la necesidad y existencia de “proyectos” en particular para que se desate el consumo de estos productos.

Sin duda que el motor económico regional de Antofagasta es el sector minero. Sin embargo, es necesario contabilizar los materiales e insumos consumidos por éste, lo cual se convierte en un desafío que aún está pendiente por contabilizar y evaluar, dado principalmente a la imposibilidad de acceso a la información de carácter privado y a la dificultad de estimación.

En síntesis, en el 2011 la Región de Antofagasta tuvo un consumo total de 1.561.680.993 toneladas de materiales, cifra que contiene los ítems que han sido evaluados para el desarrollo de esta variable. La Tabla 3.60 contiene el desglose de los distintos materiales y sus subcategorías, en las cuales se destacan principalmente el consumo de áridos, que ha sido estimado a través de métodos indirectos debido principalmente a la falta de información que existe sobre el volumen de extracción real en la región. Por otro lado, el consumo de minerales no metálicos se posiciona como el segundo consumo más relevante de la región.

Tabla 3.60: Flujo de materiales de construcción, metálicos, no-metálicos y otros en la Región de Antofagasta, 2011.

	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN	CONSUMO
CONSTRUCCIÓN	1.558.471.109		11.830	1.559.801.515
Cemento	235.877		11.830	224.047
Áridos	1.558.235.232			1.558.235.232
Acero		1.342.236		1.342.236
METÁLICOS	2.734.741		1.622.530	1.112.211
Cobre	2.721.201		1.621.980	1.099.221
Molibdeno	12.837			12.837
Oro	21			21
Plata	682		550	132
NO METÁLICOS	4.127.638		1.216.606	2.914.875
Carbonato de Calcio	1.579.044		99	1.578.945
Compuestos de Boro	25.128		4.029	21.099
Compuestos de Litio	69.597		47.314	22.283
Compuestos de Potasio	1.371.689		794.638	577.051
Nitratos	849.243		361.688	487.555
Pumicita	99.840			99.840
Recursos Silíceos	85.600			85.600
Rocas Fosfóricas	9.879			9.879
Rocas Ornamentación	4.117			4.117
Sulfato de Cobre	2.214			2.214
Yeso	26.292			26.292
Yodo	4.995		8.838	0
OTROS MATERIALES		16.219		16.219
Madera Construcción Vivienda		558		558
Consumo Leña Industrial		12.985		12.985
Consumo Papel Periódico		2.676		2.676

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del flujo de materiales de la Región de Antofagasta, pese a tratarse de un ejercicio numérico en sí mismo, es un modelo que intenta a su vez estimar las entradas y salidas del sistema región. Como modelo, responde a generalidades realizadas al momento del cálculo de cada uno de los datos que representan las subvariables que esta variable contiene. Así, la simplificación de los procedimientos y los ejercicios lógicos recurrentes pueden también incurrir o

inducir a errores sobre los cuales se tiene completo conocimiento. Sin embargo, resulta en un ejercicio complejo lograr estimar la totalidad de los materiales utilizados en la Segunda Región, más aún si se comprende el alto nivel de industrialización que ésta presenta.

Sin duda que una de las problemáticas más relevantes al momento de afrontar este tipo de ejercicio consiste, finalmente, en la disponibilidad de datos que permita una aproximación más real, elemento que se ha discutido anteriormente en el ítem 3.2. El trabajo realizado para el cálculo del flujo de materiales de la Región de Antofagasta ha sido principalmente alimentado a partir de estadísticas oficiales de organismos estatales y privados, como también por estudios e informes previos que dan pistas sobre las posibles estimaciones para realizar.

Pese a ello fue muy complejo obtener, fundamentalmente, las estadísticas de importaciones a nivel regional, ya que éstas no son parte del conteo que realiza Aduanas, entidad que sólo registra el puerto de entrada de la mercancía y no el destino final de ella, para lo cual resulta arriesgado lograr estimar a partir de esta información qué materiales finalmente permanecen en la región para ser consumidos. En los casos de la Tabla 3.60, en los cuales la columna de importación presenta algún dato, se sabe de antemano que dicho material no se produce en la región (como el caso de la madera aserrada, por ejemplo). En los ítems restantes, se estima que el consumo aparente se deriva de la producción menos las exportaciones que realiza la misma.

Los datos de exportaciones obtenidos corresponden a los registros del Servicio Nacional de Aduanas que consideran los meses de enero a octubre del año respectivo (para este caso 2011), por lo cual no tienen conocimiento del resto de los meses del año (noviembre y diciembre) de los volúmenes de exportaciones.

Los casos particularmente complejos en cuanto al cálculo tienen relación con la dificultad en la estimación del consumo. Tanto para el acero como para los áridos y la madera, se han utilizado estimaciones a partir de coeficientes y aproximaciones a partir de otras variables (ver detalles en el ítem 3.2.3).

Para el caso del acero, se ha utilizado principalmente el consumo del sector minero sobre este producto considerando que éste es el responsable del 50% del consumo del país. A su vez, se entiende que nada del acero que llega a la Región de Antofagasta es producido dentro de ella misma, por lo cual se asume que es completamente importado. Para este ítem en particular, se estima que la región consumió 1.342.236 toneladas en el año 2011.

Los áridos han sido estimados principalmente a partir de las estadísticas que se tienen sobre la construcción de la red vial de la región (MOP, 2010) y de los m³ de áridos necesarios para la construcción. A su vez, se asumió una densidad equivalente de 1.200 kg/m³ de áridos. Quizás este aspecto es uno de los más críticos a nivel regional, ya que no existe información asociada a

la extracción de áridos, ni registros permanentes sobre las empresas que realizan extracciones de manera legal en la Región, aspecto que ha sido comentado con anterioridad (ítem 3.2.3). Se ha estimado un consumo final de áridos de 1.558.471.109 toneladas, lo cual constituye el material de construcción más utilizado en el cálculo de este índice.

Finalmente, el consumo de madera se obtuvo a partir de las estadísticas de edificación que han sido dispuestas por el Instituto Nacional de Estadísticas. Además, en el informe del INFOR (2011) se estimó que en promedio se utilizan 0,0637 m³ de madera por cada m² de vivienda nueva construida y 0,0196 m³/ m² de madera para ampliaciones (madera principalmente aserrada). Asimismo, se utilizó un factor de conversión de 0,55 ton/ m³ de madera aserrada para la estimación del peso (INFOR, 2003). El consumo final para este ítem es bastante bajo si se compara con el resto de los materiales consumidos en la región.

Por otro lado, el uso de leña industrial se estimó a partir de un estudio realizado en el año 2003 por INFOR, en el cual se señala el volumen del consumo de leña en el sector industria para la Región de Antofagasta, elemento que puede estar sobrevalorado dada la antigüedad del dato inicial (principios de la década pasada) y la evolución que ha tenido el consumo energético de la Región de Antofagasta, basado hoy en día principalmente en energía termoeléctrica.

Finalmente, el consumo del papel periódico se ha estimado a partir de un dato de consumo de papel periódico per cápita para Chile, realizado por la firma FitchRatings (2008), que considera un consumo de 4,6 kg de papel periódico por habitante, lo cual permitió calcular un consumo de 2.716 Toneladas en el año 2011 para la Segunda Región. Esta información no ha podido ser hallada de manera actualizada y, sin embargo, constituye un elemento inquietante y que también ha sido comentado en los inicios del capítulo tres.

Para el resto de los materiales que han sido evaluados en esta sección, cemento y minerales metálicos y no metálicos, las estadísticas son de mayor accesibilidad ya que se cuenta con registros sobre los montos de producción, sobre los cuales es posible estimar el consumo aparente de dichos ítems.

Para el caso del cemento y del hormigón, el consumo aparente es igual a 224.047 toneladas para el año de estudio. Por otro lado, el consumo de materiales minerales metálicos y no metálicos es de 1.112.211 toneladas y 2.914.875 toneladas respectivamente, siendo el mineral de cobre el que presenta mayor producción y consumo para esta variable en particular.

Sin duda que el análisis de flujo de materiales constituye un análisis complejo en interpretación, sobre todo considerando la ambición que propone al momento de considerar la multidimensionalidad de las variables y la complejidad de los flujos existentes en el territorio, aspecto que sin duda debe ser reforzado por una mayor y mejor estadística a nivel regional.

Tabla 3.61: Resumen del consumo de materiales de la Región de Antofagasta, 2011.

VARIABLE: MATERIALES CONSUMO TOTAL: 1.561.680.993		
DESCRIPCIÓN	REPORTE PARTICULAR	PARTICULARIDADES DE LOS FLUJOS
Construcción (cemento, acero y áridos).	1.559.801.515	- Se consumieron aproximadamente 1.561.6802.993 - La Región produce en su mayor parte los materiales para construcción y minerales, a excepción del acero. - Ninguno de los materiales aquí descritos son completamente exportados. Se presume que algunos de ellos son utilizados para otros procesos productivos y para ser finalmente exportados en forma de producto semi elaborado o elaborado. En ninguna categoría se logró determinar la cantidad de toneladas importadas para consumo exclusivo de la Región de Antofagasta. Nota: No están incluidos los materiales misceláneos, manufacturados y químicos.
No - metálicos (Carbonato de calcio, compuestos de boro, compuestos de litio, compuestos de potasio, nitratos, pumicita, recursos silíceos, rocas fosfóricas, rocas ornamentación, sulfato de cobre, yeso y yodo).	2.914.875	
Metálicos (cobre, oro, plata y molibdeno).	1.112.211	
Otros, fundamentalmente, madera.	16.219	

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. AFM de residuos

El flujo de residuos es parte integral del flujo generado por la producción y procesamiento de materiales y de bienes de consumo por parte de la industria y las personas, siendo el *stock* de residuos el producto final de dichos ciclos de producción y de consumo. Cada uno de estos flujos de desechos, denominados en la investigación subvariables, tiene un manejo diferente, por ello se ha preferido mantener la individualidad que proporciona cada una de las instituciones oficiales a cargo de su estadística particular, en los casos en que éstas se publican ya sea sistemáticamente, con restricciones, o indirectamente, como fue el caso de los residuos de la construcción.

La variable residuos sólidos se abordó de acuerdo a las clasificaciones que se utilizan por parte de la institucionalidad nacional, tales como domiciliarios, construcción, hospitalarios e industriales, y se consideró fundamental la incorporación de los diversos residuos generados por la actividad minera, por ser la principal actividad económica presente en la región, la cual presenta los volúmenes más significativos.

En la Región de Antofagasta en el periodo comprendido entre 2002-2010, el flujo total de residuos desde la actividad económica y residencial hacia el medio ambiente se expandió en un 24%. En el año 2002 se generaron 1.561 millones de toneladas, mientras que el año 2010 el total de residuos se elevó a 1.938 millones de toneladas. La composición en este último año, fue de aproximadamente 0,681 millones de toneladas de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)

y de la construcción; 1.937 millones de toneladas de residuos originados en la minería (99,9% del total de residuos en la región); y apenas 0,13 millones de toneladas de residuos reciclados.

El detalle de los resultados se encuentra en la Tabla 3.62:

Tabla 3.62: Producción de residuos en la Región de Antofagasta (2002-2010).

TIPO DE RESIDUOS	TONELADAS 2002	TONELADAS 2010
Domiciliarios	156.355	201.156
Materia Orgánica	83.337	107.216
Papel y Cartón	19.338	24.943
Plásticos	14.697	18.909
Textiles	3.127	4.023
Metales	3.596	4.627
Vidrios	10.319	13.276
Otros	21.890	28.162
Construcción	418.315	480.426
Hospitalarios	-	-
Minería	1.561.081.414	1.937.728.190
Estériles	894.963.966	1.113.951.621
Relaves	188.877.840	235.374.240
Ripios	472.989,86	583.106.409
Escorias	4.249.751	5.295.920
Industriales y peligrosos	213.436	243.523
Reciclaje	10.317	13.274
Papel	1.857	2.389
Cartón	3714	4.779
Chatarra domiciliaria	2.992	3.850
Orgánico		
Vidrio		
Plástico	1.754	2256
Latas		-
Envase Tetra		-
TOTAL	1.561.859.203	1.938.640.021

Fuente: Elaboración propia basada en SGA Ibersis S.A. (1998); MMA (2011); Cochilco (2010); INE, (2000-2010); Ciudad Saludable (2010); INE, (2012).

La obtención de las cifras definitivas de generación de residuos se realizó con base a un procedimiento analítico exhaustivo de la información recolectada, usando diversos procesos de conversión de unidades para ser expresadas definitivamente en toneladas; además, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones de detalle para la Región de Antofagasta:

201.156 toneladas fueron producidas el año 2010 a nivel domiciliario: La desagregación se realizó en base a la composición de los RSD señalada por CONAMA (2005): materia orgánica (53%); papeles y cartones (12%); plásticos (9%); textiles (2%); metales (2%), vidrio (7%) y otros (13%).

El INE, a través de los Informes Anuales de Medio Ambiente, es la principal fuente de información de datos sobre los RSD. Sin embargo, un conjunto de la información publicada requiere ser observada con atención dado que corresponden a datos entregados por los municipios, sin un control metodológico y estadístico previo.

480.492 toneladas se generaron en el sector de la construcción: Teniendo en cuenta la relación existente entre m² construido y m³ de desecho generado, está estimado que la tasa es de aproximadamente 0,187 m³ por m² construido (SESMA, 2006). Para realizar los cálculos, se recurrió a la cifra de edificación aprobada e iniciada en los sectores privado y público, tanto en ampliaciones como en obras nuevas. Para el año 2010 en la Región de Antofagasta esta cifra alcanzó los 559.722 m², según información contenida en la página web del INE. Además, considerando que 1m³ de escombros pesa alrededor de 4,59 toneladas (SESMA, 2006). A partir de la serie de datos publicada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) sobre superficie construida (m²) nueva y ampliaciones en los sectores vivienda, industria y servicios se procedió a realizar los cálculos para el año 2010.

Es importante anotar que debido a la ausencia de un relleno sanitario, que reciba los residuos generados en la construcción, éstos son depositados en los mismos vertederos que se utilizan para recibir todos los tipos de desechos generados por los centros urbanos de la región. Por esta razón, no hay un control con respecto a los volúmenes de residuos de construcción generados, por lo que se utilizó un método indirecto para cuantificarlos, descrito en párrafos anteriores.

1.937.728.190 toneladas de residuos fue lo producido por el sector de la minería: Los cálculos se hicieron de acuerdo con la producción de cobre y oro para el año 2010, publicados por el Anuario Estadístico de Cochilco (2010). La Región de Antofagasta anotó una producción de 2.942.178 toneladas de cobre y 15.081 Kg de oro fino, equivalentes a un 54,2% y 38,1% del total de la producción del país, respectivamente. Para el cálculo de desechos mineros se utilizaron factores de emisión, los cuales entregan un promedio esperado de generación unitario de residuos por mineral y tipo de proceso (ver Tabla 3.63).

Dado que los factores son un promedio calculado a partir de lo informado por Codelco (1998, 2008) podría haber subestimaciones o sobreestimaciones, producto de la disponibilidad limitada de datos publicados que permitan un cálculo actualizado de los factores de emisión.

Tabla 3.63: Factores de emisión de residuos sólidos masivos de la minería del cobre y oro.

RESIDUO	FACTOR DE EMISIÓN
Relave de flotación	80 ton /ton cobre
Escoria de fundición	1,8 ton /ton cobre
Ripios de lixiviación	190,5 ton /ton cobre 1.500 ton /kg oro
Estéril de mina	377 ton /ton cobre 315 ton /kg oro

Fuente: SGA Ibersis (1998).

243.523 toneladas de residuos Industriales y peligrosos fue la generación contabilizada para el año 2010: Este es un dato provisorio, dado que la información es particularmente deficitaria a escala nacional y casi inexistente en lo regional, salvo en el caso de los residuos industriales peligrosos y otros para los últimos años. Las escasas cifras existente, han sido consignadas desde el Ministerio del Medio Ambiente en su Informe del Estado del Medio Ambiente (2011). Las extrapolaciones de cifras fueron apoyadas en razón del comportamiento del PIB regional, de acuerdo con la serie 2003–2010 entregada por el Banco Central (2012).

Residuos hospitalarios: Se solicitó información a la SEREMI de Salud de la Segunda Región, mediante Ley de Transparencia, acerca de los datos requeridos para la investigación. Sin embargo, la respuesta fue que se no contaba con la información referente a la generación de residuos hospitalarios o peligrosos para la región. Información que fue avalada por informe de la Contraloría Regional.

13.274 toneladas se reciclaron: Este es un dato que probablemente subestima el material recuperado del total de RS producidos en la Región de Antofagasta, debido a la escasez significativa de fuentes de datos públicos o privados que recolecten, sistematicen y publiquen esta información a escala regional. Probablemente, en la Región de Antofagasta es un número superior de toneladas de residuos que se reciclan en programas incorporados en los distintos ámbitos sectoriales. Un ejemplo es el reciclaje del acero, del cual la industria del cobre es uno de sus principales consumidores.

El resumen de lo descrito se expone en la siguiente Tabla 3.64:

Tabla 3.64: Análisis de Flujo de Materiales para la variable Residuos en la Región de Antofagasta, 2010.

VARIABLE: RESIDUOS CONSUMO TOTAL: 1.938.640.021		
DESCRIPCIÓN	REPORTE PARTICULAR	PARTICULARIDADES DE LOS FLUJOS
Minería	1.937.728.190	La Región de Antofagasta dispone, aparentemente el total de los residuos producidos dentro de sus límites político-administrativos, es decir, tiene un ciclo cerrado sin importaciones ni exportaciones. Nota: La duda queda asociada al manejo de los residuos hospitalarios por no haber tenido acceso a dicha información. El reciclaje de RSD fue del 6,4%.
Construcción	480.426	
Domiciliarios	201.156	
Hospitalarios	-	
Industriales y Peligrosos	243.523	
Reciclaje	13.274	

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Flujo de alimentos

130

En la Región de Antofagasta se consumieron aproximadamente 303.454 toneladas de alimentos de diversos tipos, los cuales se encuentran representados en la Tabla 3.65 de manera simplificada y cifras respaldadas por entes oficiales.

Cabe destacar que los datos representados a partir del consumo de alimentos corresponden a una aproximación, con base en el consumo aparente de alimentos a nivel nacional, informe preparado por ODEPA en el año 2012. En dicho documento se especifican los montos promedio de consumo de algunos alimentos, los cuales para el caso de la Región de Antofagasta han sido posteriormente multiplicados por la cantidad de población de la región.

Se ha utilizado esta metodología dado que no existen estadísticas sobre el consumo de alimentos a escala regional, ni mucho menos estimaciones locales sobre el consumo de los distintos productos. Las cifras resultantes puede que no reflejen la realidad de la región en cuanto a los consumos totales, sin embargo, constituye la única aproximación para esta variable en particular. Esta extrapolación supone la generalización de las tendencias nacionales, las cuales pueden diferir completamente de las realidades locales, considerando la multiplicidad climática y de estilos de vida que existen en Chile.

Tal y como ha sucedido con otras variables del flujo de materiales, los datos de importación no son posibles de obtener a una escala regional, dado que no existen registros por parte de aduanas sobre los flujos intrarregionales, por otro lado, Aduanas no registra en los puertos de entrada el destino final de las cargas, por lo cual no es posible obtener un registro de hacia dónde son dirigidos los alimentos.

Tabla 3.65: Consumo de alimentos en la Región de Antofagasta, 2011

PRODUCTOS	UNIDADES	2011
Carnes	ton/año	487.25,20
Carne Bovina	ton/año	124.83,32
Carne Ovina	ton/año	172,58
Carne Porcina	ton/año	14.726,86
Carne Aviar	ton/año	21.112,34
Otras Carnes	ton/año	287,63
Productos Lácteos	ton/año	79.674,62
Quesos y Quesillos	ton/año	4.141,93
Yogurt	ton/año	7.938,70
Huevos	ton/año	6.385,47
Aceite Oliva	ton/año	460,21
Azúcar	ton/año	26.174,69
Papa	ton/año	43.030,05
Leguminosas	ton/año	1.553,22
Poroto	ton/año	747,85
Lenteja	ton/año	460,21
Garbanzo	ton/año	115,05
Arveja	ton/año	230,11
Manzana	ton/año	7.881,17
Uva de mesa	ton/año	4.544,62
Plátanos	ton/año	6.155,37
Palta	ton/año	1.783,33
Vino	ton/año	11.275,25
Pan	ton/año	0,00
Arroz	ton/año	6.385,47

Fuente: Elaboración propia con base en (ODEPA, 2012); (INE, 2013)

Siguiendo con la metodología propuesta por Wackernagel y Rees (2001):

$$\text{Consumo} = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

Despejando la ecuación se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Importaciones} = \text{Consumo} + \text{Exportaciones} - \text{Producción}$$

Pese a que se ha intentado aplicar de manera completa dicha fórmula, resulta complejo dada la dificultad de la disponibilidad de la información. Tal y como se ha señalado en el capítulo sobre las generalidades de este ítem, existen unos pocos antecedentes que permiten construir de manera completa el flujo de alimentos.

Se enfrentan particularmente dos dificultades: series de tiempo incompletas e información disponible sólo para un año en particular (Censo Agrícola), por otro lado, información definitivamente no disponible para la Región de Antofagasta.

Sin embargo, se ha construido en base a la información disponible una aproximación al flujo de alimentos de la Segunda Región, que es posible de observar en la Tabla 3.66.

Tabla 3.66: Balance del consumo de alimentos de la Región de Antofagasta (toneladas).

TOTAL CONSUMO DE ALIMENTOS	CONSUMO	PRODUCCIÓN	EXPORTACIÓN	IMPORTACIÓN
Hortalizas y verduras		6.141,0		
Papa	43.030,0	21,4		
Frutas	20.364,5	9.708,6	856,0	11.511,9
Carne (Bovino)	12.483,3	320,0		
Carne (Cerdo)	14.726,9	0,1	14,7	14.741,4
Carne de Ave	21.112,3		165,4	
Pescados	287,6	153.289,0	1.611,3	-
Productos Lácteos	79.674,6			79.674,6
Queso	4.141,9			4.141,9
Yoghurt	7.938,7			7.938,7
Huevos	6.385,5			6.385,5
Pan	49.473,0			49.473,0
Arroz	6.385,5			6.385,5
Azúcar	26.174,7			26.174,7
Bebidas Alcohólicas (vino y cerveza)	11.275,3		11.820,2	11.275,3
TOTAL	303.454	169.480	14.468	47.531

Fuente: Elaboración propia con base en (ODEPA, 2012) / (Ministerio de Agricultura, 2007) / (ODEPA, 2013) / (Odepa, 2013c) / (SERNAPESCA, 2013).

Se estima para la Región de Antofagasta un consumo de 303.454 toneladas de alimentos, las cuales están representadas sólo por algunos alimentos. En cuando al consumo de hortalizas y

verduras, no fue posible encontrar este dato en particular para la región. Sin embargo, cabe recordar que las estadísticas de consumo han sido extrapoladas a partir de los consumos nacionales considerando la población regional. Se asume, por lo tanto, que la poca cantidad de hortalizas y verduras que son producidas en la región se consumen dentro de la misma. Este valor se encuentra subestimado, ya que las importaciones de este tipo de productos desde otras regiones cercanas no están siendo contabilizadas.

En cuanto a la producción, las estadísticas de hortalizas y verduras, papas, frutas, corresponden sólo al año 2007 ya que considera las estadísticas del Censo Agrícola de ese mismo año, información que no ha sido actualizada; y, por otro lado, las estadísticas de INE (Estadísticas Frutícolas y Hortícolas) consideran al norte de Chile como una sola macro-región, dado que la orientación de ésta no es precisamente la producción agrícola, considerando las condiciones climáticas que imperan en esta zona.

Asimismo, se suscitan otra serie de problemáticas con respecto de otros ítems. En el caso de la carne de ave, se han obtenido estadísticas sobre los montos de exportación para el año 2011, esto indica que dentro de la región se produce carne de ave; sin embargo, dichos montos de producción no fueron hallados.

Una situación similar ocurre en el caso de los pescados, ya que los montos de extracción son muy superiores a los montos de exportación y de consumo. Esto refleja que, más allá de los montos que son extraídos, estos son posteriormente utilizados para la elaboración de productos semielaborados como la “harina de pescado”, las cuales no son principalmente de uso industrial.

En definitiva, se puede enunciar que gran parte de los alimentos que son consumidos en la Región de Antofagasta provienen de otras regiones y corresponden a los montos de importación estimados. Sin embargo, cabe destacar que la información con la que se cuenta es aún limitada e impide generar conclusiones definitivas.

Tabla 3.67: Resumen del AFM de la variable Alimentos, Segunda Región, año 2011.

VARIABLE: 2. ALIMENTOS CONSUMO TOTAL: 303.454 TON		
DESCRIPCIÓN	REPORTE PARTICULAR	PARTICULARIDADES DE LOS FLUJOS
Vegetales y frutas	63.394,5	Del consumo total: 303.454 Ton, aproximadamente: - Importa el 15,7% (47.531 Ton), - Produce el 55,8% (169.480 Ton), - Exporta 14.468 Ton que son el 8,5% de la producción. Existen 71.975 toneladas en el consumo total que no pudieron ser rastreadas (sin registro), para conocer su origen (producción o importación), de tal manera que cierre la ecuación propuesta por Wackernagel y Rees (2001).
Leche y derivados	91.755,2	
Huevos y pan	55.858,5	
Azúcar	26.174,7	
Carnes y pescados	48.610,1	
Bebidas alcohólicas	11.275,3	
Arroz	6.385,5	

Fuente: Elaboración propia.

3.3.6. Flujo del transporte

134

En conjunto, entre habitantes y carga de la Región de Antofagasta se recorrieron 1.969,5 millones de kilómetros durante el año 2011, que equivalen a 333.685 toneladas de emisiones de CO₂. El principal contribuyente a estas emisiones fue el transporte privado con 1.181 millones de km y 237.600 toneladas en emisiones de CO₂, cifra que contrasta con los 419 millones de km y 15.915 toneladas de CO₂ correspondientes al transporte público. En la Tabla 3.68 se muestran los demás modos de transporte, incluyendo caminata, bicicleta, aéreo pasajeros, aéreo carga (a los dos últimos se les aplicó tasa de ocupación previo al cálculo de emisiones).

Tabla 3.68: Flujo derivado del transporte en la Segunda Región, año 2011.

MODO DE TRANSPORTE	KM/PASS KM/CARGA	FACTOR DE CONVERSIÓN	EMISIONES CO2 TONELADAS
Transporte privado*	1.181.214.853	0,0002011	237.600
Transporte público*	418.935.866	0,0000380	15.915
Transporte aéreo pasajeros	31.475.053	0,0003561	11.208
Transporte aéreo carga	193.657.893	0,0003561	68.962
Caminata	137.986.716	no aplica	-
Bicicleta	6.249.708	no aplica	-
TOTAL	1.969.520.090		333.685

Fuente: Elaboración propia, con base en IWM (2002); Suroeste Consultores Limitada (2010); TRASA Ingeniería Ltda. (2011).

En la valoración y análisis de este flujo tiene un peso importante el transporte motorizado urbano, tanto público como privado, por el hecho que la Segunda Región tiene el 97,4% de la población asentada en zonas urbanas y es su principal modo de desplazamiento. Los resultados mostrados en la Tabla 3.68 se obtuvieron a partir de la ejecución de procedimientos matemáticos lógicos con premisas específicas descritas a continuación:

Para **transporte motorizado** se tomaron como base las Tablas 3.44 y 3.50, referentes al total de kilómetros recorridos en un día en la Segunda Región, en los diferentes modos de transporte y según los distintos propósitos, y ya incorporadas las tasas de ocupación. Al no tener publicada la mínima información necesaria en las EOD de Antofagasta y Calama para establecer lo ocurrido en un día estival (entre semana) y fines de semana en ambas temporadas, se tomó la decisión de convertir en cifra representativa la calculada en la sección anterior (día laboral) y extrapolarla a los 360 días del año. El estudio asume cierto margen de error que acarrea tal premisa (no deseado debido a la generalización, pero se justifica al tratarse de una primicia para la Segunda Región); sin embargo, es muy probable que tal situación compense los múltiples viajes que se generan en la Región de Antofagasta con la actividad turística (lo cual no es incorporado en las EOD) y cuyo renglón de la economía tiene asociados desplazamientos considerables durante las fechas estivales en toda la Segunda Región. Así, en la Tabla 3.69 se muestra el total de kilómetros recorridos para el año 2011.

Tabla 3.69: Total de kms. recorridos en la Región de Antofagasta el año 2011, para cada modo de transporte y propósito del viaje

MODO	KM TRABAJO ANUAL	KM ESTUDIO ANUAL	KM OTROS PROPÓSITOS ANUAL	TOTAL KM POR MODO ANUAL
Auto chofer	207.556.000	13.313.584	401.071.124	621.940.708
Auto acompañante	99.072.447	166.620.379	293.581.320	559.274.146
Taxi colectivo	105.873.475	38.054.094	194.414.007	338.341.577
Bus-taxibus	15.003.425	21.646.766	29.103.520	65.753.711
Taxi básico o radiotaxi	1.567.715	0	8.573.220	10.140.935
Bus (particular)	3.045.876	486.222	941.096	4.473.193
Transporte escolar	113.815	25.471	87.165	226.451
Caminata	13.618.164	22.464.864	101.903.688	137.986.716
Bicicleta	1.995.228	322.848	3.931.632	6.249.708
TOTAL KM (AÑO 2011)	447.846.145	262.934.227	1.033.606.772	1.744.387.144

Fuente: Elaboración propia, con base en TRASA Ingeniería Ltda. (2011) y Suroeste Consultores Limitada (2010).

Uno de los resultados sobresalientes y en contravía del desarrollo sustentable en la Segunda Región, corresponde a que una minoría de la población es usuaria del transporte privado y

recorrió un total de 1.181 millones de kilómetros, mientras la mayoría de la población utiliza el transporte público, que serían 1.287 millones de km. No obstante, al aplicar las tasas de ocupación se marca la diferencia, y tal cifra se establece en apenas 419 millones de km anuales recorridos por el transporte público en la Segunda Región durante el año 2011.

En cuanto al **transporte no motorizado**, que incluye las categorías de caminata y bicicleta, se hizo un cálculo similar al del transporte motorizado; en consecuencia, se obtuvo que los peatones en la Segunda Región en el año 2011 recorrieran 138 millones de km y los ciclistas apenas 6 millones de km, actividades que no tienen asociadas ningún tipo de emisión de CO₂. La caminata es visiblemente predominante en las estadísticas de las EOD, tal vez por el hecho de reconocer como ‘un viaje’ hasta los mínimos trayectos desde el hogar hacia el paradero del transporte público.

En **transporte aéreo** de pasajeros y carga en la Región de Antofagasta recorrieron durante el 2011 aproximadamente un total de 942´337.178 km/pas y 2.904´261.376 km/Ton de carga. Ver Tablas 3.70 y 3.71.

Para la obtención de estos factores km/pas y km/ton se tomó como base la Tabla 3.52 en la cual se relacionaban el número de pasajeros y las toneladas de carga que entraron y salieron desde Antofagasta y Calama hacia otros destinos, según INE (2011c). Luego se establecieron con la Dirección General de la Aeronáutica Civil – DGAC (2006) las distancias aéreas entre las ciudades comercializadoras; de esta manera, se obtuvo el dato base de km/pas y km/ton en la Segunda Región para el año 2011, distribuyendo de manera equitativa las emisiones en ambos destinos: 50% para el origen y el 50% restante para el destino, excepto en los casos donde la transacción se hizo entre Calama y Antofagasta por pertenecer a la misma región objeto de la presente investigación.

136

Tabla 3.70: Km/pas en transporte aéreo de la Segunda Región, 2011.

CIUDAD	NO. PASAJEROS		DISTANCIAS KM		KM/PAS AÉREO	
	ANTOFAGASTA	CALAMA	ANTOFAGASTA	CALAMA	ANTOFAGASTA	CALAMA
Santiago	954.931	588.146	1.107	1.225	528.554.309	360.239.425
Arica	19.665	319	566	466	5.565.195	74.327
Iquique	101.280	5.993	323	279	16.356.720	836.024
Antofagasta		19.049		201	0	3.828.849
Copiapó	5.964	7.991	388	565	1.157.016	2.257.458
El Salvador	396		314	428	62.172	0
La Serena	68.275	1.691	718	861	24.510.725	727.976
Concepción	106		1.536	1.648	81.408	0
					576.287.545	367.964.058
					944.251.602	

Fuente: Elaboración propia, con base en DGAC (2006); INE (2011c).

Tabla 3.71: Km/Ton en transporte aéreo de la Segunda Región, 2011.

CIUDAD	CARGA		DISTANCIAS		KM/TON AÉREO	
	ANTOFAGASTA	CALAMA	ANTOFAGASTA	CALAMA	ANTOFAGASTA	CALAMA
Santiago	3.231.711	1.522.469	1.107	1.225	1.788.752.221	932.511.956
Arica	965		566	466	273.095	0
Iquique	988.254	338	323	279	159.602.953	47.151
Antofagasta		6.040		201	0	1.214.040
Copiapó	306		388	565	59.364	0
El Salvador			314	428	0	0
La Serena	61.779	532	718	861	22.178.589	229.026
Concepción			1.536	1.648	0	0
					1.970.866.223	934.002.173
					2.904.868.396	

Fuente: Elaboración propia, con base en DGAC (2006); INE (2011c).

3.3.7. Capacidad de carga de la Segunda Región

En la sección anterior (3.2.7) se mostraron las variaciones ocurridas en los terrenos por cambio de uso del suelo entre 2002 y 2011 en la Segunda Región. A continuación, se redistribuyen las áreas según las categorías de usos de suelo propuestas por Wackernagel y Rees (2001), para definir la capacidad de carga de la Región de Antofagasta, las cuales se muestran en la Tabla 3.72.

Tabla 3.72: Capacidad de carga, Región de Antofagasta, 2011.

CATEGORIAS DE USO DEL SUELO	HA
Energía Fósil	3.218
Área Construida / Sin Productividad	9.619.699
Cultivable	2.270
Pastos	2.355.506
Bosques	0
Mar / Agua	628.265
TOTAL	12.608.958

Fuente: Elaboración propia, con base en Wackernagel y Rees (2001); CONAF (2011); Ministerio de Bienes Nacionales (2013).

Los datos de la capacidad de carga están relacionados con la Tabla 3.55, apuntando previamente que no existe una justa circunscripción para cada una de las categorías propuestas por Wackernagel y Rees (2001), no obstante se intentó hacerlas coincidir a través de un proceso de asociación lógica.

La absorción de energía fósil se relacionó con las superficies de plantaciones forestales (3.218 Ha).

El total de área construida / sin productividad se corresponde al uso urbano e industrial (30.608 Ha) más las áreas desprovistas de vegetación (9'589.091 Ha), ya que Wackernagel y Rees (2001) sugieren incluir en esta categoría las áreas 'biológicamente' no productivas, para un subtotal de 9'619.699 Ha, descartando otras posibilidades de producción (p.e. la minería para el caso de la Segunda Región).

El área cultivable está relacionada con los terrenos agrícolas de la Segunda Región (2.270 Ha).

Los pastos se asociaron a las zonas denominadas Praderas y matorrales, y Estepa (2'355.506 Ha).

En la categoría mar (agua) se incluyeron las áreas de bofedales (1.673 Ha), salares (564.844 Ha) y ríos, lagos, embalses y tranques (61.748 Ha) para un subtotal de 628.265 Ha.

También vale aclarar que no se aplicaron los factores de conversión global a cada una de las seis categorías de suelo de la Tabla 3.53, como lo indican Wackernagel y Rees (2001), debido a que el presente estudio se orienta por la utilidad local del ejercicio de cálculo propuesto por León (2006), y no prioriza la comparación a nivel internacional.

Finalmente, es necesario hacer referencia al concepto de conservación de la biodiversidad, el cual está propuesto en un 12% del área total de estudio (Wackernagel y Rees, 2001), lo que representaría 1'513.074 Ha; sin embargo, las superficies SNASPE en la Segunda Región alcanzan únicamente las 352.586 Ha (INE, 2005), lo cual corresponde al 2,8% del área de la Región de Antofagasta; por ende, hay un déficit del 9,2% en áreas para la conservación de la biodiversidad.

3.4. Huella Ecológica Local de la Segunda Región. Cálculo año 2011

La Huella Ecológica se define como el área ecológicamente productiva para proporcionar todos los recursos energéticos/materiales consumidos, y para absorber todos los desechos generados por una población determinada. Cuanto mayor sea la huella de una ciudad, una región o un país, se interpreta que mayores son las externalidades negativas (impactos) que provoca fuera de sus límites político-administrativos.

Es importante advertir al lector que es totalmente inviable circunscribir en el cálculo todos y cada uno de los materiales de consumo, y todos y cada uno de los desechos generados, que además impactan los ecosistemas que sustentan dicha población, porque se alcanzaría tal volumen de información que impediría el procesamiento y análisis de las mismas bases de datos. Se pretende dar el mayor cubrimiento posible y viable al metabolismo de la región en estudio, con el objetivo de obtener un panorama muy cercano a la realidad del área de interés.

Una segunda observación de interés del lector corresponde a la metodología aplicada para el caso de la Región de Antofagasta. El cálculo de la Huella Ecológica se hace a partir de los datos obtenidos en el AFM descrito en la sección anterior (3.3), y se desagrega su presentación de la misma manera, o sea variable por variable; además, a partir de ‘usos del suelo’ se obtiene si existe o no déficit ecológico con base en la capacidad de carga de la Segunda Región. Se utiliza también la misma metodología empleada para los casos de la Región Metropolitana de Santiago (Chile) y la ciudad-región de Bogotá (Colombia), es decir, la unidad de conversión es hectáreas locales, como lo propone León (2006; 2013), y no hectáreas globales (gha), como lo plantean Wackernagel y Rees (2001), pues se reitera la importancia de otorgar a los tomadores de decisiones datos propios de la región que se estudia, por encima de la utilidad de los datos para comparaciones o *rankings* internacionales. Se pretende que el índice de sustentabilidad, la HEL (Huella Ecológica Local) calculada para la Segunda Región, sea un apoyo clave en las decisiones que orientan el desarrollo hacia una región sustentable.

La HEL de la Segunda Región en el año 2011 fue de 4,71 Ha/per cápita. Ver Tabla 3.73.

Tabla 3.73: HEL de la Región de Antofagasta, 2011.

	ÁREA REQUERIDA	HUELLA ECOLÓGICA/PER CAP
Agua	581.288	1,0714903
Energía	1.888.635	3,4813295
Materiales	7.720	0,0142301
Residuos	3.797	0,0069999
Alimentos	69.139	0,1274442
Transporte	90.185	0,0162811
TOTAL	2.640.764	4,7177751

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. HEL del agua

Wackernagel y Rees (2001; p.148) sugieren para áreas secas “cuantificar las áreas recolectoras de agua”, lo cual aplica a la Segunda Región ya que es una zona árida. Para ello fue necesario entonces medir la extensión de los depósitos de relaves, de los embalses, de la cuenca del Río Loa, de los oasis y de los salares, por corresponder a reservas de agua con características visibles en superficie para la región.

Sin embargo, y antes de entregar los datos claves de la HEL del agua en la Región de Antofagasta, es importante aseverar que esta variable exige dicho procedimiento particular de cálculo por diversos motivos: *i)* es complejo estimar la productividad del agua ya que no existe una definición única de productividad, en consecuencia es necesario comparar la productividad del agua en la agricultura contra otros usos posibles y la productividad del agua en diferentes partes del mismo sistema (FAO, 2006). *ii)* León (2006) reconoce que al tratar de simplificar los procesos naturales se acarrean errores en la definición de productividades para distintas actividades económicas, o generan mayor complejidad en el procedimiento al requerirse un rendimiento específico para cada actividad, lo cual se convierte en debilidad del índice; *iii)* igual sucede al convertir los consumos de agua expresados en m³ a hectáreas, por lo cual no debe ignorarse la estrecha relación natural que existe entre las aguas lluvia y de escorrentía con los acuíferos, incluso con la evapotranspiración, que difieren de un territorio a otro y son producto de la geología existente y las condiciones climáticas particulares. Además, *iv)* resulta parcial el hecho de considerar solamente las aguas superficiales en el cálculo, pues los reservorios de aguas subterráneas (acuíferos) también deben ser contemplados, máxime cuando el 97% del agua para la minería en la Segunda Región proviene de fuentes subterráneas (el reto es establecer su dimensión real y sus reservas).

En síntesis, la Segunda Región requirió 581.288 Ha que equivalen a 1,0714903 Ha locales/ per cápita durante el 2011 para el abastecimiento de agua. La cantidad de suelo superficial fue obtenido a partir de los sitios de disponibilidad del líquido (ríos, salares, bofedales, tranques, lagos, vegas, entre otros) principalmente las extensiones de los oasis Lasana, Chiu Chiu, Calama, cuenca del Río Loa y el Salar de Atacama. Deberían haberse incorporado las áreas de los acuíferos de la región, pero no se tuvieron disponibles los datos oficiales. Según los procedimientos establecidos en la metodología original de Wackernagel y Rees (2001), el total de 581.288 Ha se adjudican a la categoría de suelo “mar” por ser la categoría más asimilable a agua (ver Tabla 3.74).

Por último, para las aguas residuales se tuvo en cuenta la extensión de las cinco plantas de tratamiento que funcionan en la Región de Antofagasta, a saber: Antofagasta, Calama, Taltal, Tocopilla y Mejillones. A partir de estas cifras se estableció que los 28,1 millones de m³ de aguas residuales producidas en la Segunda Región son tratadas en una extensión de 228 Ha.

Tabla 3.74: Huella Ecológica Local del consumo de agua, Región de Antofagasta, 2011.

USOS DEL AGUA / TIPO DE REQUERIMIENTO	CONSUMO TOTAL MILLONES DE M3	HA REQUERIDAS	HEL/PER CAP	TIPO DE SUELO
Potable (urbana, rural) y Riego	128,9	581.060	1,0710700	"Mar/agua"
Minería	180,1			
Almacenamiento superficial				
Almacenamiento subterráneo		?	0,0000000	"Mar/agua"
Aguas Residuales (PTAR)	28,1	228	0,0004203	"Mar/agua"
TOTAL	309	581.288	1,0714903	"MAR/AGUA"

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. HEL de energía

Al aplicar el procedimiento propuesto por Wackernagel y Rees (2001) para el cálculo de la huella ecológica de la variable energía, se llegó a establecer que la HE de la Región de Antofagasta en el año 2011 fue de 3,48 Ha/per cápita y significa que requirió 1.888.635 Ha en total para absorber las emisiones de CO₂; valor que se adjudica a la categoría de suelo "Absorción Energía Fósil" (ver Tabla 3.75). La mayor cantidad de suelo, 1.433.160 Ha, fue demandado para la absorción de las emisiones de combustibles, y en segundo lugar fueron las emisiones derivadas de las termoeléctricas con 455.472 Ha.

Tabla 3.75: Huella Ecológica del consumo de energía, Región de Antofagasta, 2011.

BALANCE DE ENERGÍA	CONSUMO		RENDIMIENTO	ÁREA REQUERIDA	HUELLA ECOLÓGICA
	GWH	GJ		HA	HA/PER CAP
Hidroeléctrica	1	3.644	1.000	4	0,0000067
Termoeléctrica	12.652	45.547.156	100	455.472	0,8395727
Gas de Ciudad		-	100	-	-
Combustibles	39.810	143.316.000	100	1.433.160	2,6417501
Renovable	-	-	300	-	-
TOTAL	52.463	188.866.800		1.888.635	3,4813295

Fuente: Elaboración propia, con base en Wackernagel y Rees (2001); IWM (2002); INE (2012); CNE (2013).

Para este cálculo de la variable energía se tomaron como referencia los consumos obtenidos para la Segunda Región y contenidos en la Tabla 3.58; dichos consumos en GWh tuvieron una conversión previa a GJ (Gigajoules) en todas las subcategorías⁷ y luego el cálculo definitivo se hizo mediante las premisas: “Una hectárea de un bosque promedio puede secuestrar anualmente la emisión de CO₂ generada por el consumo de 100 GJ de combustibles fósiles” (Wackernagel y Rees, 2001: 143); 1.000 GJ de hidroelectricidad y 300 GJ de energía renovable por año (Wackernagel y Rees, 2001).

Para el cálculo se tuvo en cuenta respecto al consumo de energía eléctrica la Tabla 3.13, que según el INE (2013c) la generación en la Segunda Región para el año 2011 fue del 0,008% a partir de fuentes hidráulicas y 99,992% de fuentes térmicas (incluidas las de ciclo combinado). Adicionalmente, para el cómputo de la última columna (Ha/per cap) de la Tabla 3.75 se consideró una población de la Región de Antofagasta calculada en 542.504 habitantes según el censo poblacional del año 2012 (INE, 2013), premisa que fue aplicada igualmente en todas y cada una de las seis variables analizadas.

Vale destacar en esta sección del cálculo del indicador HE la diferenciación que se hace entre la energía producida por hidroeléctricas y termoeléctricas, situación criticada en el AFM para establecer la cantidad de emisiones de CO₂, pues se recurre a un único factor de conversión 85,95 según IWM (2002) para toda la producción en GWh de energía.

Finalmente, tal como se explicó en la parte inicial de la presente sección, una de las debilidades de la HE se asocia al empleo de factores de rendimiento global, donde lo pertinente es utilizar valores de rendimiento ‘local’; de esta manera se puede aplicar el índice HEL. En un ejercicio paralelo al presente estudio, se procedió a partir de la cantidad de toneladas de CO₂ producidas en la Segunda Región durante el año 2002 a calcular la HEL y se obtuvieron cifras y conclusiones diferentes a las reportadas en la Tabla 3.73: con base en el total de 15.189.433 Ton de CO₂ producidas en la Región de Antofagasta y teniendo en cuenta la premisa de Telló (1997) “una hectárea de bosque mediterráneo esclerófilo absorbe 3,7 Ton de CO₂ al año” (equivalente a los bosques nativos presentes en Chile) se obtuvo una huella de 7,57 Ha/per cápita, valor muy superior a 3,48 del procedimiento original. Al no contar con extensiones considerables de bosque esclerófilo en la Segunda Región que pudieran absorber dichas emisiones y también por la desagregación que se hace de rendimientos por Gigajoules por hectárea a nivel global, en esta variable de energía se prefirió optar por la validación del primer cálculo, es decir, el consignado en la Tabla 3.73.

⁷ 1 GWh = 3.600 GJ (IWM, 2002).

3.4.3. HEL de materiales

En su totalidad, el consumo de materiales de la Región de Antofagasta ha requerido finalmente de 7.720 Ha, las cuales se traducen en que la huella ecológica local de la Segunda Región para el año 2011 de esta variable fue de 0,0142301 Ha/per cápita. Sin duda que la mayor cantidad de material ha sido consumido por el sector construcción dentro de la región, aspecto que se destaca principalmente por el peso de la subvariable “áridos” en el cálculo. La repartición sobre el tipo de suelo requerido para cada uno de los tipos de materiales ha sido obtenida a partir del ejercicio realizado por León (2006) y Wackernagel y Rees (2001). Ver Tabla 3.76.

Tabla 3.76: Huella Ecológica Local del consumo de materiales en la Región de Antofagasta, 2011.

	CONSUMO TOTAL (TON)	RENDIMIENTO LOCAL (TON/HA)	ÁREA REQUERIDA (HA)	HUELLA ECOLÓGICA (HA/ PER CÁPITA)	TIPO SUELO
Construcción	1.559.801.515,00	213.104,00	7.319	0,0134911	Construida
Metálicos	12.990,03	1.633,00	8	0,0000147	Construida
No metálico	1.850.268,54	75.714,00	24	0,0000442	Construida
Otros Materiales	16.219,47	44,00	369	0,0006801	Forestal
TOTAL	1.561.680.993,04		7.720	0,0142301	

Fuente: Elaboración propia, con base en Wackernagel y Rees (2001); León (2006).

El cálculo de los factores de rendimiento no está exento de problemáticas para su estimación. La dificultad radica en la estimación de un dato estándar de rendimiento aplicable para el resto de la región. Además, al igual que en otros cálculos realizados, es complejo trasladar variables que en origen son tridimensionales a términos bidimensionales, como lo es una superficie. Sin embargo, se han calculado los factores de rendimiento de la siguiente manera.

Para el caso de los materiales de construcción, se ha utilizado el rendimiento por hectárea que tiene el único proyecto de extracción de áridos que ha ingresado como “Declaración de Impacto Ambiental” al SEIA. El proyecto Declaración de Impacto Ambiental: extracción de áridos para la construcción de las autopistas de la Región de Antofagasta (SKANSKA, 2011). Este proyecto posee una superficie de 8,08 Ha y un volumen de extracción de 296.800 m³ de material. Se asume que la densidad promedio del árido es de 1.200 kg/m³, factor que ha sido utilizado anteriormente para el cálculo del consumo de áridos. De esta forma, se obtiene un factor de rendimiento de 44.079 toneladas por hectárea. Este dato se utilizó para el resto de los materiales de construcción, bajo el criterio de que el consumo de áridos constituye la mayor parte del consumo de material para esta subvariable.

La aplicación de este tipo de metodologías contiene errores que se acarrean a partir de la generalización que existe de los diferentes ítems y aproximaciones para cada uno de los materiales analizados. Sumado a ello, existe una generalización explícita en el modo de construcción del indicador, a lo cual se agrega la dificultad de aislar conceptualmente un territorio, y finalmente aplicar una lógica sistémica e interconectada. Por otro lado, la lógica del consumo como aspecto más relevante en el cálculo de la huella ecológica parece alejarse de la realidad, sobre todo cuando se trata de regiones en las cuales las industrias ligadas a la exportación de materias primas componen un gran porcentaje de la matriz económica regional.

3.4.4. HEL de residuos

La Huella Ecológica de la variable residuos alcanza 0,0069999 Ha/per cápita para la Región de Antofagasta en el 2010, lo cual se interpreta que se requirió de 3.797 Ha para la disposición final de todos los residuos generados. La mayor cantidad de suelo fue demandado para los pasivos de la minería, al requerir 3.714 Ha. En un segundo reglón, muy distante del primero, se ubicaron los RSD con apenas 83,3 Ha.

De acuerdo con los procedimientos establecidos por Wackernagel y Rees (2001), el total de 0,0069999 Ha se adjudican a la categoría de suelo “construido”; igual al caso de la variable Materiales, los residuos no se articulan directamente con ninguna de las clasificaciones de suelo disponibles en el índice de HE, en consecuencia, se acoge la sugerencia de Wackernagel y Rees (2001; p.147), de considerar dichas áreas como degradadas para añadirlas a la categoría de ambiente construido debido a que “dejan de ser biológicamente productivas”.

Tabla 3.77: Huella Ecológica Local de los residuos en la Región de Antofagasta, 2010.

TIPO DE RESIDUOS	CONSUMO TOTAL (TON)	RENDIMIENTO LOCAL (TON/HA)	ÁREA REQUERIDA (HA)	HUELLA ECOLÓGICA (HA/PER CAP)	TIPO DE SUELO
Domiciliarios*	187.882	2.257	83,3	0,0001535	Construida
Construcción	480.426	2.065.500	0,2	0,0000004	Construida
Minería	1.937.728.190	521.739	3.714	0,0068460	Construida
Industriales	243.523	N.D.	-	-	
TOTAL	1.938.640.021		3.797	0,0069999	

Fuente: Elaboración propia.

* NOTA: Los residuos reciclados (13.274) Ton se descuentan de los RSD, pero se incorporan al balance de la variable ‘Materiales’, para evitar la doble contabilidad.

Los consumos de residuos tomados como base para el cálculo de la HEL fueron reportados en la Tabla 3.77 y expresados en Toneladas, como lo demanda el AFM. La alternativa aplicada para transformar dichos consumos a hectáreas fue definir un rendimiento local, así:

El relleno sanitario de Mejillones tiene una capacidad mensual de disposición de 1'189.256 m³ para 25 años de vida útil en un área total de 52,7 Ha (SEIA, 2013), por lo tanto, su rendimiento se calcula en 2.257 Ton/Ha.

Para la disposición de sobrantes de construcción y escombros no se ubicó una experiencia en la Segunda Región, por lo tanto, se retoman las cifras utilizadas para la RMS, a partir del ex - pozo utilizado por Regemac S.A. con un área total de 10 Ha y una capacidad de almacenamiento de 4'500.000 m³ (León, 2006); por lo tanto, el rendimiento es de 2'065.000 Ton/Ha.

Igualmente, para los residuos de la minería se tomó como modelo el proyecto de la Tercera Región, pues no se encontró en el SEIA un caso en la Región de Antofagasta. Según SEIA (2006) en León (2006), para la disposición de residuos provenientes del proceso de lixiviación de la planta Biocobre, se tiene una capacidad de 12 millones de toneladas (6 millones de m³) en 23 hectáreas. Por lo tanto, el rendimiento local es de 521.739 Ton/Ha.

3.4.5. HEL de alimentos

La Huella Ecológica de la Región de Antofagasta fue de 0,1274442 Ha/per cápita durante el año 2011, lo cual implica una extensión en hectáreas de 69.139 hectáreas para el mismo año, considerando los alimentos consumidos. El alimento que mayor área requirió, según el cálculo, es la carne bovina (0,074 hectáreas per cápita), seguido por los pescados (0,01705 hectáreas per cápita). Sin embargo, no se han considerado muchos otros alimentos que no han sido contabilizados dada la falta de información.

Según la metodología de Wackernagel y Rees (2001), se han requerido para el año 2011 un total de 15.776 hectáreas de suelos cultivables, 43.443 hectáreas de pastos y 9.918 hectáreas de mar.

Con respecto a los factores de rendimiento, no ha sido posible aplicar factores de rendimiento locales, por lo cual se ha optado por considerar valores de otras regiones cercanas, o definitivamente, los factores de rendimiento utilizados por Barton, Jordán, León & Solís (2007). Los resultados se muestran en la Tabla 3.78.

Tabla 3.78: Huella Ecológica de alimentos de la Región de Antofagasta, 2011.

TOTAL CONSUMO	CONSUMO (TON)	RENDIMIENTO (TON/HA)	ÁREA REQUERIDA (HA)	HUELLA ECOLÓGICA (HA/PER CAPITA)	TIPO DE SUELO
Hortalizas y Verduras	6.141,0	19,43	316,1	0,00054	Cultivable
Papa	43.030,0	47,66	902,9	0,00155	Cultivable
Frutas	20.364,5	19,43	1.048,1	0,00180	Cultivable
Carne (Bovino)	12.483,3	0,289	43.194,9	0,07426	Pastos
Carne (Cerdo)	14.726,9	140	105,2	0,00018	Pastos
Carne de Ave	21.112,3	166,076	127,1	0,00022	Pastos
Pescados	287,6	0,029	9.918,4	0,01705	Mar
Productos Lácteos	79.674,6	6528	12,2	0,00002	Pastos
Queso	4.141,9	3264	1,3	0,00000	Pastos
Yoghurt	7.938,7	94598	0,1	0,00000	Pastos
Huevos	6.385,5	1965,9	3,2	0,00001	Pastos
Pan	49.473,0	5,4	9.161,7	0,01575	Cultivable
Arroz	6.385,5	5,6	1.140,3	0,00196	Cultivable
Azúcar	26.174,7	8,16	3.207,7	0,00551	Cultivable
TOTAL	303.454		69.139	0,12744	

Fuente: Elaboración propia.

La construcción de factores de rendimiento locales corresponde a uno de los principales avances mostrados en León (2006) y Barton, Jordán, León & Solís (2007), considerando que el cálculo de valores locales de rendimiento permite una aproximación más cercana a la realidad de las regiones; además, enfatizando en las marcadas diferencias geográficas que existen en Chile. Sin embargo, para el ejercicio de la Región de Antofagasta, ha sido difícil considerar factores de rendimiento locales, por ello se asumieron las siguientes premisas.

Para el caso de las hortalizas y verduras, se han considerado sólo los valores de producción. De la misma manera, para el rendimiento se ha calculado un valor promedio en base a los datos presentados en la Tabla 3.34, los cuales expresan rendimientos de otras regiones de Chile o rendimientos nacionales. Similar situación se ha aplicado para el caso del consumo de frutas.

Para el resto de las variables se han utilizado los factores de rendimiento aplicados en León (2006; p. 154), en la cual se plantean los siguientes enunciados.

- La cantidad de carne que produce una res varía de acuerdo al peso del animal de engorde listo para faenarlo, y oscila entre 120 a 250 kilos (Morales, 2006)⁸. Para la investigación se tomó un promedio de 170 kilos, anotando que la cabeza, extremidades y órganos internos también se consumen por separado, pero no se contabilizan como carne.
- La producción anual de leche varía de acuerdo a la raza del ganado bovino. Las principales en Chile son Holstein Friesian, Overo negro y Overo colorado, y se estima una producción de 3.840 litros por año (INIA, 2003). En una hectárea de tierra empastada o pradera se contempla el desarrollo de 1,7 vacas (INIA, 2003) y con los anteriores datos se estableció una producción de 6.528 litros de leche por hectárea. Además, para la producción de un kilo de queso se necesitan 2 litros de leche, igual proporción para el manjar; y para un litro de yogurt un litro de leche (Morales, 2006).
- La densidad de población de las aves criadas a piso (Broilers) es de 9 aves por metro cuadrado; viven 45 días y se obtiene alrededor de 2,5 a 4 Kg de carne/ave. Se estimó un promedio de 3 Kg de carne por cada ave. En cuanto a las aves destinadas a postura de huevos, éstas tienen un promedio de un huevo cada 28 horas (Morales, 2006); se estima una producción anual de 312 huevos por ave.
- La densidad de población de los cerdos para producción de carne es aproximadamente 2m²/animal y se obtienen alrededor de 20 a 35 kilogramos de carne (Morales, 2006). Para el estudio se tomó como promedio de producción de carne 28Kg/cerdo.
- Para alcanzar la cifra de consumo de pan de los residentes metropolitanos, se requiere 1,4 veces más de harina de trigo, y a dicho valor se le aplicó el rendimiento definido para el trigo.
- El rendimiento del té proviene de cifras argentinas (8Ton/ha), donde el 90% de su producción es exportada y una fracción llega a Chile (SRA, 2006). Y para el café se tomó el promedio de las productividades de Colombia 0,86 Ton/Ha/mes (Cenicaña, 2006) y de otros países productores 6 Ton/Ha/año (FAO, 2006), ya que en la Segunda Región se consume una mezcla obtenida de diversas importaciones.

Pese a que el cálculo de esta variable ha sido principalmente un ejercicio de cuantificación, se ha considerado que en base a la información existente se trata finalmente de una subestimación de los valores reales.

⁸ Teresa Zulema Morales, Ingeniera agrícola y ganadero – Universidad Santo Tomás de Talca. Comunicación escrita y basada en bibliografía de los autores Hugo Águila Castro y Vicente Giaconi.

Muchos otros alimentos no han sido considerados, lo cual en definitiva incrementaría el monto de la Huella Ecológica para esta variable en particular. Cabe recordar, además, que los montos sobre el consumo de alimentos se obtuvieron a partir de los promedios per cápita a nivel nacional, elemento que puede distorsionar parte de los resultados para esta variable. Se requiere, en definitiva, de un mayor seguimiento a escala regional.

3.4.6. HEL del transporte

La variable transporte requirió 90.185 Ha, que equivalen a 0,0162811 Ha/per cápita para absorber fundamentalmente las emisiones de CO₂ producidas en la Región de Antofagasta durante el 2011. La mayor cantidad de suelo fue demandada por el transporte privado (64.216 Ha) para la absorción de las 237.600 Ton de CO₂, y en segundo lugar, el transporte aéreo (de carga) con 18.638 Ha para absorber 68.962 Ton de CO₂. Ver Tabla 3.79.

La conversión se hizo partiendo de los resultados obtenidos y consignados en la Tabla 3.67 referentes a la emisión de CO₂ de cada tipo y modo de transporte, y a través de la premisa una hectárea de bosque mediterráneo esclerófilo absorbe anualmente 3,7 toneladas de CO₂ (Telló, 1997).

148

Tabla 3.79: Huella Ecológica Local del transporte, Segunda Región, 2011.

TIPO DE TRANSPORTE	EMISIÓN TOTAL DE CO2 (TON)	RENDIMIENTO LOCAL (TON/HA)	ÁREA REQUERIDA (HA)	HUELLA ECOLÓGICA (HA/PER CAP)	TIPO DE SUELO
Transporte privado	237.600	3,7	64.216	0,0105947	Bosque
Transporte público	15.915	3,7	4.301	0,0007097	Bosque
Transporte aéreo pasajeros	11.208	3,7	3.029	0,0004998	Bosque
Transporte aéreo carga	68.962	3,7	18.638	0,0030750	Bosque
Red carretera			8.498	0,0014020	Construida
TOTAL	333.685		90.185	0,0162811	

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Las áreas directamente relacionadas con ciclovías y caminatas, por su mínima extensión en la Región de Antofagasta, quedaron incorporadas en la categoría de suelo “construido/urbanizado”.

Finalmente, para los 5.665 kms. de la red caminera existente en la Segunda Región se asumió un ancho promedio de 15 metros, que contemplan la carpeta de rodadura, cunetas y área que ocupan los taludes de corte o terraplén.



4) EL ÍNDICE DE PROGRESO GENUINO (IPG)

4.1. Introducción: el método y sus alcances

En la actualidad, la economía globalizada se ha concentrado en maximizar las utilidades de las “empresas”, elemento que, de acuerdo al modelo de la economía neoclásica, sería el motor del ciclo económico. Se entiende de esta forma que, a través de los procesos productivos, se generarán además de bienes y servicios, empleos y salarios, los ingresos monetarios para una región o país. Estos ingresos, son interpretados como flujos positivos de capital que determinarán la manifestación del bienestar económico. Con ello, se asume que a mayor productividad en una región o país, mayor será su crecimiento y, en consecuencia, mayor será el bienestar de su población (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007).

Por varias décadas el crecimiento se ha medido mediante el que probablemente sea el indicador mayormente conocido en los países a nivel mundial, llamado *Producto Interno Bruto* (PIB). Este indicador, junto con ser empleado en el diseño de políticas monetarias y fiscales de los gobiernos en la generación de proyectos corporativos de inversión y en la evaluación de estrategias de desarrollo económicas, es un medio de comparación de la realidad económica entre regiones o países, pues permite que por medio de los índices macroeconómicos universalmente adoptados en el sistema de cuentas nacionales, que forman parte del PIB, se pueda conocer el estado actual de crecimiento en una región o país, su proyección, evolución y tendencias.

Para el caso de la Región de Antofagasta, la economía regional está fuertemente influenciada por la actividad minera, la cual concentra más del 60% del PIB Regional, según cifras por clase de actividad económica del Banco Central (2008). Al sector minería le siguen en menor representatividad otros varios, como la producción de electricidad, gas y agua,

transportes y comunicaciones, y el sector industria manufacturera. A su vez, el sector minero representa la actividad económica más competitiva en cuanto al valor de las exportaciones, sumando más del 90% de los envíos regionales al exterior (INE, 2011). Por su parte, respecto del aporte de la minería regional en el PIB nacional, se estima que ésta aporta con el 45% de la producción nacional.

De acuerdo con Cademartori (2008), las empresas extranjeras asociadas principalmente al rubro minero serían un factor de desarrollo económico local, que generaría una serie de encadenamientos de producción, de empleo y de consumo. Asimismo, las tendencias en el crecimiento y en los indicadores macroeconómicos locales estarían generando la transformación que ha experimentado la región y en particular la ciudad de Antofagasta en los últimos 20 años, manifestado en el aumento de la población, pero también en la manifestación de una capital regional que adquiere carácter de ciudad metropolitana.

No obstante, con ello se producirían también los problemas propios de este tipo de economías, como lo son: el aumento en la generación de residuos domiciliarios en áreas urbanas, la necesidad de tratamiento de las aguas servidas, la expansión de la ciudad de Antofagasta hacia espacios no pensados para el uso residencial o empresarial, como el caso de La Chimba, entre otros problemas de índole social, como la salud, la seguridad, la segregación y, finalmente, la merma en calidad de vida de las personas⁹ (Aroca, 2002; Torres, 2008).

Es en este contexto de la Región de Antofagasta donde cobra relevancia poder contar con un indicador de bienestar económico que no sólo dé cuenta de las tendencias en las cifras macroeconómicas, sino también provea de información útil para cuantificar monetariamente la pérdida de bienestar a causa de lo que se ha traducido como una bonanza económica; y que además, refleje de mejor manera el sesgo en la interpretación del crecimiento, permitiendo afrontar adecuadamente la toma de decisiones gubernamentales a nivel local.

En esta lógica, adquieren relevancia estudios como el propuesto por Max-Neef (1995), en el cual se demostraría que cuando los sistemas macroeconómicos se amplían más allá de un cierto tamaño, las ventajas adicionales de crecimiento serían excedidas por los gastos asistentes, en lo que se conoce como la *hipótesis del Umbral*. Por otra parte, toman importancia las críticas que han surgido respecto del PIB, que sugieren la conveniencia de buscar nuevas alternativas de medición del bienestar, como las señaladas y sistematizadas en el estudio de Solís (2007: 20), que señala las siguientes:

- i) No se preocupa del origen de los flujos monetarios positivos, todos los cuales son contabilizados positivamente, e incluso contribuyen al supuesto crecimiento económico:

⁹ Observatorio Regional de Desarrollo Sustentable de Antofagasta-ORDSA. <http://www.antofagastasustentable.cl/web/category/opinion/>

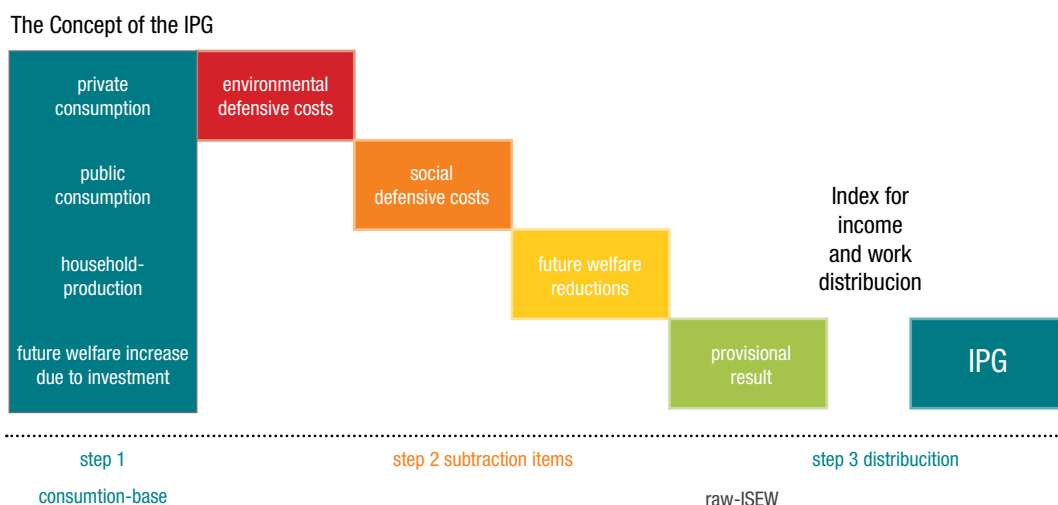
- Los costos asociados al aumento de los accidentes o enfermedades.
 - Los costos relativos a la pérdida de esparcimiento, tiempos de traslado a los lugares de trabajo.
 - Los costos asociados al aumento en los niveles de contaminación y el daño ambiental acumulativo.
 - Los costos asociados a una mayor destrucción de los recursos naturales.
- ii) No da cuenta de la riqueza generada, que no tiene valor de mercado y que contribuye a aumentar el bienestar. Ejemplos:
- El valor del trabajo en el hogar
 - El valor del trabajo voluntario
 - El valor de los servicios de infraestructura
- iii) No considera la distribución del ingreso en el valor del PIB/per cápita.

Una alternativa que surge como propuesta adecuada para estimar un valor más cercano a la realidad del bienestar económico en la Región de Antofagasta es el *Indicador de Progreso Genuino*, que a la vez puede presentarse como un importante indicador de sustentabilidad regional, pues permite contrastar las cifras económicas con las pérdidas de bienestar manifestadas en aspectos ambientales y sociales, como consecuencia de la floreciente actividad productiva y las mejoras en el crecimiento, según las cifras del PIB.

El *Indicador de Progreso Genuino*, es un indicador propuesto por Cobb y Halstead (1995), quienes concibieron este método como una mejor denominación a su derivado homólogo, denominado *Indicador de Bienestar Económico Sustentable*, IBES, propuesto por Daly y Cobb (1989) para EE.UU.. La diferencia, que señala la bibliografía entre el IPG y el IBES, es que el primero excluye los gastos defensivos públicos y privados en salud y educación, e incluye la valoración de costos por pérdida de tiempo libre, desempleo, subempleo y pérdida de bosques (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007).

El método consiste de tres fases fundamentales, comenzando por la valoración del Consumo Personal, el cual es ajustado por la Distribución del Ingreso; se adicionan los factores que aportan de manera positiva al bienestar, como el valor del servicio del trabajo en el hogar, el trabajo voluntario, los servicios públicos del gobierno, entre otros; y se substraen los factores que no aportan el bienestar, tales como los costos defensivos ambientales (calidad de agua y aire, manejo de residuos domiciliarios, etc.); los costos defensivos sociales, y la pérdida de recursos naturales y daño ambiental a largo plazo (Figura 4.1).

Figura 4.1: Pasos metodológicos del Indicador de Progreso Genuino.



Fuente: Stockhammer et al (1997)

154

Este indicador ha sido medido en varios países a nivel mundial, concentrándose mediciones en EE.UU., donde incluso se ha formalizado su inclusión como medida que reemplaza al PIB, en el Estado de Maryland¹⁰, o que lo complementa como medio de comparación en el caso de Reino Unido. Algunos otros países en los que se ha medido son: Italia, Alemania, Australia, Países Bajos, Suecia, Nueva Zelanda, Tailandia, Colombia, Chile, Argentina, entre otros (Solís, 2007).

A nivel regional o provincial ha sido medido en Vermont, la bahía de San Francisco, Alameda, Marin, San Mateo, Santa Clara, Minnesota, Ohio, Utah, en EE.UU., provincia de Siena en Italia y Región Metropolitana de Santiago, en Chile. Cabe destacar, que las mediciones a nivel regional tienen un comportamiento distinto al nacional por un efecto de economías de escala, situación similar a lo que ocurre si se comparan economías desarrolladas v/s no-desarrolladas.

En la figura 4.2 siguiente, se muestran las tendencias en el IBES v/s PIB de países desarrollados y se incluye el resultado obtenido para Chile (Castañeda, 1999), donde se evidencia que en los primeros hay una clara demostración de la Hipótesis del Umbral propuesta por Max-Neef, situación menos clara en una economía que no ha alcanzado su desarrollo aún, como es el caso chileno. Esta situación es similar para el caso de la medición en la Región Metropolitana, como fiel reflejo de lo que ocurre a escala nacional (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007). Además, como se verá en el presente documento, mostrará los resultados de las tendencias que presenta el IPG de Antofagasta, donde ocurren fenómenos particulares de Consumo y Producción,

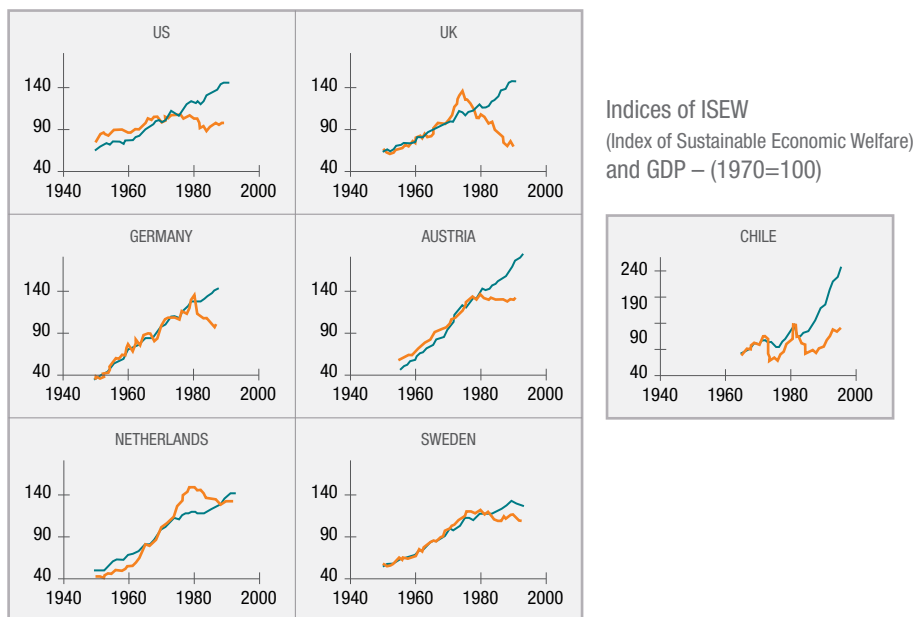
¹⁰ Maryland's Genuine Progress Indicator. An Index Sustainable Prosperity. En <http://www.green.maryland.gov/mdgpi/index.asp>

típicas de una región de vocación minera, que produce y exporta, pero que a la vez, sostienen en parte la economía nacional. Estas particularidades, son parte del desafío de cuantificar el bienestar económico sustentable para la Región de Antofagasta, el cual fue medido a través del IPG y que quedarán en evidencia en el presente capítulo.

Junto con ello, la medición del IPG aportará con un detallado trabajo de sistematización de información local regional, basada en fuentes oficiales, sobre los diversos aspectos ambientales y sociales que este índice considera, tales como:

- El número de mujeres que se dedican a labores en el hogar, que hoy en día no reciben salario, pero de las cuales se evidencia el valioso aporte de su trabajo al bienestar de la región;
- El número de trabajadores voluntarios, donde ocurre una situación similar a la anterior;
- El número de casos de delincuencia;
- El número de casos y tipologías de accidentabilidad;
- Número de divorcios;
- Los volúmenes de residuos sólidos domiciliarios;
- El costo por mejorar la calidad de las aguas;
- Los niveles de contaminación del aire; y
- Las estimaciones de pérdida de recursos naturales y daño ambiental a largo plazo.

Figura 4.2: IBES y PIB para países seleccionados.



Fuente: Costanza et al, (2004).

Todos estos permiten corregir nuestro actual patrón de medición de bienestar basado en el PIB, por otro indicador que mide el nivel de sustentabilidad local, basado en la realidad social, ambiental y económica de la Región de Antofagasta.

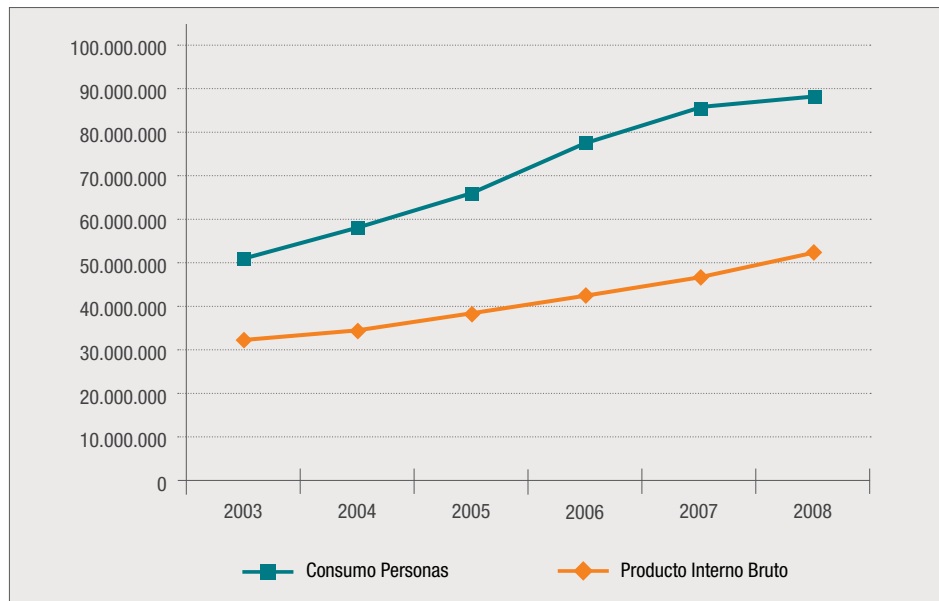
4.2. Las variables incorporadas

Columna A: Consumo personal

La lógica de medir indicadores macroeconómicos apunta a reflejar el dinamismo que tiene la economía en relación a otras economías de la región, por ejemplo, el Producto Interno Bruto a nivel nacional, regional o provincial. En tal sentido, se entiende que los gastos de Consumo Personal (CP) de bienes y servicios, como componente del PIB, serían un catalizador en el dinamismo de la economía. En efecto, se estima que un aumento del gasto de los consumidores contribuiría al crecimiento de la economía y al bienestar, lo que se ve reflejado en el PIB, tal como lo muestra la Figura 4.3.

156

Figura 4.3: Tendencia del PIB y el consumo personal (2003-2008) de la economía chilena.



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central (2008).

En contraste con lo anterior, la incorporación del CP en el cálculo del *Indicador de Progreso Genuino* busca contabilizar aquella porción que reflejaría de forma genuina el aporte de éste ítem al bienestar de la población. Bajo esta premisa, el ítem de Consumo Personal es el punto de partida para el cálculo del IPG. De esta forma y de acuerdo con la metodología original de Daly y Cobb (1993), se considera el consumo de las personas como parte del flujo monetario positivo, además de aquella parte del consumo público, que ofrece un aporte efectivo al bienestar, siendo descontados aquéllos que, perteneciendo al ítem de consumo en la valorización del Gasto del PIB, representan gastos defensivos del gobierno. Entre ellos, los gastos en el control de la contaminación y de otros efectos dañinos para la salud a causa del deterioro ambiental, etc.

Si bien la obtención del ítem del CP es parte de las estadísticas de las cuentas nacionales, lo cierto es que a nivel regional éste no ha sido calculado en ninguna de las series de tiempo publicadas por el Banco Central de Chile, razón por la cual se debió buscar una alternativa para estimar esta variable. Para ello, se revisó material bibliográfico internacional y del propio Banco Central y, además, se sostuvieron conversaciones personales y vía correo electrónico con expertos del Banco Central, con la finalidad de buscar orientaciones que pudieran fundamentar adecuadamente la estimación de este cálculo.

Aún cuando no existan las estadísticas regionales con las cuales calcular el CP en las cuentas nacionales, la existencia de información regional en diversos ámbitos económicos en organismos públicos permitió realizar el ejercicio de estimar este ítem, como una primera aproximación, en función de las variables de Gasto del PIB, utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{CP} = \text{PIB} - \text{GP} - \text{IP} - \text{EN} \quad \text{Fórmula N° 1}$$

CP = Consumo privado / GP = Gasto público / IB = Inversión privada bruta / EN = Exportaciones netas

El PIB se obtuvo de las cifras del Banco Central (2013); el Gasto Público de SUBDERE (2013); la Inversión Privada Neta se calculó a partir de información de Banco Central (2012a) y las Exportaciones Netas del Servicio de Aduanas¹¹. Los resultados de este cálculo, tuvieron como inconvenientes lo siguiente: no incluían la variable Variación de Existencias; las Exportaciones Netas no contenían el flujo entre regiones; y debido a un aumento explosivo en la inversión minera el año 2009, que superó incluso la cifra del PIB regional, generó que el CP arrojara una cifra negativa para ese año. Ello determinó que se optara por buscar otra alternativa de medición, empleándose sólo como una referencia y comparación para la segunda aproximación al cálculo del CP regional.

¹¹ Exportaciones Netas: la información fue solicitada al Servicio de aduanas, a través del sistema en línea de la Ley de Transparencia. Considera la producción en dólares FOB que se exporta desde el puerto de Antofagasta.

Finalmente la fórmula empleada para estimar el CP regional consistió en expresar el CP Nacional como un porcentaje de participación en el PIB Nacional, asumiendo un comportamiento similar en el caso de la relación CP-R/PIB-R (regional). De acuerdo a estimaciones realizadas a nivel mundial, éste sería cercano a 2/3 del PIB, siendo en el caso de Chile, cercano al 64% entre 1995-2003, similar al de economías de su tipo como Nueva Zelanda, proporción que fue empleada en el cálculo final del CP Región de Antofagasta (Anielski y Rowe, 1999; Banco Central, 2004).

Un argumento que fortalece esta alternativa de medición es que la región se caracteriza por ser una economía que produce y exporta, similar al comportamiento económico nacional. Se estima que gran parte de la producción regional, basada en la minería, se exporta. Asimismo, un estudio reciente del INE (2011b) estimó que las exportaciones regionales alcanzaban un 93,3% para el año 2011. Esta inferencia puede complementarse con aspectos económicos de la Región de Antofagasta que señalan que ésta aportaría el 45% de la exportación minera a nivel nacional.

Considerando la vocación productiva de la región y haciendo la comparación entre las dos aproximaciones calculadas (Gasto del PIB v/s proporción del PIB), se concluye que esta última es la mejor opción para estimar el CP regional y fue la empleada para el cálculo del IPG en Antofagasta. Cabe consignar que las similitudes entre las cifras de ambos cálculos apoyarían la tesis de que esta aproximación refleja de manera cercana lo que ocurre con el CP regional. Incluso es más realista, si se considera la población real y la flotante (de la minería) de la Región de Antofagasta, que induce a asumir que el consumo de las personas podría no ser completamente absorbida localmente, haciendo que las cifras del CP-R sean menores. A modo de comparación, se presentan los resultados obtenidos empleando los dos métodos de medición del CP regional (Tabla N° 4.1).

Sin perjuicio de lo expuesto, es preciso señalar que se reconocen las debilidades del cálculo en términos estadísticos contables, las que dicen relación con la certeza de los datos de CP. En tal sentido, se asume que el punto de partida para el cálculo del IPG regional posee las debilidades alusivas a no contar con cifras del CP a nivel regional y que, por tanto, este índice podría cumplir mejor, en términos estadísticos, cuando se calcula a nivel nacional, siendo un elemento a mejorar en nuevas mediciones que aporten a corregir la consistencia de los resultados cuando se mide a escala regional.

Algunas de las críticas expresadas de manera categórica por profesionales del Banco Central¹² en este sentido, apuntan a que con estas aproximaciones se asumen supuestos bajo información desconocida, como:

¹² Comunicación Personal de los Sres.: René Luengo; Sebastián Faúndez; Gonzalo Echavarría, de la Gerencia de Estadísticas Macroeconómicas del Banco Central de Chile.

Tabla 4.1: Estimación del CP regional, en función del gasto del PIB y proporción del PIB regional.

AÑO	PIB	CP EN FUNCIÓN DEL GASTO DEL PIB (MILL \$CL)	CP % DEL PIB (MILL \$ CL)
2000	3.069.102.773.271	2.516.856	1.951.739
2001	3.523.566.200.820	2.909.327	2.229.555
2002	3.399.093.184.785	2.590.410	2.154.502
2003	3.611.890.000.000	2.035.290	2.267.065
2004	3.761.863.000.000	2.894.991	2.233.467
2005	3.828.905.000.000	2.756.600	2.229.717
2006	3.894.854.000.000	3.245.631	2.116.902
2007	4.026.283.000.000	2.718.851	2.194.163
2008	3.983.992.000.000	1.661.582	2.361.598
2009	3.911.377.000.000	-2.081.756	2.326.207
2010	4.074.800.000.000	2.815.459	2.405.165

Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central (2013); SUBDERE (2013); Banco Central (2012a) y Servicio de Aduanas.

* Exportaciones Netas: la información fue solicitada al Servicio de aduanas, a través del sistema en línea de la Ley de Transparencia. Considera la producción en dólares FOB que se exporta desde el puerto de Antofagasta.

- Las estadísticas básicas de consumo de hogares con cobertura regional, tales como la encuesta de presupuestos familiares (EPF) que, como indicador de consumo de hogares, tiene sólo cobertura nacional.
- Las exportaciones netas a nivel regional, vale decir, hay inexistencia de registros de la totalidad de los flujos de bienes y servicios que se realizan entre regiones.

Sin embargo, asumiendo estas debilidades en el cálculo del IPG de la Región de Antofagasta, se estima que, tanto por su estructura económica y su vocación eminentemente productiva, como por ser un cálculo obtenido a través de información de fuentes oficiales que, además, generó resultados similares al ejercicio realizado través del cálculo del CP por el Gasto del PIB, éste reflejaría de forma cercana la realidad regional y es un sustento adecuado para calcular este indicador de sustentabilidad, como medida de comparación con el PIB regional.

En consecuencia, se asume como un avance y aporte relevante el poder contar con una cifra estimada del CP, que sirva como punto de partida para el cálculo del IPG, como método alternativo al cálculo PIB, siendo un aporte concreto para determinar el aporte efectivo que la variable de consumo ejerce en el bienestar de la población de la Región de Antofagasta, depurando una cifra gruesa de bienestar que es actualmente medido a través del PIB Regional por clase de actividad económica.

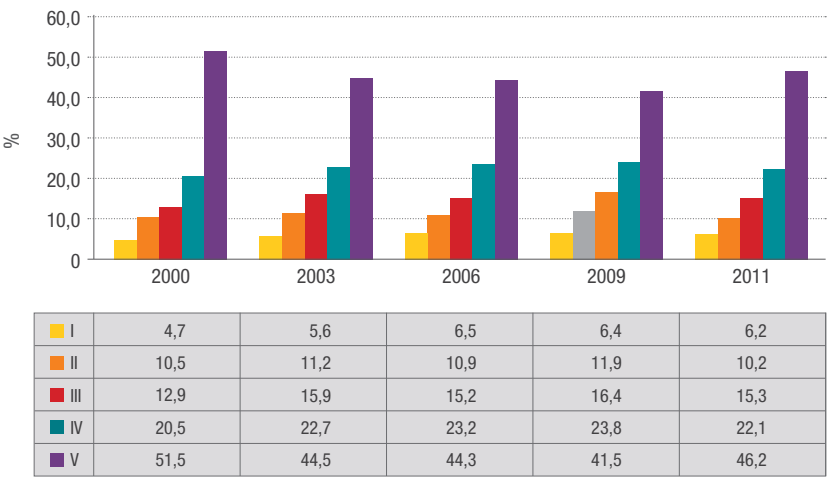
Columna B: Índice de distribución del ingreso

La incorporación del componente distributivo, en el cálculo del IPG, se sustenta en que la equidad distributiva debe ser considerada dentro del cálculo del bienestar económico y no, como ha sido abordado desde la economía convencional, como un problema ajeno (Daly y Cobb, 1993). Ello permite contribuir al debate sobre el “crecimiento económico con equidad”, principalmente cuando se evidencian grandes brechas sociales tanto en la capacidad de producción de ganancias, como de obtención de ingresos, dentro de una economía en crecimiento (Sassen, 2003). En palabras de Briceño-León (2007: 557) “en AL nos encontramos con una asimetría entre la homogeneidad en las aspiraciones y la heterogeneidad en la capacidad de colmarlas”.

Para el caso de la Región de Antofagasta, la Figura 4.4 representa la distribución del ingreso para el periodo de análisis del estudio. En ella se encuentra que el quintil V es el que absorbe la mayor parte. Situación similar a la que se presenta en la RMS, donde se visualiza una gran desigualdad entre las clases económicamente altas y bajas (Barton et al, 2007). Según un estudio realizado por el Senado de la República de Chile (2012), se registra entre los años 1990 y 2009, una reducción en los niveles de desigualdad en muchas de las regiones del país, no obstante esta realidad aún persiste en la RMS y parece no mejorar en la Región de Antofagasta.

Estos elevados niveles de desigualdad son explicados por Contreras (1999) por el comportamiento del quintil con ingresos más elevados; ello, considerando que no existe una diferencia significativa entre el I, II, III y IV quintil. A su vez, el autor sostiene que la educación es una variable principal que explica los altos niveles de desigualdad.

Figura 4.4: ingreso monetario por quintil autónomo.



Fuente: Encuesta CASEN (años 2000, 2003, 2006, 2009 y 2011)

En este cálculo se empleó el *coeficiente de Gini*, considerado uno de los principales instrumentos para medir la desigualdad. Para la Región de Antofagasta fue posible el cálculo de este índice en base a datos de la Encuesta CASEN, correspondiente a los años 2000, 2003, 2006, 2009 y 2011. Para los años intermedios se realizó una extrapolación a través de una regresión lineal simple, entendiendo los problemas de generalización que esto conlleva. En este sentido, para tener un resultado acorde a la realidad, es necesario que los valores que se utilizan para el cálculo de la variable estén disponibles para cada año; modelo que actualmente es inexistente.

Se estima importante resaltar que este cálculo considera cifras de ingresos monetarios, que no incluyen los subsidios a la población con menor ingreso, ni los impuestos al ingreso. Ello podría explicar una posible sobreestimación o subestimación de la desigualdad (Wodon et al., 2001).

La importancia del IPG y del cálculo recae en su verdadera manifestación del bienestar económico (Costanza et al., 2004), aspecto que no logra ser cubierto por el PIB, pues no refleja la desigualdad del ingreso.

Columna C: Consumo personal ajustado

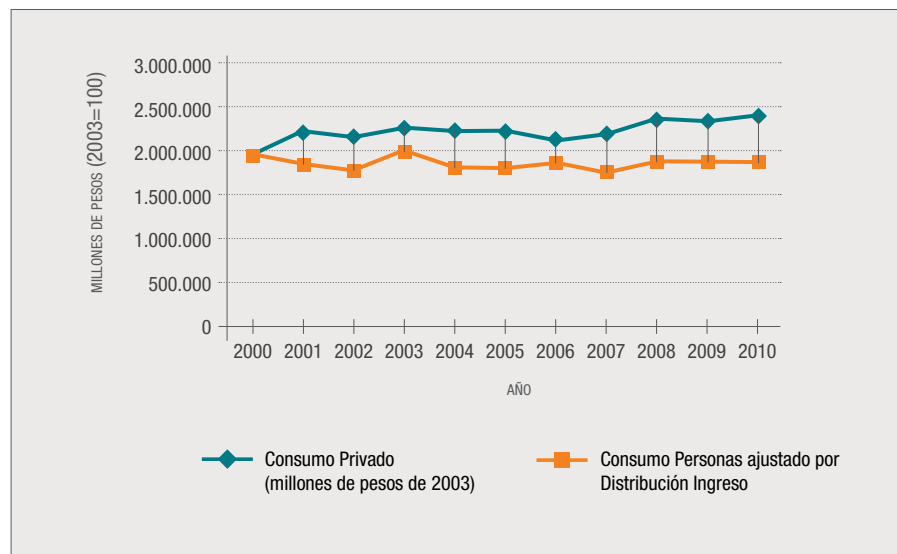
Habiéndose efectuado el cálculo de la distribución del ingreso, de acuerdo al índice de Gini, correspondió en esta columna obtener el valor del Consumo Personal ajustado que implica corregir el sesgo que se produce en considerar el Consumo Personal como parte de la Producción Total de la economía local.

De esta forma, el Consumo personal ponderado en la columna A es dividido por columna B (índice de desigualdad distributiva) multiplicado por 100. De acuerdo con Barton, Jordán, León, & Solís (2007), lo que corresponde es dividir el *coeficiente de Gini*, en este caso indexado al año 2000. De esta forma, números mayores en la columna B indicarían mayor desigualdad.

Con este ajuste, la Columna C se convierte en la cifra a partir de la cual los demás factores del IPG se suman o restan dependiendo de si contribuyen o no al bienestar económico de la población de la Región de Antofagasta. Como resultado, se obtiene una clara disminución del CP ponderado al ajustar por la distribución del ingreso. Tal como lo demuestra la figura 4.5, puede observarse que para el año 2010 el consumo personal ajustado por la desigualdad de ingresos es igual a Mill \$CL 1.883.430.

En general, es fácil reconocer un descuento en las cifras del CP ponderado v/s CP ajustado, lo que demostraría la pérdida de bienestar real al no considerarse una justa distribución del

Figura 4.5: Tendencia del consumo personal y consumo personal ajustado



Fuente: Elaboración propia

ingreso en la Región de Antofagasta. Situación que, por cierto, mejoraría si se obtuvieran cifras favorables en el cálculo del índice de Gini. Sin embargo, es sabida la situación que ocurre en Chile con las grandes brechas entre los quintiles más bajos y los más altos, que han posicionado al país dentro de las economías más desiguales del OCDE el año 2011, situación que está lejos de mejorar (OECD, 2011).

Columna D: Valor del trabajo en el hogar

Sin duda, una de las demandas más consideradas en la esfera internacional, especialmente en las problemáticas sociales, tiene que ver con la necesidad de disponer de información sobre el valor del trabajo doméstico no remunerado que realizan generalmente las mujeres, sin el justo reconocimiento social.

A pesar de que el trabajo no remunerado se vuelve indispensable para la realización del trabajo productivo, ha permanecido invisible en la contribución social y mucho más en la contribución económica, y ha sido exclusivo para las mujeres, por lo cual ellas se han visto limitadas para participar en el ámbito público a nivel social y político; por lo que, para proponer políticas públicas más eficaces se hace necesario que se desarrollen métodos para valorar y cuantificar la contribución del trabajo remunerado y no remunerado que permitan diseñar indicadores de género para dimensionar el aporte, pues la falta de indicadores hace intangible la verdadera

contribución que ellas hacen para la economía, el bienestar y el desarrollo social de la región (Sernam, 2009).

En Chile, a pesar de que el tema de género ha adquirido relevancia en los últimos años, el valor del trabajo en el hogar aún no se ha considerado. Sin embargo, el hecho de haber sido tema de debate político y público en las campañas presidenciales, indica que al menos existe una preocupación a nivel nacional por que este sea valorado (Barton et al, 2007).

En la presente investigación se estima esencial incluir esta variable, toda vez que Castañeda (1999) la señalara con un 80% del total de los valores positivos que contribuyen al bienestar en Chile en el periodo 1965-1995. Por lo tanto, es un buen elemento de comparación a escala regional.

Si bien en Chile existen escasos estudios que consideren el valor del trabajo en el hogar a nivel nacional, a escala regional existe suficiente información posible de ser empleada para obtener una estimación de lo que significa este ítem en el valor del bienestar económico de la población en la Región de Antofagasta.

Hay tres métodos principales para el cálculo de esta variable: (1) poner precio por los servicios del trabajo doméstico o por el trabajo (ingreso); (2) por el costo de oportunidad; (3) por precios de mercado (Stockhammer, 1997). En general, se ha empleado el salario de la mujer por fuerza de trabajo (Castañeda, 1999) y el salario por género, por hora de labores domésticas.

En este estudio, se acogió como método de valoración el costo de oportunidad que significa para la mujer “quedarse en el hogar” realizando los quehaceres domésticos. Para ello se asumió que son ellas quienes generalmente efectúan estas labores.

Los datos empleados para estos fines correspondieron a las cifras que representan la condición de actividad de la población mayor de 15 años o población económicamente activa (PEA), en específico la relativa a “mujeres inactivas”, de acuerdo a los datos registrados por el Servicio Nacional de la Mujer (SERNAM, 2009) y en base a registros laborales del INE. De esta cifra se encontró que un 52,1% de las mujeres que se quedan en casa se dedican a realizar labores del hogar y a cuidar a sus hijos, por no tener con quién dejarlos (MIDEPLAN, 2009).

Para calcular el costo oportunidad, se emplearon las cifras anuales de remuneraciones mínimas pagadas a trabajadores por clase en base a registros del INE y la Superintendencia de Seguridad Social (2012), asumiendo el supuesto de que este corresponda al salario mínimo al que podrían acceder las dueñas de casa, trabajando fuera del hogar (ver tabla 4.2).

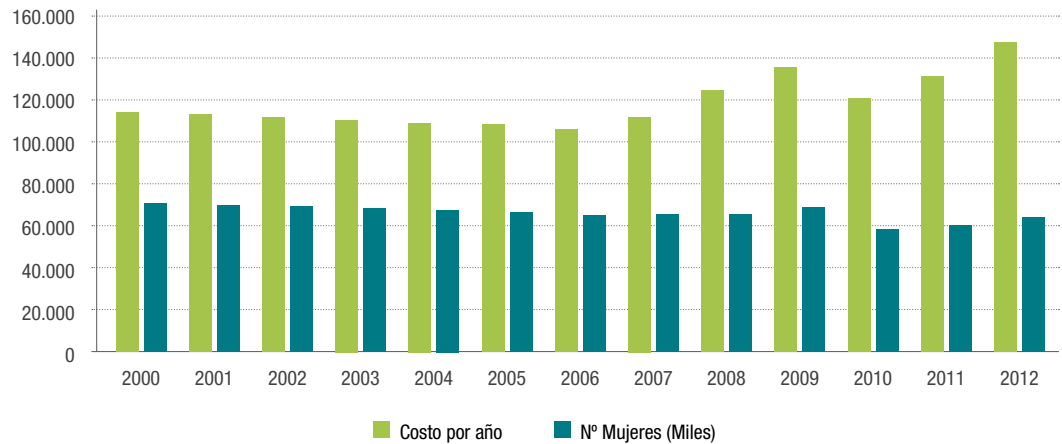
Tabla 4.2: Número de mujeres dedicadas a labores del hogar, e ingreso anual.

AÑO	POBLACIÓN DEDICADA AL TRABAJO DOMÉSTICO (MILES DE MUJERES)	COSTO TRABAJO EN EL HOGAR (MILLONES DE \$/AÑO)
2000	70.549	114.290
2001	69.777	113.040
2002	69.007	111.793
2003	68.234	110.542
2004	67.463	109.294
2005	66.692	108.045
2006	65.432	106.000
2007	64.844	112.050
2008	65.333	124.656
2009	68.637	135.900
2010	58.431	120.602
2011	60.153	131.374
2012	63.999	148.222

Fuente: INE (2012); Superintendencia de seguridad Social (2012); Mideplan (2009).

De acuerdo con los resultados de esta variable, se obtuvo un crecimiento que llega a aproximadamente M\$ 33.932 en el periodo 2000-2012, debido a un aumento progresivo del salario mínimo que estuvo acompañado por una disminución de la población femenina regional dedicada a labores domésticas (Figura 4.6).

Figura 4.6: Trabajo doméstico (miles de mujeres), y costo del trabajo en el hogar (millones de \$/año), durante el periodo 2000-2012. Región de Antofagasta.



Fuente: INE (2012); Superintendencia de seguridad Social (2012); Mideplan (2009).

A partir de los datos presentados, se entiende que los resultados corresponden a una aproximación del valor real debido a que, por una parte, se asume que las mujeres que se desempeñan en labores hogareñas no podrían obtener más ingreso que el salario mínimo. En caso de que se decidiera emplear el IPG como índice de bienestar económico sustentable, la medición de este ítem requeriría considerar estos aspectos en la medición, disminuyendo el sesgo aquí presentado.

Columna E: Valor del trabajo voluntario

En este estudio se procedió a calcular el valor del trabajo voluntario no remunerado en la Región de Antofagasta. De acuerdo a informes de desarrollo elaborados para América Latina, gran parte de un importante trabajo realizado en toda la región corresponde a trabajo voluntario no remunerado, destacándose en otros, varias ONG's, iglesias, clubes etc., los que tienen un incalculable valor. En el caso de Chile, tenemos la importante labor de Bomberos de Chile.

Todos estos trabajos voluntarios en general son invisibles para la economía de mercado, pero no para la sociedad, que es altamente dependiente del aporte voluntario. En este sentido no cabe duda el aporte que representan estas labores en beneficio al bienestar de la población, pero es omitido en el PIB.

Para obtener el valor del aporte monetario del trabajo voluntario, en primer lugar se consideró el número total de personas que se dedica a estas labores: en el caso de la RMS se estima que alrededor de un 25 a 35% de la población económicamente activa se dedica a realizar trabajos voluntarios (Alcalá Consultores, 2002), mientras que para la Región de Antofagasta se estima entre un 15 a un 25% (Universidad Central de Chile-Sede Antofagasta, 2010), con un total de 10,2 horas como promedio de dedicación a la semana para ambas regiones. Ambos antecedentes fueron claves al momento de estimar los valores anuales para la Región de Antofagasta.

Cabe mencionar que la inclusión de esta variable comienza a partir de la redefinición del Índice de Bienestar Económico Sustentable (IBES) al IPG por Cobb y Halstead (1995). Por lo tanto, sólo se ha medido en las estimaciones de este último. La variable se ha estimado a través de las horas de trabajo voluntario por la tasa promedio de remuneraciones por hora (Anielski and Rowe, 1999; Hamilton, 1999; Costanza y otros, 2004).

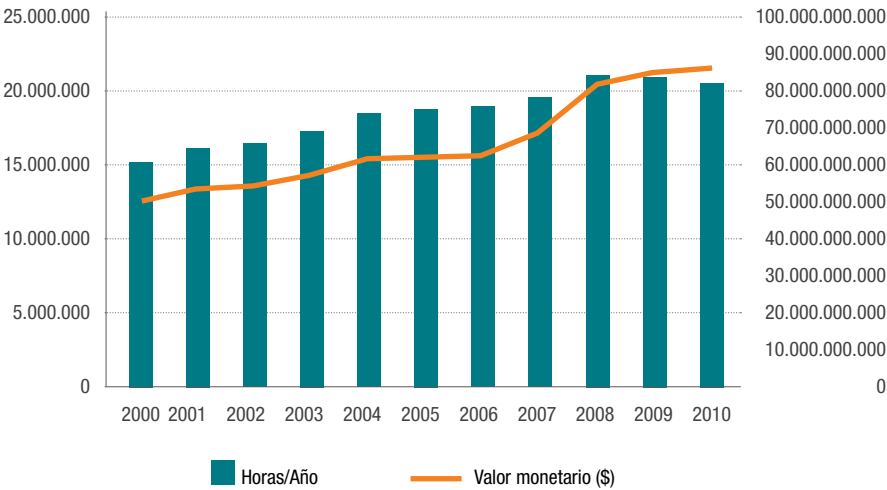
A partir de estos datos, se hizo una extrapolación anual basada en la PEA de la Región de Antofagasta, según estadísticas del INE. El valor monetario del trabajo voluntario se estimó considerando las cifras anuales de remuneración mínimas pagadas a trabajadores por clase, en base a registros del INE (2010c).

Tabla 4.3: Número de personas dedicadas a trabajos voluntarios, e ingreso mínimo anual.

AÑO	HORAS /AÑO	VALOR MONETARIO TRABAJO VOLUNTARIO(\$)
2000	15.178.457	50.222.835.000
2001	16.108.248	53.299.744.810
2002	16.456.190	54.451.436.676
2003	17.253.382	57.089.663.631
2004	18.519.875	61.280.813.174
2005	18.756.005	62.062.608.530
2006	18.904.517	62.551.710.000
2007	19.482.122	68.760.432.000
2008	21.022.404	81.925.545.000
2009	20.908.786	84.557.591.250
2010	20.492.004	86.387.860.000

Fuente: INE, Población económicamente activa 1986-2009; Universidad Central de Chile-Sede Antofagasta (2010); INE (2010c: p.155); Barton et al (2007: p 114-115).

Figura 4.7: Valor del trabajo voluntario y horas trabajadas por año durante el periodo 2000-2010, en la Región de Antofagasta.



Fuente: INE, Descripción Población Económicamente Activa 1986-2009.

Según los resultados se observa un aumento considerable en el valor del trabajo voluntario durante el periodo de estudio. Esto se relaciona directamente con el aumento de horas de voluntariado, así como con el aumento de remuneraciones (Figura 4.7).

Columna F: Consumo de bienes durables

La inclusión de esta variable en el cálculo del IPG tiene como objetivo depurar de las cifras de Consumo Personal, aquella proporción que significa una medida más adecuada del valor que los consumidores reciben de los Bienes Durables (BD). Ello implica corregir las distorsiones que generan en el valor final la duración del bien, las reparaciones y nuevas compras por deterioro del bien, que en vez de descontarse, terminan elevando el PIB (Anielski y Rowe, 1999).

En este aspecto, esta columna añade los servicios anuales reales derivados del consumo de los BD, que la teoría económica define como la suma de la tasa de depreciación y la tasa de interés (Banco Central de Chile, 2001). Vale decir, se entenderá que la compra de un BD ofrece un servicio por cada año de su vida útil y que éste no es su precio de compra inicial. Al mismo tiempo, si se considera una tasa de interés cualquiera al BD, se asumirá que el comprador del producto podría percibir ese interés por concepto de depositar el dinero en el banco. Finalmente y para evitar la doble contabilidad, se debe hacer el descuento correspondiente en la Columna L, restando los gastos de consumo de bienes durables.

Como es sabido, el consumo de BD es una variable que forma parte de las cifras del CP que, tal como se mencionó en la Columna A, no se ha calculado a escala regional en Chile, por lo cual se debió emplear una aproximación que permitiera obtener el consumo de Bienes Durables Regional (BD-R). Para ello, se consideraron los estudios desarrollados por Gallego y Soto (2001) y Banco Central de Chile (2001; 2004). En ellos se estimó, por una parte, la evolución de la participación del consumo de Bienes Durables en el Consumo Total; la participación de los BD en el Gasto Total, además de otras correlaciones con variables macroeconómicas; y la participación de los BD a partir de la desagregación del Producto por el lado de la Demanda. De estos estudios se desprende que al desagregar el consumo entre consumo de bienes habituales y bienes durables, se observa que la participación de éstos últimos es pequeña y representa alrededor de un 4% del PIB nacional, para el caso de Chile. Esto es similar al consumo de BD de otros países, donde el porcentaje de participación del Gasto Total es variable y se mueve entre 8% y el 18%.

Bajo esta consideración se asumió que el porcentaje de participación del consumo de BD regional tiene el mismo comportamiento que el nacional, obteniéndose una aproximación regional a partir de la evolución de la relación Consumo BD/PIB. Ello, bajo la premisa de que el crecimiento económico local, basado en la minería, influye de manera muy importante en términos de la disponibilidad de ingreso y de consumo.

A la serie obtenida, se le efectuó el cálculo de medir los servicios reales que el consumo de durables ofrece, agregándolo como un beneficio y por lo tanto como positivo en el IPG. Para ello se empleó la propuesta de Anielski y Rowe (1999), que considera una tasa de depreciación estimada en 15% y una tasa de interés promedio de 7,5%, por lo que el valor de los servicios de capital de los hogares se estima en 22,5 por ciento del valor del *stock* neto al final de cada año, siendo para el año 2010 de Mill \$ 50.352.

Columna G: Servicio de calles y carreteras

La inclusión de esta columna se debe a que es un gasto de gobierno que, si bien no se contabiliza dentro del consumo personal (columna A), es un servicio que genera impactos positivos en la población (Barton et al, 2007).

Los valores para esta columna fueron obtenidos a partir de la información proporcionada por el Programa Público de Inversiones Regionales (PROPIR), el cual es elaborado anualmente y de manera obligatoria por los Gobiernos Regionales desde el año 2005 mediante la Ley de Presupuestos del Sector Público. Los valores extraídos corresponden a la inversión sectorial de Obras Públicas y Transportes junto con los datos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y las inversiones realizadas a nivel comunal. Estas últimas características hicieron que se opte por esta fuente, en lugar de los valores provistos por la dirección de vialidad y el Servicio de Vivienda y Urbanismo SERVIU.

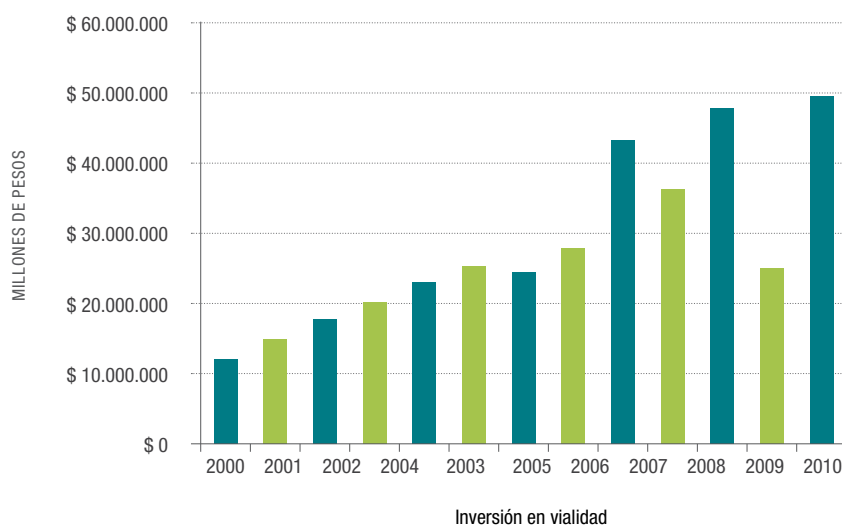
En consideración a que los datos obtenidos corresponden a una serie de tiempo 2005-2012, se tuvo que realizar una regresión lineal para completar los valores para el periodo de tiempo del estudio 2000-2004.

Los resultados que se exponen a continuación (ver la Figura 4.8) muestran cifras importantes de las inversiones respecto a las obras públicas. De ello se evidencia que los períodos 2004-2007 han mantenido una tendencia relativamente constante que cambia en los años 2008-2010.

Es preciso señalar que, si bien el cálculo de este ítem se basó en estimaciones, para el periodo 2000-2004 sobre el aporte en servicios de calles y carreteras, lo ideal sería contar con estudios propios que definan el aporte de esta variable al IPG.

Columna H: Servicio de salud y educación

Desde la visión de Daly y Cobb (1993), la inversión que se produce desde el sector gubernamental, debido a su carácter defensivo, no debe ser considerada un aporte al bienestar. No

Figura 4.8: inversión en vialidad Región de Antofagasta, 2005-2012.

Fuente: Elaboración propia (en base a PROPIR 2005-2012).

obstante, siguiendo el enfoque de Barton et al (2007) -para el cálculo de la RMS- se considera importante valorar las prestaciones del Estado consistentes en el gasto de salud y educación, pues se estima que al menos un porcentaje contribuye al bienestar de la población. Ello sin desmerecer las manifestaciones estudiantiles que, en rechazo al sistema educativo de Chile, se hicieron presentes durante distintos periodos gubernativos, como la ‘revolución de los pingüinos’ y los actuales paros y tomas estudiantiles que se encuentran gestionando alumnos de secundaria y universitarios para un mayor acceso y equidad en este servicio.

Siguiendo con la aproximación de Barton et al (2007), para el cálculo de esta variable se consideró la tesis de Zolotas (1981, citado por Daly y Cobb 1993, 394), quien concluyó que la mitad de la educación superior, corresponde a consumo efectivo, “en el sentido de que se busca por sí misma en lugar de servir a otro propósito”. En el caso de los servicios de salud, se consideró la propuesta de los mismos autores, asumiendo que una proporción de gasto en salud es un beneficio para la población. De esta forma, del gasto de cada año se restó la cantidad gastada el año 2000 para determinar el incremento en el gasto público para el mejoramiento de la salud a partir del año base, valor que fue dividido por dos, asumiendo un 50% de gastos defensivos para compensar el deterioro en la salud producto del crecimiento (Daly y Cobb, 1993).

Para ambos casos, se encontró datos en el Observatorio Regional de Antofagasta, cuya fuente de información original es del MIDEPLAN, pero que fueron obtenidos de SUBDERE (2013) para un periodo de tiempo que abarca desde el año 1990 al 2009, efectuándose una proyección

para estimar los valores del año 2010, en ambos casos. En el caso específico de la educación, se consideró la información del Departamento de Recursos Financieros del MINEDUC (2008), correspondiente al Gasto Público en Educación por Nivel de Enseñanza, para obtener la proporción destinada a educación superior.

Si bien existe información de base a nivel regional para estimar el valor de los servicios que ofrece la variable de gasto público en salud y educación, lo cierto es que los supuestos para estimar el aporte de ésta al incremento del bienestar continúan siendo un aspecto a complementar con estudios locales o, en su defecto, tal como lo plantea el propio método del IPG, deberían ser eliminados de futuras mediciones con este indicador.

Columna I: Costo de delincuencia

Más allá del crecimiento económico, los desafíos del desarrollo requieren abordar los costos de variables que dicen relación con antiguas y nuevas problemáticas que contraen de manera creciente los niveles de bienestar, como son la inseguridad y la delincuencia, y que han estado afectando a un importante porcentaje de la población regional.

En las últimas décadas, las cifras relacionadas con el crimen han impactado e impactarán fuertemente hacia el futuro las percepciones que las personas tienen sobre la calidad de vida. De acuerdo con la Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana (ENUSC, 2012), las percepciones de la población regional sobre la victimización, si bien han mejorado, siguen ubicando a la Región de Antofagasta sobre la media nacional, sólo superada por la Región de Tarapacá.

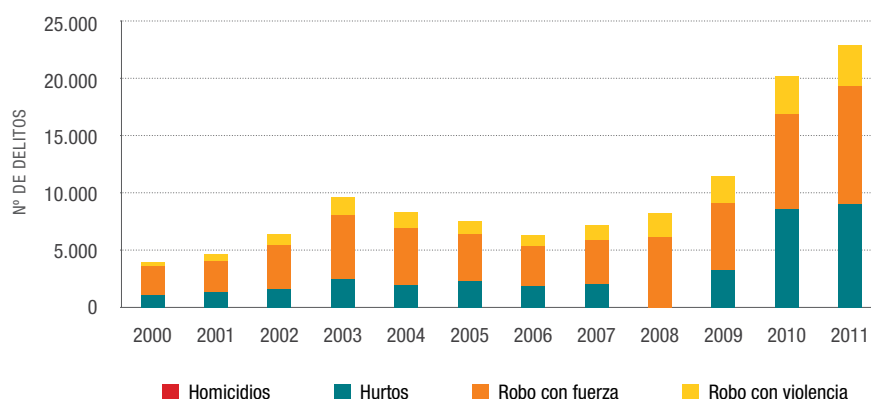
Sin embargo, es poco lo que se ha podido precisar en relación al costo de la delincuencia sobre las personas y el sector privado a escala regional, lo cual es un ejercicio necesario para el desarrollo de políticas públicas que permitan disminuir el costo del crimen como el incremento de recursos hacia gastos defensivos.

Desde la perspectiva metodológica, el ítem de delincuencia fue incorporado a partir de las redefiniciones del Índice de Bienestar Económico Sustentable (IBES). La idea que hay tras la incorporación de esta variable, es considerar los costos directos (daños generados por la delincuencia) e indirectos (gastos en prevenir y evitar el delito) a partir de los estudios de Redefining Progress (2004) y Constanza (2004). Al respecto, Hamilton (1999) señala que los gastos por crimen se relacionan con pérdida o daños a la propiedad, gastos médicos, dolor, sufrimiento, sentimientos de inseguridad y recursos considerados para la defensa de la propiedad (cerradura, alarmas, guardias).

Para el caso de la Región de Antofagasta, se usaron los estudios de Silva (2000), en relación a los costos de la delincuencia, que incluyen los delitos por homicidio, robos y hurtos. Los datos

anuales fueron ajustados de acuerdo al valor en pesos de la UF. Por otra parte, se incluyó el Estudio de Eliana Claro y José Francisco García (2011), quienes determinaron el costo anual incurrido por el sector privado en medidas defensivas y preventivas contra la delincuencia, las cuales deben ser descontadas del PIB, puesto que no contribuyen al bienestar de la población; adicionalmente se incorpora el costo anual incurrido por el sector público.

Figura 4.9: Número de homicidios, robos y hurtos en la Región de Antofagasta, 2000–2011.



Fuente: Paz Ciudadana (2012).

Las estadísticas de delitos registrados anualmente, derivaron de una información obtenida de los registros del Anuario de Estadísticas Criminales de Paz Ciudadana (2012) para el periodo 2000–2011. Con esta información se completa la función que determinó el valor anual por concepto de delincuencia.

Costo de delincuencia: $(Hp \cdot Hn) + (Ryhp \cdot Ryhn) + (Sp)$ *Fórmula N° 2*

Dónde:

Hp = costo por homicidio / **Hn** = N° de homicidios / **$Ryhp$** = costo por robos y hurtos

$Ryhn$ = N° de robos y hurtos / **Sp** = costo de seguridad Privada

El valor que se ha denominado Hp incluye, de acuerdo a Silva (2000), las pérdidas anuales de productividad por personas muertas que dejan de trabajar; el $Ryhp$, se considera el valor monetario de los objetos perdidos en robos y hurtos; y en el Sp el costo de la seguridad, el cual de acuerdo con Claro y García (2011) corresponde por el lado del sector privado al gasto promedio per cápita calculado de acuerdo con las proyecciones de población regional realizadas por el INE, siendo los resultados los que se presentan en el siguiente cuadro y gráfico.

Tabla 4.4: Costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta (en MM\$).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Homicidios	241	995	640	841	397	481	140	300	574	1.201	2.707
Robos y Hurtos	5.751	6.738	9.662	15.007	13.165	11.857	10.537	12.938	16.169	22.036	39.585
Seguridad (gasto personas y empresas)	13.947	18.256	21.588	24.352	22.107	22.678	23.976	26.351	27.095	33.446	30.959
TOTAL	19.939	25.989	31.890	40.200	35.669	35.016	34.653	39.589	43.838	56.683	73.251

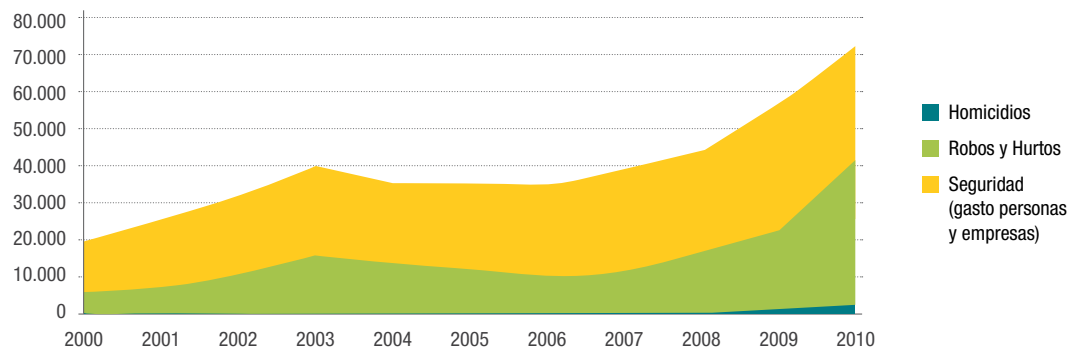
Fuente: Elaboración propia, en base a Fundación Paz Ciudadana (2012); Silva (2000); Guzmán y García (2003); Claro, Eliana y García, José Francisco (2011).

Los costos monetarios privados en prevención y disuasión incorporan el costo de los servicios de vigilancia, alarma, seguros, entre otros.

También, cabe destacar el gran número de estudios con fuerte diversidad metodológica a escala nacional que abordan el tema en nuestro país; sin embargo, se destaca en la escala regional la ausencia de estudios gubernamentales o universitarios que incluyan los costos económicos en esta materia. Es una realidad que requiere ser estudiada desde el punto de vista de las pérdidas económicas anuales y su influencia en el bienestar de la población de la Región de Antofagasta.

Los resultados que se presentan, muestran que en la última década ha habido un aumento continuo de los casos de robos y hurtos, lo cual ha provocado una inversión que se ha triplicado en los últimos diez años por parte de las personas y las empresas, pasando desde los 19 mil millones en el año 2000 a los más de 73 mil millones en el 2010.

Figura 4.10: Evolución del costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta, 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia, en base a Fundación Paz Ciudadana (2012); Silva (2000); Guzmán y García (2003); Claro, Eliana y García, José Francisco (2011).

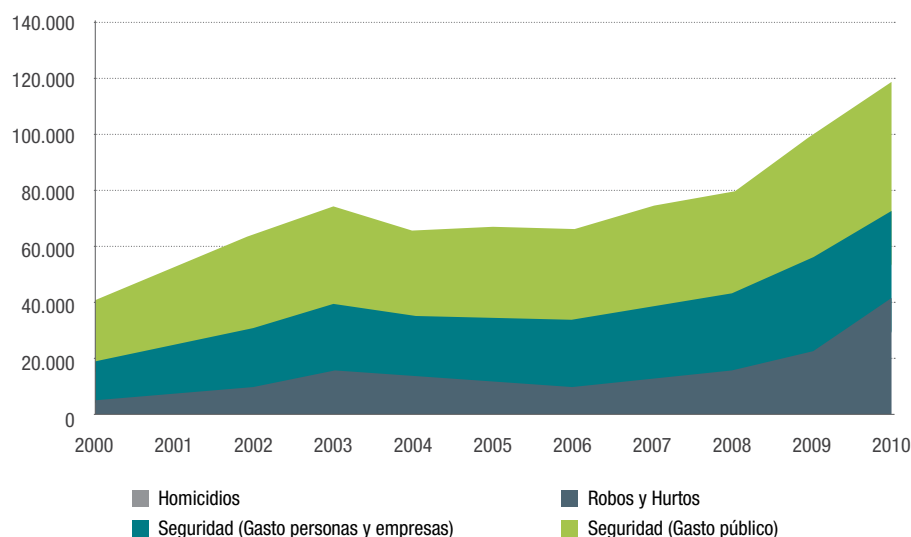
Adicionalmente se incorpora el gasto público, el cual se distribuye en tres ítems, como son gasto en prevención, disuasión; investigación e identificación de los culpables, y el gasto en sanción, rehabilitación y reinserción, cuya principal fuente son las glosas presupuestarias de la Ley Anual de Presupuesto y que se expresan en el siguiente cuadro y gráfico.

Tabla 4.4.1: Costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta (en MM\$).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Homicidios	241	995	640	841	397	481	140	300	574	1.201	2.707
Robos y Hurtos	5.751	6.738	9.662	15.007	13.165	11.857	10.537	12.938	16.169	22.036	39.585
Seguridad (gasto personas y empresas)	13.947	18.256	21.588	24.352	22.107	22.678	23.976	26.351	27.095	33.446	30.959
Seguridad (gasto público)	21.576	27.959	32.894	34.170	30.905	32.546	32.304	35.379	36.406	43.725	45.933
TOTAL	41.515	53.948	64.784	74.370	66.574	67.562	66.957	74.968	80.244	100.408	119.184

Fuente: Elaboración propia, en base a Fundación Paz Ciudadana (2012); Silva (2000); Guzmán y García (2003); Claro, Eliana y García, José Francisco (2011).

Figura 4.11: Evolución del costo de la delincuencia en la Región de Antofagasta, 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia, en base a Fundación Paz Ciudadana (2012); Silva (2000); Guzmán y García (2003); Claro, Eliana y García, José Francisco (2011).

En resumen, las altas cifras obtenidas ratifican la importancia de esta variable para las mediciones del bienestar de la población y de la necesidad que éstas sean consideradas a fin de iniciar un desarrollo eficiente de las políticas públicas regionales, encaminadas a disminuir las cifras de delincuencia y con ello mejorar problemáticas que están incidiendo con fuerza sobre las percepciones de calidad de vida de la población regional.

Columna J: Costo del divorcio

Según lo planteado por Anielski y Rowe (1999), a pesar del rol fundamental que la familia cumple en la sociedad, su visión en las cuentas nacionales tiene un enfoque básicamente mercantilista, por cuanto sólo se incorporan las cifras relacionadas con el consumo, omitiéndose el valor del papel y las funciones que se desarrollan al interior de la familia y la sociedad (Scalfidi, 2008; Mujica, 2013).

En las sociedades modernas, los altos niveles de consumo son parte de la cotidianidad y un canal de salida frente a la falta de tiempo para dedicar a la familia, implicando el aumento de cuentas en *restaurant*, contratación de servicio doméstico y la compra de artículos de tecnología de recreación entre otros numerosos gastos en bienes de consumo. Todo lo cual es considerado de manera positiva en el PIB, sin considerar si ello aporta genuinamente al bienestar y la calidad de vida de la sociedad.

El IPG aborda esta problemática y considera definir el valor genuino de los servicios que corresponden a la familia en los flujos monetarios de la economía. Para ello incorpora el costo del divorcio de las parejas, como una medida e indicador del quiebre familiar y de los servicios que la institución de la familia entrega a la sociedad.

Sin embargo, lo óptimo sería incorporar en el cálculo los valores de los servicios y funciones de la familia, considerando para ello la pérdida o agotamiento del valor del capital social, de una manera similar a como se estima la depreciación y agotamiento de los recursos naturales (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007). Scaldifi (2008) en estudios realizados en Estados Unidos a escala federal y estatal considera: 1) el divorcio y sus efectos en los hijos; 2) el divorcio y sus efectos socioeconómicos en la familia; 3) el impacto de los quiebres familiares sobre el gasto social.

En el caso de la Región de Antofagasta, la carencia de datos y estudios referidos al tema y la imposibilidad de cuantificar los costos sociales del quiebre familiar exigió buscar otro método de valorización, asumiéndose que el resultado distará del valor representativo de la realidad que se quiere incorporar. Considerándose que el PIB incorpora los gastos incurridos por el divorcio, como es el caso del pago de abogados, documentación y trámites relacionados dentro de los flujos positivos, se consideró oportuno que este valor fuera descontado de las cifras del consumo.

Las cifras incorporadas están de acuerdo a la Ley de Matrimonio Civil 19.947 que entró en vigencia a finales del 2004, las cuales fueron obtenidas de los Anuarios de Justicia del INE (2006-2011). No se incorpora la estadística de nulidades matrimoniales dado que parecieran ser un dato de naturaleza diferente en comparación con la nueva Ley de Matrimonio Civil, lo cual también transparenta e impacta los costos del divorcio (Cox, 2011).

Tal cual se aprecia en la tabla siguiente, el total de divorcios del periodo (2006-2011) se multiplica a escala regional en más de 7,4 veces desde la entrada en vigencia de la ley de matrimonio civil, o sea, en sólo seis años, lo cual fue una tendencia similar a lo ocurrido en el país, como se destaca del trabajo de Cox (2011). Sin embargo, en el caso de la Región de Antofagasta la tasa de divorcios aumentó por sobre la media del país, situándose en 3,2 por mil habitantes hacia el año 2010 y aumentando a 3,6 la tasa anual el año 2011, mientras la media país se mantenía en 3,0, lo cual es indicativo de un creciente aumento del flujo de divorcios en la sociedad regional, con tasas cercanas a los países desarrollados (Cox, 2011).

En lo referido a los costos de los abogados incurridos en el proceso, se definió un valor de mercado promedio, de acuerdo a las publicaciones de la prensa periódica y a la cotización indicada por abogados expertos en materia del divorcio.

Al respecto, el costo de un divorcio simple tiene un valor mínimo promedio de 15 UF, dependiendo de las características del caso, este valor promedio base se incrementa de acuerdo a la combinación de variables relacionadas con la existencia de hijos, bienes y compensaciones. Lo más común es que el costo promedio de base aumente de acuerdo con la inclusión de una o más variables según sea el caso. De acuerdo con lo anterior, se podría obtener un costo unitario promedio al sumar al costo base de un divorcio simple el costo promedio de dos de las variables, esto es 71,3 UF.

Un valor bastante superior al calculado para la RMS en “¿Cuán Sustentable es la Región Metropolitana de Santiago?”, estudio que incorpora una valoración del costo unitario promedio del divorcio de 5,55 UF (1996). Una de las razones de esta diferencia es que probablemente la nueva Ley posibilita transparentar la mayoría de los costos totales incorporados en este proceso, en tanto que la antigua legislación ocultaba los costos reales del mismo.

Los resultados obtenidos no rescatan la totalidad de la esencia del IPG, por cuanto no atiende al concepto integral de valorar monetariamente la pérdida de las funciones de la familia, sino que sólo descuenta uno de los elementos del consumo que contribuyen al quiebre familiar como es el costo del divorcio. Sin embargo, el resultado es bastante significativo a escala regional, pasando de los \$ 353 millones del año 2006 a los \$ 2.944 millones del año 2011, esto es un alza que supera el 800%.

Tabla 4.5: Costo del divorcio en la Región de Antofagasta

AÑO	TOTAL DIVORCIOS	COSTO ANUAL DIVORCIOS(M\$)*
2006	217	353.457.840
2007	615	1.001.753.250
2008	1899	3.093.190.155
2009	1424	2.319.475.695
2010	1610	2.622.446.085
2011	1808	2.944.948.950

* Valor UF. 4 de marzo del 2013: \$ 22.845.

Fuentes: INE, Anuarios de Justicia (2006–2011); El Mercurio de Antofagasta 7 de abril del 2008; 5 de abril del 2012 de y consulta abogados de la plaza.

En resumen, asumiendo la relevancia que este Ítem debiera tener en el resultado final del IPG, se hace necesario, por una parte, un consenso respecto al método a aplicar a las distintas realidades sociales y, por otra parte, contar en un horizonte cercano con estudios regionales que logren entregar mayores aproximaciones sobre las causas y los costos socioeconómicos de un tema de tanta significación para el bienestar y la calidad de vida regional.

Columna K: Costo del ocio

El crecimiento económico y el incremento de la actividad productiva, la cual se ve reflejada de manera clásica en el cálculo del PIB, no considera de ninguna manera la pérdida de bienestar producto de la disminución de horas para el ocio, entendiendo que esta actividad se traduce en un beneficio para las personas, considerando además que dicho tiempo libre es también de calidad.

En términos generales, se creía que el desarrollo de la economía permitiría en el futuro una disminución de las horas de trabajo para dar lugar a una mayor cantidad de horas dedicada para el ocio. Sin embargo, Zolotas (1981) argumenta que finalmente el aumento de la masa de productos físicos que genera el sistema, exige de manera constante a las personas aumentar sus niveles de consumo, lo que en definitiva se traduce en la necesidad de trabajar más para lograr dichos objetivos.

Se trata entonces de una pérdida de bienestar que finalmente no es contabilizada en términos del PIB sino que, muy por el contrario, se contabiliza como un valor positivo al momento de considerar el aumento de la producción como mayor ganancia en términos económicos. Sin embargo, la pérdida de ocio debe ser contabilizada, para efectos del cálculo del Índice de Pro-

greso Genuino, como una externalidad negativa del crecimiento económico (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007).

El cálculo mismo de esta variable en particular no está exento de discusión, dado principalmente por la dificultad que implica la consideración de la disminución de las horas de ocio. En primer lugar, Daly y Cobb (1993) no incorporan en su cálculo el monto de esta variable dada la dificultad de definir qué es el ocio. Asimismo, Castañeda (1999) omitió el cálculo de esta variable para el caso de Chile debido a la falta de información existente en ese momento para la realización del cálculo.

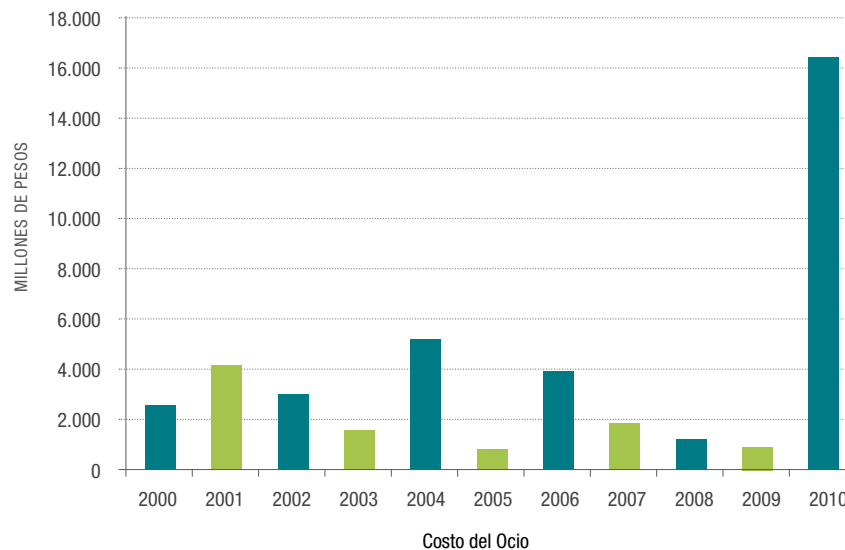
En “¿Cuán Sustentable es la Región Metropolitana de Santiago?” (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007), esta variable no fue calculada dada las dificultades en la obtención de datos que permitieran realizar el cálculo. Sin embargo, en dicho informe se comentaron y discutieron opciones de cálculo, las cuales implican principalmente la evolución temporal de las horas destinadas al trabajo y el tiempo que queda finalmente disponible para el ocio.

Para el caso de la Región de Antofagasta, se ha optado por el cálculo de esta variable considerando, principalmente, la disminución de las horas destinadas para el ocio si se compara las horas normalmente trabajadas (información disponible en las series de la Encuesta Nacional de Empleo y de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo) y las horas máximas de trabajo legales a la semana, las cuales antes del año 2005 correspondían a 48 horas, y posterior a esta fecha disminuyeron a 45. Por lo tanto, la diferencia entre las horas normales trabajadas y las horas máximas legales, son luego multiplicadas por el sueldo mínimo correspondiente a cada año particular según lo estipulado por Ley.

Cabe destacar que se trata principalmente de una aproximación, la cual no está exenta de dificultades metodológicas. Una de las principales problemáticas tiene que ver con la definición de qué es lo que estamos valorando como pérdida de ocio, elemento que es complejo de analizar, pero que en base a la explicación del párrafo anterior, fue posible obtener una aproximación para esta medida.

La figura 4.12 muestra la evolución del costo del ocio calculado para la Región de Antofagasta. Durante gran parte del periodo descrito, los montos respecto del costo se mantienen dentro de un rango relativamente constante, a excepción del año 2010 en el cual es posible observar un incremento exagerado en el resultado, elemento que se debe principalmente al cambio en la encuesta, sobre la cual es posible que haya un cambio en la metodología de la pregunta. Para todos los años considerados, en promedio se supera unas 8 horas a la semana con respecto a las horas legales, lo que significa unos \$3.822 a la semana (para el año 2010), valor que luego se multiplica por el total de personas que se sabe trabajan más de las horas legales a la semana.

Figura 4.12: Costo de la pérdida de ocio en la Región de Antofagasta, 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a INE, Encuesta Nacional de Empleo 2000-2009, y la Nueva Encuesta Nacional de Empleo de INE 2010.

La mayor parte de las variaciones son explicadas por dos factores. En primer lugar, por la diferencia de las horas y por, otro lado, la cantidad de personas que trabajan más de las horas legales, siendo este último elemento el que mayormente explica las variaciones en el resultado.

Pese a que se ha logrado una aproximación, es necesario revisar nuevamente los resultados en términos metodológicos, ya que, las diferencias de los resultados son evidentes, sobre todo si se considera el resultado para el año 2010, en el cual se realizó un cambio en la encuesta. Pese a que se ha utilizado la misma pregunta de la encuesta para la construcción de la variable, los resultados difieren respecto de los años anteriores.

Es necesario mejorar esta aproximación. Sin embargo, la limitada información que hoy está disponible para abordar este tipo de temáticas, impide lograr un resultado más fidedigno. Por lo demás, es pertinente generar mayor discusión respecto de los métodos de valorización de la pérdida de tiempo del ocio, incluir aspectos relativos al costo de oportunidad o las valorizaciones subjetivas que se realizan sobre el tiempo son necesarias para el ajuste del modelo, sin duda que éstas son aún más difíciles de considerar.

Columna L: Costo de subempleo

La inclusión de esta columna tiene como objetivo demostrar que la creación de nuevos empleos, si bien conlleva un incremento en la tasa de crecimiento económico, no siempre implica una mejora en la calidad laboral. Ello a razón de que la jornada parcial involuntaria 'part time', obliga a escoger el ocio, cuando por el contrario se preferiría una jornada a tiempo completo.

Los costos del subempleo recaen en los trabajadores y sus familias, pero también en toda la sociedad en su conjunto, pues se manifiesta en escenarios de violencia, crimen y frustración (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007).

Para calcular esta columna, Costanza et al (2004) consideró datos referentes al número total de subempleados y al costo por horas obligadas a no ser trabajadas. Este estudio siguió este modelo.

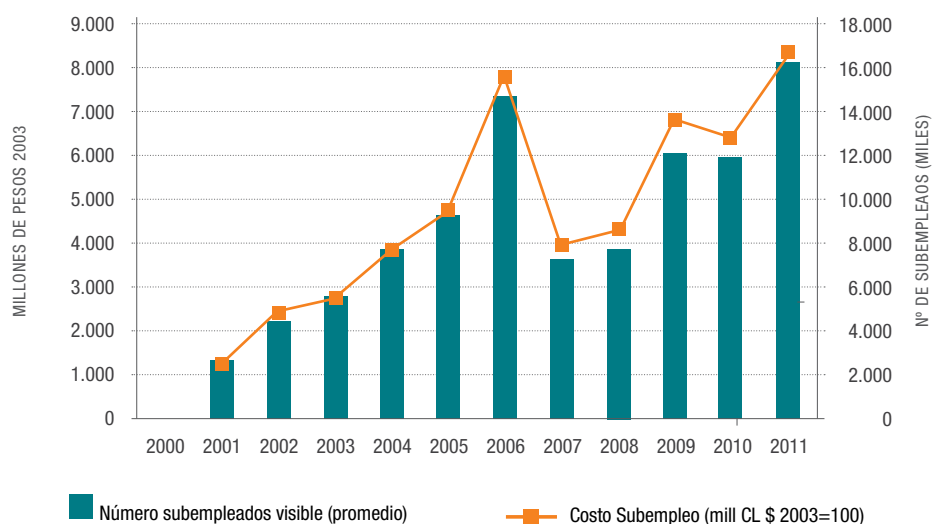
Las cifras de subempleo fueron construidas en base a la Encuesta Nacional de Empleo y a la nueva Encuesta Nacional de Empleo del INE (solicitadas a dicha institución mediante la Ley de Transparencia). Para la construcción de esta columna se utilizaron sólo las cifras de subempleo visible, definidas por el INE (1995) como "personas ocupadas que trabajan menos de 35 horas a la semana y que desearían trabajar más". Se obtuvo la tasa de subempleo visible para el periodo 2000-2010, la cual se aplicó posteriormente a las estimaciones de ocupados del INE. Para el costo asociado a este ítem se utilizó el dato del salario mínimo, promulgado a través de leyes emitidas en el periodo de estudio.

En el cálculo realizado se encontró que, en el año 2011, el costo de este ítem tuvo su máxima expresión, llegando a un total de \$ 8.386 millones de pesos (2003=100). Considerando que el subempleo está en relación a la población, es perceptible que este valor difiere de lo encontrado en la RMS donde para el año 2001 —Periodo en el que se registró el costo más alto— se encontró un costo de \$44.819 millones de pesos.

Los resultados que se exponen a continuación (ver la Figura 4.13) muestran cifras importantes que reflejan el costo de este ítem para la economía. El crecimiento registrado está relacionado, principalmente, con la actividad del comercio, que se vio enfrentado a un crecimiento económico que trajo consigo un incremento del trabajo de mujeres por cuenta propia no calificadas (Páez, 2011).

Es preciso señalar que si bien el cálculo de este ítem utilizó cifras oficiales, los valores obtenidos no reflejan la realidad del subempleo, pues los registros de subempleo invisible no fueron posibles de calcular en base a la información obtenida en la Encuesta Nacional de Empleo (2000-2009) y la Nueva Encuesta Nacional de Empleo del INE (2010), así como por la definición expuesta en INE (1995).

Figura 4.13: Costo del subempleo en la Región de Antofagasta, 2000-2011.



Fuente: Elaboración propia (en base a Encuesta Nacional de Empleo 2000-2009, y la Nueva Encuesta Nacional de Empleo de INE 2010).

Columna M: Costo de bienes durables

Los gastos reales de consumo de bienes durables, se consideran como un ajuste en el IPG y son restados para evitar la doble contabilización del valor de los servicios de capital de los hogares, tal como se detalló en la Columna F. El valor del gasto privado en consumo bienes durables proviene de la estimación efectuada a escala regional, a partir de la relación BD/PIB a nivel nacional, calculados a precios constantes del año 2000, cuya fuente es Banco Central de Chile (2013).

Columna N: Costos en salud y educación

En esta columna corresponde descontar las proporciones del gasto privado en salud y educación, que no contribuyen al bienestar, entendidos como gastos defensivos y que, por lo tanto, deben ser descontados de la Columna A, de Consumo Personal.

El costo de la educación privada se obtuvo de las cifras de “Servicios Personales” del PIBR, a partir de las cuales se empleó el porcentaje de estos servicios que son destinados a salud y educación, de acuerdo a las cifras nacionales (Banco Central de Chile, 2013). Se asume como supuesto que la Región de Antofagasta tendría un comportamiento similar al nacional.

La proporción del gasto que es destinado a educación superior, y que debió ser descontado de este ítem, se estimó a partir de cifras sobre el Gasto total en educación como porcentaje del PIB, por fuente de financiamiento público y privado, según periodo 1990-2008, del estudio de MINEDUC (2008), en el cual se asigna un porcentaje cercano al 60% como participación privada en el financiamiento de la educación superior en Chile.

En el caso del gasto en salud, se emplearon al igual que en educación, las cifras de “Servicios Personales” del PIBR, considerándose para la obtención de la proporción destinada a salud, los porcentajes anuales en salud a escala nacional (Banco Central de Chile, 2013). A partir del informe OCDE (2008), se obtuvo el porcentaje de participación de la salud privada, el cual se aproximó en un 40% del gasto total en salud. Luego, se consideró que la mitad del crecimiento anual del gasto corresponde a Gastos Defensivos según lo propuesto por Daly y Cobb (1993).

El cálculo de este ítem corresponde a otra de las variables, en las cuales se hace imperioso contar con datos sobre el gasto del PIB sub itemizado por el tipo de gasto en el Sistema de Cuentas Nacionales, de manera de ajustar mayormente los resultados con la realidad regional.

Columna Ñ: Costo de traslado al lugar de trabajo

181

El costo de esta variable no aporta al bienestar de las personas, pues mucha gente preferiría destinar el tiempo de traslado al desarrollo de otras actividades (Anielski y Rowe, 1999). Como tal, Daly y Cobb (1993) argumentan que si existe un incremento en los tiempos de desplazamiento, este costo debe ser incorporado en el IPG.

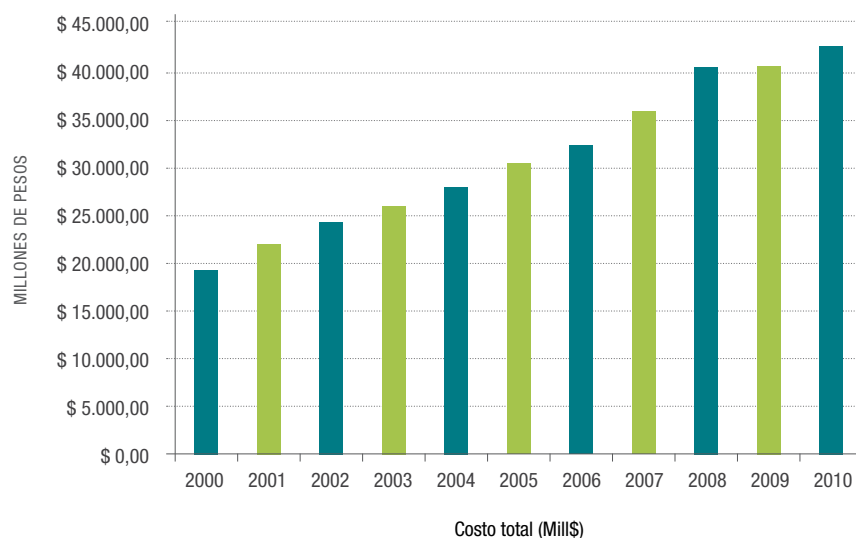
Siguiendo a (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007) existen dos formas de abordar estos costos. En primer lugar, a través del costo directo que, para SECTRA (2003), está compuesto por los gastos que se incurren en combustible, lubricante, neumáticos, mantención, etc. En segundo lugar, por un costo indirecto, que consiste en el valor social del tiempo.

Para el cálculo de esta variable se consideró el costo indirecto. Este mismo alcance fue aplicado por Barton, Jordán, León, & Solís, (2007) para el cálculo de la RMS, donde se consideró para el costo social un valor equivalente al doble del ingreso promedio por hora de trabajo de cada año. A diferencia del cálculo que se realizó para la RMS, este estudio decidió emplear el costo del valor social del tiempo propuesto por SECTRA (2003), que estima en \$746,00 hora/pasajero.

Para la estimación de los tiempos de viaje al trabajo se utilizaron las encuestas Origen-Destino de viajes para la ciudad de Calama y Antofagasta (SECTRA, 1998; 2003; 2010). A partir de los registros correspondientes a los años 1998, 2003 y 2010, se realizó una regresión lineal para

completar los valores del periodo de tiempo del estudio, entendiendo los problemas de generalización que esto conlleva. En este sentido, para tener un resultado acorde a la realidad, es necesario que los valores que son utilizados para el cálculo de la variable, estén disponibles para cada año; modelo que actualmente es inexistente.

Figura 4.14: Costo de traslado al lugar de trabajo en la Región de Antofagasta.



Fuente: Elaboración propia (en base a SECTRA 1998, 2003, 2010).

Columna O: Costos de accidentes

Tal como lo describen Anielski y Rowe (1999), los daños provocados por los accidentes son el resultado del aumento del *stock* de vehículos y de la densidad del tránsito vehicular generado por la expansión de las actividades económicas y restricciones de gestión e infraestructura vial. A escala regional, de acuerdo a las cifras del INE (2000-2010), el aumento del *stock* de vehículos se expande en un 62,4 % durante la última década, pasando de 76.169 a 123.712 unidades motorizadas, lo que equivale a un cambio substantivo en la tasa de motorización de 150,56 a 215,05 autos por cada mil habitantes.

De acuerdo con Domper (2003) y PNUMA (2004) existe una serie de factores que tienden a agravar el daño que provocan los accidentes vehiculares, el principal se relaciona con el aumento de la tasa de motorización en comparación con el menor desarrollo de la infraestructura, lo cual se traduce en un exceso de demanda por el uso de la infraestructura vial.

Para evaluar los costos de accidentes de tránsito se emplearon los registros de accidentabilidad provenientes de las estadísticas anuales de CONASET (CONASET, 2000-2010). En la tabla 4.6 se observa una tendencia al aumento en los costos totales por accidente, lo cual incluye los costos directos e indirectos de los siniestros entre los años 2000-2010. En el primer caso, los costos corresponden a los daños por pérdidas materiales. En el segundo caso, los costos corresponden a daños indirectos a las personas involucradas en los accidentes, considerando específicamente la pérdida de productividad por imposibilidad de trabajar.

Tabla 4.6: Datos estadísticos Región de Antofagasta, Periodo 2000-2010.

AÑO	TASA MOTORIZACIÓN	Nº TOTAL DE ACCIDENTES	TOTAL COSTOS
2000	150,59	1.484	17.051.262.208,17
2001	154,04	1.283	17.643.275.488,08
2002	157,82	9.348	14.478.633.777,12
2003	142,73	1.198	19.983.921.934,36
2004	149,00	1.512	19.476.101.371,80
2005	158,76	1.672	20.661.865.449,38
2006	174,21	2.019	25.865.629.761,82
2007	185,20	2.387	31.195.977.933,92
2008	195,76	2.316	38.098.475.764,13
2009	198,10	2.478	41.806.109.199,80
2010	215,05	1.938	21.685.994.005,26

Fuente: elaboración propia (en base a INE, 2000-2010; CONASET, 2000-2010).

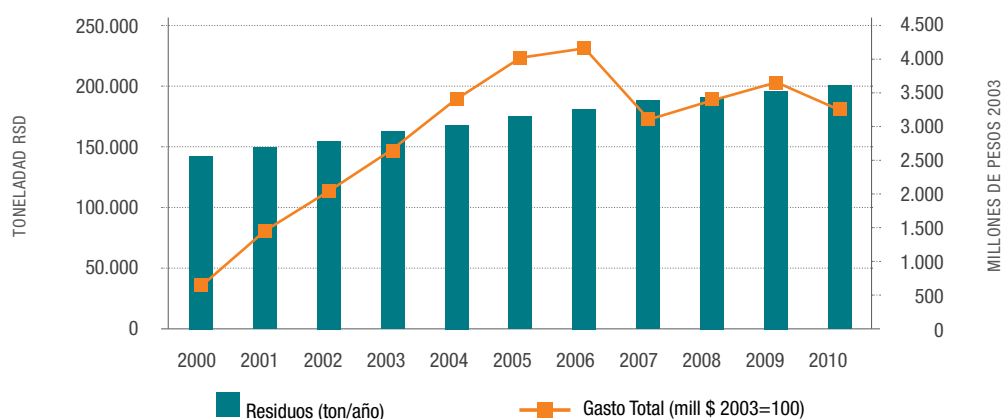
En relación a la evolución de los costos por accidentabilidad, estos fueron ascendentes hasta el año 2009, una tendencia estrechamente vinculada al aumento de la tasa de motorización. Sin embargo, durante el año 2010 los costos bajaron considerablemente en comparación a los años anteriores. El descenso de este último año podría estar indicando un resultado positivo en los esfuerzos de gestión de las instituciones públicas y de seguridad por disminuir la accidentabilidad, así como los costos defensivos asociados a esta problemática.

Columna P: Costo por contaminación de residuos sólidos domiciliarios

La generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD) es una condición inherente de los espacios urbanos, fomentado por la expansión de la población, las actividades económicas, los

estilos de vida y la aparición de patrones de consumo que privilegian lo desechable por sobre lo retornable. El creciente dinamismo de la economía regional y sus patrones de consumo han traído consigo un importante aumento en la generación de residuos: entre el 2000-2010 la generación de residuos ha pasado desde los 0,8 a 1,08 kg/hab./día, lo cual en volúmenes totales de generación significa pasar de 130 a 190 mil toneladas anuales (INE, 2000-2010).

Figura 4.15: Generación de residuos en la Región de Antofagasta.



Fuente: INE, 2000-2010.

En los países de la OCDE, la práctica ha estado orientada al tratamiento de los residuos: en primer lugar, existe una preocupación por evitar su generación; en segundo lugar, se los minimiza; en tercer lugar, se recicla y sólo en la última etapa se los dispone en rellenos sanitarios. Por otro lado, en la Región de Antofagasta, la práctica habitual ha estado orientada sólo a la disposición de los residuos en rellenos sanitarios, vertederos o basurales, sin preocupación por el resto de las etapas.

Al respecto, el catastro sobre manejo de residuos domiciliarios realizados a escala comunal por la SUBDERE (2008), estableció que de las nueve (9) comunas, sólo tres (3) cuentan con disposición de residuos en un relleno sanitario, o sea un recinto que cumple con las condiciones sanitarias que exige la norma, el cual incorpora un método de ingeniería que permite la disposición de los residuos con el objeto de evitar efectos adversos. De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2010), sólo el 24,5% del total de residuos generados por la región fue dispuesto en esta modalidad, involucrando solo al 27,5 % del total de la población regional.

En cambio, predomina la modalidad de vertedero, correspondiente a un lugar de disposición que no cuenta con medidas ambientales adecuadas; dicha peculiaridad engloba a cinco (5)

municipios con un 14, 2% del total de residuos totales generados e involucrando apenas un 5% del total de la población regional. Por el contrario, un 62,7% de los residuos domiciliarios totales generados por el 62% de la población regional, sólo cuenta con disposición tipo “botadero”, o sea, un lugar donde se dispone de manera espontánea o programada, sin ningún tipo de control o protección ambiental.

A pesar de existir una preocupación creciente respecto de los efectos que los RSD pueden llegar a tener en la calidad de vida y la salud de las personas, en particular de los sectores más vulnerables, el problema no se aborda integralmente. Es por ello que en el caso de estudio, sólo se consideró el costo directo de la disposición final de los residuos, considerándose como un costo defensivo que es asumido por las actuales generaciones generadoras de los RSD.

Para obtener el costo de disposición final de RSD, se calculó en primer lugar la generación anual sobre la base de las cifras obtenidas a escala regional (INE, 2000-2010). A partir de las cifras señaladas se extrapola la generación de residuos por habitantes al día (Kg/hab./día).

Respecto a los costos de disposición final, se estableció un valor en base a la extrapolación para la región de los valores por disposición de residuos que registra la Municipalidad de Antofagasta para el periodo 2008-2010. Para completar el periodo de estudio propuesto en la investigación, dada la inexistencia de la serie completa de datos, se realizó una regresión lineal. También se seleccionaron los valores de la capital regional, como valor base, por ser en promedio esta comuna el lugar de origen de un 66% del total anual de los RSD generados en la región (I.M.A., 2008-2010).

Por ahora sólo se dispone de datos parciales que fue necesario extrapolar desde la escala comunal a la regional, alcanzándose un coste promedio por tonelada anual que pasó desde los \$ 3.940 en el año 2000 a los \$ 23.583 pesos en el año 2010. Esto es una multiplicación por más de 8 veces de los costos de disposición, siendo que el volumen se eleva poco más del 28% en ese periodo.

Es importante advertir en el análisis, el déficit y dispersión de la información pública sobre la materia a escala regional. Se hace necesario que las municipalidades mantengan un registro de generación promedio de residuos por habitante, cotización de precios y costos anuales de manejo/disposición de los RSD incurridos tanto por estas mismas como de los cargos a los habitantes de la comuna. Ello mejoraría considerablemente el cálculo y los resultados de esta variable en la valorización del IPG de la Región de Antofagasta.

Tabla 4.7: Disposición final de residuos en la Región de Antofagasta.

AÑO	RESIDUOS (TON/AÑO)**	GASTO POR TONELADA ANUAL	GASTO TOTAL (\$)*	GASTO TOTAL (\$ 2003=100)
2000	143.166	3.940	564.074.040	615.575.868
2001	149.760	9.198	1.377.492.480	1.451.456.487
2002	156.364	12.664	1.980.193.696	2.035.843.584
2003	162.949	16.363	2.666.334.487	2.666.334.487
2004	169.419	20.463	3.466.820.997	3.430.643.520
2005	175.509	23.935	4.200.807.915	4.033.825.404
2006	181.874	24.801	4.510.657.074	4.189.251.263
2007	188.240	18.659	3.512.370.160	3.124.385.697
2008	194.829	21.352	4.159.988.808	3.403.782.593
2009	197.142	24.655	4.860.536.010	3.658.129.741
2010	201.156	23.583	4.743.861.948	3.284.068.975

* Fuente: Cuentas públicas I. Municipalidad de Antofagasta 2008-2011 (años anteriores por regresión)

** Fuente: KDM, diagnóstico general RSD

Fuente: Cuentas públicas Municipalidad de Antofagasta 2008-2011 (años anteriores por regresión);
KDM, diagnóstico general RSD (2011); IMA (2011).

Columna Q: Costo por contaminación del agua

En el documento “¿Cuán Sustentable es la Región Metropolitana de Santiago?” (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007), se realiza una discusión sobre las distintas aproximaciones que existen respecto a la estimación de los costos por contaminación del Agua. En este sentido, Daly y Cobb (1993) proponen principalmente la estimación de los daños a partir de los impactos que existen sobre la calidad de las aguas en los puntos de descarga de las aguas utilizadas, y por otro lado, los daños que se producen por la erosión. Sin embargo, existen también otros métodos que estiman principalmente los costos no monetarios de la contaminación de las aguas, incluyendo además los impactos en los servicios ambientales. Diversas experiencias han sido realizadas para distintos países, aplicando a su vez diferencias en cuanto a la estimación de los métodos empleados.

La tabla 4.8 muestra la aplicación y métodos que se han empleado en distintos casos para la estimación del Costo por Contaminación de las Aguas. De esta manera, existen aproximaciones de valoración indirecta, los cuales proponen una medición principalmente a partir de los servicios ambientales que las aguas ofrecen, como también otro tipo de servicios como de recreación. Por otro lado, los métodos de valoración directa se centran en la estimación de

Tabla 4.8: Resumen de los métodos de estimación del costo por contaminación de aguas.

AUTORES	MÉTODO DE ESTIMACIÓN	PAÍS	DETALLE DEL MÉTODO
Daily y Cobb (1993)	Indirecta	Estados Unidos	Estimación en base al beneficio del agua no contaminada. Impacto en la recreación, la estética, la ecología, los valores de propiedad y los usos en diversión de los puntos de descarga. Pone énfasis en los servicios perdidos debido a la contaminación. Se trata de una estandarización del método empleado por Freeman (1982).
Jackson et al (1997)	Indirecta	Reino Unido	Se trata de una extrapolación a partir del PIB del método y los cálculos empleados por Daily y Cobb (1993). Se asume que la calidad de las aguas está particularmente relacionada con la actividad económica de los países.
Stockhammer et al (1997) / Hamilton (1999)	Directa	Australia	Estimación del costo de contaminación de las aguas a partir del gasto que implica el tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua contaminada.
Clarke y Islam (2005)	Directa	Tailandia	Estimación del costo contabilizando el gasto que implica el tratamiento de las aguas por kilogramo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
Pulselli et al (2005)	Directa	Italia	Similar al estudio de Tailandia, incorporan además el parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO). El costo se calcula en base a la disminución de los niveles de contaminación.
Castañeda (1999)	Directa	Chile	Estimación a partir del costo en salud que implican los casos de tifoidea.

Fuente: Elaboración propia en base a (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007).

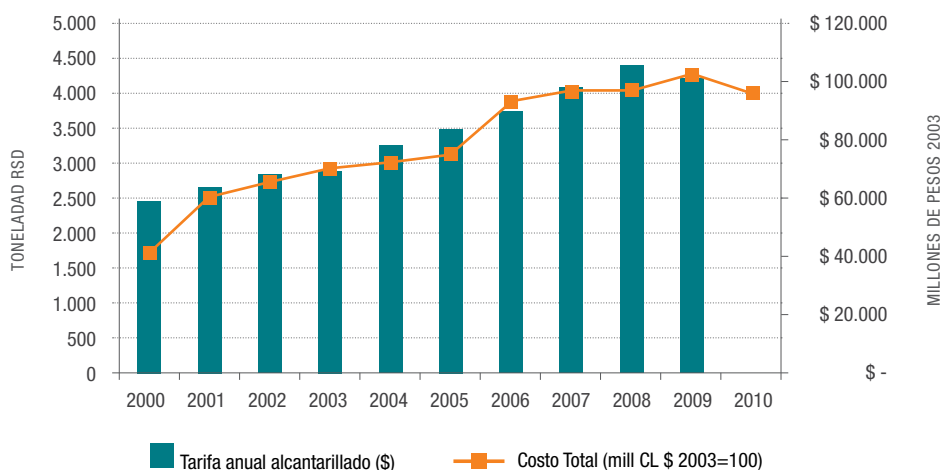
los costos directos que implica, en la mayoría de los casos, el mejoramiento de un nivel de contaminación previo. Sin embargo, otros métodos, como el de Castañeda (1999), proponen una estimación a partir de los costos que implica para la salud de los habitantes. Este último método implica finalmente una doble contabilidad, ya que en el cálculo del IPG existe otro ítem que considera los costos por salud y educación.

Para efectos del cálculo para la Región de Antofagasta, se ha optado por la utilización de un método de valorización directa, al igual como se ha realizado para el caso de la Región Metropolitana de Santiago.

En este sentido, la estimación se ha realizado a partir del cálculo de los costos asociados a la tarifa aplicada por la prestación del servicio de alcantarillado, como también, por el servicio de tratamiento de aguas servidas. Asimismo, se considera que el costo por tratar el agua que se traspasa hacia a los usuarios, es un costo que impide el gasto de las personas en otros ítems. Para lograr ello, se han empleado las cifras entregadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios considerando la cobertura del servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas servidas, como también las tarifas que son expresadas a partir de un promedio anual tanto

de las comunas pertenecientes al Grupo I (Antofagasta, Tocopilla, Mejillones, Soquimich) y del Grupo II (Tal Tal y Calama).

Figura 4.16: Evolución del costo por contaminación del agua para la Región de Antofagasta, 2001–2010.



Fuente: Elaboración propia en base a (SISS, 2013)

La figura 4.16 muestra los cambios y los impactos que ha tenido el aumento de los costos por contaminación de las aguas en la región, incremento que ha ido *in crescendo* año a año durante la década pasada. Gran parte de la variación en el costo por contaminación se debe principalmente al aumento que ha tenido la tarifa anual pagada por el servicio de alcantarillado, la cual se ha octuplicado, considerando la diferencia entre el año 2001 y el año 2009, llegando a este año a un valor total del costo cercano a los 100.000 millones de pesos.

La estimación y el método empleado contienen finalmente una aproximación sobre los costos que implican, principalmente para la población, el tratamiento de las aguas contaminadas. Sin embargo, existe también una necesidad por avanzar hacia la estimación de otro tipo de costos que tienen que ver con los servicios ambientales que se pierden dado el nivel de contaminación de las mismas. Estos costos indirectos son particularmente importantes de contabilizar para el caso de la Región de Antofagasta, dado principalmente la escasez de este recurso para la esta región en particular. Sin duda que la falta de estadística y de estudios previos que señalen este tipo de aproximaciones para el caso chileno son una limitante al momento de aplicar alternativas al modelo de contabilización de estos costos.

Columna R: Costo por contaminación del aire

La inclusión de esta columna tiene como objetivo obtener un valor que represente los daños y perjuicios que la contaminación atmosférica produce en la población (Daly y Cobb, 1993). Para esta aproximación existen diferentes métodos, por ejemplo, el método de Freeman (1982), aplicado por Costanza *et al* (2004) en su estudio de caso en Vermont, donde considera a la siguiente composición de contaminantes: dióxido de azufre, monóxido de carbono, plomo, partículas de varios tamaños y composiciones, óxidos de nitrógeno y compuestos volátiles orgánicos. El proceso para la valorización de los mismos consiste en multiplicar el índice de contaminación por el valor total del daño ambiental que se estima a nivel nacional o regional.

Otro método propuesto, y que se sigue para este estudio, es el de Jackson *et al* (1997). En el mismo, el proceso de valorización consistió en multiplicar los niveles de contaminación por el valor de los gastos sociales que se estiman. Este mismo método fue aplicado por (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007) para el cálculo de la RMS, donde se consideraron los siguientes contaminantes: MP10, MP2.5 y NO₂.

Siguiendo con el método aplicado para la RMS, para el caso de la Región de Antofagasta se consideraron los contaminantes MP10 y MP2.5, además de los contaminantes de NO_x, polvo y SO_x. Los valores para este último, junto al MP2.5, están presentes únicamente para los últimos dos años, en tanto que los valores para el resto de los contaminantes fueron obtenidos para los periodos 2005-2009. No existen registros de emisión de contaminantes para años anteriores, ya que el seguimiento se comenzó a realizar a partir de la implementación del RETC. Lo anterior no significa que no hayan existido emisiones previas a la fecha indicada.

Las cifras utilizadas para los contaminantes fueron obtenidas a partir del Informe de Registro de emisiones y transferencia de Contaminantes, publicado por el Ministerio de Medio Ambiente para los periodos 2005-2009.

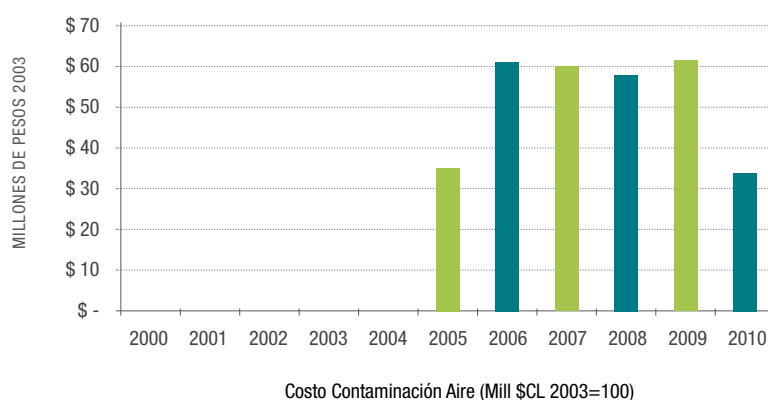
Para el cálculo no fueron incluidos los costos en salud, pues estos ya fueron considerados en la columna N. Se aplicaron entonces los valores de costos sociales estimados por Cifuentes (2000) para el PM 2,5 que considera, por ejemplo, días de pérdida de trabajo y días de actividades restringidas y defensivas para evitar el efecto. Como tal, el autor ejemplifica lo anterior de la siguiente manera “el adulto ocupado que cuida al niño no pierde todo el salario de un día sino una fracción de éste. La productividad pérdida en este caso se valora en un monto que corresponde a un día de actividad restringida por cada día hábil que un niño permanece enfermo” (Cifuentes, 2000: 16).

Considerando que no existen valores de costos para los contaminantes incorporados en el cálculo, se aplica para los mismos la valorización propuesta por Cifuentes (2000). Para justificar

este proceder, se utiliza como referencia lo estipulado por DICTUC (2000), donde se sostiene la existencia de una relación entre las emisiones de contaminantes primarios y las concentraciones ambientales de contaminantes secundarios.

Esta aproximación enfrentó dos tipos de inconvenientes. Primero, la inexistencia de registros de emisión de contaminantes para toda la serie de tiempo. Segundo, una valorización de costos sociales sólo para el PM 2,5. En este sentido, para tener un resultado acorde a la realidad, es necesario que los valores que se utiliza para el cálculo de la variable estén disponibles para cada año y que los costos sociales sean valorados según los distintos contaminantes.

Figura 4.17: Costo por contaminación del aire.



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Medio Ambiente (2011c).

Columna S: Costo por contaminación acústica

El ruido es un contaminante que se refiere a cualquier sonido que sea calificado por quien lo percibe como molesto, indeseado o inoportuno. A diferencia de otros contaminantes, el ruido no deja residuos, por lo que se suele decir que “el ruido es un contaminante invisible” (MMA, 2011b; Barton et al, 2007).

El ruido es una consecuencia directa de las actividades humanas y tiene importantes efectos sobre la salud de las personas, que sobrepasan a aquellos vinculados estrictamente a la audición. Es un agente provocador de estrés, interfiere en los procesos de comunicación y en los aprendizajes, afecta la recuperación de pacientes, el descanso, la mantención y conciliación del sueño, entre muchos otros efectos sobre la salud mental, los que, en definitiva, atentan progresivamente contra el bienestar de la población expuesta (MMA, 2011b; Restrepo, 2011a; Martínez, 2005).

El ruido al que una persona se ve expuesta dependerá del ambiente en el que se encuentre, sin embargo, los entornos acústicos más agresivos y generalizados tienen lugar en donde se concentran la mayor parte de las actividades, como es el caso de las ciudades. En este contexto, el desafío es lograr que estas actividades, necesarias en una ciudad, no repercutan en la calidad de vida de sus habitantes (MMA, 2011b; Restrepo, 2011a).

A nivel internacional, tanto la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como la Unión Europea (UE), recomiendan valores máximos de ruido ambiental. Ambos organismos plantean una diferenciación para los periodos diurnos y nocturnos, en base a estándares que representan un promedio del ruido ambiental existente para cada uno de los periodos.

Más específicamente, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009 citado por MMA, 2011b) ha publicado un estudio referente al ruido nocturno y sus consecuencias en la salud, donde señala que para la prevención primaria de efectos adversos en la salud, relacionados con el ruido nocturno, se recomienda que no debe haber una exposición a niveles de ruido nocturno superior a 40 dB durante la noche.

Cabe destacar que la recomendación de la OMS señala que para sectores en los que no es factible en el corto plazo cumplir con esta meta, podrían considerarse niveles mayores, pero sólo temporalmente y con un máximo de 55 dB.

El ruido en Chile

En Chile a finales de la década de los ochenta se realizó el “Estudio base de generación de niveles de ruido” del Gran Santiago, encargado por la Intendencia Metropolitana, con el propósito de evaluar y analizar el ruido exterior. La cobertura espacial abarcó aproximadamente 3 millones de personas, distribuidas en 23 comunas de la Región Metropolitana. Mediante este estudio se pudo detectar los sectores donde la situación sonora presentaba mayores niveles de ruido. Al mismo tiempo, permitió identificar los posibles riesgos a los cuales estaba sometida la población expuesta al ruido urbano, considerando normativas nacionales e internacionales (MMA, 2011b).

El estudio citado fue actualizado por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA, 2001). Dentro de sus resultados, destaca la evaluación del criterio de interferencia con el sueño de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, determinándose que en la zona de estudio no existían lugares sin riesgo de interferencia con el sueño (citado por MMA, 2011b; Martínez, 2005).

El Informe del MMA (2011b) destaca que, como resultado de estos informes, se constata que mientras la población en estudio aumentó un 1,9%, un 37% de ella ha incrementado su grado de contaminación y sólo un 1,5% la ha disminuido. Además, en sólo un 16,3% de la población no existe riesgo de pérdida auditiva de acuerdo con los criterios de *Environmental Protection Agency* (EPA, Estados Unidos); asimismo, no existe población en el área de estudio cuya vivienda se encuentre en un sector apto, de acuerdo a los niveles de ruido registrados según las normas del *Department of Housing and Urban Development* (HUD, EE.UU).

Para los efectos del estudio de contaminación acústica en la Región de Antofagasta, el año 2007 Chile decidió elaborar los Mapas de Ruido como herramienta de diagnóstico. Estos mapas entregan información acerca de los niveles reales de ruido presentes en una ciudad y permiten identificar los focos de problemas, para orientar las medidas preventivas y de control, como por ejemplo impulsar la elaboración de una norma de calidad de ruido; relevar el ruido como variable de decisión en los instrumentos de planificación territorial o promover la aplicación de criterios de aislamiento acústico en la edificación (CONAMA, 2010; MMA, 2011b; Martínez, 2005).

De acuerdo con el MMA (2011b), no obstante los Mapas de Ruido, hay una completa ausencia de información de los niveles de contaminación acústica presentes en las ciudades chilenas. A ello se debe sumar que no existen catastros de fuentes ni inventarios de emisiones. Más aún, hay un desconocimiento en la cantidad de población potencialmente impactada por este contaminante. En la actualidad, sólo se cuenta con estudios en Santiago y diagnósticos básicos en algunas ciudades del país, los que, además de ser insuficientes, presentan metodologías diferentes y, por tanto, sus resultados no son comparables.

Fuentes de ruido

En la actualidad, en las zonas urbanas las principales fuentes de ruido se encuentran relacionadas con los medios de transporte de personas y bienes, destacando ampliamente el tránsito vehicular, como es en el caso de la Región de Antofagasta. Esta situación está motivada no sólo por el aumento vertiginoso que ha experimentado el parque automotriz en el curso de los últimos años, sino también por el hecho de que, en general, las ciudades no han sido concebidas para soportarlos, como es el caso de los centros urbanos de la Región de Antofagasta.

Al ruido de tránsito vehicular se deben agregar los producidos por los ferrocarriles, como es el caso particular de las ciudades de Calama, Tocopilla y Antofagasta y los aeropuertos que generan altos niveles de ruido. Del mismo modo, se deben agregar los ruidos transmitidos desde instalaciones industriales, talleres u obras de construcción, denominadas como fuentes fijas, que generalmente presentan un impacto localizado en el entorno próximo al lugar donde se encuentran emplazados.

Sin embargo, no sólo el transporte y las instalaciones industriales son en la actualidad los causantes o focos de la situación acústica existente en las ciudades, sino que también la propia actividad humana. Como consecuencia del aumento de la densidad de la población, es una fuente que contribuye a elevar los niveles sonoros en los núcleos urbanos. Esto, particularmente en las zonas donde se ubican centros o establecimientos de diversión nocturna, en especial durante los fines de semana.

Normas de ruido

A partir de la promulgación de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, se define al ruido como un elemento contaminante y se establecen diversos instrumentos que permitirían el inicio de la gestión en control de ruido ambiental. En este contexto, se han diseñado acciones de difusión y sensibilización frente al tema, así como regulaciones orientadas a prevenir y controlar el ruido ambiental. Estas regulaciones han permitido establecer medidas correctivas y debido a su obligatorio cumplimiento en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), también tienen un carácter preventivo (MMA, 2011b; CONAMA, 2010).

El marco regulatorio del ruido ambiental, consiste en sólo dos normas ambientales de emisión: Decreto Supremo N° 146/97 MINSEGPRES - Norma de Emisión de Ruidos Molestos generados por Fuentes Fijas. Establece límites máximos permisibles, diferenciados por periodos diurnos y nocturnos, y dependiendo en la zona donde se encuentre el receptor del ruido. La legislación chilena considera que el ruido máximo para las zonas residenciales debe ser de 55 decibeles en horario de 7:00 a 21:00 horas (equivale al ruido del aire acondicionado de una ventana). Y desde 21.00 hasta las 7.00 horas, de 45 decibeles (equivale a una calle sin tanto tránsito). Esta norma funciona por denuncia y es incorporada en la evaluación del SEIA.

También se debe citar el Decreto Supremo N° 129/02 MINTRATEL. Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural, la que fija estándares de ingreso y posterior control en revisiones técnicas. En su entrada en vigencia se aplicó también a los buses existentes.

De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2011b), actualmente se están elaborando otras dos normas: Norma de Emisión de Ruidos Generados por Actividades de Construcción, que incorpora exigencias de tipo preventivas, como por ejemplo una planificación de la obra que minimice las potenciales molestias, y la Norma de Emisión de Ruido para Vehículos Livianos, Medianos y Motocicletas. Es similar a la norma de ruido de buses. Se establecerán exigencias para el ingreso al parque automotriz y controles en las revisiones técnicas

Adicionalmente, es importante destacar que los instrumentos de gestión ambiental definidos en la Ley 19.300 no contemplan una regulación asociada al receptor del ruido que permita,

por ejemplo, establecer valores mínimos de calidad acústica para las edificaciones. Con este propósito se promovió la elaboración de una regulación técnica, no ambiental y de carácter referencial, en el Instituto de Normalización Nacional (INN, NCh 352/1. Of. 2000). Dicha norma reconoce las necesidades de aislamiento acústico de las fachadas de las edificaciones de uso habitacional, en consideración al ruido existente en el lugar donde se pretende emplazar.

Finalmente, otra regulación relevante, por su aplicación directa al ámbito local, son las ordenanzas municipales. De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2011b), se ha hecho una revisión exhaustiva tanto de dichos instrumentos como de las atribuciones que poseen los municipios. Como resultado, se espera obtener un Modelo de Ordenanza Municipal de Ruidos, con el objetivo de disponer de un documento único y técnicamente válido, para posteriormente ponerlo a disposición de las municipalidades, en el marco del Sistema de Certificación Ambiental Municipal, que desarrolla el Ministerio del Medio Ambiente.

Antofagasta: Disposición a pagar y costo del ruido

194

El Mapa del Ruido elaborado para la Comuna de Antofagasta por la Universidad Austral de Chile por mandato de CONAMA (2010), implicó la combinación de mediciones de ruido a través de flujo vehicular complementado con la percepción de ruido por parte de la comunidad y que fue aplicada a la población mayor de 18 años que habita en sectores residenciales.

El resultado de las mediciones realizadas el año 2009 arroja que un 23,87% de los encuestados se declara muy sensible al ruido y un 33,39% se declara medianamente sensible al ruido exterior, lo que representa que el 61,26 % de los habitantes de la comuna de Antofagasta se sienten afectados de manera importante por la contaminación acústica.

La combinación de la variable ruido con los factores de género, edad, tiempo de residencia y actividad, señala que los factores género en el caso de la población femenina y edad en el caso de la población sobre los 60 años son los factores más asociados con una elevada sensibilidad frente a este tipo de contaminación.

Otro resultado es la percepción de ruido en periodos día/noche. En el periodo diurno, la fuente de ruido que provoca mayores grados de molestia es el tránsito vehicular afectando a un 39,1 % de la población, y un 37,4% en horario nocturno, lo cual es el doble de lo que ocurre en otras comunas del país (CONAMA, 2010).

Entre un 42-22%, de los encuestados en las zonas residenciales de Antofagasta se declara a menudo, o siempre, sentirse impactado por el ruido exterior, lo cual es también más significativo que en otras comunas del país.

Tabla 4.9: Comuna de Antofagasta: percepción efectos del ruido en la población (%).

VARIABLES AFECTADAS POR EL RUIDO	% DE POBLACIÓN
Interrumpe descanso	42,6
Impide dormir	38,3
Disminuye la concentración	38,47
Impide escuchar	36,47
Interrumpe el estudio	34,95
Produce insomnio	32,72
Pone nervioso	29,1
Aumenta la agresividad	23,32
Produce dolor de cabeza	25,31
Perturba la actividad laboral	22,98

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAMA (2010).

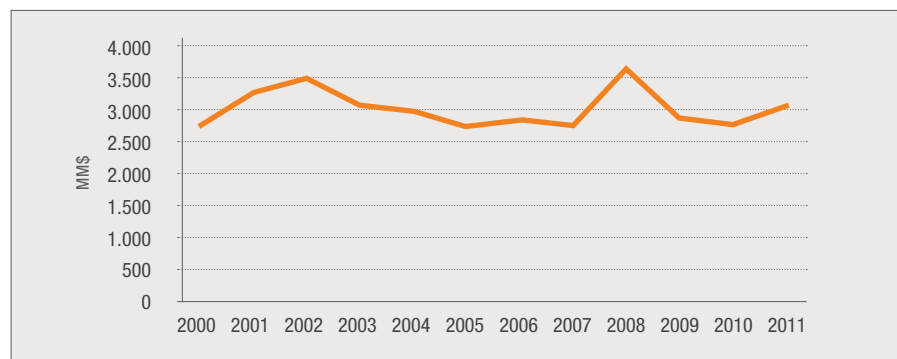
A partir de la Información entregada por el mapa del ruido de la Comuna Antofagasta y el resultado de las percepciones de la comunidad frente a la contaminación acústica, se procedió a definir un método de cálculo del valor económico. El método de valoración contingente mide la disposición a pagar por un bien no mercadeable asociado a bienes y servicios ambientales, que en el caso permiten una aproximación a la valoración económica de los impactos del ruido y del gasto defensivo en que incurren las personas y la sociedad.

El método seleccionado se acerca a la fórmula propuesta por Hamilton (1999), que para el caso de la medición de la contaminación acústica en Australia señala una medición para los niveles de ruido valorados por el costo de reducirlos a niveles aceptables. Un método posible, dada la falta de datos o fuentes directas a escala regional, y que permite una aproximación a la pérdida de bienestar provocada por los costos defensivos del ruido.

A partir de las cifras entregadas por Galilea y Ortuzar (2005) sobre disposición a pagar (DAP) por parte de los habitantes de una zona residencial de Santiago de Chile, la DAP por la disminución en los niveles de ruido fue de US\$ 23,45-23,54, utilizando el valor más alto para el caso particular de Antofagasta en pesos de cada año (\$) (Restrepo, 2011).

Los resultado de los habitantes de la Comuna de Antofagasta que declaran estar “muy sensibles o medianamente sensibles” fueron extrapolados a la población sobre 15 años de la Región de Antofagasta (INE, 2013). La combinación de datos que entregan los instrumentos citados, permite una aproximación gruesa al valor económico de la disposición a pagar o costo del ruido para la población regional de acuerdo con la siguiente figura:

Figura 4.18: Región de Antofagasta: Costo o disposición a pagar por disminución de ruido.



Fuente: INE (2013); Conama (2010); Banco Central (2013) y Restrepo (2011); Galilea, Patricia; y Ortúzar, Juan (2005)

El resultado expresa el alto costo económico que sobre el bienestar de la población regional tiene la contaminación acústica en la última década, lo cual se corrobora con la elevada sensibilidad que arrojan las percepciones de la población frente al ruido, particularmente afectada por el ruido ambiental provocada por fuentes como el tránsito vehicular, las obras de construcción y los lugares de diversión. Los resultados manifiestan claramente los posibles costos económicos sobre la salud pública de la población regional.

Las cifras expuestas son sólo una aproximación preliminar dada la casi inexistencia de estudios y estadísticas que arrojen información a escala regional sobre mediciones y percepciones del ruido con sus efectos sociales y económicos que están actualmente impactando severamente el bienestar de los habitantes.

Finalmente, señalar que no fue posible seguir en este caso la metodología utilizada en el caso de la RMS en el estudio “¿Cuán Sustentable es la RMS?” (Barton et al, 2007) debido a la inexistencia de las fuentes análogas utilizadas en el mencionado estudio; sin embargo, se trata de proteger en su desarrollo los principios y criterios expuestos en el IPG.

Columna T: Pérdida de humedales

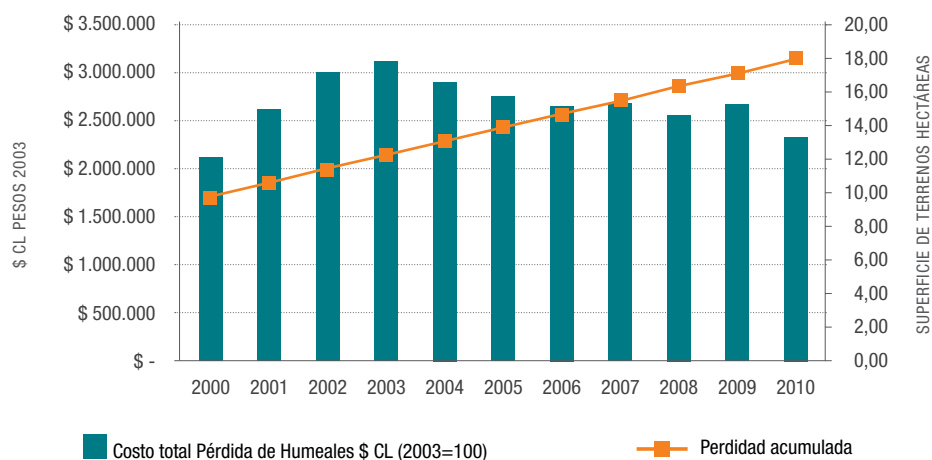
La incorporación de esta variable en el cálculo del IPG implica considerar los costos por pérdida de los servicios ambientales que ofrece este tipo de ecosistemas. Como tal, Daly y Cobb (1993) argumentan que su conservación conlleva beneficios asociados a la protección de inundaciones y hábitat de aves acuáticas, entre otros. Un reconocimiento claro de sus beneficios es incluido en la Convención RAMSAR.

En el caso de la Región de Antofagasta, el cálculo se realizó a partir de datos obtenidos en el informe publicado por el Centro de Estudios de Humedales (2010). Estos datos también fueron encontrados en el Catastro de Bosque Nativo de la CONAF (1999–2011), donde se registra que a nivel nacional existe una superficie de 4.632.361 ha. (CONAF, 2011). Por el detalle específico y la mayor cobertura del periodo de estudio, se optó por la primera fuente. No obstante, la información provista no incluía la serie completa de los años. Para ello se realizó una regresión lineal para completar los valores del periodo de tiempo, entendiendo los problemas de generalización que esto conlleva. Sin embargo, esta aproximación enfrentó un inconveniente mayor, que consistió en que el modelo de regresión no se ajustó perfectamente a todos los casos.

En este sentido, para tener un resultado acorde a la realidad es necesario que los valores que se utiliza para el cálculo de la variable estén disponibles para cada año.

Para la valorización de los servicios ambientales se emplearon las cifras de Talberth et al (2007), consistentes en \$914 por acre. La razón por la que se recurre a esta valorización recae en la ausencia de estudios para valorar a este tipo de ecosistemas en Chile.

Figura 4.19: Costo por pérdida de humedales.



Fuente: Elaboración propia en base a Ordenes (2010).

Columna U: Pérdida de terreno agrícola

La inclusión de esta columna se sustenta en la necesidad de determinar la capacidad productiva de las tierras agrícolas. Para ello, se valoriza la reducción o incremento de la capacidad productiva. Esto, bajo la consideración de que, como menciona Winchester (2006), existe una

pérdida creciente de suelos rurales, debido a que las ciudades han guiado su crecimiento urbano a expensas de ellos.

Siguiendo a Barton et al (2007) el valor productivo del terreno agrícola debe ser considerado dentro el IPG sólo en la medida que sea sustentable, pues de lo contrario implica una conversión de capital a ingreso corriente. A pesar de la importancia de este factor, este estudio no incluyó datos de experiencias productivas sustentables, debido a que se desconoce la existencia de éstas.

Para calcular esta columna se consideraron datos referentes al número de hectáreas de terreno agrícola existentes para la Región de Antofagasta. Esta información se obtuvo a partir del Censo Agrícola de ODEPA, correspondiente a los años 1997 y 2007. Para completar la serie de tiempo y el análisis sobre la evaluación de la pérdida de terreno agrícola se asumió, en base a los dos puntos obtenidos, que la evolución de la cantidad de terreno de uso agrícola es siempre decreciente. Considerando este supuesto, se calculó una tasa promedio de variación anual correspondiente al 0,5% al año entre el periodo 1997-2007. En el resto de los años, se aplicó la misma tasa de decrecimiento.

198

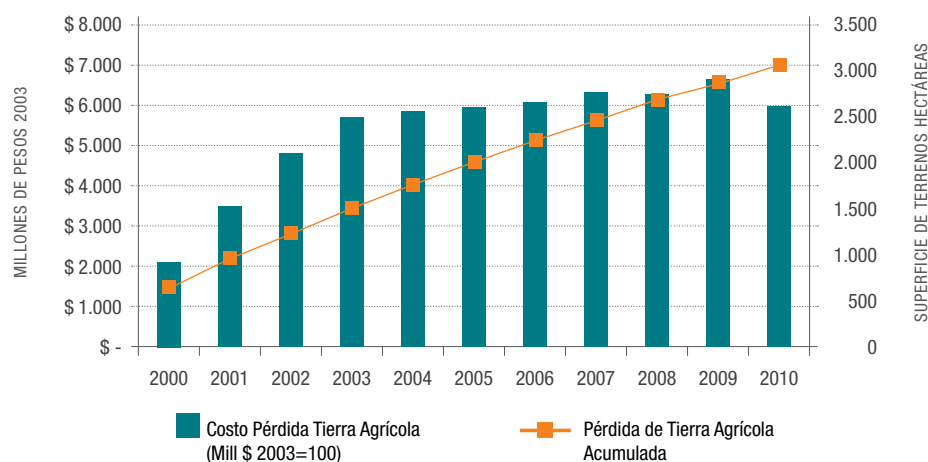
Para el cálculo del costo de la pérdida de este factor se utilizó el dato de Talberth et al (2007), consistente en \$5,501 dólares (del año 2000). A diferencia del cálculo que se realizó para la RMS, se decidió emplear este valor por distintas razones. Primero, porque es un dato más actualizado y, segundo, porque el dato propuesto se obtiene a partir de un promedio de tres estudios de valoración, donde se considera el cálculo de Constanza et al (1997) empleado para la RMS.

Finalmente, el valor del costo por pérdida de terrenos agrícolas contiene el costo “acumulado” en el tiempo, ya que usualmente se considera que las tierras perdidas han sido reconvertidas a otros usos, dejando de prestar el servicio original que le era otorgado.

Los valores en la Figura 4.20 muestran una clara tendencia en el incremento de la pérdida de tierras agrícolas. De acuerdo al contexto de la Región de Antofagasta, este proceso ocurre por causas asociadas a la escasez de agua, desertificación y por la alta salinidad del suelo (Lam, 2001; Cámara de Diputados de la República de Chile, 2012).

Es preciso señalar que si bien el cálculo de este ítem utilizó cifras oficiales, los registros de reducción o incremento de superficies de terrenos agrícola no son parte integrante de las estadísticas periódicas de ODEPA u otra entidad especializada del Estado. En este sentido, para tener un resultado acorde a la realidad, se requiere que estos datos sean valorados y publicados anualmente. Una de las formas para conocer las variaciones de cobertura de la superficie terrestre es a partir del análisis de imágenes satelitales; sin embargo, por el presupuesto elevado que requiere este tipo de método, su aplicación es restringida.

Figura 4.20: Costo de la pérdida de suelo agrícola.



Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA (1997-2007).

Columna V: Degradación de recursos no renovables

199

Otro de los aspectos que es necesario abordar en el cálculo del IPG es la pérdida de recursos naturales, pérdida que se manifiesta en un costo para las futuras generaciones ya que éstas no pueden acceder a ellas en el futuro. Según Daly y Cobb (1993), la utilización de los recursos hoy es un costo que debe ser descontado de las cuentas nacionales, incorporando el consumo de formas de energía como petróleo, gas natural, carbón, etc. y las reservas de metales existentes. A su vez, dos métodos permiten esta aproximación al descuento del PIB; por una parte están los enfoques que se basan en la renta del recurso y, por otro lado, los que se basan en los costos de reemplazo de los mismos.

Respecto del primer enfoque, se utiliza como base la idea de que el capital económico y el capital natural son sustitutos. Este argumento se presenta en *¿Cuán sustentable es la Región Metropolitana de Santiago?* (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007), basado en las ideas de El Serafy (1989), en donde se establece que las ganancias de la ventas de estos recursos naturales no generan valor agregado, por lo cual no deberían ser considerados en el PIB, sino que por el contrario, se sugiere que las ganancias obtenidas por las ventas de estos activos, que son finitas, deben ser traspasadas a activos financieros infinitos sobre los cuales obtener ganancias en el futuro.

Sin embargo, esta aproximación presenta dificultades en su cálculo dada la complejidad de obtener los años sobre los cuales calcular las ganancias obtenidas por la explotación de esos recursos, considerando la dificultad que implica la estimación de reservas y precios futuros de los minerales, y recursos no renovables.

Es por ello que se han optado por aproximaciones ligadas a los costos de reemplazo, lo cual se traduce en un valor de la conversión desde el uso, particularmente de fuentes energéticas no renovables, a la utilización de energías renovables. Ante ello, existen posiciones que consideran un costo de reemplazo igual a cero (visiones optimistas) y otras que estiman que los costos de conversión corresponden a la totalidad de los recursos que se han consumido (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007). Esta última aproximación se ha aplicado para el caso del cálculo del IPG para la Región Metropolitana de Santiago, y se ha considerado útil para el desarrollo de este estudio.

Se propone un costo estimado de conversión por barril de petróleo de 75 dólares a precios del año 1995, aplicando además un impuesto del 3% anual (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007). Para efectos del cálculo de este informe, dicho valor ha sido actualizado considerando las variaciones en el precio del dólar y aplicando dicho valor sólo para el caso de la utilización de petróleo y gas.

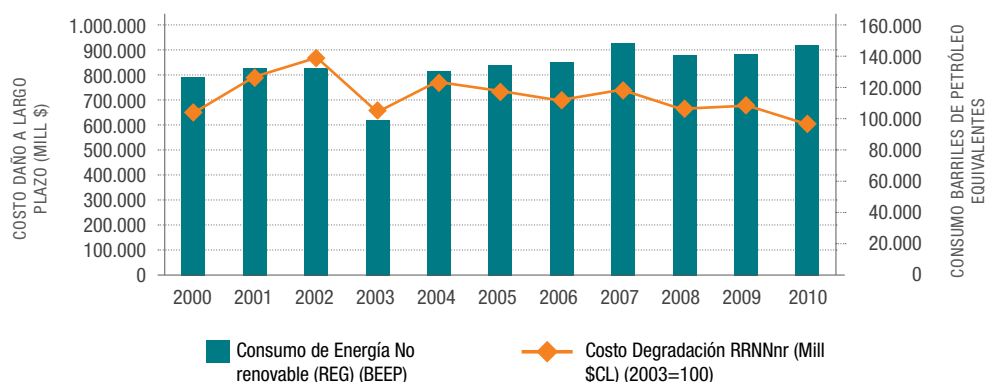
Uno de los obstáculos que presenta este cálculo es que las estadísticas en Chile no se encuentran regionalizadas, ante lo cual, se ha decidido realizar una extrapolación a partir de la participación que tienen la clase de actividad económicas regional (PIB por clase de actividad) en el PIB Nacional, utilizando como supuesto que el consumo energético se encuentra en estricta relación con el crecimiento económico.

Por otro lado, los Balances Energéticos entregados por la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2010), contienen información detallada a escala nacional sobre los consumos energéticos de distintas clases de actividad económica, como también los factores de conversión de energía, desde un tipo de combustible a barriles equivalentes de petróleo (BEEP).

Se obtuvo el consumo por sector económico de la energía total en Teracalorías, valores que fueron posteriormente extrapolados para la Región de Antofagasta considerando el método anteriormente descrito, y después llevados a Barriles de Petróleo Equivalente y multiplicados por el costo de conversión actualizado para cada uno de los años. Los resultados se muestran en la Figura 4.21.

Tal y como se aprecia en la figura anterior, gran parte del valor se relaciona particularmente con el consumo energético que tiene la minería en la región, efecto que se obtiene dada la importancia que tiene esta actividad económica en el PIB nacional.

Cabe destacar además que los valores del costo son considerablemente altos en comparación con el resto de las variables, siendo este ítem el de mayor importancia en el cálculo del IPG, con valores cercanos a los 750 mil millones de pesos, promedio.

Figura 4.21: Costo por degradación de recursos no renovables, 2000-2010.

Fuente: Elaboración propia en base a (CNE, 2010) y (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007).

Si bien este resultado se trata de una aproximación y un ejercicio principalmente metodológico que no está exento de críticas dado los supuestos que es necesario asumir y los resultados que el cálculo arroja, se estima que es relevante de ser medido en la Región de Antofagasta dado el rol que ésta cumple en la economía nacional, por su vocación extractiva y exportadora, lo que finalmente explica que gran parte de los costos y descuentos que provienen del IPG de la Región se deriven de esta variable.

Un avance significativo en los resultados puede ser obtenido si se desarrollaran mediciones sobre los consumos energéticos a escala regional. La importancia de contar con esta estadística es clave para una mejor aproximación a este resultado. Por ahora sólo es posible trabajar bajo supuestos que permiten una aproximación inicial a esta variable.

Columna W: Daño ambiental a largo plazo

Según Daly y Cobb (1993), para medir el bienestar sostenible neto como consecuencia de las actividades económicas actuales, es inadecuado omitir el efecto de las catástrofes ecológicas que se han venido sucediendo en el breve plazo. En este sentido, el IPG corregiría la forma de medir el bienestar actual, al considerar el costo que a largo plazo se generará si no se considera la capacidad de asimilación de desechos del medio ambiente o la capacidad de carga de los ecosistemas para hacer frente a las secuelas de los procesos productivos. Se destacan, dentro de estas catástrofes, el daño en la capa de ozono, el efecto de los gases de invernadero, el cambio climático, entre otras transformaciones del clima que han generado un aumento de las inundaciones, desertificación, disminución de la superficie de glaciares y la manifestación creciente de huracanes, entre otros.

Sin ir más lejos, situaciones de este tipo se han sucedido en nuestro país recientemente, como lo fue el caso de Arica, a 2.051 kilómetros al norte de Santiago, y en Punta Arenas, a 2.400 kilómetros al sur de la capital, tras desbordarse los ríos San José y Las Minas, respectivamente. fenómenos que podrían ser atribuidos al cambio climático global.

Con el fin de relacionar, por una parte, el tipo de desarrollo chileno orientado a la productividad, donde la Región de Antofagasta juega un papel crucial al concentrar parte importante de la actividad económica del país, por su vocación minera, y por otra, considerar los daños futuros que esta actividad pudiera generar, se asumió como premisa que la cantidad de daño a largo plazo, manifestado en el clima y el medio ambiente, es directamente proporcional al consumo acumulado de los combustibles fósiles o consumo de energía de recursos no renovables.

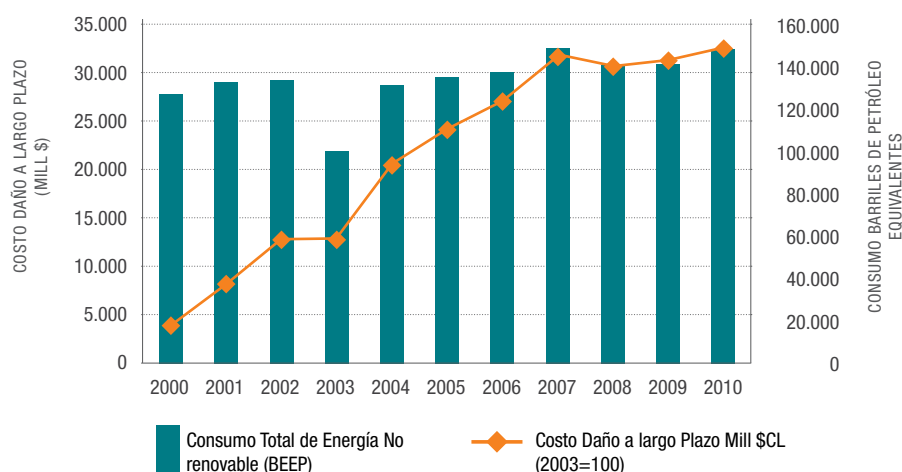
Para ello, los datos sobre el consumo de energía se tomaron de los Balances Energéticos entregados por la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2010), que contienen información detallada a escala nacional sobre los consumos energéticos de distintas clases de actividad económica, como también los factores de conversión de energía desde un tipo de combustible a barriles equivalentes de petróleo (BEEP).

202

Frente a la falta de información del balance energético a escala regional, al igual que en el cálculo de la Columna V, se asumió una extrapolación a partir de la participación que tiene la clase de actividad económica del PIB regional, en el PIB nacional, utilizando como supuesto que el consumo energético es directamente proporcional a la actividad productiva.

Para calcular el daño ambiental a largo plazo, se siguió la propuesta de Daly y Cobb (1993), considerando un costo equivalente a US\$ 0,5 (precio de 1972) por cada barril de petróleo consumido anualmente y creciendo en forma acumulada en el tiempo, asumiendo que muchos gases invernadero permanecen por largo tiempo en la atmósfera, contribuyendo al daño ambiental más allá del año de su emisión. Este enfoque ha sido implementado por Daly y Cobb (1989), Cobb y Cobb (1994), Castañeda (1997) y Barton, Jordán, León, & Solís (2007), entre otros.

Como se aprecia en la Figura 4.22 el consumo de energía de recursos no renovables presenta una tendencia regular que da cuenta de la necesidad de mantener los niveles de producción en una época de reconocida bonanza económica en Chile, siendo la Región de Antofagasta protagonista por su aporte en la minera y por participar del 45% de los ingresos nacionales por concepto de exportaciones en este rubro. No obstante, los costos asociados a la actividad extractiva han ido en aumento, fundamentalmente por tratarse de un impacto acumulativo y que absorbe en una región gran parte del pasivo ambiental de la exportación del 45% del mineral nacional.

Figura 4.22: Costo por daño ambiental a largo plazo, 2000–2010.

Fuente: Elaboración propia en base a (CNE, 2010) y (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007)

La mayor aprensión con la medición de esta variable fue la falta de información del balance energético a nivel regional, que podría resultar en una mejor aproximación de este cálculo. Por otra parte, parece importante seguir avanzando en un consenso sobre la mejor forma de medir esta variable, contrarrestando las posibles críticas y las especificidades de cada región.

203

Columna X: Costo de degradación de ozono

Al igual que en el trabajo sobre “¿Cuán Sustentable es la Región Metropolitana de Santiago?”, no se ha realizado el cálculo de esta variable por considerarse poco significativo para el descuento del PIB, ello a razón de los bajos niveles de producción y consumo de componentes CFCs en la Región de Antofagasta.

Columna Y: Pérdida de bosque nativo

El valor de los bosques, en tanto formen parte del proceso productivo para la obtención de productos madereros, estará considerado en el cálculo del PIB. No obstante, no son estimados los costos por pérdida de los servicios ambientales que ofrece este tipo de ecosistemas (Barton et al, 2007). Como tal, el caso de EEUU propone considerar en este cálculo dos enfoques interrelacionados: la pérdida del recurso —en cuanto disminuye su disponibilidad para futuras generaciones— y costo ecológico —referido al consecuente impacto sobre la flora y fauna (Anielski y Rowe, 1999).

A pesar de la importancia de este análisis, en el caso de la Región de Antofagasta el cálculo por pérdida de bosque nativo no fue realizado debido a que las fuentes de información existentes muestran que esta región no cuenta con superficie de bosque nativo que la represente, aun cuando a nivel nacional existe una superficie de 13.599.610 ha. de bosque nativo (CONAF, 2011). Los informes donde están disponibles estos datos se encuentran en las dos publicaciones realizadas por la Corporación Nacional Forestal CONAF: “Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile: Informe nacional con variables ambientales, 1999” y “Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile: monitoreo de cambios y actualizaciones, periodo 1997-2011”.

A continuación se presenta el detalle de la superficie regional por tipo de bosque, correspondiente al año 1999 y 2011.

Tabla 4.10: Superficie regional de bosque nativo (hectáreas).

USO	I	II	III	IV	V
Bosque Adulto					
Bosque Adulto Denso	0,0	0,0	0,0	1,1	988,1
Bosque Adulto Semidenso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bosque Adulto Abierto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUBTOTAL	0,0	0,0	0,0	1,1	988,1
Renoval					
Renoval Denso	0,0	0,0	0,0	0,0	6.213,5
Renoval Semidenso	0,0	0,0	0,0	1.373,5	39.462,1
Renoval Abierto	7.299,8	0,0	0,0	235,4	47.830,2
SUBTOTAL	7.299,8	0,0	0,0	1.608,9	93.505,8
B. Adulto-Renoval					
B. Adulto-Renoval Denso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B. Adulto-Renoval Semidenso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B. Adulto-Renoval Abierto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUBTOTAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bosque Achaparrado	0,0	0,0	0,0	0,0	819,0
TOTAL	7.299,8	0,0	0,0	1.610,1	95.312,9

Fuente: CONAF (1999, 54).

Tabla 4.11: Superficie regional por tipo de bosque al año de actualización 2011, en hectáreas (há) y porcentaje (%).

REGIÓN	TOTAL (HA)	BOSQUE NATIVO (HA)	%	PLANTACIÓN FORESTAL (HA)	%	BOSQUE MIXTO (HA)	%
Arica y Parinacota	-	-	-	-	-	-	-
Tarapacá	34.275	7.300	0,1	26.975	0,9	-	-
Antofagasta	3.411	-	-	3.411	0,1	-	-
Atacama	-	-	-	-	-	-	-
Coquimbo	34.309	31.266	0,2	2.937	0,1	106	0,1
Valparaíso	170.778	106.376	0,8	64.189	2,2	213	0,2
Metropolitana	112.024	105.549	0,8	6.270	0,2	205	0,2
O'Higgins	306.067	185.313	1,4	119.756	4,2	998	0,8
Maule	1.011.827	384.714	2,8	607.594	21,2	19.519	15,8
Biobío	2.052.982	768.553	5,7	1.227.788	42,8	56.642	45,8
La Araucanía	1.538.452	937.312	6,9	572.188	19,9	28.952	23,4
Los Ríos	1.040.156	849.771	6,2	179.545	6,3	10.840	8,8
Los Lagos	2.795.921	2.736.333	20,1	54.223	1,9	5.365	4,3
Aisén	4.823.555	4.815.532	35,4	7.109	0,2	914	0,7
Magallanes	2.671.615	2.671.592	19,6	23	0,0	-	-
TOTAL	16.595.372	13.599.610	100	2.872.007	100	123.754	100

Fuente: CONAF (2011, 14).

Columna Z: Inversión neta de capital

La inclusión de esta variable tiene por objeto mostrar que para satisfacer las demandas del aumento demográfico se debe aumentar la oferta de capital (edificación, maquinaria y obras de infraestructura), lo que a su vez, condicionará la sostenibilidad del bienestar económico en el tiempo. Vale decir, se asume que cantidades crecientes de capital por cada trabajador, reflejarían la capacidad de sostenimiento económico (Daly y Cobb, 1993).

Siguiendo la metodología propuesta por Barton, Jordán, León, & Solís (2007), en respuesta a la inexistencia de datos regionales necesarios para este cálculo, se realizó una estimación indirecta del Stock de Capital Neto para la Región de Antofagasta, a través de la relación Stock Neto de Capital (SNC)/Valor Bruto de Producción (VBP) Nacional obtenidas del Banco Central de Chile (2008b), estimando la proporción nacional a regional. Para ello, se debió asumir como supuesto que esta relación es representativa para la Región de Antofagasta.

El método empleado para el cálculo de la inversión Neta de Capital, según los ajustes propuestos por las metodologías IBES/IPG, fue extraído de Daly y Cobb (1993). El IPG considera como un ajuste positivo el crecimiento neto de capital a disposición de los trabajadores o los hogares. Este consiste en calcular el capital mínimo por trabajador para mantener el siguiente periodo, para luego sustraer el cambio de capital actual, de forma de obtener el crecimiento neto de capital. Los detalles se presentan en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12: Cálculo del crecimiento neto de capital en la Región de Antofagasta.

AÑO	(MILES DE PERSONAS) PEA - R FUERZA DE TRABAJO	FUERZA DE TRABAJO MOVIMIENTO LA FUERZA DE TRABAJO	CAMBIO % PROMEDIO DE LA FUERZA DE TRABAJO	STOCK NETO DE CAPITAL REGIONAL (MILL \$)	PROMEDIO STOCK NETO DE CAPITAL	CAMBIO PROMEDIO STOCK DE CAPITAL	REQUERIMIENTO DE CAPITAL PARA MANO DE OBRA	CRECIMIENTO DE CAPITAL NETO
2000	167			5.601.483				
2001	173	170		6.807.998	6.204.740			
2002	179	173	2%	6.800.323	6.506.369	301.629	1.155	300.474
2003	185	176	2%	6.743.318	6.653.346	146.977	1.211	145.766
2004	190	181	2%	7.881.230	6.698.332	44.986	1.227	43.758
2005	203	185	2%	7.634.084	7.289.781	591.449	1.527	589.922
2006	214	194	2%	7.445.499	7.461.932	172.151	1.732	170.419
2007	214	204	4%	7.261.087	7.453.716	-8.217	2.659	-10.876
2008	222	209	4%	6.650.553	7.357.401	-96.314	3.225	-99.539
2009	228	215	3%	6.536.999	7.003.977	-353.424	2.506	-355.930
2010	241	222	3%	7.031.886	6.770.488	-233.489	2.298	-235.787
2011	235	231	3%	6.685.910	6.901.187	130.699	2.105	128.594
2012	273	233	4%	5.854.749	6.793.548	-107.638	2.528	-110.167

Fuente: Elaboración propia en base a Daly y Cobb (1989).

4.3. El valor del Progreso Genuino para la Región de Antofagasta

4.3.1. Cálculo para la obtención del IPG de la Región de Antofagasta

Para la obtención del valor final del IPG Región de Antofagasta, se debió realizar el cálculo de las variables medidas individualmente a través de una fórmula final, quedando expresada en nuevas columnas en la tabla consolidada, como se indica a continuación. Por una parte, se agrega la columna AA, que muestra el resultado del IPG para el periodo de análisis (2000-2010) y la columna AB, que detalla la serie anual del PIB para el mismo periodo.

De esta forma es posible obtener una comparación entre ambos indicadores de bienestar y, al mismo tiempo, poder mostrar la diferencia que existe entre “crecimiento” y la “calidad del crecimiento” a escala regional.

Junto con ello, se agregan las columnas AC correspondiente al IPG *per cápita* y AD, correspondiente al cálculo del PIB *per cápita*. De esta forma, se tiene:

Columna AA: Indicador de Progreso Genuino – IPG, Región de Antofagasta

Esta columna representa el resultado del cálculo del Indicador de Progreso Genuino para la Región de Antofagasta, el cual en términos simples comienza con la valorización del Consumo Personal (A); se ajusta por la Distribución del ingreso (dl), que en este caso es la columna (B); suma los servicios o beneficios de las columnas (D a H); resta las columnas referidas a costos sociales y ambientales, columnas (I a Y); y suma la columna de Inversión Neta de Capital (Z), utilizando la siguiente fórmula:

Fórmula N° 3

$$\text{IPG} = (\text{C}+\text{D}+\text{E}+\text{F}+\text{G}+\text{H}+\text{Z}) \text{ Aj. dl} - (\text{I}+\text{J}+\text{K}+\text{L}+\text{M}+\text{N}+\text{O}+\text{P}+\text{Q}+\text{R}+\text{S}+\text{T}+\text{U}+\text{V}+\text{W}+\text{X}+\text{Y})$$

207

Columna AB: Producto Interno Bruto

Se incluye en esta columna el Producto Interno Bruto Regional, PIB-R, con el fin de hacer una comparación entre los dos índices de bienestar. Las cifras fueron obtenidas del Sistema de Cuentas Nacionales del Banco Central de Chile (2008).

Columna AC: Indicador de Progreso Genuino per cápita

En esta columna se calcula el Indicador de Progreso Genuino per cápita (IPG-cap), dividiendo IPG por la población regional, obtenida a partir de las proyecciones y estimaciones de población, 1990-2020, nacional y regional del INE (2008b).

Columna AD: Producto Interno Bruto per cápita

Lo mismo se realiza para el caso de PIB, dividiéndose por la población de la Región de Antofagasta, para el periodo de análisis con lo cual se obtiene el (PIB-cap).

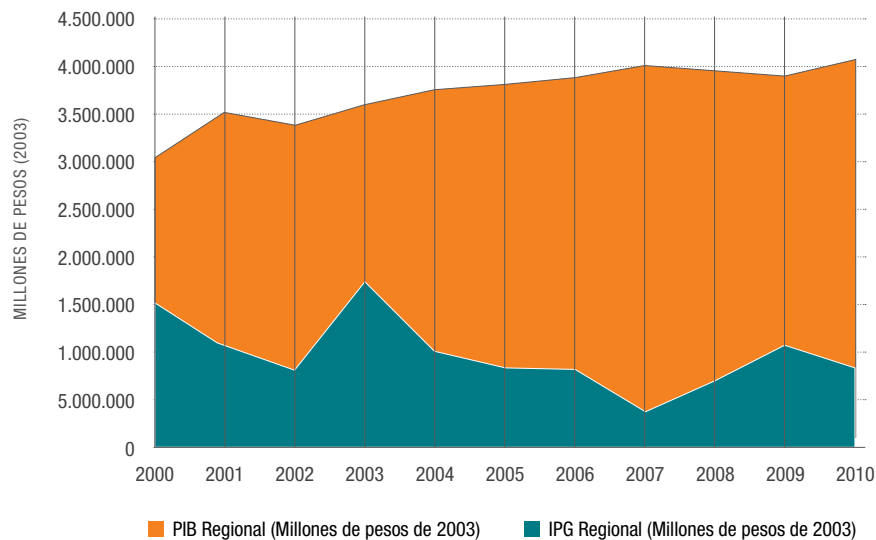
4.3.2. El valor del bienestar económico sustentable de la Región de Antofagasta

En los cálculos correspondientes al Indicador de Progreso Genuino Regional, IPG-R, es posible analizar el bienestar económico sustentable de la Región de Antofagasta. Ello en virtud de las bondades que este indicador presenta en comparación al PIB como índice utilizado para medir crecimiento. Con el IPG-R es posible comparar el comportamiento entre las tendencias de ambos indicadores pero, al mismo tiempo, permite reflejar la diferencia que se presenta entre una medición de crecimiento pura (PIB-R) versus la medición de la calidad de este crecimiento, que considera las externalidades positivas y negativas que ocurren por causa de los procesos productivos de la economía regional (IPG-R).

En efecto, la comparación de las tendencias de ambos índices, evidencia la brecha que existe entre lo que actualmente es entendido como “progreso” para la Región de Antofagasta y, en consecuencia, el bienestar económico de su población, a causa del crecimiento económico y el “progreso genuino”, entendido como el ajuste al PIB que considera los efectos del crecimiento en las dimensiones ambientales y sociales (Ver Figura 4.23).

208

Figura 4.23: Tendencias del PIB y el IPG de la Región de Antofagasta.



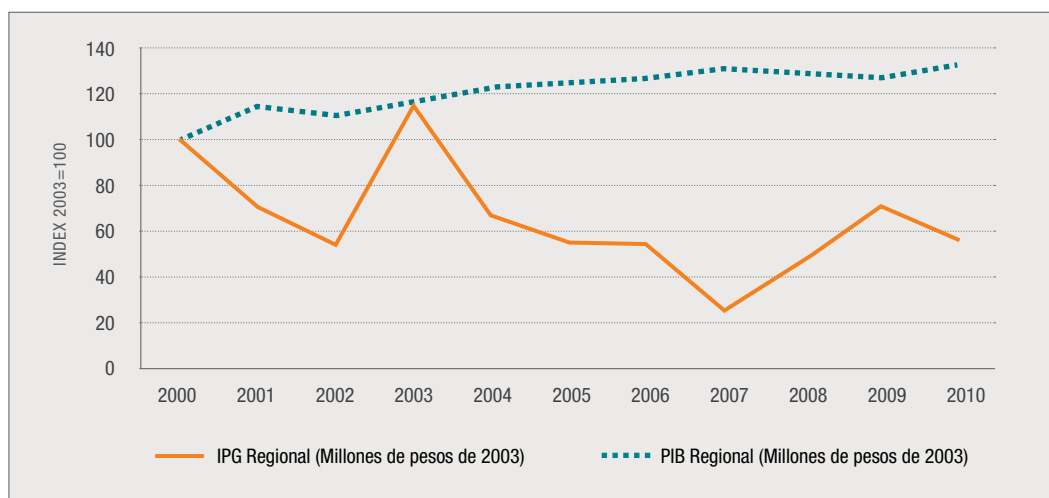
Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central, 2008.

La gráfica de la figura 4.23 muestra, al inicio del periodo de análisis, una diferencia cercana a MM\$ 1.500.000, en tanto que al final del periodo, esta brecha crece a más del doble, lo cual demuestra, desde la lógica del IPG, que a medida que ha aumentado el crecimiento económico en la Región de Antofagasta, de acuerdo con las cifras del PIB, la distancia tiende a ser

mayor respecto al Progreso Genuino. Esto podría ser interpretado como una disminución en el bienestar económico, producto del aumento en las presiones sociales y ambientales que ha ejercido crecimiento económico en la región.

Por otra parte, si se sigue el análisis de la variación del IPG/IBES como el de estudios realizados, particularmente, en países desarrollados (Figura 4.2, punto 4.1) que muestran tendencias cuyos índices ajustados (IPG) tienen un crecimiento semejante o incluso superiores al PIB en los años iniciales, hasta un punto umbral, a partir del cual las medidas ajustadas tienden a estabilizarse o disminuir, a pesar del crecimiento continuo del PIB, concordando con la “Hipótesis del Umbral” de Max-Neef, lo cierto es que en el caso de la Región de Antofagasta, no se cumpliría esta hipótesis, siendo coherente a una economía local de escala regional, como ocurrió también en el IPG de la Región Metropolitana, reflejándose que estas regiones no ofrecen niveles de crecimiento de economías desarrolladas (figura 4.24).

Figura 4.24: Variación del PIB v/s IPG, Región de Antofagasta.



Fuente: Elaboración propia (indexado 2003).

En términos generales, podemos señalar que existe una relación directa entre los valores del PIB-RA y el IPG-RA, lo cual demuestra la alta dependencia que tiene el IPG con las cifras macroeconómicas regionales, siendo las variables del Valor del Trabajo en el Hogar, dentro de las variables positivas, y la degradación de recursos naturales no renovables, en las negativas, las que tienen mayor incidencia social y ambiental en las tendencias del IPG regional.



5) CONSIDERACIONES FINALES

Sustentabilidad de la Región de Antofagasta de acuerdo a los índices AFM y HEL

El desarrollo sustentable, posicionado con el informe Brundtland desde 1987, ha propiciado investigaciones y estudios orientados a la cuantificación del mismo, principalmente a través del metabolismo de las ciudades o de regiones, como en este caso de la Segunda Región de Chile, con la finalidad de conocer para un momento definido en el tiempo la calidad de vida intraurbana e interurbana, bajo la premisa concreta de que los límites urbanos se extienden por fuera de las concentraciones antrópicas.

La implementación de los índices Análisis de Flujo de Materiales y Huella Ecológica Local exige considerar la Región de Antofagasta como un sistema donde sus urbes están sustentadas tanto en los ecosistemas de la Segunda Región como en otros ecosistemas lejanos, basada tal afirmación en los niveles de importación y exportación evidenciados a través de los cálculos para los índices, ya que los consumos requeridos dentro de la región resultaron insuficientes con los niveles de producción internos.

Tal como lo afirma León (2013), el AFM y la HEL son índices de tercera generación: vinculantes, locales, sinérgicos y transversales cuya dupla ofrece una evaluación más completa acerca de la sustentabilidad del país, región o ciudad respecto a otros instrumentos, obviamente complementado el análisis con los resultados del IPG.

Para la Región de Antofagasta este estudio es primicia, el cual además de la transparencia en las metodologías utilizadas —hasta cierto punto pedagógicas— podrá respaldar un proceso de largo plazo que amerita retroalimentación periódica y subsanar los vacíos hallados en las bases de da-

tos que se han dejado explícitos, de tal manera que se convierta en una herramienta institucional válida en la toma de decisiones concernientes al desarrollo sustentable de la Segunda Región.

Los principales vacíos por subsanar tienen directa relación con la disponibilidad de cifras y bases de datos a escala regional y la definición de una estrategia política para evitar el carácter de “confidencial” de ciertos datos debido a la ‘sensibilidad comercial y de mercado’, igualmente para el registro oficial de las transacciones intra e inter-regionales de importaciones y exportaciones, ya que estas tres (3) situaciones ocasionan insuficiencia en los cálculos de algunas variables y limitación en los análisis, por ejemplo, para alimentos y materiales (misceláneos, manufacturados y químicos).

El análisis detallado de la sección 3.2 dedicada a los principales registros en las dimensiones espacio-temporales ocurridos en el periodo comprendido entre el 2002 y 2011 para las variables agua, energía, materiales, residuos, alimentos, transporte y usos del suelo, además de la dinámica poblacional permiten reconocer los flujos de estos recursos e identificar las tendencias de los recursos consumidos por los más de quinientos mil habitantes de la Segunda Región, obviamente cuando la información disponible así lo permitió.

212

Una conclusión evidente de dicho análisis corresponde a que la Región de Antofagasta tiene año tras año mayores niveles de consumo, con patrones que en ocasiones van en contravía de las premisas que concibe el paradigma del desarrollo sustentable. A continuación se aborda el AFM de cada variable en forma de síntesis, sin dejar de invitar al lector a la revisión detenida del capítulo tres del documento.

- Variable Agua. En el periodo 2002-2011 tuvo modificaciones estructurales en su manejo institucional que produjeron ciertos efectos positivos, por ejemplo, las concesiones y la privatización de los servicios sanitarios en Chile desde 1997 incrementan la cobertura año tras año. Específicamente para la Segunda Región, dicho cobertura es del 100% en el servicio de agua potable urbana, del 97,7% en la captación de aguas residuales domésticas, del 81,2% en el tratamiento de aguas servidas, aunque falta enfrentar los altos valores de las pérdidas (30,9%). En consecuencia, esta variable tiene factores positivos con relación al desarrollo sustentable para la Región de Antofagasta; este resultado se respalda en que la producción del 100% del agua requerida para el consumo humano (potable urbana y rural), riego y aparentemente para la minería, tiene lugar dentro de la misma región, al igual que el manejo de las aguas residuales. Es importante anotar que dicha aseveración también se fundamenta en que las cifras reportadas en el estudio no incluyen las extracciones de agua de mar, las aguas adquiridas a terceros o aguas halladas —ni agua alumbrada— en las operaciones mineras, por lo tanto, no se tiene la certeza que las fuentes de origen están dentro de los límites político-administrativos de la región.

Los consumos en el sector minero y el riego (a pesar de la mínima superficie dedicada a la agricultura) ocupan en la región los primeros renglones en consumo anual de agua, 180,1 y 65,5 millones de m³, respectivamente, donde las fuentes subterráneas han sido una salida para atender tal demanda del líquido especialmente en la minería. En un tercer renglón y con una diferencia elevada sobre las dos anteriores subvariables, se posiciona el agua potable urbana (34,6 millones de m³), cuyo incremento en la producción alcanzó 15 millones de m³ en esos 9 años; el consumo medio anual de agua potable fue de 225 m³ por cliente y una dotación de 168,7 litros/habitante/día. Un factor para mejorar es el porcentaje de tratamiento de aguas servidas urbanas, pues en el 2008 alcanzaba el 81,2% aproximadamente, por lo tanto, el 18,8% de las externalidades negativas se exportaron hacia otras regiones.

- Variable Energía. La Región de Antofagasta consumió 52.463 GWh en el 2011 por concepto de energía, tanto primaria como secundaria; del consumo de energía eléctrica (12.653 GWh) la Región produjo dentro de su territorio la totalidad de ésta y del consumo de combustibles (39.810 GWh) importó el 100%; además, no se reporta ningún consumo a partir de energía renovables para el año 2011, en consecuencia, las tecnologías más sustentables no han sido concebidas para el desarrollo de Antofagasta a pesar de que las condiciones naturales del territorio ofrecen diversas alternativas para ello. Dicho consumo total de energía produjo 15'189.433 toneladas de CO₂, donde el sector minero tiene la mayor responsabilidad sobre el 84% de las emisiones. Entonces, puede afirmarse que las emisiones no se absorbieron dentro de la Región de Antofagasta en su totalidad y fueron exportadas hacia otras "regiones" por factores climáticos y porque la región carece de zonas boscosas que permitan la absorción del dióxido de carbono.

- Variable Materiales. Los materiales metálicos, no-metálicos, de construcción y otros, corresponden a una de las dos variables de menor profundización en el estudio (junto a la variable alimentos) a causa de tres inconvenientes principales, descritos en la parte inicial de este ítem. Los autores de la investigación reconocen que los consumos de materiales fueron esencialmente más altos que los reportados, pero la ausencia de bases de datos exclusivas para importaciones y exportaciones en la Segunda Región y el carácter confidencial de algunas (propiedad de la empresa privada-sector industrial), fueron insalvables a la hora de los cálculos para el AFM y la HEL.

De acuerdo con los reportes obtenidos de fuentes públicas, en la Segunda Región se consumieron 1.561.680.993 toneladas de materiales, distribuidos así: 1.559.801.515 Ton en la construcción; 1.112.211 Ton en metálicos; 2.914.875 Ton en no-metálicos; y 16.219 Ton en otros materiales. La región produce en su mayor parte los materiales para construcción y minerales, a excepción del acero; ninguno de los materiales que lograron ser descritos son completamente exportados, y se presume que algunos de ellos son utilizados para otros procesos productivos y ser finalmente exportados en forma de producto semi elaborado o elaborado. Por último, en ninguna de las subvariables se logró determinar la cantidad de toneladas importadas para consumo exclusivo de la Región de Antofagasta y tampoco fue posible estimar las cifras corres-

pondientes a materiales misceláneos, manufacturados y químicos. Esta situación no significa que dichos materiales y otros hayan quedado excluidos totalmente del análisis de flujo, pues en las variables energía y agua el uso industrial queda incluido dentro de los cálculos, o sea, se consideraron la energía y el agua incorporadas dentro de algunas mercancías que pudieron ser consumidas en la misma región.

- Variable Residuos. El manejo de los residuos en la Región de Antofagasta es una variable con detrimento en la evaluación del desarrollo sustentable, a pesar de la normativa aprobada en la última década para mitigar las externalidades negativas generadas por los inapropiados manejos de los residuos sólidos domiciliarios, de la construcción y minería, hospitalarios e industriales, incluso para la incorporación de la cultura del reciclaje. La Región de Antofagasta generó en 2002 aproximadamente 1.562 millones de toneladas y en el año 2010 cerca de 1.939 millones de toneladas de residuos, donde el mayor peso lo tienen los residuos de la minería con una diferencia de 377 millones de toneladas en dicho período, y ello exige la destinación de enormes superficies para almacenamiento definitivo. En este sentido y aunque el 100% de los mismos se depositan en áreas pertenecientes a la Segunda Región, los impactos sobre la sustentabilidad surgen de: primero, la condición de disposición final como antes se mencionó, ya que son monumentales las zonas con cambio de uso del suelo para tal fin; segundo, la tecnología predominante para los RSD y hospitalarios no corresponde a rellenos sanitarios; tercero, los niveles de reciclaje alcanzan solamente el 6,4% en el año 2010.

- Variable Alimentos. Corresponde a la segunda variable con mengua en los datos disponibles, también se identifican elementos con posibilidad de mejoramiento en función del desarrollo sustentable: proteger las escasas áreas con vocación agrícola y los oasis de la expansión urbana, ya que tuvo un crecimiento elevado durante el periodo 2002-2011. Esta situación se corrobora con el hecho de que la categoría de uso del suelo que presentó mayor variación durante esa década fue la urbana/industrial, de 3.290 hectáreas pasó a un total de 30.608 hectáreas.

La Segunda Región se debe preocupar por la implementación de estrategias tecnológicas para ampliar su producción de alimentos, tanto a nivel de cultivos como a nivel de carnes (bovina, porcina, aviar, ovina, caprina, entre otras) y derivados de estos últimos. La región consumió un total de 303.454 toneladas de alimentos, donde insólitamente solo se tiene registros en importaciones, exportaciones y producción para el 66% del consumo total. Sin embargo, esta investigación puede afirmar —con base en la profundización del metabolismo propio de la región— que el faltante corresponde a importaciones de alimentos desde otras regiones o desde otros países.

- Variable Transporte. Muestra un incremento del transporte privado sobre el público, comportamiento desafortunadamente generalizado en las ciudades latinoamericanas, y una tendencia al incremento en el uso del transporte aéreo, bajo una clara consecuencia: el aumento de las emisiones de CO₂ y su impacto negativo en la cuantificación del desarrollo sustenta-

ble de la Segunda Región. Adicionalmente, la región importó desde otros países y regiones el 100% de los combustibles requeridos para el transporte; además, al igual que en el caso de la variable energía, el mayor porcentaje de las emisiones de CO₂ no fueron absorbidas dentro de la región, fueron exportadas porque no son un elemento de control que se puedan restringir a los límites político-administrativos donde se producen.

En total se recorrieron 1.969,5 millones de kilómetros en la Región de Antofagasta durante el año 2011 y se produjeron 333.685 toneladas de emisiones de CO₂. El transporte privado fue el principal responsable con 1.181 millones de km y 237.600 toneladas en emisiones de CO₂, cifra que contrasta con los 419 millones de km y 15.915 toneladas de CO₂ correspondientes al transporte público. Los modos no-motorizados de transporte, sin producción de dióxido de carbono y que ratifican la escala humana en las ciudades, alcanzaron 138 millones de km en caminata y 6 millones de km de los ciclistas apenas, pese a las favorables condiciones existentes en las ciudades de la región y principalmente en Antofagasta para esta última alternativa sustentable.

Para el cálculo de la HEL se tomaron como base los resultados del AFM de la Región de Antofagasta, lo cual permitió estimar para la región una huella ecológica local igual a 4,71 Ha/per cápita. Ello significa que se requiere una superficie de 2.640.764 hectáreas para satisfacer las necesidades de consumos materiales y energéticos de sus habitantes, y también para la absorción de los desechos. La adecuada interpretación de los datos de la HEL en función de la sustentabilidad, variable por variable, requiere relacionarlos con la capacidad de carga de la Segunda Región. En consecuencia, vale destacar dos casos que muestran baja sustentabilidad en la Región de Antofagasta: *i)* la absorción de emisiones de CO₂ producto de los consumos en energía y transporte exige tener disponibles un total de 1'978.820 hectáreas de bosques y sólo dispone la Región de 3.218 Ha; *ii)* para alimentos se requieren aproximadamente 69.139 hectáreas y la Segunda Región únicamente dispone de 2.270 Ha.

Referente al concepto de conservación de la biodiversidad, el cual debe ser del orden de 12% del área total de estudio según Wackernagel y Rees (2001), representaría 1'513.074 Ha para la Segunda Región; sin embargo, las superficies SNASPE en la región alcanzan únicamente 352.586 Ha, lo cual corresponde solo al 2,8%, por ende hay un déficit de 1'160.488 Ha para la conservación de la biodiversidad.

Por último, es fundamental la difusión de los resultados del presente estudio y mantener vigente el Observatorio Regional del Desarrollo Sustentable de Antofagasta (ORDSA), para que los análisis ofrecidos en cada una de las variables incluidas: agua, energía, materiales, residuos, alimentos, transporte y uso del suelo, y en conjunto de la sustentabilidad de la Segunda Región, tengan injerencia en la formulación de políticas públicas a través del trabajo mancomunado del Gobierno Regional, la academia, la oficina Regional del INE y otros actores privados y

de la sociedad civil para enriquecer día a día las bases de los índices utilizados, en pro de orientar las decisiones de planificación en el mediano y largo plazo hacia el desarrollo sustentable.

De las variables medidas en el IPG Región de Antofagasta

La medición del IPG incluyó la valorización de la mayoría de las variables propuestas por el método de Cobb, Halstead, & Rowe, (1995); agregándose la variable de Salud y Educación, al considerarse importante dar cuenta de los beneficios que ésta puede ofrecer al bienestar de la población regional, siguiendo la propuesta de Barton, Jordán, León, & Solís (2007); igualmente, se omitieron las variables de Pérdida de Ozono, a causa de que no se consideró como una variable que representaba la realidad de la Región de Antofagasta; y la variable de Pérdida de Bosque nativo, en consideración a que la región no cuenta con superficie de bosque nativo que la represente, según CONAF (2011).

Un aspecto relevante lo constituye la falta de información en las Cuentas Nacionales del Banco Central, concerniente a la variable de Consumo, lo cual genera una limitación para efectuar, de manera fidedigna, la medición del IPG a escala regional. Esta situación podría significar, desde una mirada estricta, que sólo sea recomendada su medición a nivel nacional, o en aquellas regiones que tienen un comportamiento territorial de tipo metropolitano, donde la estructura económica ofrece elementos para asumir que el Consumo Personal Regional, es cercano a 2/3 del PIB, como ocurre en el caso de la Región Metropolitana de Santiago (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007) y según lo constatan estudios desarrollados por Anielski y Rowe (1999); Banco Central (2004), entre otros.

Para la Región de Antofagasta, se asumió que su estructura económica, caracterizada por producir y exportar, al mismo tiempo de aportar con el 45% de la exportación minera a nivel nacional, la transforma en una región particular y de tipo metropolitana, cuya vocación minera genera una serie positiva de encadenamientos de producción, de empleo y de consumo, tal como lo señala Cademartori (2008), razón por la cual se adoptó para el cálculo del CP-R, que éste es cercano al 64% del PIB Regional, en base a Banco Central (2004).

Por otra parte, se presentaron dificultades en la medición de algunas variables, tales como el Costo de Divorcio, debido al cambio a la Ley de Matrimonio Civil 19.947, que entró en vigencia el año 2004, lo que significó diferencias importantes en el número de casos, entre lo que antiguamente era considerado como Nulidad y lo que actualmente es tipificado como Divorcio efectivo. Ello obligó a medir sólo el rango 2006-2010, según Anuarios de Justicia del INE (2006-2011), omitiéndose el cálculo de años anteriores, con la consiguiente alteración en el cálculo final de la serie del IPG-R, lo cual se considera de mediana consideración, por cuanto el

aporte de la variable es cercano a MM\$ 1.300 anuales. Situación similar ocurrió con la variable de Costo por Contaminación del Aire, debido a la falta de registros de emisiones, con anterioridad al año 2005, lo que obligó a omitir cálculos entre los años 2000 y 2004. Se estima que la no inclusión del cálculo tiene una significancia menor, en consideración al aporte de la variable al cálculo final del IPG es cercano a MM\$ 54 anuales.

Uno de los cálculos de mayor controversia en la medición del Indicador lo constituye la variable de Degradación de Recursos Naturales no Renovables, situación que no fue la excepción en el caso de la Región de Antofagasta. Sin embargo, considerando que uno de los inconvenientes fue la falta de información de consumo de energía a escala regional, se optó por emplear la propuesta metodológica utilizada en la Región Metropolitana de Santiago, siendo igualmente, la variable de mayor peso en el cálculo del IPG Regional.

En este aspecto, cabe destacar la gran diferencia que existe entre los resultados obtenidos en la RMS y en la Región de Antofagasta, donde en el primer caso la variable tuvo un peso cercano al 30% del IPG-RMS (Barton, Jordán, León, & Solís, 2007) y, en el segundo, cercano al 80% del IPG Región de Antofagasta (IPG-RA). Bajo la lógica del método empleado en ambas regiones, que considera una relación directamente proporcional entre el consumo de energía y el PIB, se puede concluir que la alta dependencia de la variable de Degradación de RRNN no Renovables en el IPG-A, demostraría que si bien el PIB-RA ha ido en aumento entre el 2000-2010, esa ganancia está reflejada fundamentalmente por la producción minera y no ofrece un beneficio directo a la región, sino que subsidia a economías fuera de ella, como lo es la propia economía nacional, por lo cual parece pertinente descontar de las cifras de crecimiento, PIB-RA, la degradación que a costa de otras regiones, sufren los recursos naturales de la Región de Antofagasta.

Por su parte, en el caso de aquellas variables que no contaban con la totalidad de datos de la serie (2000-2010) necesarios para efectuar el cálculo correspondiente, pero que presentaron una tendencia lineal, como fue el caso del Índice de Distribución del Ingreso, Servicio de Calles, Costo de Traslado a los Lugares de Trabajo y Carreteras y Pérdida de Humedales, se debió realizar extrapolaciones, mediante modelos de regresión simple, para completar la serie en aquellos periodo sin datos. Esta situación no ofreció mayores dificultades dada las características de los datos requeridos, tales como: la Encuesta CASEN, el Programa Público de Inversiones Regionales (PROPIR), las encuestas Origen-Destino de viajes para la ciudad de Calama y Antofagasta (SECTRA, 1998; 2003; 2010) y los datos de superficie del Centro de Estudios de Humedales (2010).

Respecto de los métodos de medición por variable en el cálculo IPG Región de Antofagasta, el proyecto privilegió emplear los propuestos en la medición del IPG Región Metropolitana de Santiago, de modo de poder tener una referencia en el análisis de los resultados para la

Región de Antofagasta. No obstante, en la medida de que existiera información disponible a nivel regional, se planteó igualmente proponer nuevas metodologías que ayudaran a mejorar o actualizar el índice, rescatando de mejor forma el espíritu del IPG. Tal es el caso de la variable de Ruido que empleó resultados del estudio de Restrepo (2011), que a través del método de Valorización Contingente, estimó la Disposición a Pagar de la población, para tener niveles de ruido aceptables en la Región de Antofagasta. Lo mismo respecto de la variable Costo de Ocio, que mide el costo por pérdida de tiempo libre a causa de las exigencias del crecimiento, en cuyo caso, a diferencia de la RMS que fue omitida, en la Región de Antofagasta, fue medida mediante un método consistente en contabilizar la disminución de horas destinadas al ocio, comparada con las horas normalmente trabajadas (información disponible en las series de la Encuesta Nacional de Empleo y de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo), método que podrá ser replicado en nuevos cálculos del IPG a nivel nacional.

Al igual que en el caso de la medición del índice IPG en la RMS y, salvo el caso de la Variable de Ruido, se destaca la escasa generación de información de costos sociales y económicos existentes a nivel regional o nacional, que permitieran un cálculo más expedito de las variables del gasto defensivo, ya sean sociales o ambientales, como por ejemplo: el valor económico por pérdida de capital social a causa del divorcio; el valor económico por pérdida de la calidad ambiental asociada a la contaminación del agua, del aire, pérdida de humedales, entre otros.

En general los resultados presentan tendencias crecientes en las variables positivas y negativas del IPG Región de Antofagasta para la serie analizada (2000-2010). En las positivas, la excepción lo constituyó el Valor del Trabajo en el Hogar, entendido por una disminución en el número de mujeres inactivas a lo largo de la serie, de acuerdo con las cifras del SERNAM (2009). En las variables negativas, la excepción fue el Costo de Ruido, como consecuencia de una leve disminución en los valores de la disponibilidad a pagar, según Restrepo (2011); y la Degradación de RRNN no Renovables, lo que podría explicarse por una tendencia regular y sostenida en el consumo de energía asociado a la actividad productiva regional, además de la escasa variabilidad en los precios del costo de reemplazo a lo largo de la serie.

Del análisis de las tendencias del IPG-R v/s PIB-R Antofagasta, es posible observar una brecha significativa, entre cada índice de bienestar. Alcanzando en promedio para el periodo analizado, una diferencia cercana al 50%. En este contexto, se desprende del análisis de tendencias que la Región de Antofagasta posee una política economía "pro crecimiento", en concordancia con las políticas macroeconómicas del país, lo que de acuerdo a las tendencias del IPG-R, demostraría que dicho crecimiento exige al medio ambiente para proveer recursos que generen producción de bienes y servicios económicos, no sólo para la región, sino también para la economía nacional, según lo evidencia el importante aporte regional en la clase de actividad económica minera.

Si se analiza el IPG como indicador de sustentabilidad, se puede concluir que de acuerdo con su enfoque metodológico, éste se trataría de un índice adecuado para medir la sustentabilidad de la economía regional, por cuanto considera y analiza conjuntamente, partiendo desde la dimensión económica, los aspectos sociales y ambientales de la Región de Antofagasta, contribuyendo a evaluar la calidad del crecimiento regional.

Al mismo tiempo, entendido en términos de crecimiento y bienestar, el IPG-RA puede ser empleado como indicador de desarrollo, por cuanto permite su comparación con el PIB-RA, ofreciendo alternativas para la generación de estrategias de desarrollo eficaces que permitan mejorar la calidad del crecimiento, o la calidad del desarrollo en la Región de Antofagasta.

Por otra parte, el IPG-RA es concordante con el concepto de sustentabilidad de la Comisión Brundtland, ya que asume un costo asociado a la internalización de las externalidades negativas actuales, en beneficio de las futuras generaciones, pudiendo ser empleado en la evaluación y monitoreo de la Agenda 21, para la Región de Antofagasta. Asimismo, el considerar las variables de Degradación de Recursos Naturales no Renovables y Daño Ambiental a Largo Plazo, es un aporte al análisis de sustentabilidad “débil” o “fuerte”, pero al mismo tiempo sirve para el análisis del estado y manejo del capital natural en el proceso de desarrollo de la Región de Antofagasta, pudiéndose concluir que ésta promueve un desarrollo sustentable “muy débil”.

219

Por otra parte, a partir de la medición del IPG-RA es posible encontrar un instrumento no sólo de medición de la calidad del crecimiento, sino un además, una herramienta a partir de la cual es posible evaluar la eficiencia de las políticas públicas de índole sociales, ambientales y económicas en la Región de Antofagasta. En este aspecto, el IPG-RA dejó en evidencia que en la Región de Antofagasta, existen inadecuadas políticas de transporte (costo de traslado), seguridad, empleo, salud y educación, y en el caso de las variables ambientales se evidencian insuficiencias en materia de contaminación del aire, agua, conservación de recursos naturales y pérdida de terrenos agrícolas, los cuales han sido presionados por el crecimiento de la región.

Finalmente, se puede concluir que el IPG-RA es un indicador que no sólo nos mostró una fotografía de la tendencia del bienestar económico, sino que además nos entregó antecedentes concretos sobre la realidad social y ambiental de la Región de Antofagasta, sobre la cual se pudo analizar la eficiencia de las políticas, planes y programas del estado, implementadas hasta ahora y evidenciar cuáles hay que mejorar, para alcanzar la sustentabilidad de su desarrollo. Asimismo, bajo la premisa de ser un indicador de sustentabilidad, es posible concluir que los resultados obtenidos con la medición del IPG en este estudio son una adecuada pero perfectible aproximación al valor del bienestar económico genuino y sustentable de la Región de Antofagasta.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, L. C. (2002). Indicadores de Sostenibilidad y Ordenación del Territorio: huella ecológica y eco-sistemas estratégicos en Medellín, Colombia. Manuscrito no publicado.
- Alcalá Consultores. (2002). Voluntariado en Chile: lo plural y lo diverso. Sistematización de antecedentes generales en Chile y el exterior. Santiago: LOM Editores.
- Anielski, M., & Rowe, J. (1999). The Genuine Progress Indicator 1998 Update. Issue Brief-December. San Francisco: Redefining Progress.
- Antofagasta PLC. (2008). Reporte de sustentabilidad 2008. Antofagasta PLC.
- Antofagasta, U. C.-S. (2010). Política Regional de Activación del Capital Social para el Desarrollo Económico y Social de la Región de Antofagasta.
- ARCADIS, Geotecnica. (2008). Modificación Plan Regulador Comunal de Antofagasta sector norte: Estudio de riesgos y protección ambiental. Secretaría Comunal de Planificación.
- Areaminera (9 de Noviembre de 2008). CMP reactivará explotación de mina El Lago. Recuperado el 12 de Julio de 2013, de http://www.aminera.com/index.php?option=com_content&task=view&id=13462&Itemid=2
- Aroca, P. (2002). Impacto de la Minería en la II Región. En P. Meller, Dilemas y Debates en torno al cobre.
- Aroca, P. (2004). Análisis costo de vida II Región, Informe final. Gobierno Regional de Antofagasta.
- Aroca, P. (2008). La conmutación regional en Chile y su impacto en la región de Antofagasta. EURE(102), 97-120.
- Aroca, P., & Atienza, M. (2010). Potencialidad Económica Regional. En A. Llagostera, Región de Antofagasta, Pasado, Presente y Futuro en el Bicentenario de Chile, 1810-2010.
- Aroca, P., & Rivera, N. (2010). Minería del Cobre en la Región de Antofagasta. En A. Llagostera, Región de Antofagasta, Pasado, Presente y Futuro en el Bicentenario de Chile, 1810-2010.
- Arroyo, M., & Rivera, F. (2004). Empresa y Desarrollo Regional Sustentable. El caso de la gran minería en la Región de Antofagasta. Ambiente y Desarrollo, 2, 71-77.
- Asociación Nacional de Bebidas Refrescantes - Anber (2003). Balance y resultados 2002. Recuperado el marzo de 2013, de <http://www.anber.cl/inicio/estadisticas.php>
- Asociación Nacional de Bebidas Refrescantes - Anber (2012). Total ventas en volumen 2011. Recuperado el marzo de 2013, de <http://www.anber.cl/inicio/estadisticas.php>
- Ávila, P. (2010). Mercado Nacional e Internacional del Hierro y el Acero. Santiago: COCHILCO.
- Banco Central de Chile (2001). El Ahorro y el Consumo de Bienes Durables frente al Ciclo Económico en Chile: ¿Consumismo, Frugalidad, Racionalidad? Documentos de Trabajo Central Bank of Chile Working Papers N° 96 Mayo. Recuperado el 12 de julio de 2013, de http://www.bcentral.cl/estudios/banca-central/pdf/v1/105_140Gallego.pdf
- Banco Central de Chile (2004). Regularidades Empíricas de la Economía Chilena. Documentos de Trabajo Central Bank of Chile Working Papers N° 301 Diciembre.
- Banco Central de Chile (2008a). Cuentas Nacionales de Chile 2003-2009. Recuperado el junio de 2013, de <http://www.bcentral.cl/publicaciones/estadisticas/actividad-economica-gasto/aeg01f.htm>

- Banco Central de Chile (2008b). Stock de Capital en Chile (1985-2010): Metodología y Resultados. Recuperado el julio de 2013, de <http://www.bcentral.cl/estudios/estudios-economicos-estadisticos/063.htm>
- Banco Central de Chile (2012a). Cuentas Nacionales de Chile 2008-2011. Santiago: Banco Central de Chile.
- Banco Central de Chile (2012b). Indicadores económicos y sociales regionales de Chile, 1980-2010. Santiago: Banco Central de Chile.
- Banco Central de Chile (2013a). Base de Datos Estadísticos. Recuperado el 12 de julio de 2013, de <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/home.aspx>
- Banco Central de Chile (2013b). Cotización del dólar observado. Recuperado el agosto de 2013, de <http://www.bcentral.cl/index.asp>
- Banco Mundial (2011). Chile. Diagnostico de la gestión de los recursos hídricos.
- Barton, J. (2006). Sustentabilidad urbana como planificación estratégica. EURE, 32(96), 27-45.
- Barton, J. (2009). Revisión de marcos conceptuales y análisis de enfoques metodológicos (barreras y viabilidad) para el desarrollo de una infraestructura urbana sostenible y eco eficiente. Documento de trabajo. Santiago de Chile: CEPAL.
- Barton, J. (2013a). Planificando para un desarrollo más sustentable. Lecciones de veinte años de un paradigma nebuloso. Planeo, 6.
- Barton, J. (2013b). Sustentabilidad absoluta y sustentabilidad relativa: Papeles de Coyuntura. Universidad Piloto de Colombia, 2(34), 6-10.
- Barton, J., Jordán, R., León, S., & Solis, O. (2007). ¿Cuán sustentable es la Región Metropolitana de Santiago? Metodologías de evaluación de la sustentabilidad. Santiago: CEPAL.
- Boston Consulting Group. (2007). Estudio de competitividad en clúster de la economía chilena. Estudio encargado por el Consejo de Innovación.
- Briceño-León, R. (2007). Violencia urbana en América Latina: un modelo sociológico de explicación. Espacio Abierto, 16(003), 541-574.
- Cade- Idepe (2005). Estudio Diagnóstico y clasificación de cursos de Agua y cuerpos de agua según objetivos de calidad.
- Cademartori, J. (2008). El Impacto de la Inversión Extranjera 1990-2000 sobre el Desarrollo Durable de la Región Minera de Antofagasta (Chile). Tesis doctoral, Universidad de Lovaina. Recuperado el 8 de julio de 2013, de <http://www.ordhum.ucn.cl/files/TesisCademartori.pdf>
- Cademartori, J. (2010). Inversión extranjera en el desarrollo de la región minera de Antofagasta (Chile): historia y perspectivas. Obtenido de www.eumed.net/libros/2010b/677/
- Cámara de Diputados de la República de Chile (2012). La desertificación en Chile. Valparaíso: República de Chile.
- Castañeda, B. (1999). An Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) for Chile. Ecological Economics, 28, 231-244.
- Centro de Microdatos Universidad de Chile (2002). Diagnóstico del mercado de la leña en Chile. Santiago: Departamento de Economía.
- CEPAL (2009). Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe. Santiago.

- Chile Sustentable (2012). Asociaciones Comunitarias de Agua Potable Rural en Chile. Obtenido de <http://www.chilesustentable.net/>
- Cifuentes, L. (2000). Estimación de los Beneficios Sociales de la Reducción de Emisiones y Concentraciones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana. Santiago: CONAMA RM.
- Claro, E., & García, J. (2011). El costo de la delincuencia en Chile, 2000-2010, Libertad y Desarrollo. Serie Informe Justicia. Santiago.
- CNE (2006). Balances energéticos. Recuperado el abril de 2006, de www.cne.cl
- CNE (2010). Balances Energéticos. Recuperado el 27 de Agosto de 2013, de Comisión Nacional de Energía: <http://www.cne.cl/estadisticas/balances-energeticos>
- CNE (2013). Balances Energéticos. Recuperado el julio de 2013, de www.cne.cl
- CNR (2000). Diagnóstico y Propuesta de Fomento a la Agricultura Regada en la II Región. Consultor: Consorcio Geofun - Procivil. Santiago.
- CNR (2003). Diagnóstico del Riego y Drenaje en la II Región. Consultores Ayala, Cabrera y Asociados Ltda; AC Ingenieros Consultores Ltda. Santiago.
- Cobb, C., Halstead, E., & Rowe, J. (1995). The Genuine Progress Indicator-Summary of Data and Methodology. Washington DC: Redifining Progress.
- COCHILCO (2007). Oportunidades de negocios para proveedores de bienes, insumos y servicios mineros en Chile. Santiago: Comisión Chilena del Cobre.
- COCHILCO (2008). Dependencia minera e indicadores de calidad de vida: análisis a nivel regional y comunal en Chile. Comisión Chilena del Cobre.
- COCHILCO (2009). Gestión del recurso hídrico y la minería en Chile: "Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020". Santiago: Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- COCHILCO (2010). Consumo de agua en la minería del cobre 2009. Santiago: Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- COCHILCO (2011). Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales, 1991-2010. Santiago: Comisión Chilena del Cobre.
- COCHILCO (2013). Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1993-2012. Santiago: Comisión Chilena del Cobre.
- CODELCO (2003). Reporte de Sustentabilidad. Corporación Nacional del Cobre.
- CODELCO (2008). Reporte de Sustentabilidad. Corporación Nacional del Cobre.
- CODELCO (2012). Reporte de Sustentabilidad. Corporación Nacional del Cobre.
- Comisión Nacional de Áridos. (2001). Tomo I; sistematización de antecedentes técnicos y ambientales. Santiago.
- Common, M., & Stagl, S. (2008). Introducción a la Economía Ecológica. Editorial Reverte.
- CONAF (1997). Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Santiago.
- CONAF (1999). Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile: Informe Nacional con variables ambientales. Santiago.
- CONAF (2011). Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile: monitoreo de cambios y actualizaciones, periodo 1997-2011. Santiago.

- CONAMA (2008). Informe de calidad del aire de la Región de Antofagasta.
- CONAMA (2010). Estudio elaboración de mapas de ruido mediante software de modelación, para caso piloto (comunas de Antofagasta y Providencia), Informe Final Fase II . Universidad Austral de Chile.
- Contreras, D. (1999). Distribución del ingreso en Chile. Nueve hechos y algunos mitos. Perspectivas- Universidad de Chile, 2(2), 311-332.
- Contreras, D. (1999). Distribución del Ingreso en Chile. Nueve hechos y algunos mitos. Perspectivas: en política, economía y gestión, 2(2), 311-332.
- CORMA (2010). Importancia del Sector Forestal. Recuperado el 7 de julio de 2013, de <http://www.corma.cl/corma.asp?id=3&ids=130>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- Costanza, R., Erickson, J., Fligger, K., Adams, A., Adams, C., Altschuler, B., . . . Williams, L. (2004). Estimates of the Genuine Progress Indicator (GPI) for Vermont, Chittenden County and Burlington, from 1950 to 2000. *Ecological Economics*, 51, 139-155.
- Cox, L. (2011). Divorcio en Chile. Un análisis preliminar tras la nueva ley de matrimonio civil. *Centro de Estudios Públicos*, 123, 95-187.
- Daher, A. (1994). Competencia: regiones ganadoras y perdedoras en Chile. *EURE*, 60, 63-84.
- Daher, A. (2003). Regiones-commodities. Crisis y contagio en Chile. *EURE*, 86, 89-108.
- Daly, H., & Cobb, J. (1989). *For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Boston: Beacon Press.
- Daly, H., & Cobb, J. (1993). *Para el Bien Común: reorientando la economía hacia la comunidad el ambiente y un futuro sostenible*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- DGA (2009). *Estrategia Regional de Recursos Hídricos*. Santiago.
- DGA y Proust Consultores (2008). *Derechos, Extracciones y Tasas Unitarias de Consumo de Agua del Sector Minero Regiones Centro-Norte De Chile*. Santiago.
- DGAC - Dirección General de la Aeronáutica Civil (2006). Reporte de Juan Carlos Castro.
- Dicken, P. (2007). *Global Shift: Mapping the Changing Contours of the World Economy*. London: Sage.
- DICTUC (2000). *Generación de Instrumentos de Gestión Ambiental para la Actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la RMS al Año 2000: Análisis Económico*. Santiago: PUC.
- Economía y Negocios (2013). Recuperado el julio de 2013, de <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=92533>
- El Mercurio (2011). *El Acero en Chile*. Santiago: Ediciones Especiales El Mercurio.
- FAO (2006). Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/y faostat.fao.org>.
- Figueroa, E. et al. (1996). Sustentabilidad ambiental del sector exportador chileno. En O. Sunkel, *Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno*, Programa de Desarrollo Sustentable (págs. 47-86). Universidad de Chile.
- Figueroa, R. (2000). Régimen legal de las extracciones de áridos. *Revista de Derecho Administrativo Económico*, II (2), 357-383.
- FitchRatigns (2008). *Industria Forestal Chilena; enfrentando retos pero aún competitiva*.

- Freeman, M. (1982). *Air and Water Pollution Control: A Benefit-Cost Assessment*. New York: John Wiley and Sons.
- Fundación Chile (2012). *Proovedores de la minería Chilena; estudio de caracterización*. Santiago.
- Fundación Paz Ciudadana (2012). *Anuario de estadísticas criminales*. Santiago.
- Galilea, P., & Ortuzar, J. (2005). Valuing noise level reductions in a residential location context. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(4), 305-322.
- Gallego, F., & Soto, R. (2001). Evolución del Consumo y Compras de Bienes Durables en Chile, 1981-1999. *Estudios de Economía*, 28(2), 309-338.
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Gallopín, G. (2006). Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos. Ponencia Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas. Santiago.
- Gobierno Regional de Antofagasta (1995). *Estrategia Regional de Desarrollo Segunda Región, "Hacia la Región que Queremos"*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2001). *Estrategia Regional de Desarrollo 2001-2006, "Tu Región, Tu Futuro"*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2005). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2006). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2007). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2008). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2009a). *Agenda Antofagasta Sustentable*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta. (2009b). *Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020: Participa, imagina, construye*. Gobierno Regional de Antofagasta, Gobierno de Chile.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2009c). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2010a). *Logros y desafíos para el clúster minero de la Región de Antofagasta*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2010b). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2011). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Gobierno Regional de Antofagasta (2012). *Programa Público de Inversiones Regionales PROPIR*. Antofagasta.
- Guzmán, E., & García, J. (2003). *El costo de la delincuencia en Chile 1994-2002, Libertad y Desarrollo*. Santiago.

- Hamilton, C. (1999). The Genuine Progress Indicator and Methodological Developments and results from Australia. *Ecological Economics*, 30, 13-28.
- Harris, J. (2000). Basic Principles of Sustainable Development. Global Development and Environment Institute. Working paper 00-04.
- Healey, P. (2005). Collaborative Planning: Shaping Places in Fragmented Societies. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Hinterberger, F., Giljum, S., & Hammer, M. (2003). Material Flow Accounting and Analysis (MFA): A Valuable Tool for Analyses of Society-Nature Interrelationships. Sustainable Europe Research Institute, Background Paper 2.
- ICH (2012). Estadísticas despacho cemento y hormigón. Recuperado el 1 de junio de 2013, de http://ich.cl/?page_id=64
- ICHA (2013). Información de Mercado; Mercado del Acero en el Mundo, Región y en Chile. Recuperado el 12 de Julio de 2013, de <http://www.icha.cl/icha/informacion-de-mercado/>
- Ilustre Municipalidad de Antofagasta (2008). Cuentas públicas Municipalidad de Antofagasta. Antofagasta.
- Ilustre Municipalidad de Antofagasta (2009). Cuentas públicas Municipalidad de Antofagasta. Antofagasta.
- Ilustre Municipalidad de Antofagasta (2010). Cuentas públicas Municipalidad de Antofagasta. Antofagasta.
- Ilustre Municipalidad de Antofagasta (2011). Cuentas públicas Municipalidad de Antofagasta. Antofagasta.
- Independent Research Forum (2013). Post-2015: framing a new approach to sustainable development. Recuperado el 24 de Septiembre de 2013, de <http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/874irf2015.pdf>
- INE (1995). Empleo, subempleo y crecimiento económico. Estadística y Economía 11. Santiago.
- INE (2000). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2001). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2002a). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2002b). Resultados Generales Censo 2002. Santiago.
- INE (2003). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2004). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2005). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2006a). Anuario de Justicia. Santiago.
- INE (2006b). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2007a). Anuario de Justicia. Santiago.
- INE (2007b). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2008a). Anuario de Justicia. Santiago.
- INE (2008b). Chile: Proyecciones y estimaciones de población, 1990-2020. País y Regiones. Santiago.
- INE (2008c). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2008d). Población y Sociedad. Aspectos Demográficos. Santiago.
- INE (2009a). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.
- INE (2009b). Anuario de Justicia. Santiago.
- INE (2009c). Descripción Población Económicamente Activa 1986-2009. Santiago.
- INE (2010a). Informe Anual de Medio Ambiente. Santiago.

- INE (2010b). Anuario de Justicia. Santiago.
- INE (2010c). Compendio Estadístico, Remuneraciones Mínimas pagadas a trabajadores por clase, 2000-2010. Santiago.
- INE (2011a). Anuario de Justicia. Santiago.
- INE (2011b). Informe Económico Regional 2001. Julio - Septiembre. Santiago.
- INE (2011c). Tráfico aéreo nacional e internacional de pasajeros y carga 2010. Santiago.
- INE (2012a). Cuentas Nacionales y Balances, Compendio estadístico 2012. Santiago.
- INE (2012b). Estadísticas del medio ambiente, Compendio estadístico 2012. Santiago.
- INE (2012c). Estadísticas demográficas, Compendio estadístico 2012. Santiago.
- INE (2012d). Resultados preliminares Censo de Población y Vivienda 2012. Santiago.
- INE (2012e). Síntesis Geográfica Regional, Compendio estadístico 2012. Santiago.
- INE (2012f). Parque de vehículos en circulación 2011. Santiago.
- INE (2012g). Turismo Informe Anual 2011. Santiago.
- INE (2013a). Información Histórica de la Encuesta Nacional de Empleo, Serie empalmada 2006-2009, en Base Censo 2002. Obtenido de http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/mercado_del_trabajo/empleo/series_estadisticas/series_2002/series_2002.php
- INE (2013b). Nueva Encuesta Nacional de Empleo, Serie Trimestral desde año 2010. Obtenido de http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/mercado_del_trabajo/nene/series_trimestrales_2011.php
- INE (2013c). Revisada en junio y julio de 2013. Obtenido de <http://www.ine.cl>
- INFOR (2011). El mercado de la madera aserrada de pino radiata para la construcción habitacional en Chile. Informe Técnico N° 186.
- Instituto de Estudios Urbanos UC (2013). Informe final. Indicador calidad de vida urbana (ICVU). Santiago de Chile: UC/CChC.
- IUCN (1980). World Conservation Strategy: Living resource conservation for sustainable development. Geneva: IUCN/PNUMA/WWF.
- KDM (2011). Diagnóstico General Residuos Sólidos Domiciliarios. Antofagasta.
- Knaus, M., Löhr, D., & O'Regan, B. (2005). Valuation of ecological impacts — a regional approach using the ecological footprint concept. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(2), 156-169.
- La Tercera (13 de Abril de 2012). Crece fiscalización por extracción ilegal de áridos y pérdida es de \$ 7 mil millones. Recuperado el 12 de julio de 2013, de <http://diario.latercera.com/2012/04/13/01/contenido/pais/31-106151-9-crece-fiscalizacion-por-extraccion-ilegal-de-aridos-y-perdidas-de-7-mil.shtml>
- Lagos, G., & Lima, M. (2010). Lineamientos Estratégicos del Clúster Minero de la Región de Antofagasta. Centro de Minería. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Lagos, G., Blanco, H., Torres, V., & Bustos, B. (2001). Minería y minerales de Chile en la transición hacia el desarrollo sustentable. Centro de investigación y planificación del Medio Ambiente, Cipma y Pontificia Universidad de Chile.
- Lam, E., Rocco, F., & Romero, L. (2001). Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: realidad y potencial. Estudio general del caso Antofagasta, Chile. IDRC - OPS/HEP/CEPIS.

- Larde, J. et al. (2008). El aporte del sector minero al desarrollo humano de Chile: el caso de la región de Antofagasta. CEPAL, Serie de recursos naturales e infraestructura N° 130.
- León, A. S. (2013). Indicadores de tercera generación para cuantificar la sustentabilidad urbana ¿Avances o estancamiento? EURE, 39 (118), 173-198.
- León, S. M. (2006). Análisis de Flujo de Materiales y Huella Ecológica. ¿Tiene Sustentabilidad la Región Metropolitana de Santiago?. Tesis para optar al Grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Leopold, A. (1949). A Sand County Almanac. New York: Oxford University P.
- López, D., & Romo, M. (S.A.). Tablas de peso bruto promedio. Recuperado el 20 de Agosto de 2013, de Escuela de Nutrición y Dietética - Universidad de Chile: https://www.u-cursos.cl/medicina/2007/2/NUTEDIDE1/1/material_docente/previsualizar?id_material=147066
- Lufin, M., Rivera, N., & Hasegawa, M. (2010). Recursos Hídricos en una región Desierta. En A. Llagostera, Región de Antofagasta, Pasado, Presente y Futuro en el Bicentenario de Chile, 1810-2010 (págs. 403-411).
- Maloney, W. (2005). Oportunidades perdidas: innovación y crecimiento en base a recursos en América Latina. En G. Lagos, Minería y Desarrollo (págs. 25-68).
- Martínez, A. (2005). Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. Revista de Economía y Administración, 1-49.
- Max-Neef, M. (1995). Economic growth and quality of life. Ecological Economics, 51, 139-155.
- Meadows, D., & et al. (1972). The Limits to Growth. New York: Universe.
- Metals Economic Group (2009). Tendencias de Exploración Mundial. Informe especial para la convención internacional PDAC. Obtenido de <http://www.cesco.cl/assets/docs/estudios-y-presentaciones/tendenciasdeexploracionmundialmeg2008.pdf>
- MIDEPLAN (2009). Inactivos por tramos de edad según región y sexo. Encuesta de caracterización Socio Económica Nacional. Santiago: MIDEPLAN.
- MIDEPLAN (2010). Serie regionalizada de la inversión pública efectiva (1999-2009).
- MINEDUC (2008). Indicadores de la Educación en Chile. Años 2007 - 2008. Santiago.
- Minería Chilena (2012). Competitividad: tarea urgente para la industria. Santiago.
- Ministerio de Agricultura (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Recuperado el 20 de Agosto de 2013, de <http://www.censoagropecuario.cl/>
- Ministerio de Bienes Nacionales (2013). Comunicación escrita de Luis Mesa.
- Ministerio de Energía (2012). Revisada en junio de 2013. Obtenido de <http://minenergia.cl/>
- Ministerio del Interior y Seguridad Ciudadana. (2012). Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente (2009). Reporte asociado a generación de residuos sólidos de Chile. Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2010). Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2011a). Informe de calidad del aire de la Región de Antofagasta: actualizado al 31 diciembre 2010. SEREMI Región de Antofagasta.
- Ministerio del Medio Ambiente (2011b). Informe del Estado del Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente. (2011c). Registro de emisiones y transferencias de contaminantes 2005-2009. Gobierno de Chile.
- Moll, A., & Spaargaren, G. (2000). Ecological modernisation theory in debate: A review. *Environmental Politics*, 9 (1), 17-49.
- MOP.(2009). Valor del patrimonio vial de la red vial nacional. Santiago: Dirección de Vialidad.
- MOP (2010). Red Vial Nacional; dimensionamiento y características. Santiago: Dirección de Vialidad.
- Morales, E., & Ahumada, J. (s.f.). Cálculo del patrimonio vial para caminos de la segunda región desde el punto de vista de la conservación y su importancia economico-social. Santiago.
- Mujica, J. (2013). El costo social y económico de las familias rotas y los beneficios de las familias unidas. Catholic.Net INC.
- Naciones Unidas (1992). Programa 21, Programa de Acción de las Naciones Unidas, 1992. Obtenido de <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21>.
- NuevaMinería (14 de mayo de 2012). Farkas evalúa proyecto de hierro en la II Región y desafía a CAP. Recuperado el 12 de julio de 2013, de <http://www.nuevamineria.com/revista/2012/05/14/farkas-evalua-proyecto-de-hierro-en-la-ii-region-y-desafia-a-cap/>
- O' Donnell, G. (1973). *Modernization and Bureaucratic-Authoritarianism: Studies in South American Politics*. Berkeley, CA: University of California.
- Odepa (2013a). Estadísticas Comercio Exterior. Recuperado el 20 de agosto de 2013, de Sitio Web Oficina de Estudios y Políticas Agrarias: <http://www.odepa.gob.cl/menu/ComercioExterior.action;jsessionid=D7AB3DDDEA63EAOAF6C3B1B1C9E4EDCF>
- Odepa (2013b). Estadísticas Agrícolas. Recuperado el 8 de agosto de 2013, de Oficina de Estudios y Políticas Agrarias: <http://www.odepa.gob.cl/util/Web.action;jsessionid=EBC4225BD0B1EA6FD15008B9498D2AC1>
- Odepa (2013c). Estadísticas Pecuarias. Recuperado el 8 de agosto de 2013, de Oficina de Estudios y Políticas Agrarias: <http://www.odepa.gob.cl/util/Web.action;jsessionid=EBC4225BD0B1EA6FD15008B9498D2AC1>
- Olavarría, M., & Contreras, E. (2005). *Costos Económicos del Delito en Chile*. Santiago: Ministerio del Interior, División de Seguridad Ciudadana.
- ONU (2012a). A 10-year framework of programmes on sustainable consumption and production patterns. Recuperado el 24 de septiembre de 2013, de http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.216/5&Lang=E
- ONU (2012b). El Futuro que Queremos. Recuperado el 24 de septiembre de 2013, de http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=S
- Ordenes, F. (2010). Análisis multitemporal de cuencas de los humedales altoandinos prioritarios de Chile: Informe final. Centro de Estudio de Humedales.
- Páez, A. (18 de octubre de 2011). Las cifras del aumento del empleo desprotegido e inestable. Recuperado el 10 de junio de 2013, de Centro de Investigación Periodística: <http://ciperchile.cl/2011/10/18/las-cifras-del-aumento-del-empleo-desprotegido-e-inestable/>
- Quiroga, R. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Informe CEPAL LC/L1607-P. Santiago de Chile: CEPAL.

- Quiroga, R. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.
- Restrepo, J. (2011a). Valoración económica del ruido: una revisión analítica de estudios. *Semestre Económico*, 14 (29), 53-76.
- Restrepo, J. (2011b). Valoración Económica de los Impactos Ambientales Asociados a la Emisión de Ruido en las Instalaciones de UNE (VEIRuido). Seminario Ambiental, Universidad de los Andes.
- Rostow, W. (1960). *The Stages of Economic Growth: A non-communist manifesto*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sachs, J., & Warner, A. (2005). Recursos naturales y Desarrollo Económico. En G. Lagos, *Minería y Desarrollo* (págs. 69-81).
- Salazar, C. (2009). Estimación de la generación de cenizas de centrales térmicas a carbón y sus recursos en la industria del cemento y hormigón. Universidad Andrés Bello.
- Sassen, S. (2003). *Los espectros de la globalización*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina.
- Scaldifi, B. (2008). *The taxpayer costs of divorce and unwed childbearing*. New York: Georgia Family Council and Institute for American Values.
- Schuschny, A., & Soto, H. (2009). Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Informe CEPAL. LC/W.255. Santiago de Chile: CEPAL.
- SECTRA (1998). *Diagnóstico del Sistema de Transporte de la Ciudad de Antofagasta*. SECTRA.
- SECTRA (2003). *Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la ciudad de Calama*. SECTRA.
- SECTRA (2010). *Estudio Actualización Diagnóstico del S.T.U. de la Ciudad de Antofagasta*. SECTRA.
- Senado de la República de Chile. (2012). *Retrato de la Desigualdad en Chile*. Valparaíso: República de Chile.
- SERNAGEOMIN (2009). *Evolución de las reservas y recursos de cobre, molibdeno, oro, plata, nitrato y yodo en Chile, años 2001-2007*. Santiago.
- SERNAGEOMIN (2010). *Anuarios Estadísticos, 2000-2009*. Santiago.
- SERNAGEOMIN (2012). *Anuario de la minería en Chile*. Santiago.
- SERNAM (2009). *Valoración del trabajo doméstico no remunerado*. Santiago.
- SERNAPESCA (2013). *Anuarios Estadísticos*. Recuperado el 28 de agosto de 2013, de Servicio Nacional de Pesca y Agricultura: http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=54&func=select&id=2
- SESMA (2006). *Residuos*. Recuperado el abril, mayo y julio de 2006, de www.asrm.cl
- Silva, I. (2000). *Costo Económico de los Delitos, Niveles de Vigilancia y Políticas de Seguridad Ciudadana en las Comunas del Gran Santiago*. Santiago: CEPAL.
- SISS (2002a). *Balance de gestión integral año 2002*. Santiago: Gobierno de Chile.
- SISS (2002b). *Informe de gestión del sector sanitario 2002*. Santiago: Gobierno de Chile.
- SISS (2011). *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2011*. Santiago: Gobierno de Chile.
- SISS (2013). *Sector Sanitario*. Recuperado el 10 de junio de 2013, de Superintendencia de Servicios Sanitarios: <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyname-625.html>
- SISS (s.f.). *SISS da a conocer nivel de consumo de agua potable en el país 2007-2008*. Santiago: Gobierno de Chile.

- SKANSKA (2011). Declaración de Impacto Ambiental: extracción de áridos para la construcción de las autopistas de la Región de Antofagasta.
- Solís, O. (2007). El Bienestar Económico Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago: Valoración a través del Índice de Progreso Genuino (IPG). Tesis para optar al Grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Stockhammer, E., Hochreiter, H., Obermayr, B., & Steiner, K. (1997). The Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of the Australian (revised) ISEW calculation 1955-1992. *Ecological Economics*, 21, 19-34.
- SUBDERE (2013). Observatorio Regional Región de Antofagasta. Recuperado el 28 de agosto de 2013, de <http://www.subdere.gov.cl/observatorio/644/680>
- Suroeste Consultores Ltda. (2010). Actualización Diagnóstico del S.T.U. de la ciudad de Calama. Obtenido de http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/log_busqueda_baja_archivo.asp?url=%2Fcontenido%2Fbiblioteca%2FDocumentos%2FActualiz%5Fdiag%5FSTU%5FCalama%5FInf%5FFinal%2Ezip&f_ip=&f_browser=&f_sistema_operativo=&f_resolucion_pantalla=
- Talberth, J., Cobb, C., & Slattery, N. (2007). *The Genuine Progress Indicator 2006: A Tool for Sustainable Development*. Oakland: Redefining Progress, The Nature of Economics.
- Tedesco, L., & Barton, J. (2004). *The State of Democracy in Latin America: Post-Transitional Conflicts in Argentina and Chile*. London: Routledge.
- Telló, E. (1997). Principios e indicadores para ciudades más sostenibles. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Barcelona. Obtenido de <http://www.egunbide.es/ciudades/Conferencias1997/EnricTello.htm>
- Terram (2003). La minería y su pasivo ambiental. *Análisis de Políticas Públicas* 24.
- Tilton, J., & Davis, G. (2005). La Maldición de los recursos naturales. En G. Lagos, *Minería y Desarrollo* (págs. 83-103).
- Torres, R. (2008). Contaminación en la Segunda Región. Documento preparado por Investigador Área de "Recursos Naturales, Ciencia, Tecnología e Industria". Asesoría Parlamentaria BCN, 30 de octubre de 2008. Anexo 3901.
- TRASA Ingeniería Ltda. (s.f.). Actualización Diagnóstico S.T.U. de la Ciudad de Antofagasta. Obtenido de http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/log_busqueda_baja_archivo.asp?url=%2Fcontenido%2Fbiblioteca%2FDocumentos%2FActualiz%5Fdiag%5FSTU%5FAntofagasta%5FInf%5FFinal%2Ezip&f_ip=&f_browser=&f_sistema_operativo=&f_resolucion_pantalla=
- Universidad de Chile (2010). Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile, años 1999-2008.
- Von Weizsacker, E. (1998). *Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use - A Report to the Club of Rome Paperback*. London: Earthscan.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (2001). *Nuestra Huella Ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra*. Santiago: LOM.
- Winchester, L. (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y el Caribe. *EURE*, 32 (96), 7-25.
- Wodon, Q., Castro-Fernandez, R., Lee, K., Lopez-Acevedo, G., Siaens, C., Sobrado, C., & Tre, J.-P. (2001). Poverty in Latin America: trends (1986-1998) and determinants. *Cuadernos Económicos*, 38 (114), 127-153.

- Zolotas, X. (1981). *Economic Growth and Declining Social Welfare*. New York: University Press.
- Zuleta, S. (2003). *La evolución del voluntariado en Chile entre los años 1990 y 2002*. Tesis para optar al grado de magíster en Sociología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Zuñiga, A. I. (s.f.). *Consumo de agua en la industria minera chilena: Situación actual y proyecciones*. Convocatoria Internacional, Análisis de iniciativas de plantas desalinizadoras dentro del sistema de concesiones.