



TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Ante la Convención Marco
de las Naciones Unidas
sobre Cambio Climático



2020





ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Ante la Convención Marco de las Naciones
Unidas sobre Cambio Climático

2020



Gobierno del Estado Plurinacional de

BOLIVIA

Ministerio de
Medio Ambiente y Agua



Autoridad Plurinacional
de la Madre Tierra

Créditos

La revisión y validación final de la Tercera Comunicación Nacional de cambio climático del Estado Plurinacional de Bolivia estuvo a cargo de:

Gisela Ulloa Vargas
Directora Ejecutiva APMT
Revisión del documento

Emilio García Apaza
**Revisión, adecuación y verificación técnica
del capítulo de inventario de GEI**

Marilyn Aparicio Efen
Juan Ivar Arana Pardo
James Aparicio
**Elaboración y revisión del capítulo de
adaptación al cambio climático**

Leandra F. Díaz Ríos
Revisión y edición técnica

La Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua agradecen el importante apoyo del Fondo Mundial para el Medio Ambiente-GEF y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD, sin el cual este documento no hubiera podido desarrollarse.

Fotos tapa: De izq. a der., manillas del reloj: Foto 1: © Eduardo Forno; Fotos 2, 3 y 4: © Antonio Suárez.

Foto 5, abajo: © Planeta Bolivia

Foto contratapa: © Planeta Bolivia

Fotos interiores: pp. 14, 18, 52, 198: © Antonio Suárez; pp. 82, 108, 144, 188: © Planeta Bolivia; p. 50: © Fátima Molina; p. 204: © Karim Rizkallah

Cuidado de edición (español): Fátima Molina

Diseño: Rubén Aruquipa

La Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra agradece a los equipos técnicos de diversas instituciones que participaron en la elaboración de la Tercera Comunicación Nacional de cambio climático del Estado Plurinacional de Bolivia. Este proceso se desarrolló durante varios años con el aporte de destacados profesionales bolivianos. La complementación, revisión y mejora final del documento fueron realizadas durante la gestión 2020.

Las entidades que aportaron con asesoramiento técnico son:

- Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea
- Administradora Boliviana de Caminos
- Aduana Nacional de Bolivia
- Agencia Nacional de Hidrocarburos
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad
- Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra
- Banco de Desarrollo de América Latina
- Cámara Boliviana de Hidrocarburos
- Cámara Forestal de Bolivia
- Comisión Gubernamental del Ozono
- Comité nacional de despacho de carga
- Compañía Boliviana de Energía Eléctrica S.A.
- Dirección de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Gobernación de Santa Cruz
- Dirección General de Sustancias Controladas
- Distribuidora de Electricidad La Paz S.A.
- Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba
- Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de Oruro S.A.
- Empresa Eléctrica ENDE CORANI S.A.
- Empresa ENDE Valle Hermoso S.A.
- Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento
- ENDE Andina S.A.
- ENDE Transmisión S.A.
- FDTA-Trópico Húmedo, Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria
- Fundación Amigos de la Naturaleza
- Fundación Centro Técnico Forestal
- Instituto Boliviano de Investigación Forestal
- Instituto Nacional de Estadística
- Interconexión Eléctrica ISA Bolivia S.A.
- Ministerio de Desarrollo Productivo
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua
- Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación: Departamento Forestal
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Estadísticas de la FAO
- Programa Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana
- San Cristóbal Transportadora de Electricidad S.A.
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas
- Sistema de Información Socioambiental de Bolivia
- Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas
- Unidad de Contingencia Rural del Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
- Unidad de Promoción Económica, Financiera y Rural (Ex Unidad de Estadística Agropecuaria), Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
- Universidad Mayor de San Simón: Escuela Forestal
- Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua
- Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas del Ministerio de Energías
- Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del Ministerio de Medio Ambiente y Agua
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

Índice

Prólogo.....	11
RESUMEN EJECUTIVO	16
EXECUTIVE SUMMARY	52
CAPÍTULO 1	
CIRCUNSTANCIAS NACIONALES	81
1.1. Características geográficas	83
1.2. Características naturales	84
1.2.1. Geomorfología y morfología.....	84
1.2.2. Clima	85
1.2.2.1. Variaciones de la precipitación	86
1.2.2.2. Comportamiento espacial de la precipitación.....	87
1.2.2.3. Relación de las variaciones con otros fenómenos meteorológicos	88
1.2.3. Perfil demográfico	89
1.2.3.1. Población urbana y rural	89
1.2.3.2. Población por nacionalidad indígena originario campesina	90
1.2.3.3. Migración.....	90
1.2.4. Indicadores geográficos y socioeconómicos	92
1.3. Desarrollo económico.....	94
1.3.1. Inversión pública.....	94
1.3.2. Desarrollo integral de los sectores estratégicos y su caracterización.....	94
1.3.3. Datos de pobreza con base en Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	95
1.4. Salud	96
1.5. Educación.....	97
1.6. Energía.....	97
1.6.1. Demanda de energía primaria	97
1.6.2. Producción de energía primaria.....	97
1.7. Planificación y estrategias para el desarrollo.....	99
1.7.1. Plan Desarrollo Económico y Social (PDES).....	99
1.7.2. Agenda Patriótica.....	101
1.8. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático.....	101
1.8.1. Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT).....	103
1.8.2. Contribución Nacionalmente Determinada (CND).....	105
CAPÍTULO 2.	
INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE BOLIVIA, AÑOS 2006 Y 2008.....	107
2.1. Metodología.....	109
2.2. Resultados de las emisiones totales.....	110
2.2.1. Emisiones de CO ₂	112
2.2.2. Emisiones de CH ₄	112
2.2.3. Emisiones de N ₂ O.....	113
2.2.4. Emisiones de gases de efecto indirecto.....	114
2.2.5. Emisiones nacionales en términos de CO ₂ equivalente.....	114
2.2.6. Análisis de emisiones en el periodo 1990-2008.....	115
2.2.7. Análisis de emisiones nacionales de CO ₂ eq del periodo 1990-2008, por sectores.....	116
2.2.8. Partidas informativas.....	118
2.3. Emisiones por sectores.....	119
2.3.1. Sector Energía	119
2.3.1.1. Comparación del Método de referencia y Método por sectores.....	123
2.3.2. Sector IPPU.....	124
2.3.3. Sector AFOLU	129
2.3.4. Sector Residuos.....	138

2.3.4.1. Análisis de incertidumbre	138
2.4. Análisis de fuentes claves	139
2.4.1. Evaluación de nivel.....	139
2.4.2. Evaluación de la tendencia.....	141
CAPÍTULO 3	
VULNERABILIDAD, IMPACTO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	143
3.1. Impacto del cambio climático y eventos extremos	145
3.1.1. Análisis de eventos extremos	145
3.1.2. Proyecciones de indicadores hidrológicos	146
3.2. Análisis de vulnerabilidad	151
3.3. Sectores vulnerables al cambio climático.....	155
3.3.1. Glaciares	155
3.3.2. Bosques y suelos	156
3.3.3. Agua y saneamiento.....	156
3.3.4. Biodiversidad.....	159
3.3.5. Agropecuario.....	161
3.3.6. Salud	165
3.3.6.1. Radiación ultravioleta y salud humana	166
3.3.6.2. Enfermedades hidroconducidas.....	169
3.3.6.3. Enfermedades transmitidas por vectores	170
3.4. Adaptación al cambio climático	174
3.4.1. Recursos hídricos.....	174
3.4.2. Sector agropecuario.....	177
3.4.3. Biodiversidad.....	181
3.4.4. Sector salud	182
3.4.5. Estrategias de adaptación basada en la comunidad	182
3.5. Políticas y estrategias de adaptación al cambio climático.....	183
3.5.1. Gestión del riesgo.....	185
CAPÍTULO 4	
MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	187
4.1. Mitigación en el ámbito energético	189
4.1.1. Conversión de vehículos a gas natural.....	189
4.1.2. Eficiencia energética	191
4.1.3. Aprovechamiento de energías renovables y alternativas	192
4.2. Mitigación en el ámbito de residuos	194
CAPÍTULO 5	
MEDIDAS ADOPTADAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS DE LA CMNUCC.....	197
5.1. Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques	199
5.2. Plataforma de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales.....	199
5.3. Comunicaciones nacionales	200
5.3.1. Primera Comunicación Nacional	200
5.3.2. Segunda Comunicación Nacional.....	201
CAPÍTULO 6	
NECESIDADES Y PROYECCIONES	203
6.1. Obstáculos.....	205
6.2. Necesidades técnicas	205
6.3. Necesidades financieras.....	205
6.4. Proyecciones	205
6.4.1. Política Plurinacional de Cambio Climático	205
6.4.2. Sistema Integral de Planificación del Estado.....	206
6.4.3. Contribución Prevista Determinada Nacionalmente de Bolivia.....	206
6.4.4. Futuras comunicaciones nacionales.....	206
6.5. Recomendaciones.....	206
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	208
REFERENCIAS	211

Figuras y tablas

Figuras

Figura 1.	Mapa de relieve de Bolivia	83
Figura 2.	Perfil de elevaciones de Bolivia, con indicaciones de provincias fisiográficas y cuencas hidrográficas	84
Figura 3.	Temperatura media anual (°C) entre 1959 y 2000	85
Figura 4.	Mapa de precipitación, Isoyetas Normal: a) Línea Base Periodo 1961-1990, b) Periodo 1971-2000 y c) Periodo 1981-2010	87
Figura 5.	Población total proyectada por sexo y por grupo quinquenal de edad, 2012	89
Figura 6.	Tendencia del crecimiento de la población urbana y rural (en millones de habitantes)	90
Figura 7.	Emigrantes internacionales, por área y sexo, según país de destino, Censo 2012	91
Figura 8.	PIB nacional a precios constantes e inflación	94
Figura 9.	Incidencia, crecimiento y participación del PIB real, por actividad económica, 2014	95
Figura 10.	Evolución de la brecha de pobreza extrema, según área, 1996-2014	95
Figura 11.	Componentes del índice de NBI, Mapa de Pobreza (2001) y Censo 2012	96
Figura 12.	Evolución de la potencia instalada (MW)	99
Figura 13.	Estructura de la APMT	104
Figura 14.	Emisiones de GEI en términos de CO ₂ eq, por año, del periodo 1990-2008	116
Figura 15.	Emisiones de GEI en términos de CO ₂ eq, por sectores, del periodo 1990-2008	117
Figura 16.	Emisiones de GEI en términos de CO ₂ eq, del sector AFOLU, del periodo 1990-2008	117
Figura 17.	Emisiones de CO ₂ a partir de la metodología de referencia para 2006 y 2008	119
Figura 18.	Resumen de las emisiones de CO ₂ de los subsectores del sector Energía para 2006 y 2008	120
Figura 19.	Emisiones de CO ₂ del subsector Industrias manufactureras y de la construcción para los años 2006 y 2008	121
Figura 20.	Emisiones de CO ₂ del subsector Transporte para los años 2006 y 2008	121
Figura 21.	Emisiones de CO ₂ del subsector Otros sectores para los años 2006 y 2008	122
Figura 22.	Resumen general de emisiones fugitivas de GEI precursores de O ₃ y SO ₂ del sector energético del país	122
Figura 23.	Resumen general de emisiones de gases distintos del CO ₂ del sector energético del país	123
Figura 24.	Resumen de emisiones de CO ₂ en la producción de cemento y cal para el sector IPPU	124
Figura 25.	Emisiones de COVDM en la producción de vidrio	125
Figura 26.	Emisiones provenientes del ácido sulfúrico (Gg SO ₂)	125
Figura 27.	Emisiones debidas al acetileno (Gg NOX)	126
Figura 28.	Emisiones de COVDM para el uso de pavimentación asfáltica	126
Figura 29.	Emisiones de HFC en refrigeración y protección contra incendios	127
Figura 30.	Emisiones de COVDM de solventes en el sector IPPU	127
Figura 31.	Emisiones de SF ₆ y PFC de otros usos de productos (interruptores eléctricos)	128
Figura 32.	Emisiones de NOX, COVDM y CO en la producción de papel	128
Figura 33.	Emisiones de COVDM de la industria de alimentos y bebidas	129
Figura 34.	Emisiones de metano por fermentación entérica de la ganadería por región	130
Figura 35.	Emisiones de metano por gestión del estiércol provenientes de la ganadería por región	130
Figura 36.	Emisiones de gases provenientes de la quema prescrita de sabanas	135
Figura 37.	Emisiones de GEI provenientes de la quema residuos agrícolas en campo	135

Figura 38.	Emisiones directas de N ₂ O provenientes de los suelos agrícolas	136
Figura 39.	Emisiones indirectas de N ₂ O provenientes de los suelos agrícolas	136
Figura 40.	Emisiones de N ₂ O provenientes de los sistemas de manejo del estiércol	137
Figura 41.	Emisiones de CH ₄ provenientes del cultivo de arroz	137
Figura 42.	Emisiones de CH ₄ debidas a la actividad en los rellenos sanitarios para 2006 y 2008	138
Figura 43.	Número de eventos hidrometeorológicos extremos por departamento (2005-2009)	145
Figura 44.	Promedio anual de los indicadores hidrológicos (1997-2008) a nivel de subcuenca	146
Figura 45.	Cambios en el porcentaje del promedio anual de indicadores hidrológicos entre la línea de base (1997-2008) y los escenarios más húmedos/secos (2050 SRES A2)	148
Figura 46.	Comparación de los indicadores hidrológicos para la línea de base (1997-2008), el escenario más húmedo (2050 SRES A2) y el escenario más seco (2050 SRES A2) en cada cuenca	150
Figura 47.	Amenazas de inundaciones y vulnerabilidad poblacional en Bolivia	151
Figura 48.	Amenazas de sequías y vulnerabilidad poblacional	152
Figura 49.	Amenazas de granizadas y vulnerabilidad poblacional	153
Figura 50.	Amenazas de heladas y vulnerabilidad poblacional	151
Figura 51.	Vista del cerro Moraruni que evidencia la desaparición del glaciar que lo cubría	160
Figura 52.	Ejemplar macho de <i>Liolaemus gr. montanus</i> , registrado en la cima del cerro Moraruni	160
Figura 53.	Demanda anual de agua para riego, en proyección a 2050, en millones de m ³	163
Figura 54.	Proyecciones de consumo de agua potable, según el modelo BOLIXI, 2000-2100 (en millones de m ³)	163
Figura 55.	El Alto-Casos EDA y radiación ultravioleta en Jul/m ²	167
Figura 56.	Comportamiento de las temperaturas de series de estaciones largas	168
Figura 57.	Identificación de bofedales en la cuenca baja, media y alta	169
Figura 58.	Vulnerabilidad al cambio climático para el dengue en Bolivia	171
Figura 59.	Vulnerabilidad para el dengue grave o hemorrágico en los años 2011 y 2012	172
Figura 60.	Comportamiento del clima actual y la línea de base Santa Cruz de la Sierra	173
Figura 61.	Proyecciones de vulnerabilidad al dengue	174
Figura 62.	Conversiones realizadas en el periodo 2010-2014	190
Figura 63.	Recalificaciones y reposiciones de cilindros hasta la gestión 2014	190
Figura 64.	Transferencias de unidades de lámpara fluorescente compacta (LFC) por departamento hasta la gestión 2012	191
Figura 65.	Bolivia: Generación total estimada de residuos en poblaciones urbanas y rurales por departamento (t/día)	193

Tablas

Tabla 1.	Variaciones de temperatura en regiones del Estado Plurinacional de Bolivia	86
Tabla 2.	Eventos del fenómeno ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) entre 2002 y 2012	88
Tabla 3.	Eventos adversos por los fenómenos La Niña y El Niño	88
Tabla 4.	Migrantes y tasa de migración neta reciente, por censo, según departamento de residencia habitual, censos 1992, 2001 y 2012	92
Tabla 5.	Resumen de datos geográficos y socioeconómicos de Bolivia	92
Tabla 6.	Indicadores de salud	97
Tabla 7.	Indicadores de educación	97
Tabla 8.	Demanda incremental de energía y potencia 2013-2025	98
Tabla 9.	SIN, generación bruta 2000-2013 (GWh)	98
Tabla 10.	Evolución de la potencia instalada entre 1997 y 2014 (en MW) total del sistema interconectado	98
Tabla 11.	Planificación de acciones al año 2020	100

Tabla 12.	Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2006 (Gg)	111
Tabla 13.	Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2008 (Gg)	111
Tabla 14.	Resumen general de emisiones de CO ₂ (Gg)	112
Tabla 15.	Resumen general de emisiones de CH ₄ (Gg)	113
Tabla 16.	Resumen general de emisiones de N ₂ O (Gg)	113
Tabla 17.	Resumen general de emisiones indirectas (Gg)	114
Tabla 18.	Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia de los años 2006 y 2008, en términos de CO ₂ eq	115
Tabla 19.	Emisiones de GEI de las partidas informativas de Bolivia de los años 2006 y 2008	118
Tabla 20.	Comparación de los resultados de la estimación de emisiones de CO ₂ para de los años 2006 y 2008 por el Método de referencia y el Método por sectores	123
Tabla 21.	Emisiones de CO ₂ debidas a la actividad de cambio de la biomasa en bosques que siguen siendo bosques para el año 2006 y el 2008	131
Tabla 22.	Emisiones de CO ₂ debidas a las tierras convertidas a bosques para los años 2006 y 2008	131
Tabla 23.	Emisiones de CO ₂ debidas a la actividad de cambio de la biomasa en Tierras de cultivo que siguen siendo Tierras de cultivo para los años 2006 y 2008	132
Tabla 24.	Emisiones de CO ₂ debidas a las tierras convertidas a tierras de cultivo para los años 2006 y 2008	132
Tabla 25.	Emisiones de CO ₂ debidas a la actividad de cambio de la biomasa en Pastizales que siguen siendo Pastizales para los años 2006 y 2008	133
Tabla 26.	Emisiones de CO ₂ debidas a las tierras convertidas a tierras de cultivo para los años 2006 y 2008	133
Tabla 27.	Emisiones de CO ₂ debidas a las Tierras que siguen manteniendo su uso inicial y Tierras convertidas a otro tipo de uso para los años 2006 y 2008	134
Tabla 28.	Emisiones de CH ₄ debidas al tratamiento de aguas residuales para los años 2006 y 2008	138
Tabla 29.	Evaluación de nivel de las emisiones de GEI del año 2006 de Nivel 1	140
Tabla 30.	Evaluación de nivel de las emisiones de GEI del año 2008 de Nivel 1	140
Tabla 31.	Evaluación de la tendencia de las emisiones de GEI del año 2006 de Nivel 1	141
Tabla 32.	Evaluación de la tendencia de las emisiones de GEI del año 2008 de Nivel 1	142
Tabla 33.	Diferencia entre el TARW y el ratio de precipitación en % (TPr) para la línea base (1997-2008) y el ratio de precipitación media para los escenarios más húmedos y secos (2050 SRES A2)	149
Tabla 34.	Daños causados a sistemas de agua potable y saneamiento (2014-2015)	156
Tabla 35.	Impactos del cambio climático (escenario A2) sobre la oferta neta de agua al final del siglo XXI	157
Tabla 36.	Efectos e impactos observados	158
Tabla 37.	Daños y pérdidas del sector agrícola	162
Tabla 38.	Resumen de avances de acciones de adaptación respecto al cambio climático	175
Tabla 39.	Programas y proyectos que ejecutan medidas de adaptación en el contexto de seguridad y soberanía alimentaria del MMAyA	178
Tabla 40.	Programas y proyectos que ejecutan medidas de adaptación en el contexto de seguridad y soberanía alimentaria del MDRyT	179
Tabla 41.	Programas y proyectos que ejecutan medidas de adaptación en el contexto de seguridad y soberanía alimentaria del INIAF	180
Tabla 42.	Bolivia: Composición física porcentual de residuos sólidos por ciudad capital de departamento	194
Tabla 43.	Proyectos piloto de gestión de residuos	196



Prólogo

Un momento fundamental para la agenda climática, a nivel global, fue iniciado en 2016 con la entrada en vigor del Acuerdo de París, a partir del cual, los países, entre ellos Bolivia, se comprometen a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de limitar el aumento de la temperatura media global por debajo de 2°C al 2050.

El año 2020 es otro momento clave por dos factores: el primero, relacionado con el nuevo contexto económico y los desafíos y oportunidades de una reconstrucción postpandemia; el segundo, debido al llamado que tienen los países para aumentar la ambición de sus contribuciones nacionalmente determinadas (CND) y a orientar el desarrollo de sus sociedades hacia economías bajas en emisiones y resilientes al clima. Todo esto en el marco de un contexto científico planteado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), que demanda acciones urgentes.

La Tercera Comunicación Nacional de cambio climático de Bolivia incluye el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de los años 2006 y 2008, en línea con las guías metodológicas del IPCC, dando continuidad a los inventarios presen-

tados en anteriores comunicaciones nacionales. Se presenta la información de contexto describiendo las circunstancias nacionales y se detallan avances y desafíos en términos de vulnerabilidad, adaptación, mitigación y de desarrollo institucional al año 2015.

Este documento representa el inicio de un nuevo marco de trabajo de la temática de cambio climático en Bolivia. Los inventarios desde 2008 al 2018 están en proceso de construcción como la revisión de las CND.

Esperamos seguir dando los pasos necesarios que permitan establecer un desarrollo más resiliente y adaptativo y participar activamente del proceso global de transformación en un marco de cooperación y urgencia para el bien de los bolivianos y bolivianas y de los ciudadanos del mundo.

María Elva Pinckert
Ministra de Medio Ambiente y Agua

RESUMEN EJECUTIVO





La Tercera Comunicación Nacional (TCN) de cambio climático del Estado Plurinacional de Bolivia es el resultado de un proceso continuo de fortalecimiento de capacidades y gestión del conocimiento sobre cambio climático en el país. Este documento reporta los avances y los logros en la implementación de medidas que aportan al cumplimiento de los compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y el inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de los años 2006 y 2008, además de información de contexto y los avances estratégicos al año 2015. Cabe remarcar que este documento da continuidad a la Primera Comunicación Nacional, que presenta el inventario de GEI para el año 1994 y a la Segunda Comunicación Nacional, que presenta el inventario de GEI para los años 2002 y 2004. Asimismo, complementa el análisis con información histórica de los años no evaluados en las dos comunicaciones previas, para los años 1998 y 2000.

La TCN, siguiendo los lineamientos establecidos por la CMNUCC para su preparación, está constituida por seis capítulos. El primer capítulo presenta las circunstancias nacionales que describen las características fisiográficas, demográficas y socioeconómicas y el contexto político del país. El segundo capítulo presenta el inventario de emisiones de GEI para las gestiones 2006 y 2008, tomando como año base el año 1990 y analizando la tendencia por sectores y gestiones. El tercer capítulo realiza la evaluación de vulnerabilidad e impacto y describe los esfuerzos de Bolivia en relación a la adaptación al cambio climático, considerando como temas prioritarios la gestión del riesgo, disponibilidad hídrica (en cantidad y calidad) desarrollo agropecuario, conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y los impactos en salud. El cuarto capítulo se refiere a las acciones de mitigación desarrolladas e impulsadas por el Estado, centradas principalmente en los sectores Energía y Residuos. El capítulo quinto describe los esfuerzos del país para lograr los objetivos comprometidos ante la CMNUCC, estableciendo un marco institucional en el contexto normativo de la Madre Tierra y el desarrollo sustentable y resiliente al cambio climático. Finalmente, el sexto capítulo identifica barreras por gestionar para la implementación de programas y políticas para la adaptación y la reducción de GEI, así como, para el desarrollo de futuras comunicaciones.

La elaboración del presente documento estuvo a cargo de la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT) entidad en la cual se institucionaliza la temática de cambio climático en Bolivia bajo un enfoque especializado, integral, inclusivo y equitativo.

1. Circunstancias nacionales

1.1 Características geográficas y desarrollo social

Bolivia es un país megadiverso, que está situado en el centro de América del Sur entre los meridianos 57° 26' y 69° 38' de longitud occidental del meridiano de Greenwich y los paralelos 9° 38' y 22° 53' de latitud sur, abarcando más de 13 grados geográficos. Su extensión territorial es de 1.098.581 kilómetros cuadrados (km²). Limita al norte y este con Brasil, al sur con Argentina, al oeste con Perú, al sudeste con Paraguay y al sudoeste con Chile.

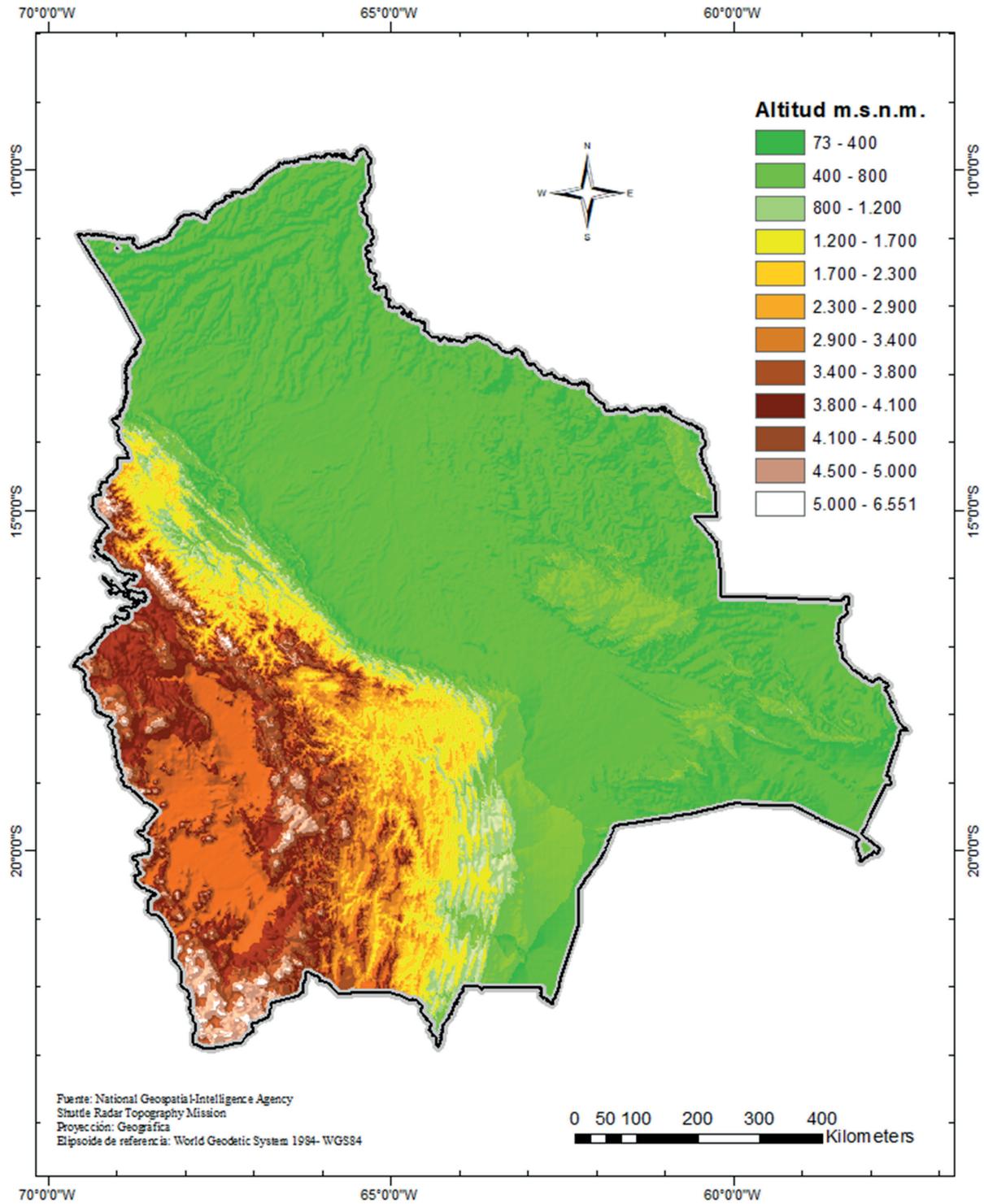
En el territorio boliviano existen tres zonas geográficas predominantes:

- Andina: Abarca el 28% del territorio nacional, con una extensión estimada de 307.000 km².

Esta zona se halla a más de 3.000 m.s.n.m. y está ubicada entre las cordilleras Occidental y Oriental o Real. Entre ambas se encuentra la meseta altiplánica y algunas de las cumbres más elevadas de América, además del lago Titicaca, considerado el más alto del mundo por estar situado a 3.810 m.s.n.m., con una extensión de 8.100 km² y navegable por embarcaciones de gran calado.

- Subandina: Región intermedia entre el altiplano y los llanos orientales, abarca 13% del territorio. Comprende los valles y los yungas (valle subtropical), con una altura promedio de 2.500 m.s.n.m., y se caracteriza por su actividad agrícola y su clima templado a cálido (15°C a 25°C).
- Llanos: Abarca el 59% del territorio, se ubica al norte de la cordillera Oriental o Real y comprende las llanuras y extensas selvas ricas en

Mapa de relieve de Bolivia



Fuente: (APMT, 2020)

flora y fauna. Registra una temperatura media anual de 22°C a 25°C.

Aunque todo su territorio se sitúa en el Trópico de Capricornio, Bolivia posee variedad de climas. Si en su topografía sólo existieran llanuras de escasa elevación, el clima tendería a ser uniforme, sin embargo, en Bolivia la temperatura ambiente no sólo se regula por la latitud sino también por la altitud sobre el nivel del mar: a mayor altura menor temperatura y a menor altitud mayor temperatura.

A partir del nivel del mar y a medida que se asciende, la temperatura del aire baja 0,55°C por cada 100 metros adicionales de altitud. En la región influenciada por la cordillera Real u Oriental y la Occidental o Volcánica, hacia el occidente de Bolivia, el clima se regula por la altura. Ello explica que existan cumbres con nieves eternas y fríos polares y que sobre la misma latitud se extiendan llanuras con clima cálido-tropical.¹

El Estado Plurinacional de Bolivia se organiza territorialmente en departamentos (9), provincias (112), municipios (339) y territorios indígena originario campesinos (36).

Según el último censo realizado el año 2012 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), Bolivia

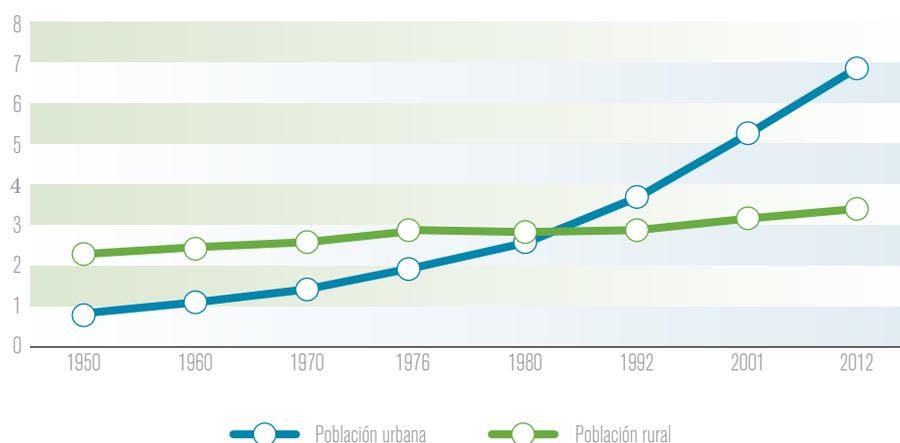
contaba con una población de 10.059.856 habitantes y para el año 2015 se proyectó una población de 11.410.651 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional de 1,9%². Según la declaración de pertenencia a naciones y pueblos indígenas originario campesinos, 1.837.105 (16% de la población total) declararon pertenecer a la nación quechua; 1.598.807 (14% de la población total) a la nación aymara; 23.330 (0,2% de la población total) a la nación afroboliviana y 145.653 (1% de la población total) a la nación chiquitana.

Al igual que en otros países latinoamericanos, la demografía se reconfiguró hacia el área urbana y se concentra en las tierras bajas.

Entre 1950 y 2012 se observó un proceso de urbanización en el territorio nacional. Entre 1970 y 1980, la distribución y evolución de las áreas de residencia presentaron cambios: tendencia ascendente de la población urbana y descendente de la rural. Así, en el censo 2012, los habitantes del área urbana llegaron a 67,5% y los del área rural a 32,5%.

Este proceso de concentración de la población hacia el área urbana ha tenido dinámicas diferentes dependiendo del departamento del país; en Oruro

■ Tendencia del crecimiento de la población urbana y rural (en millones de habitantes)

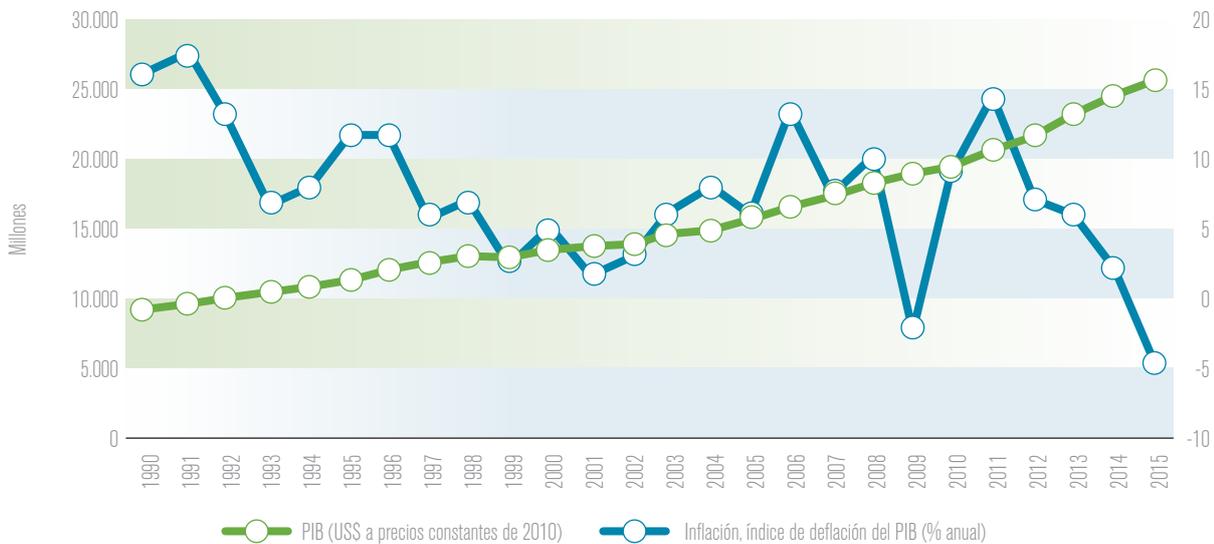


Fuente: Elaboración propia, en base a (INE, 2015)

1 (INE, 2020)

2 (INE, 2015)

PIB nacional a precios constantes e inflación



Fuente: Elaboración propia, en base a (Banco Mundial, 2016)

y Santa Cruz se inició a partir de 1976, mientras que en La Paz, Cochabamba, Tarija y Beni fue desde 1992. No obstante, los departamentos de Chuquisaca, Potosí y Pando, según el Censo 2012, mantuvieron una población predominantemente en áreas rurales.

1.2 Perfil económico

Durante la década 2004-2014, la economía boliviana creció a una tasa anual promedio del 4,9% debido a los altos precios de las materias primas

y una política macroeconómica prudente. Como consecuencia, la pobreza moderada se redujo del 59% al 39%, entre 2005 y 2014, y el coeficiente de Gini de desigualdad bajó de 0,60 a 0,47. Debido a un contexto internacional menos favorable, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) se redujo del 5,5% en 2014 al 4,8% en el primer semestre de 2015. Además, se mantuvo una demanda doméstica dinámica debido a que los efectos rezagados de los bajos precios del petróleo sobre los precios de exportación del gas suavizaron la caída de ingresos fiscales.³

Resumen de datos geográficos y socioeconómicos de Bolivia

Información	Dato	Fuente de información
Superficie		
Extensión territorial	1.098.581 km ²	(INE, 2012)
Superficie del país respecto a la superficie de Latinoamérica y el Caribe (LAC)	5%	(CEPAL, 2016)
Fisiografía		
Región Andina	307.603 km ²	(INE, 2012)
Región Subandina	142.816 km ²	(INE, 2012)
Región Llanos	648.163 km ²	(INE, 2012)
Sistemas hidrográficos		
Cuenca del Norte o Amazonas	Constituida principalmente por los ríos (de este a oeste): Madre de Dios, Orthon, Abuná, Beni, Yata, Mamoré e Iténez o Guaporé.	(INE, 2012)

3 (Banco Mundial, 2016)

Información	Dato	Fuente de información
Cuenca Central o Lacustre	Formada por los lagos Titicaca y Poopó, los salares de Coipasa y Uyuni y el río Desaguadero.	(INE, 2012)
Cuenca del Sur o del Plata	Compuesta principalmente por los ríos Paraguay, Pilcomayo y Bermejo.	(INE, 2012)
Bosques		
Superficie bosques 1990	56.711.049 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie bosques 2000	54.967.357 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie bosques 2010	52.535.971 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie deforestada 1990	1.877.633 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie deforestación 2000	3.343.233 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie deforestación 2010	5.160.939 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie regenerada 1990	658.987 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie regenerada 2000	863.996 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie regenerada 2010	1.480.398 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Población		
Población al año 2001	8.274.325 hab.	(INE, 2012)
Hombres	4.123.850 hab.	(INE, 2012)
Mujeres	4.150.475 hab.	(INE, 2012)
Rural	37,6%	(INE, 2012)
Urbana	62,4%	(INE, 2012)
Población al año 2012	10.059.856 hab.	(INE, 2012)
Hombres	5.019.447 hab.	(INE, 2012)
Mujeres	5.040.409 hab.	(INE, 2012)
Rural	32,5%	(INE, 2012)
Urbana	67,5%	(INE, 2012)
Disponibilidad a los servicios básicos (2012)		
Acceso a agua potable	80,8% (de la población total)	(INE, 2012)
Acceso a energía eléctrica	85,4% (de la población total)	(INE, 2012)
Acceso a alcantarillado sanitario	40,3% (de la población total)	(INE, 2012)
Acceso a gas natural (por red o en garrafa)	71,7% (de la población total)	(INE, 2012)
Indicadores económicos		
Crecimiento del Producto Interno Bruto 2013	6,8%	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Crecimiento del Producto Interno Bruto 2014	5,5%	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Precios al consumidor 2013	6,5	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Precios al consumidor 2014	5,2	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Balanza global 2013	1.122 millones de USD	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Balanza global 2014	971 millones de USD	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Inflación anual 2013	6,48%	(BCB, 2020)
Inflación anual 2014	5,19%	(BCB, 2020)
Inflación anual 2015	2,95%	(BCB, 2020)
Matriz energética 2015		
Aporte de termoeléctricas	69%	(ENDE, 2015)
Aporte de hidroeléctricas	25%	(ENDE, 2015)
Aporte ciclo combinado	4%	(ENDE, 2015)
Aporte energía alternativa	2%	(ENDE, 2015)
Residuos		
Generación de residuos promedio por habitante	0,5 (kilogramos/habitante/día)	(MMAyA, 2011)
Generación de residuos (urbano)	4.150 (toneladas/día) 87%	(MMAyA, 2011)
Generación de residuos (rural)	632 (toneladas/día) 13%	(MMAyA, 2011)
Composición: Materia orgánica (2010)	55,2%	(MMAyA, 2011)
Composición: Plásticos (2010)	10,2%	(MMAyA, 2011)
Composición: Papel y cartón (2010)	6,5%	(MMAyA, 2011)
Composición: Metales (2010)	2,5%	(MMAyA, 2011)
Composición: Vidrios (2010)	2,9%	(MMAyA, 2011)
Composición: Otros (2010)	22,7%	(MMAyA, 2011)

Fuente: Elaboración propia

En el periodo 1990-2015 el PIB, a precios constantes, se incrementó en 14%, mientras que la inflación fluctuó entre 16% y -4,6%.

1.3 Indicadores geográficos y socioeconómicos

A continuación, se presenta el resumen de los principales indicadores geográficos y socioeconómicos de Bolivia.

1.4 Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

En el caso de Bolivia, el cambio climático se ve reflejado en las políticas, programas y proyectos que el gobierno ha definido en los últimos años. En 2015, Bolivia presentó su Contribución Nacionalmente Determinada (CND)⁴ en el marco de la preparación de la Conferencia 21 de Partes de la CMNUCC (COP21)⁵ en la cual reconoce la importancia de implementar acciones dirigidas a la mitigación y adaptación al cambio climático, a través del establecimiento de ciertas metas en los sectores principales.

Los instrumentos vigentes más importantes que sustentan la temática de cambio climático en el país son:

Constitución Política del Estado (CPE). Establece el derecho constitucional al “medio ambiente sano” e incluye las salvaguardas que hacen a su cuidado y protección, destacándose la voluntad y el espíritu del respeto y protección al medio ambiente y los recursos naturales. Se expresa entre los fines y funciones esenciales del Estado (Artículo 9) el de promover y garantizar el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales e impulsar su industrialización a través del desarrollo y el fortalecimiento de la base productiva en sus diferentes dimensiones y niveles, así como la conservación del medio ambiente para el bienestar de las generaciones actuales y futuras, poniéndose en primer plano la naturaleza del derecho al medio ambiente como un derecho co-

lectivo y fundamental de todas las personas. Y se reconoce, en adelante, que las naciones y pueblos indígena originario campesino también gozan del derecho a vivir en un medio ambiente sano, con manejo y aprovechamiento adecuado de los ecosistemas (Artículo 30, parágrafo II, numeral 10).

Ley N° 031, Ley Marco de Autonomías y Descentralización, del 19 de julio de 2010. Regula el régimen de autonomías teniendo como uno de sus alcances el régimen competencial, aplicable a los órganos del nivel central del Estado y a las entidades territoriales autónomas. Por otro lado, el Artículo 100 del cuerpo legal mencionado incorpora la competencia residual de gestión de riesgos.

Ley N° 71, Ley de Derechos de la Madre Tierra, del 21 de diciembre de 2010. Reconoce los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.

Promueve, asimismo, los derechos de la Madre Tierra a la diversidad de la vida, al agua, al aire limpio, al equilibrio, a la restauración y a vivir libre de contaminación. Reconoce entre las obligaciones del Estado el desarrollar políticas para defender a la Madre Tierra de las causas estructurales que provocan el cambio climático global.

Ley N° 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, del 15 de octubre de 2012. Es el marco legal más importante sobre el que se basa la política de cambio climático en Bolivia. Esta ley introduce principios fundamentales para la política de cambio climático, obligaciones y deberes, justicia climática, diálogo de saberes, así como la complementariedad y equilibrio entre seres vivos de la Madre Tierra. Establece que la entidad responsable del desarrollo e implementación del Plan y Política de Cambio Climático es la APMT, en coordinación con todos los ministerios sectoriales y entidades territoriales autónomas que transverbalizan acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en sus planes, programas y proyectos.

4 Las CND encarnan los esfuerzos de cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático. (CMNUCC, 2020)

5 La COP21 se desarrolló en 2015 como la máxima instancia de decisión de la CMNUCC mediante la cual se pone bajo consideración de las partes decisiones entorno al cambio climático.

Por su parte, la APMT en el marco de sus competencias y para la implementación operativa de sus actividades, se organiza en: Mecanismo de mitigación, mecanismo de adaptación y mecanismo conjunto, y de forma transversal implementa el Sistema de Monitoreo de la Madre Tierra y el Fondo Plurinacional de la Madre Tierra. Cada uno de estos se describen a continuación:

Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien. Orientado a fortalecer y promover acciones de mitigación o reducción de emisiones de GEI, con una importante incidencia en los sectores bosques y agropecuario, energía, residuos y procesos industriales. Considera la inclusión de tecnología eficiente, creación de marcos normativos que incentive el desarrollo sostenible y resiliente al cambio climático.

Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien. Orientado a promover procesos de adaptación al cambio climático, principalmente en gestión integral del agua, seguridad y soberanía alimentaria, prevención y reducción del riesgo, educación y salud. Adicionalmente, de manera transversal, la revitalización de saberes ancestrales y locales.

Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral de los Bosques y la Madre Tierra. Orientado a fortalecer, conservar y proteger los sistemas de vida y sus funciones ambientales, promoviendo y fortaleciendo una gestión social y comunitaria integral y sustentable de los bosques en el marco de metas conjuntas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Sistema de Monitoreo de la Madre Tierra. Permite dar seguimiento al cumplimiento de las metas e indicadores planteados en las CND del país y sistematiza las iniciativas generadas desde el sector público y privado contabilizando su aporte tanto en mitigación como en adaptación.

Fondo Plurinacional de la Madre Tierra. Creado para apalancar recursos económicos a proyectos de desarrollo sostenible, bajos en carbono y que promuevan la resiliencia al cambio climático. Entre sus beneficiarios se encuentran las comunidades de territorios indígena originario campesinos, y la población boliviana en general.

2. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Bolivia, años 2006 y 2008

En esta sección se presenta el Tercer Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Bolivia, presentado ante la CMNUCC en el marco del cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Bolivia.

Los inventarios de GEI incluyen estimaciones de las emisiones netas de aquellos gases considerados de emisión directa como el anhídrido carbónico (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). Asimismo, de las emisiones indirectas generadas por el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), el dióxido de azufre (SO_2) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM). El INGEI de Bolivia de los años 2006 y 2008 ha sido elaborado con la aplicación de las guías y directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 1996 y 2006, la orientación sobre buenas prácticas del IPCC 2000 y la orientación sobre buenas prácticas del IPCC en el sector del cambio del uso de la tierra y la silvicultura de 2003. Esto con la finalidad de garantizar en el inventario la transparencia, la comparabilidad, la exhaustividad y la exactitud.

Siguiendo esta metodología, los inventarios de GEI consideran cuatro sectores: Energía, Procesos industriales y uso de los productos (IPPU por sus siglas en inglés), Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés) y Residuos. También se incluyen partidas informativas como datos adicionales que complementan el reporte considerando como fuentes los bunkers internacionales, aviación y uso de biomasa.

En las siguientes tablas se presenta el resumen general de emisiones de GEI para los años 2006 y 2008, respectivamente, desarrollando los resultados por gas y categorías de fuentes y sumideros.

Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2006 (Gg)⁶

Categorías de fuentes y sumideros de GEI 2006	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	Emisiones por tipo de gas								
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂	HFC	PFC	SF ₆
	64.102,90	1.884,23	712,95	3,28	110,62	1.858,15	48,80	10,90	9,68		0,001
1. Energía	10.623,78		32,74	0,15	72,80	271,09	39,36	10,74			
A. Actividades de combustión	10.515,95		1,75	0,15	72,67	270,90	38,08	8,82			
B. Emisiones fugitivas	107,83		31,00	0,00	0,12	0,19	1,28	1,92			
2. IPPU	1.014,06		NO	NO	0,01	0,07	9,44	0,17	9,68	NO	0,001
3. AFOLU	52.465,06	11.884,23	594,17	2,60	37,82	1.586,99	-	-	-	-	-
4. Residuos			86,04	0,53							
Partidas informativas											
Bunkers internacionales	99,51		0	0	0	0	0	NA			
Aviación	99,51		0	0	0	0	0	NA			
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	2.021,95										

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y PNCC (2009)

Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2008 (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI 2008	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	Emisiones por tipo de gas								
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂	HFC	PFC	SF ₆
	69.442,12	20.029,72	737,20	3,29	106,71	1.199,95	60,86	11,11	11,95		0,001
1. Energía	12.046,80		32,91	0,16	82,31	341,07	51,79	10,75			
A. Actividades de combustión	11.938,97		1,80	0,16	82,18	340,86	50,39	8,65			
B. Emisiones fugitivas	107,83		31,11	0,00	0,14	0,20	1,40	2,09			
2. IPPU	1.230,58		NO	NO	0,01	0,08	9,07	0,36	11,95	NO	0,001
3. AFOLU	56.164,73	20.029,72	617,12	2,59	24,39	858,81	-	-	-	-	-
4. Residuos			87,17	0,54							
Partidas informativas											
Bunkers internacionales	157,55		0	0	0	0	0	NA			
Aviación	157,55		0	0	0	0	0	NA			
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	2.127,34										

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y PNCC (2009)

⁶ En los cuadros, siguiendo las recomendaciones del IPCC: Las casillas vacías denotan que no existen emisiones de ese tipo de gas (metodológicamente), NO (No ocurre), NA (No aplica).

Datos relevantes del INGEI de Bolivia de los años 2006 y 2008

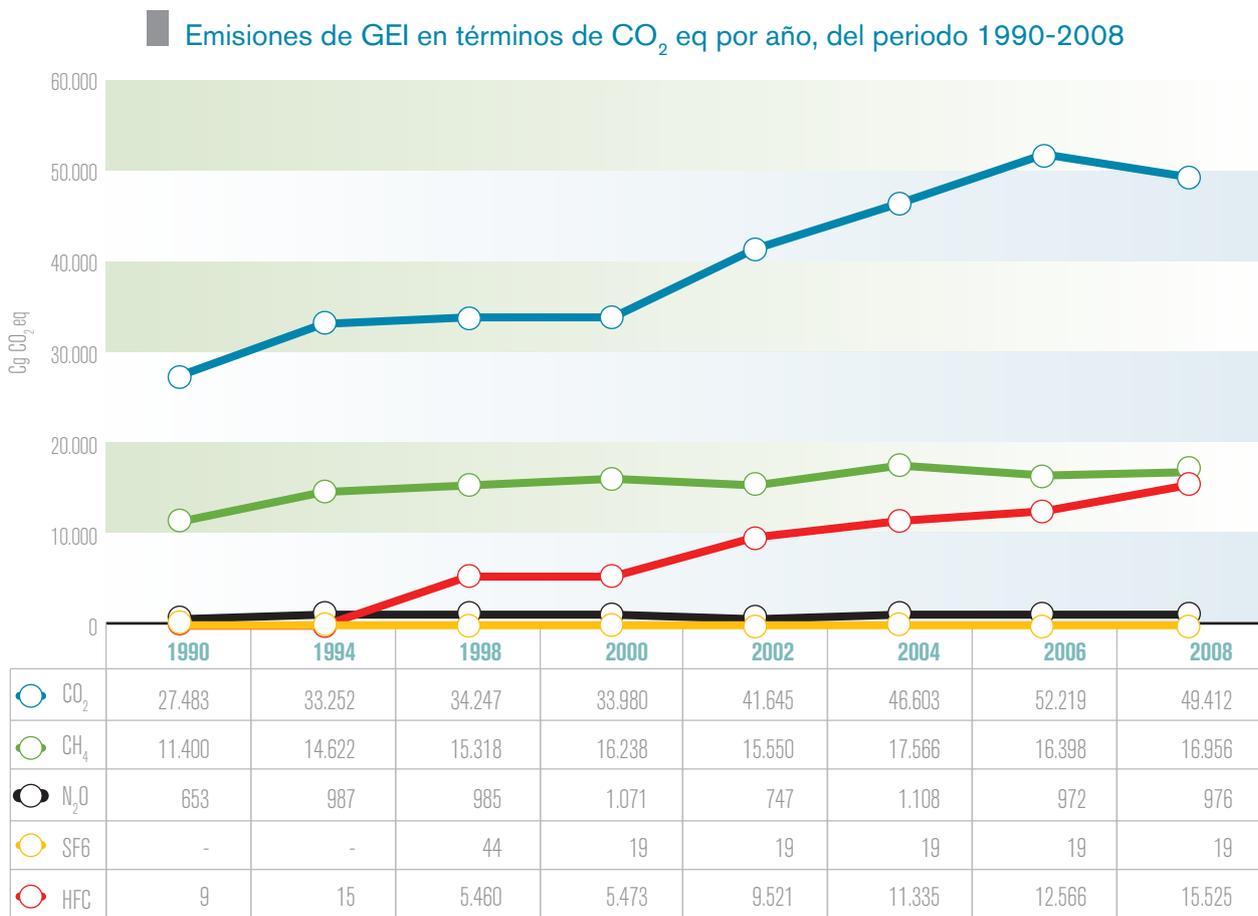
- Las emisiones totales de 2008 fueron mayores en 5.339,2 Gg CO₂ respecto a las emisiones totales de 2006, es decir 7% mayores, principalmente vinculadas al incremento de emisiones en el sector AFOLU.
- El sector AFOLU considera la absorción de GEI anualmente. Las absorciones netas del sector en 2006 fueron de -11.884,23 Gg CO₂, y en 2008 fueron de -20.029,72 Gg CO₂ debido principalmente al incremento de la biomasa en plantaciones forestales y en renovales de bosque nativo.
- El sector Energía generó 12% más emisiones en 2008 respecto a las generadas en 2006.
- Del total de emisiones de GEI, para el año 2006, los mayores aportes corresponden al

CO₂, seguido por el CH₄, y luego el HFC para el año 2008.

- En ambos inventarios el sector con mayores emisiones de CO₂ es AFOLU, seguido por el sector Energía, y posteriormente por IPPU.

2.1 Análisis de emisiones en el período 1990-2008

Bolivia cuenta con el INGEI desde 1990 hasta 2008, con una secuencia de años pares desde 1994. Para fines comparativos se presentan las emisiones considerando como unidad de medida el dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). Cabe remarcar que esta equivalencia sólo considera el CO₂, CH₄, N₂O, HFC y SF₆ por ser los gases con un potencial equivalente claramente definido y, por tanto, el IPCC recomienda su conversión a esta unidad de medida. La siguiente figura presenta las emisiones por tipo de gas y por INGEI anual.



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y PNCC (2009)

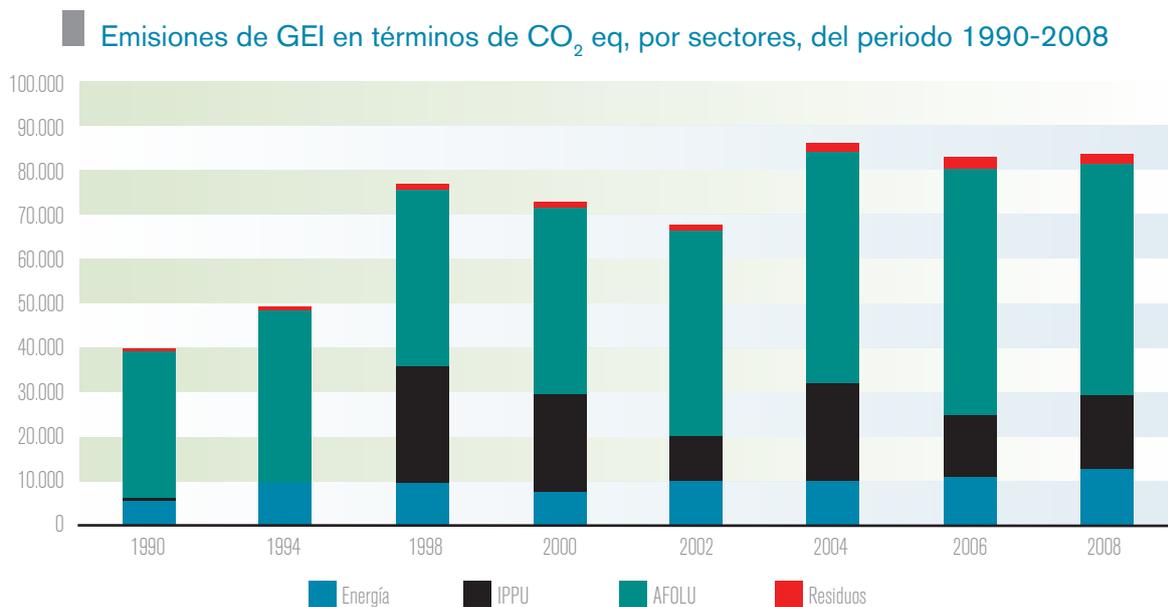
2.2 Análisis de emisiones de GEI del periodo 1990-2008, por sectores

En el periodo 1990-2008 el comportamiento del aporte de los sectores tuvo una tendencia creciente y el sector AFOLU, en todos los años, tiene el mayor aporte en las emisiones anuales. Los sectores con menor aporte son Energía y Residuos.

En los años 1990 y 1994 las emisiones del sector

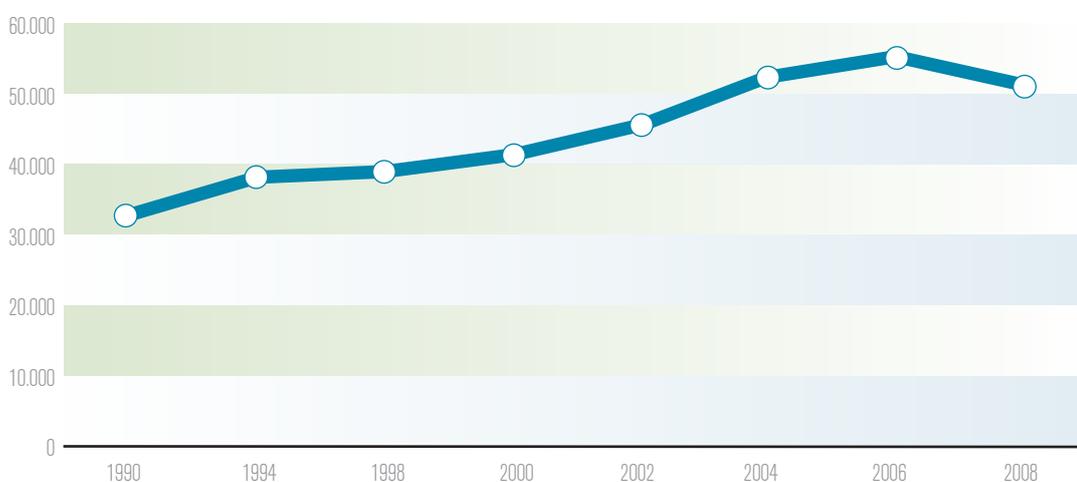
IPPU representan menos del 1%, mientras que el año 1998 representó el 35% del total y los años siguientes este sector representó en promedio el 21%. Esto se debe a la importación de aparatos y equipos de refrigeración y calefacción que usan HFC.

Debido a que el sector AFOLU es el de mayor aporte en todos los inventarios, la siguiente figura analiza la tendencia de generación de emisiones de GEI de este sector.



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Emisiones de GEI en términos de CO₂ eq, del sector AFOLU, del periodo 1990-2008



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Las emisiones del sector AFOLU crecieron en 13% de 1990 a 1994, 3% de 1994 a 1998, 5% de 1998 al 2000, 9% de 2000 al 2002, 13% de 2002 al 2004, 6% de 2004 y 2006, y sólo el año 2008 reduce en 8% respecto al 2006. En el periodo evaluado las emisiones crecieron entre evaluación en promedio de 2.601 Gg de CO₂ eq.

2.3 Análisis de fuentes claves

El análisis de fuentes claves es utilizado para identificar las actividades que mayores emisiones han tenido en el año del inventario. Comprenden básicamente la evaluación de nivel y de tendencia. A continuación, se presenta el detalle del análisis de fuentes clave para el INGEI de los años 2006 y 2008.

2.3.1 Evaluación de nivel

La evaluación de nivel nos da una idea de la magnitud de contribución que una actividad tiene sobre el total. En el inventario de 2006 y 2008 las actividades que contribuyeron mayormente en la evaluación de nivel son:

- a) Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario (36% sobre el total de emisiones en 2006 y 37% en 2008);
- b) Halocarburos (HFC) de equipos de refrigeración y aire acondicionado (con 13% sobre el total de emisiones en 2006 y 19% en 2008);
- c) Fermentación entérica (15% en 2006 y 2008); y
- d) Tierras que conservan su uso inicial (13% en 2006 respecto del total de emisiones), entre las más importantes.

2.3.2 Evaluación de la tendencia

La evaluación de la tendencia nos da una idea de la contribución de las emisiones al total y permite visualizar acumulativamente el aporte de las categorías de fuente al total de emisiones. En 2006, las mayores emisiones se dieron por la categoría Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario,

con un aporte del 45%, seguido de la categoría Tierras que conservan su uso inicial, con un aporte del 19%. En 2008, la categoría Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario contribuyó con un 44% y, en segundo lugar, la categoría Tierras que conservan su uso inicial con un aporte del 20%.

3. Evaluación de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático

El riesgo de desastres es causado por la interacción entre eventos adversos extremos de origen natural o antrópico y la vulnerabilidad de las poblaciones, que incluyen factores como las condiciones de pobreza, infraestructura insegura, dinámicas sociales de migración y asentamiento en zonas expuestas a amenazas y escasa capacidad institucional, entre otros. Los riesgos no manejados adecuadamente causan desastres o emergencias.

Por su parte, Bolivia es un país tropical con variaciones altitudinales y geológicas que configuran diversos y complejos ecosistemas, por lo tanto, los impactos del cambio y la variabilidad del clima son diversos. En el país se tienen principalmente emergencias o desastres originados por: exceso de precipitaciones pluviales (que ocasionan inundaciones, riadas, desbordes y deslizamientos), falta o disminución de precipitaciones pluviales (sequías), disminución de temperaturas mínimas (heladas, olas de frío y granizadas) y movimientos geológicos (terremotos y deslizamientos), entre los más recurrentes. También se presentan incendios forestales causados por condiciones naturales como altas temperaturas y falta de precipitaciones y por acciones humanas como la práctica del *chaqueo*⁷. Los eventos adversos son agravados por el cambio climático y causan un mayor grado de vulnerabilidad en el país.

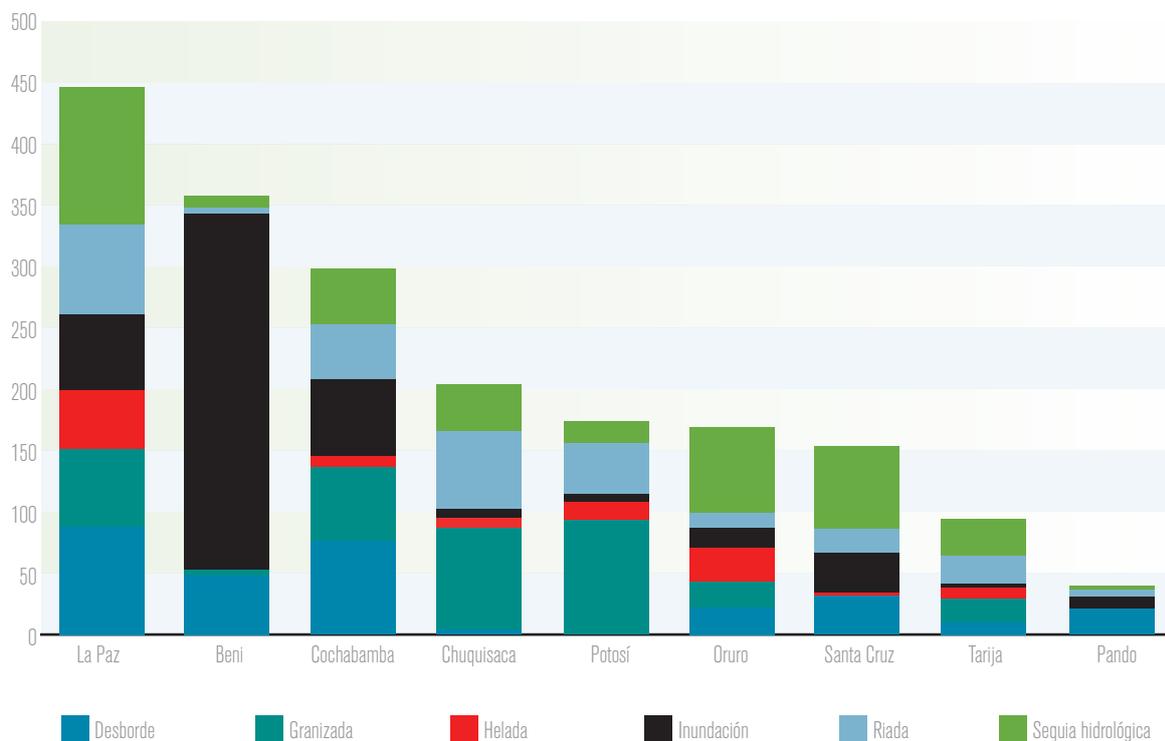
3.1 Impacto del cambio climático y eventos extremos

3.1.1 Análisis de eventos extremos

Para entender el contexto meteorológico del país y los riesgos extremos que agudizan la vulnerabi-

7 El *chaqueo* es la manera tradicional de rehabilitar tierras para la agricultura.

Número de eventos hidrometeorológicos extremos por departamento (2005-2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de (VIDECI, 2014)

lidad de la población se realiza un análisis de los eventos extremos suscitados en el periodo 2005-2009. A continuación, la gráfica presenta el registro de los eventos extremos por departamento y en el total de años evaluados.

El mayor número de eventos adversos se centraron en el departamento de La Paz (23%) seguido del departamento de Beni (18%), Cochabamba (15%) y Chuquisaca (11%). En menor proporción Potosí (9%), Oruro (9%), Santa Cruz (8%), Tarija (5%) y finalmente Pando (2%).

La mayor cantidad de eventos adversos suscitados en el periodo de evaluación fueron las inundaciones (25%), seguidas de las sequías hidrológicas (20%), las granizadas (18%) y las riadas y desbordes (cada una con 15%).

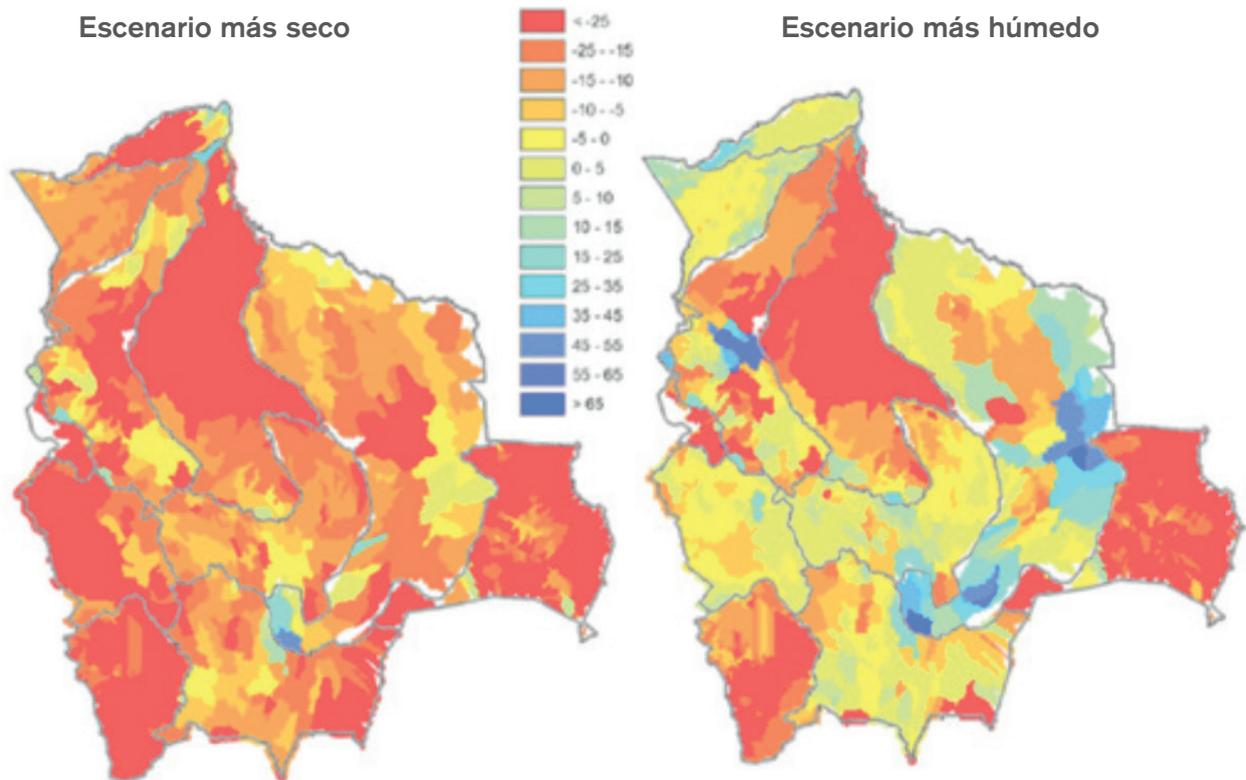
3.2 Análisis de vulnerabilidad

En Bolivia la vulnerabilidad al cambio climático exagera el déficit periódico y crónico de agua, particularmente en zonas climáticas áridas y semiáridas, siendo que la obtención de este recurso vital procede de puntos de abastecimiento únicos, sin la posibilidad de acceder a reservas alternativas en situaciones de necesidad, lo que a su vez se constituye en considerables cargas para la economía. Por otro lado, en otras regiones las inundaciones se proyectan que puedan aumentar, lo cual obligará a adaptarse no solamente a las sequías (escasez crónica de agua), sino también a las inundaciones y en consecuencia a los daños.⁸

Considerando funciones y dimensiones de vulnerabilidad, Bolivia presenta niveles de sensibilidad

8 (Ramírez, 2008)

Dinámica de cambio en el total anual de agua renovable en el país



Fuente: (Escrura *et al.*, 2014)

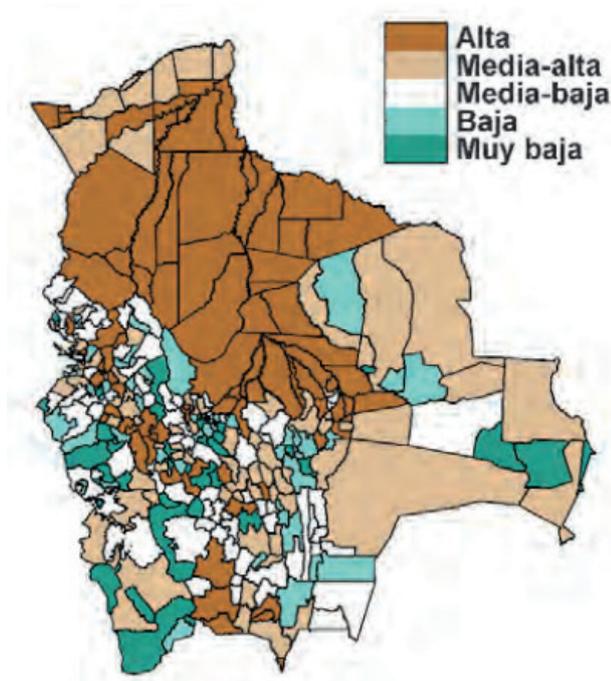
o predisposición a ser afectada en diferentes actividades económicas, en cada región del país. La región andina está expuesta a diferentes amenazas que van desde el altiplano norte hasta el sur donde son frecuentes las sequías, granizadas, heladas y nevadas con impactos a la agricultura familiar, principalmente de subsistencia. En la región oriental la ganadería, en sistemas de producción tradicional extensiva, genera vulnerabilidad marcada por la alta dependencia de los recursos naturales regulada por las condiciones del tiempo y el clima, los bajos niveles de precipitación y suelos pobres hacen que las praderas nativas tengan baja producción primaria neta de biomasa, por tanto, poca disponibilidad alimentaria para el ganado en época de estiaje.

Otro importante análisis fue realizado sobre la vulnerabilidad poblacional al riesgo de desastres en Bolivia⁹ para un periodo de evaluación de diez años, del 2002 al 2012. El estudio presentó información, a nivel de municipios, para resumir los datos de la vulnerabilidad poblacional, y calculó los Índices de Vulnerabilidad Sectorial Municipal (IVSM), que incorporan información sobre las características de los sectores de salud, agropecuario, forestal, vivienda, educación y transporte. En base a los datos de pérdidas de cada sector, generados por cada amenaza, se realizó una ponderación de los IVSM que delimita la vulnerabilidad de la población para cada amenaza. A continuación, se presentan los principales hallazgos.

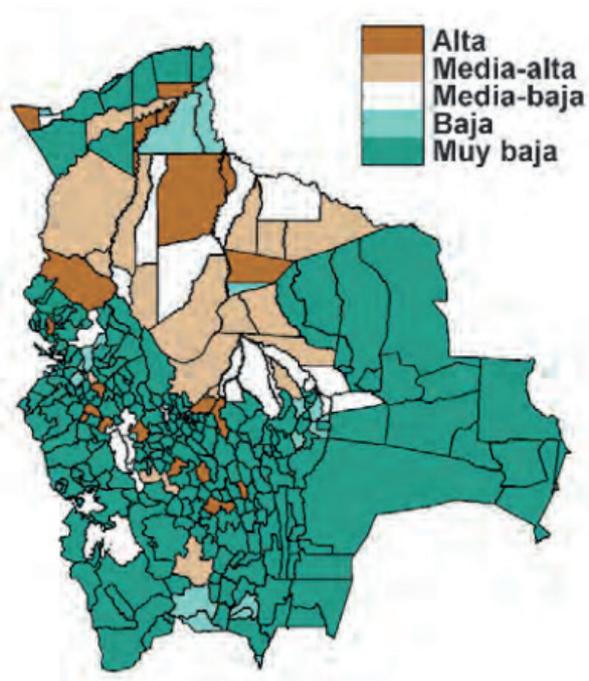
9 (UDAPE y UNFPA, 2015)

Amenazas de inundaciones y vulnerabilidad poblacional en Bolivia

Amenazas de inundaciones



Vulnerabilidad a inundaciones



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

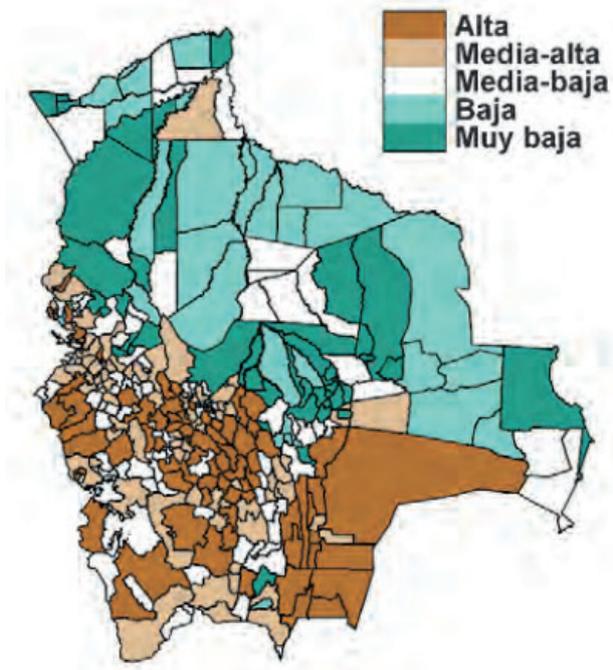
Los resultados muestran que existen municipios como Trinidad, en Beni, que tienen una alta amenaza de sufrir inundaciones de acuerdo al Indicador de Amenazas a Inundaciones del Banco Mundial (IABM), pero tienen una vulnerabilidad¹⁰ poblacional baja debido a que las condiciones socioeconómicas de su población son mejores en comparación con otros municipios benianos altamente amenazados por inundaciones. Así, Trinidad

es menos vulnerable que otros municipios como San Lorenzo en Pando o San Javier, Puerto Siles y Loreto en Beni, los cuales tienen simultáneamente una alta amenaza a inundaciones y una alta vulnerabilidad poblacional.

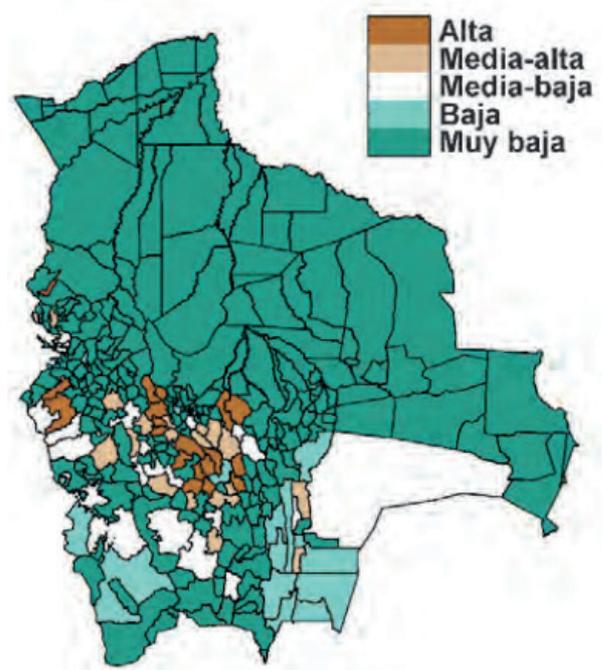
Respecto a la amenaza de sequías, la vulnerabilidad poblacional de los municipios de Bolivia se muestra en la siguiente figura.

¹⁰ La vulnerabilidad es el factor interno de riesgo que se manifiesta ante la presencia de una amenaza. Es el potencial de un sujeto, objeto o sistema, de sufrir daños o pérdidas al estar expuesto a una amenaza, por lo tanto, es una disposición intrínseca a ser afectado (Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud de Chile, 2010; Banco Mundial y otros, 2014).

Amenazas de sequías



Vulnerabilidad a sequías



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

Existen municipios altamente amenazados por sequías como son Yacuiba o Villamontes en Tarija. Sin embargo, ambos tienen una vulnerabilidad poblacional baja a este fenómeno debido a sus mejores condiciones socioeconómicas. Municipios como Tinguipaya y Tacobamba en Potosí, en cambio, tienen simultáneamente una alta amenaza y una alta vulnerabilidad poblacional a sequías.

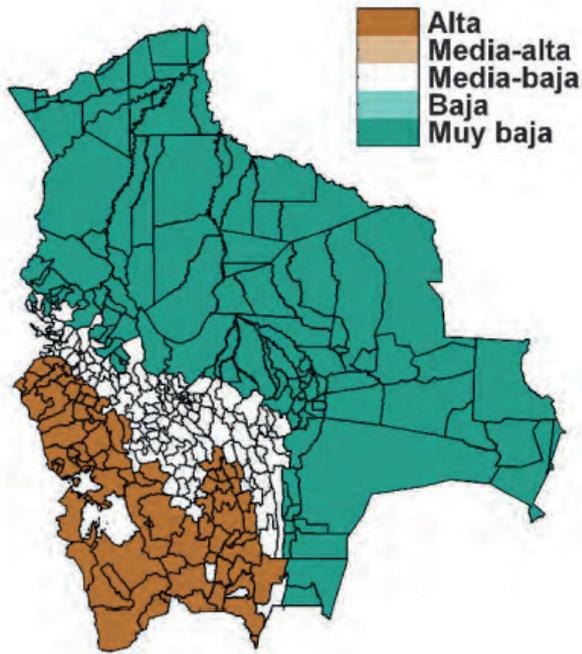
Los factores que más contribuyen a la vulnerabilidad poblacional a sequías en Bolivia son: las di-

ferencias entre grupos sociales, la información de prevención, las condiciones de vida insuficientes y el requerimiento de asistencia debido a que la vulnerabilidad socioeconómica (84%) contribuye más que la exposición (16%) a generar vulnerabilidad a sequías.

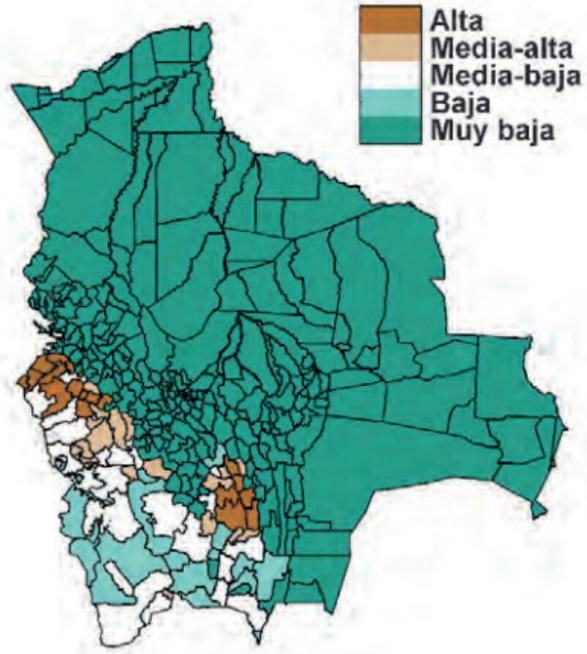
Respecto de la amenaza de las granizadas, la siguiente figura muestra la vulnerabilidad poblacional en los municipios del país.

Amenazas de granizadas y vulnerabilidad poblacional

Amenazas de granizadas



Vulnerabilidad a granizadas



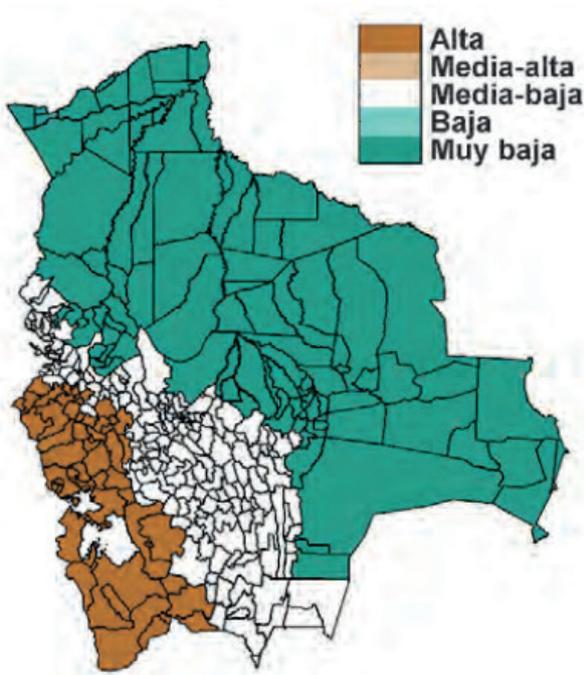
Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

Existe una fuerte relación entre estos fenómenos ya que municipios como Catacora y Chacarilla en La Paz tienen una alta amenaza de granizadas y heladas y al mismo tiempo son altamente vulnerables. En cambio, municipios como Uyuni o Villazón en Potosí están altamente amenazados por heladas y granizadas, sin embargo, tienen una menor

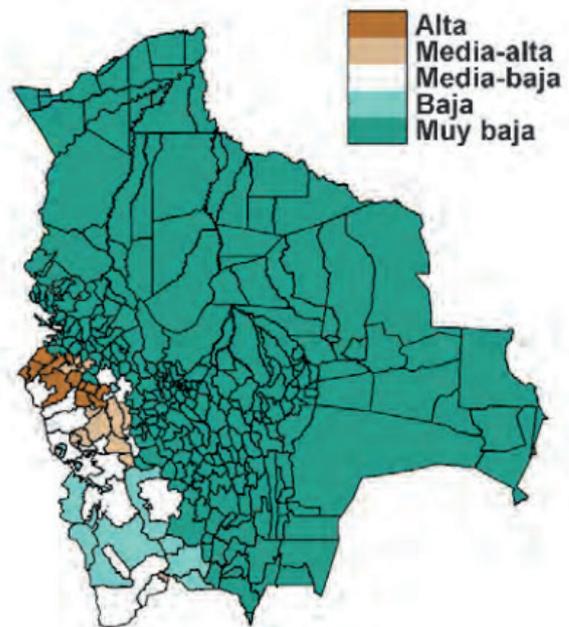
vulnerabilidad debido a su menor exposición y sus mejores características socioeconómicas en comparación con otros municipios sujetos a estas amenazas en Bolivia.

Finalmente, a continuación, se presenta la amenaza y vulnerabilidad a las heladas.

Amenazas de heladas



Vulnerabilidad de heladas



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

Respecto a los factores de vulnerabilidad a granizadas, la vulnerabilidad física representa un 31% y la vulnerabilidad socioeconómica representa un 69%; mientras que, en el caso de las heladas, la vulnerabilidad poblacional se explica por la vulnerabilidad física en un 25% y vulnerabilidad socioeconómica en 75%.

3.3 Sectores vulnerables al cambio climático

Analizando las amenazas y vulnerabilidades poblacionales en Bolivia es importante entender el impacto del cambio climático en los diferentes sectores que se han visto alterados significativamente y, por tanto, han modificado sus ecosistemas. A continuación, se analizan los sectores más vulnerables al cambio climático.

3.3.1 Glaciares

Los glaciares en las montañas andinas circundantes son vitales para el abastecimiento de agua.

En Bolivia uno de los impactos más evidentes del cambio climático es el retroceso de los glaciares. Uno de los casos más críticos es el nevado de Chacaltaya, con más 18.000 años de vida, del que se predijo en 2005 que sobreviviría hasta 2015, pero se redujo más rápido de lo esperado y desapareció casi completamente en 2009.

Asimismo, el retroceso de glaciares tropicales también es evidente, con pérdidas glaciares importantes entre 1980 y 2010. Los casos más relevantes a mencionar son: las cordilleras Apolobamba (40% de pérdida de su superficie), Tres Cruces (27%) y Real (37%) y en la región se presentan tasas similares en otras montañas. El área promedio de pérdida entre 1980 y 2009 es de 37,4%, que representa 119 km².¹¹

Entre el primer y segundo inventario de glaciares de la cordillera Real de Bolivia se refleja que 157 gla-

11 (MMAyA et al., 2014)

ciaras prácticamente han desaparecido (99%)¹². Otro fenómeno del proceso de este retroceso es que algunos glaciares originales se fragmentaron, formando nuevos cuerpos de hielo susceptibles al “efecto de borde”.

- Durante el último siglo, el comportamiento de los nevados en Bolivia está controlado por la variación de las precipitaciones en la cuenca amazónica.
- La frecuencia espacial y temporal de “El Niño” desde mediados de los 70 y el calentamiento global explican la dramática disminución de los glaciares en la región.

3.3.2 Bosques y suelos

La cobertura vegetal en Bolivia abarca extensas áreas de bosques, matorrales y pastizales naturales en ecosistemas frágiles, con prácticas de manejo poco conocidas, que implican un alto riesgo del incremento en las superficies erosionadas debido a la expansión de la frontera agrícola. En el periodo 2009-2012 ha existido una fluctuación de la expansión de la frontera agrícola de 14.642.000 ha en 2009, que experimenta un leve descenso en 2010 a 12.565.000 ha y ha alcanzado una superficie cultivada en 2013 de 16.751.000 ha. Sin embargo, no se incrementa significativamente la producción agrícola de 2.882.000 toneladas en 2009 a 3.554.000 toneladas en 2013¹³, lo que implica que no existe un incremento en los rendimientos a pesar de tener mayor deforestación, por lo que es un indicador de la caída paulatina y crónica de la capacidad productiva de los suelos a nivel nacional.

3.3.3 Agua y saneamiento

Los impactos proyectados más importantes del cambio climático en el sector agua y saneamiento en Bolivia¹⁴ son:

- En los sistemas que dependen de la explotación de aguas subterráneas, la reducción de

los volúmenes disponibles y el descenso de los niveles freáticos pueden expresarse en la sobreexplotación de acuíferos o en costos incrementales para la provisión de agua debido a que el agua se encuentra cada vez a mayor profundidad.

- En los casos en que los operadores incurran en la sobreexplotación de los acuíferos se podrían enfrentar fenómenos de pérdida de calidad del agua.
- Como resultado de las reducciones de los volúmenes embalsados, se incrementarán las concentraciones de materias contaminantes.
- Las características ciclónicas de las lluvias provocarán mayor erosión, generando mayor sedimentación en embalses, reduciendo su capacidad y produciendo mayor turbidez y alta carga de nutrientes en el agua.
- Ante la escasez del recurso, se estima que se incrementarán los conflictos por los múltiples usos del agua, comprometiendo el cumplimiento del derecho fundamental de acceso al agua, la priorización de su uso para el consumo humano, seguridad alimentaria y conservación de las fuentes de agua.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los impactos físicos del cambio climático y su correlación con los impactos vinculados al sector de agua potable y saneamiento¹⁵.

3.3.4 Biodiversidad

Bolivia, como país megadiverso, presenta uno de los índices más altos de biodiversidad y de endemismo de flora y fauna en Sudamérica, que está siendo impactada por la variabilidad y el cambio climático. La biodiversidad de los ecosistemas de montaña es altamente vulnerable debido a que tienen especies endémicas que son características de hábitats específicos y que se encuentran en riesgo de extinguirse si no consiguen adaptarse a

12 (Ramírez, 2013)

13 (INE, 2013)

14 (Paz, Tejada, Díaz, & Arana, 2010)

15 (Paz *et al.*, 2010)

Efectos e impactos observados

Efectos observados	Posibles impactos observados
Incremento en temperatura atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en la disponibilidad de agua en cuencas alimentadas por glaciares que están desapareciendo, como se observa en ciudades a lo largo de los Andes. Cambio en la distribución y abundancia de flora entre pisos ecológicos (monitoreado por el Proyecto Gloria UMSA-IE).
Incremento en temperatura del agua	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del oxígeno disuelto y en la capacidad de autodepuración. Incremento de presencia de algas y potencial aumento de procesos de eutrofización.
Cambios en los patrones de precipitación	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la disponibilidad de agua debido a los cambios en la precipitación y otros fenómenos. Cambio y/o afectación al calendario agrícola.
Incremento en variabilidad interanual de precipitación	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la dificultad de control de crecidas y en el uso de reservorios durante la época de crecidas. Reducción en la reposición de agua subterránea.
Incremento de evapotranspiración	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de la disponibilidad de agua. Salinización de los recursos hídricos. Bajos niveles del agua subterránea.
Mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos	<ul style="list-style-type: none"> Crecidas afectan la calidad del agua y la integridad de las infraestructuras e incrementa la erosión fluvial, lo cual introduce diversos contaminantes a los recursos hídricos. Sequías afectan la disponibilidad y la calidad del agua. Afectación en la distribución y abundancia de los recursos hidrobiológicos.

Fuente: Con base en Paz *et al.*, 2010

las nuevas condiciones o, en algunos casos, desplazarse hacia otros rangos altitudinales para mantener las condiciones de temperatura y humedad en las cuales prosperaban, por lo que están fuertemente restringidos a su capacidad de tolerancia y resiliencia.

Considerando los escenarios de cambio climático como base para el diseño de estrategias y políticas de conservación, es necesario comprender las incertidumbres y las limitaciones de estas proyecciones ante los procesos de deforestación y degradación de hábitats. En esas circunstancias, el nivel promedio de biodiversidad se reduciría a 40% del nivel original, basándose únicamente en la riqueza de especies como indicador¹⁶. Sin embargo, se debe considerar que a nivel local y especialmente en una región con diversos microclimas debido a la topografía y la variación altitudinal, adicionada a la falta de un registro continuo de información climática, estas

predicciones pueden variar significativamente. De manera general, entre los efectos sobre la biodiversidad proyectados para mediados y finales del presente siglo está la extinción de muchas plantas y animales¹⁷ y una muerte regresiva a gran escala de los bosques tropicales debido a su pérdida de humedad.

3.3.5 Agropecuario

Bolivia enfrentó una serie de eventos climáticos extremos con efectos adversos en el sector agropecuario en varias zonas del país. Los mismos hacen referencia a los volúmenes de producción cosechados en las áreas afectadas, los cuales llevaron a una pérdida de ingresos. Durante los eventos extremos entre los años 2013 y 2014, en términos de volumen de producción para el sector agrícola, se estima pérdidas aproximadas de 445 mil toneladas métricas entre cultivos anuales y perennes, en una superficie de 120.272 ha.¹⁸

16 (Andersen, 2009)

17 (World Bank Group, 2010)

18 (UDAPE, 2015a)

Daños y pérdidas del sector agrícola en las gestiones 2003 y 2014

Año	Número de familias afectadas	Superficie cultivada afectada (ha)	Pérdidas agropecuarias económicas (USD)
2003-2004	28.622	167.897	84.540.000
2004-2005	8.336	52.076	21.848.000
2005-2006	19.116	81.576	51.579.000
2006- 2007	55.368	185.432	133.065.000
2007-2008	51.991	164.963	329.622.826
2008-2009	40.651	166.297	108.790.000
2009-2010	70.027	168.045	148.970.000
2010-2011	7.831	12.416	13.171.146
2011-2012	40.443	34.928	40.185.998
2012-2013	67.132	66.765	28.632.677
2013-2014	159.327	140.551	150.711.220

Fuente: UGR VDRA 2015 para Diagnóstico de la Agricultura Familiar Comunitaria

Por otra parte, los daños del sector ganadero se refieren al número de cabezas de animales muertos por la emergencia y a la infraestructura productiva dañada. En las gestiones 2013 y 2014 en el departamento de Beni se registraron 217.010 cabezas muertas de ganado bovino, 4.382 de ganado equino, 6.492 animales menores (porcinos, caprinos y ovinos) y 13.402 aves afectadas por inundaciones en la parte baja de la cuenca amazónica.

3.3.6 Salud

Aunque los impactos del cambio climático se reflejan a nivel global son mayores en regiones sensibles al clima con ecosistemas vulnerables como en América Latina, donde los impactos crecientes del cambio climático están generando un aumento de la vulnerabilidad ambiental, social, económica y de la salud humana. Se considera que el cambio climático es una amenaza grave para la salud¹⁹ y afecta de manera diferencial a países de bajos ingresos y a poblaciones vulnerables.

En las últimas décadas las crecientes ciudades están habilitando cada vez más tierras para facilitar

la construcción de nuevos barrios en la periferia de las ciudades, que corresponden a distintos tipos de ecosistemas e incluso a tierras con vocación agrícola. La urbanización no regulada trae una fuerte limitación de calidad de las viviendas y servicios básicos como la provisión continua de agua, el recojo de desechos sólidos, educación y atención sanitaria, entre otros. Dichos factores favorecen la presentación de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue, principalmente en áreas hacinadas.

Entre la multiplicidad de factores comprometidos en la extensión y prevalencia del dengue, el clima y su variabilidad desempeña un factor fundamental por el incremento de temperaturas, los disturbios en los patrones de precipitación, su influencia sobre los ecosistemas y secundariamente en la distribución geográfica y altitudinal de patógenos y vectores. La variación de los patrones está generando hábitats aptos para el desarrollo vectorial, incrementando sus posibilidades de reproducción, disminuyendo sus periodos de incubación e incrementando su capacidad infectiva. Dado que los gérmenes (transmitidos por vectores), debido a su corta vida y a su dependencia de los parámetros

¹⁹ OPS/OMS Informe Quinquenal 2013-2017 del director de la Oficina Sanitaria Panamericana (<https://www.paho.org/annual-report-2017/Espanol.html>)

climatológicos pueden exhibir una marcada ampli-
ficación de su capacidad de transmisión²⁰.

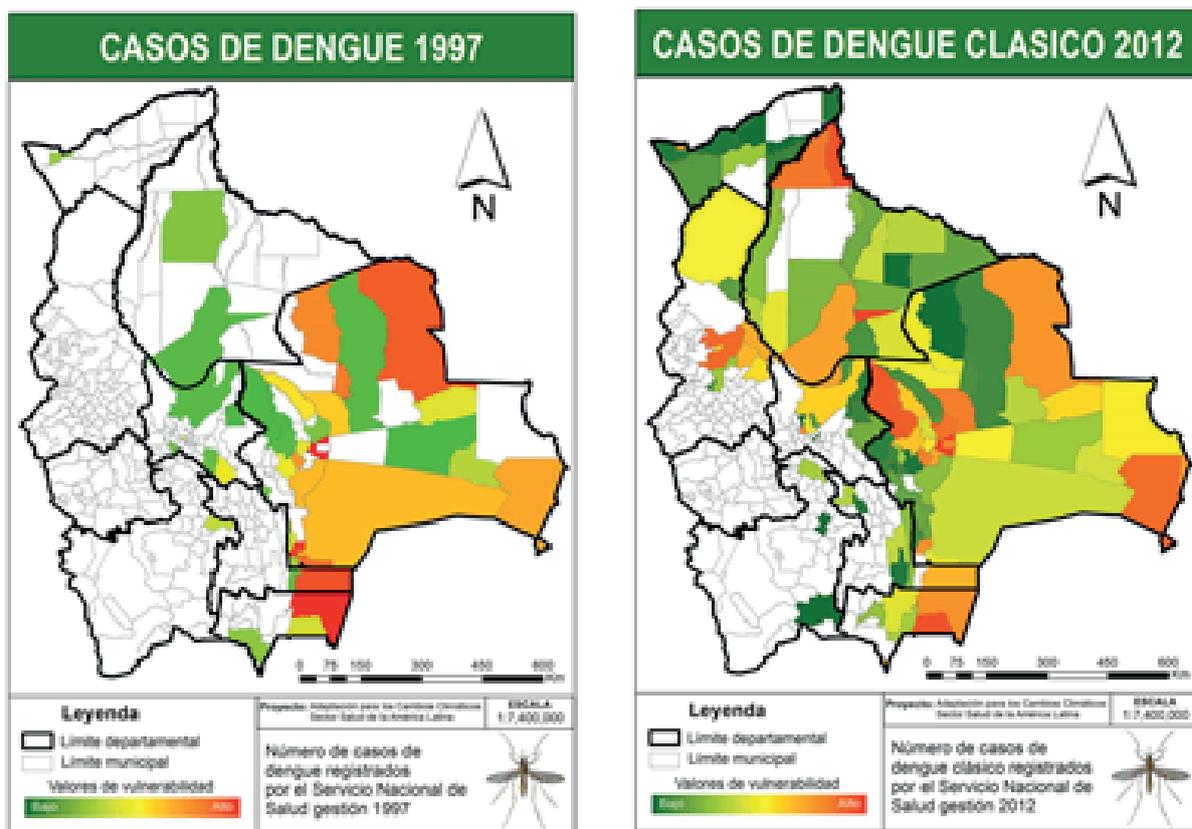
El proyecto “Instrumentos Regionales para la
Adaptación al Cambio Climático” (BPR-BID), en
su primera fase de 1997 a 2013, ha estudiado
la presencia de casos de dengue, del mosquito
Aedes aegypti, en un transecto altitudinal desde
las partes más bajas del oriente del país hasta
los municipios más altos del occidente del país,
considerando su nivel de vulnerabilidad sanitaria
al cambio climático para el dengue. La presen-
cia del vector no sólo está asociada con la tem-
peratura, sino con factores socioambientales. El
siguiente mapa muestra la vulnerabilidad al cam-
bio climático para el dengue para el año 1997
categorizada de 1 a 5, siendo este último la más

alta vulnerabilidad, mientras que para el año 2012
evidenciándose un mayor número de municipios
que presentaban casos de dengue favorecidos
por múltiples factores de acuerdo a su nivel de
vulnerabilidad.

El dengue está presente en Santa Cruz, Cobija,
Yacuiba, Roboré, Puerto Suárez, Chapare y el nor-
te del departamento de La Paz. Además, existe
riesgo de introducción del *Aedes albopictus*.

Los impactos en la salud por el cambio climático
son evaluados principalmente por cuatro tipos
de enfermedades: malaria, dengue, infecciones
respiratorias agudas y enfermedades diarreicas
agudas. Para la metodología de análisis realiza-
da por la CEPAL y el BID en el documento “La

Vulnerabilidad al cambio climático para el dengue en Bolivia



Fuente: Proyecto “Herramientas regionales para la adaptación a la salud del cambio climático” del Programa de Bienes Públicos Regionales-BID

20 (Aparicio Effen *et al.* 2010)

economía del cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia” se consideró el cálculo de los costos relacionados con la pérdida de días laborales por el aumento de malaria y dengue y los costos relacionados con el gasto público en el tratamiento de los enfermos adicionales²¹. El resultado²² de los cálculos indica que “las pérdidas atribuibles a la productividad en el caso de la malaria y del dengue estarían en el orden del 0,007% y del 0,015% del PIB, respectivamente, para 2100 a nivel nacional”.

3.4. Políticas y estrategias de adaptación al cambio climático

Bolivia considera la adaptación un tema fundamental y prioritario establecido en la Política Plurinacional de Cambio Climático y en el Artículo 2 del Decreto Supremo 1696. Este último establece el Mecanismo de Adaptación para el Vivir Bien como parte de la APMT y tiene como principales programas a los siguientes:

- Programa de prevención y reducción del riesgo por impactos del cambio climático.
- Programa de resiliencia de sistemas de vida para la seguridad alimentaria con soberanía.
- Programa de gestión integral del agua.
- Programas de educación y salud relacionados al cambio climático.

Entre los años 2009 y 2015 se presentaron sequías en el 67% de los municipios de Bolivia, principalmente en Santa Cruz, Tarija y Cochabamba; también heladas y nevadas relacionadas con los eventos El Niño/La Niña con alta recurrencia en Tarija. Otro evento hidrometeorológico frecuente fue las inundaciones que además afectaron fuertemente los cultivos y el ganado en La Paz y Santa Cruz. En los años 2013 y 2014, en el Chaco se registraron las peores sequías de los últimos 50 años, incluidas algunas de las más graves inundaciones al norte del país.

21 (CEPAL, 2007)

22 (CEPAL & BID, 2014)

23 (MMAyA & VAPPSB, 2009)

3.5 Medidas de adaptación sobre agua y recursos hídricos

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) ha incluido el estudio de medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático, riesgos y medio ambiente en los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario como requisito indispensable para la presentación de proyectos, a nivel de diseño final, para que este importante aspecto sea tomado en cuenta. Asimismo, las medidas de adaptación desarrolladas se describen a continuación.

3.5.1 Saneamiento básico

El Estado Plurinacional de Bolivia reconociendo el acceso a agua y saneamiento básico como derecho humano asume con responsabilidad, mediante el Plan Nacional de Saneamiento Básico enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), la promoción de políticas y estrategias relacionadas con la protección y conservación del agua. Además, garantiza la equidad en el acceso²³.

El Plan Nacional de Saneamiento Básico 2008-2015, como instrumento sectorial del PND, planteó las siguientes metas a alcanzar:

- A nivel nacional: 90% de cobertura de agua, 80% de saneamiento básico y 80% de cobertura en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- A nivel urbano: 95% de cobertura de agua y 79% de saneamiento básico.
- A nivel rural: 80% de cobertura de agua y saneamiento básico.
- Programa de cambio climático: se ha logrado cobertura total en educación y se han realizado las inversiones programadas.
- Programa de uso eficiente de agua: incluyen la cobertura nacional con alcances subnacionales, el alcance global del tema en educación, la

incorporación del cambio climático en el 50% de las entidades encargadas de temáticas vinculadas a agua y saneamiento y la ejecución de las inversiones programadas.

- El programa de uso eficiente de agua está fuertemente relacionado con la adaptación al cambio climático, pues permitirá el aprovechamiento sostenible del recurso. Por otro lado, los pueblos indígenas son un sector definido como una prioridad por el gobierno nacional y plasmado en el PND, por lo cual se fijó llegar al 90% de cobertura en sus territorios, incrementando la inversión.

3.5.2 Gestión de cuencas

El Plan Nacional de Desarrollo define la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) como un proceso que promueve el desarrollo coordinado del agua, de la tierra y de los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar social y económico con equidad y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. Las medidas implementadas en este sector están referidas al monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, planes directores de cuencas y acciones respecto a aprovechamiento de los recursos hídricos en el marco del Plan Nacional de Cuencas (PNC), al igual que en programas de prevención de desastres naturales²⁴.

3.5.3 Recursos hídricos

La política nacional “Agua para todos” pretende mejorar el acceso al agua, considerando esto como un derecho humano; posee componentes de sostenibilidad y gestión del agua²⁵. Cuenta con planes nacionales, regionales y departamentales, así como programas en diferentes sectores, haciendo énfasis en riego.

Por su parte, el PNC se constituye en un instrumento que promueve alianzas estratégicas para la implementación de diferentes modalidades de la GIRH y el Manejo Integral de Cuencas (MIC) en cuencas de Bolivia y transfronterizas. Las nuevas

modalidades de GIRH y MIC consideran como base los principios de gestión social, participación local de articulación y concertación de diferentes usos del agua y organización de usuarios actores de una cuenca o subcuenca. El programa de la fase 2013 a 2017 tuvo los siguientes componentes:

- Promoción y desarrollo de planes directores de cuencas.
- Implementación de proyectos GIRH-MIC.
- Gestión de riesgos hidrológicos y de cambio climático.
- Gestión de la calidad hídrica.
- Implementación de cuencas pedagógicas.
- Gestión de conocimientos e información de recursos hídricos y cuencas.
- Desarrollo institucional y fortalecimiento de capacidades para la GIRH y MIC.

Y cuenta con varios programas como: Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuencas (PRONAREC), Programa de Inversión Adaptación al Cambio climático sector Hídrico PIACC-BID, Programa Mi Agua I, Mi Agua II, Mi Agua III-CAF y Mi Riego.

3.5.4 Sector agropecuario

Un sector estratégico en la economía nacional es el agropecuario, con un aporte sostenido al PIB del 12% en la última década; pilar fundamental de la producción alimentaria, provee suministros de materia prima para la industria, genera divisas a través de la exportación de productos y es la principal actividad económica generadora de empleo en el área rural.

Este sector se caracteriza por su estructura heterogénea de los sistemas de producción, involucra agricultura familiar campesinas de subsistencia con pe-

24 (MMAyA & MDRT, 2011)

25 (MMAyA *et al.*, 2007a)

queños excedentes para la comercialización a partir de insumos locales. Asimismo, comprende actividades campesinas orientadas al mercado local y actividades rurales mecanizadas sujetas principalmente al mercado internacional. En este sentido, este sector se caracteriza por la diversidad tipológica de productores que combinan diferentes factores, como el tamaño de propiedad, los niveles de especialización o diversificación de la producción y la intensidad en el uso de mano de obra, insumos y capital. Esta heterogeneidad socioeconómica permite la diferenciación de una economía agropecuaria dual, caracterizada por la presencia de una economía campesina-indígena y por una economía empresarial²⁶.

La temática de cambio climático es incorporada como componente transversal de la agenda estratégica de investigación del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), con base en las siguientes iniciativas:

- Sistematización de estrategias y acciones para adaptación y mitigación de impactos de cambio climático en el sector agropecuario y forestal;
- creación de mecanismos de identificación y acción temprana de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario;
- desarrollo de herramientas de seguimiento y evaluación continua de los impactos de cambio climático sobre una línea de base en el sector agropecuario;
- desarrollo de medidas de mitigación y adaptación, estrategias de intervención y criterios de priorización.²⁷

El INIAF ejecuta los siguientes programas: trigo, maíz, arroz, papa, quinua, hortalizas, caña de azúcar, ganadería y forrajes, bosques y recursos genéticos; también genera un programa de fortalecimiento a las capacidades de investigación para apoyo a la seguridad alimentaria, las cuales tienen relación con el cambio climático²⁸.

26 (UDAPE, 2015c)

27 (INIAF, 2010)

28 (INIAF, 2013)

29 (Helvetas Swiss Intercooperation, 2014)

3.6 Estrategias de adaptación basadas en la comunidad

3.6.1 Conocimiento local, ancestral y resiliencia al cambio climático

En coherencia con los mandatos y políticas nacionales, el país busca la valorización y recuperación de los conocimientos ancestrales como componentes importantes de las acciones de adaptación al cambio climático. De esta manera, instituciones gubernamentales y no gubernamentales incorporan este elemento en el desarrollo de sus proyectos. En ese sentido, el proyecto Biocultura y Cambio Climático es uno de los proyectos sobre seguridad alimentaria con soberanía a nivel nacional; es ejecutado por la APMT con financiamiento de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Este proyecto benefició a familias indígenas originarias y campesinas de 300 comunidades en 27 municipios de la zona andina y subandina del país y propone una fusión entre manejo sustentable de la biodiversidad y la revalorización de saberes ancestrales entre la diversidad biológica con la diversidad cultural, para así desarrollar modelos endógenos bioculturales. Uno de sus puntos más importantes es el trabajo de la conservación de las zonas de agrobiodiversidad, el cual enfoca la conservación de los cultivos ancestrales y de gran potencial nutricional.

Al mismo tiempo, es importante señalar que junto a la Unidad de Gestión del Riesgo Agropecuario y Cambio Climático del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) se transfirieron herramientas de monitoreo climático a diversos municipios. Entre las herramientas que tuvieron acogida a nivel local se destacan dos: a) los formularios para generar pronósticos usados por los Yapuchiris²⁹ denominados también Observadores Locales Agroclimáticos; y b) el Pachagrama, demandado no sólo a nivel local, sino a nivel nacional e internacional (Perú, Ecuador y Colombia).

3.6.2 Adaptación de la biodiversidad

La biodiversidad muestra diferentes estrategias para reducir su vulnerabilidad al calentamiento global como: las migraciones, cambios demográficos, cambios fenológicos, modificaciones fisiológicas y comportamentales. Sin embargo, hay que considerar que la biota con características fisiológicas especiales, como los anfibios con piel y huevos permeables y cuya determinación sexual dependen de la temperatura, puede ser vulnerable al igual que especies con rangos de distribución restringida o hábitat particulares. En contraste, las especies que ocupan zonas con hábitats más amplios y sin interrupciones y que gozan de mecanismos rápidos de dispersión y grandes poblaciones se encuentran ante un menor riesgo de extinción.

El entendimiento de las cambiantes dinámicas ecológicas de muchos ecosistemas vulnerables presenta un desafío para las estrategias de conservación, particularmente porque la actual red de áreas protegidas a nivel global busca proteger patrones de biodiversidad estáticos (en lugar de dinámicos)³⁰. Sin embargo, existen estudios de simulación que sugieren que algunas de estas redes probablemente no logren sus objetivos originales³¹, siendo muy probable que se necesiten nuevos enfoques para la conservación de la naturaleza que reconozcan la realidad dinámica de los efectos del cambio climático en los ecosistemas.

En el marco de los desafíos que supone el cambio climático para la distribución de las especies se debe repensar las estrategias de conservación que garanticen la migración de ciertas poblaciones. Es decir, se debe tener clara la migración potencial de las especies como base teórica útil para priorizar acciones de adaptación³². Es necesario considerar que los patrones de paisaje promuevan la conectividad para especies, comunidades y procesos ecológicos como un elemento clave en la conservación de la naturaleza y su capacidad de adaptación. Otra consideración es la relacionada con el conocimiento y conservación

de la agrobiodiversidad, un factor del patrimonio natural que, al permitir la sustentabilidad en los sistemas de vida y la seguridad alimentaria con soberanía, es parte fundamental de la adaptación al cambio climático en nuestro país. Ésta, al formar parte de los sistemas productivos ancestrales y a pequeña escala, se constituye, su manejo, en una de las formas más eficientes para mantener una alta resiliencia y adaptar los sistemas productivos. Asimismo, se deben considerar las lecciones aprendidas de manejo de flora y fauna silvestre que transversalmente apoyan al mantenimiento de los ecosistemas, ayudando de esta manera al desarrollo integral.

4. Mitigación al cambio climático

Bolivia implementa acciones con impacto en mitigación en el marco de sus planes de desarrollo y de los esfuerzos que debe realizar para ser más resiliente al cambio climático. A nivel nacional existen varios ámbitos con potencial para la implementación de medidas y acciones con impacto en mitigación, entre los cuales se tiene: mejorar la eficiencia en el uso de la energía, el aprovechamiento de las energías renovables, el tratamiento de residuos y otros.

El Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien se implementa el año 2014 como un componente operativo de la APMT, con el objetivo de contribuir al desarrollo y el fortalecimiento de acciones sectoriales y multisectoriales, promoviendo iniciativas dirigidas a la reducción de emisiones de GEI.

En esa línea, desde las entidades del nivel central del Estado se promueven acciones de mitigación del cambio climático. En este capítulo se describen algunas de estas acciones en los ámbitos energético y de residuos en el periodo 2009-2014. Como se mencionó previamente, las acciones implementadas tienen como objetivo principal contribuir al desarrollo y a mejorar la calidad de vida de la población; en ese sentido, no se ha cuantificado las emisiones de GEI evitadas o reducidas por estas acciones.

30 (Lemieux & Scott, 2005; Lovejoy, 2005)

31 (Hannah, Midgley, Hughes, & Bomhard, 2005)

32 (Locatelli & Imbach, 2010)

4.1 Mitigación en el sector energético

Conversión de vehículos a Gas Natural Vehicular (GNV)

De acuerdo con varios estudios desarrollados a nivel internacional, la conversión de vehículos a GNV conlleva una reducción neta de las emisiones de GEI. Al respecto, en Bolivia el 2010 se crea la Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular (EEC-GNV); y a partir de esto, se promueve el cambio de la matriz energética y posteriormente se ejecuta el Programa de Recalificación de Cilindros y Programa Nacional de Transformación de Vehículos de Diésel Oil a GNV.

Entre 2010 y 2014, el Programa de Conversión a GNV de vehículos del servicio público en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Oruro y Chuquisaca realizó 108.817 conversiones vehiculares³³. La cantidad de emisiones de GEI reducidas depende de varios aspectos técnicos (tecnología empleada, tipo de vehículo y otros) y en el marco de esta iniciativa en Bolivia no se desarrollaron estudios orientados a cuantificar esta reducción.

Eficiencia energética

El “Programa Nacional de Eficiencia Energética”, aprobado en 2008, fue implementado con la finalidad de establecer acciones, políticas y ejecutar proyectos que buscan optimizar el uso racional, eficiente y eficaz de la energía³⁴. En este marco, se implementó el programa de sustitución de focos incandescentes por ahorradores 2008-2009 (distribución gratuita de 7,9 millones de focos ahorradores) reduciendo hasta en un 30% la facturación por consumo eléctrico en hogares. Al año 2012 se sustituyeron 6.079.648 focos ahorradores en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Beni y Tarija. El programa de sustitución de focos incandescentes fue complementado por programas comunicacionales de difusión y concientización: “Desplaza tu consumo de horas pico” implementado entre 2009 y 2010, y “Luz que apagas, luz que no pagas” im-

plementado entre 2011 y 2012, destinados a que la ciudadanía forme parte activa de esta política de Estado. Aunque no se cuantificó el potencial de reducción de emisiones por estas acciones, en el sector residencial de las ciudades, las emisiones en el sector energía estacionaria representan alrededor del 30% de las emisiones totales, y el consumo de energía eléctrica representa la mitad de estas emisiones, por lo que las reducciones podrían ser significativas.

Energías alternativas y renovables

El Programa Electricidad para Vivir con Dignidad fue creado en 2008 con los objetivos de incrementar la cobertura de energía eléctrica en las áreas rural y urbana de Bolivia y mejorar las condiciones de vida de la población, lo que implicó un mayor consumo de energía eléctrica. Por ello el objetivo del país es cubrir esta demanda a partir de la generación aislada de energía eléctrica a partir de fuentes alternativas y renovables.

En el marco de este programa se llevaron a cabo una serie de proyectos que contribuyeron a la generación de energía limpia, lo que a su vez implicaba evitar o reducir emisiones de GEI hasta el 2015. Esos programas y proyectos fueron: Programa Energías Renovables (PER), cuyo objetivo es utilizar de manera sostenible la energía renovable, mediante el aprovechamiento del recurso hídrico existente en las áreas de influencia, ejecutando proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas para dotar de energía eléctrica a poblaciones rurales alejadas del Sistema Interconectado Nacional (SIN) o para su interconexión al SIN, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética nacional. En el marco del PER, hasta 2013 se logró la cobertura de energía eléctrica en poblaciones rurales beneficiando a un total de 2.478 familias con la generación de 1.177 kW de potencia instalada³⁵.

El Programa de Acceso a Energía Eléctrica y Energía Renovable, implementado entre 2007 y 2011, benefició a un total a 10.147 hogares con el acceso a la energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos y

33 EEC-GNV (2014)

34 (MHE, 2013)

35 (MHyE & VEyEA, 2014)

3.000 sistemas para infraestructura de usos sociales y productivos de la electricidad. La densificación con pequeñas extensiones de redes eléctricas en media y baja tensión alcanzó por su parte a beneficiar a 20.073 hogares, así como a comunidades rurales con la dotación de 7.649 cocinas mejoradas tipo Malena con el uso eficiente de la leña.

El Proyecto GPOBA de Electrificación Rural Fotovoltaica contribuyó al acceso a servicios de electricidad de familias y escuelas en áreas rurales mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos en los departamentos de La Paz, Potosí, Cochabamba y Chuquisaca. A través de él se distribuyeron pico lámparas solares en las zonas de la Chiquitania, Chaco y Amazonía de Bolivia. Hasta 2013, se instalaron 7.564 sistemas fotovoltaicos y se entregaron 4.055 lámparas pico PV, beneficiando a la misma cantidad de familias, respectivamente.

El Programa EUROSOLAR, un programa regional de la Unión Europea, benefició a 59 comunidades de los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Oruro, Potosí y Santa Cruz, dotándoles de energía eléctrica con base en sistemas híbridos (solar/eólico) para el funcionamiento de telecentros comunitarios. Hasta 2013, el programa benefició a un total de 5.566 familias.

Mitigación en el sector Residuos

En las ciudades el sector Residuos representa alrededor del 14% de las emisiones totales, principalmente por la generación de GEI, entre ellos el metano (CH₄) en rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto que representan alrededor del 85% del total del sector, y el restante 15% por la generación de emisiones en plantas de tratamiento de aguas residuales.

En este marco, en Bolivia, la reducción de emisiones del sector Residuos es prioritario, por lo que se implementan acciones para lograrlo, entre ellas, remarca los programas piloto de aprovechamiento de residuos que consisten en la separación en origen, recolección diferenciada y proceso de compostaje para residuos orgánicos o acopio y comercialización de los residuos inorgánicos reciclables a la industria, implementado en seis municipios del país: Santa Cruz de la Sierra, La Paz, Cochabamba, Tiquipaya, Comarapa y San Matías.

5. Medidas adoptadas para lograr los objetivos de la CMNUCC

5.1 Aportes de Bolivia a la CMNUCC

Bolivia tiene una amplia trayectoria en relación a la demostración de su compromiso para reducir el impacto al medio ambiente y, más recientemente, reducir su aporte al cambio climático, aspecto reafirmado ante la CMNUCC.

Internamente ha trabajado en la estructuración de mecanismos e instancias que contribuyan al cumplimiento de las metas establecidas internacionalmente, mismas que se describen a continuación.

Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra

Bolivia plantea un mecanismo conjunto como una propuesta estratégica enmarcada en la sinergia entre mitigación y adaptación, articulando los esfuerzos internacionales de conservación de los bosques como sumideros de carbono, reduciendo la vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático. Este mecanismo conjunto visualiza a los bosques como un sector fundamental para la mitigación y para la adaptación de manera conjunta. Asimismo, plantea el refuerzo y potenciamiento de la relación entre pueblos indígenas y comunidades locales con el bosque como estrategia real de conservación, pero además del desarrollo integral y sustentable para las comunidades, reduciendo así su vulnerabilidad. De esta forma, promueve los sistemas productivos sustentables, reforzando la gobernanza de las comunidades e incrementando su resiliencia.

Plataforma de Comunidades Locales y Pueblos Indígenas

Esta plataforma constituye la primera instancia en la historia de la CMNUCC que reconoce y da voz a los pueblos indígenas y comunidades locales del mundo, incluyéndolos activamente en la lucha global contra el cambio climático como actores fundamentales con plenos derechos y con capacidad de acción. La participación directa de los pueblos indígenas es consolidada en esta Plataforma, que es reconocida en el párrafo 135 de la Decisión 1/

CP.21. Estas propuestas se consolidaron a través de múltiples escenarios internacionales de discusión y negociación en cambio climático; a continuación, se mencionan los más importantes.

Eventos importantes en los que Bolivia demostró su compromiso a nivel internacional y nacional:

- COP15, Copenhague, Dinamarca, 2009: el punto de inflexión
- I Cumbre Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra, Tiquipaya, Cochabamba, Bolivia, 2010
- II Cumbre Mundial de los Pueblos sobre el Cambio climático de Defensa de la Vida, Tiquipaya, Cochabamba, Bolivia, 2015
- COP21, París, Francia, 2015: el Acuerdo de París

Comunicaciones Nacionales

Bolivia elabora sus comunicaciones nacionales en el marco de sus compromisos ante la CMNUCC. Además, la elaboración de reportes de cambio climático se alinea con lo establecido en la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien y a la Política Plurinacional de Cambio Climático. Las comunicaciones nacionales de Bolivia incluyen los avances que se lograron en adaptación, mitigación y la gestión relacionada con el cambio climático.

Primera Comunicación Nacional: Presentada en la COP6, que se llevó a cabo en Bonn, Alemania, en 2001. Fue el primer esfuerzo de Bolivia presentado ante la CMNUCC. Incluye los inventarios de GEI para el año 1994, así como un análisis de vulnerabilidad, adaptación y mitigación. El análisis de vulnerabilidad permite identificar los sectores que requieren mayor atención y elaborar los lineamientos estratégicos para adaptación por sectores. Las medidas de mitigación se plantearon para los sectores: energía, forestal y agrícola, e incluyen propuestas y análisis de costos.

Segunda Comunicación Nacional: Presentada en la COP 15, que se realizó en Copenhague, Dinamarca, en 2009. Esta segunda comunicación re-

presenta avances considerables con respecto a la primera. En primer lugar, se profundizan los análisis de vulnerabilidad e impactos del cambio climático en los diferentes sectores, pero además en las medidas de adaptación y mitigación se evidencian estrategias y planes en ejecución y no sólo proyecciones. Se incluye estrategias direccionadas a generar o fortalecer las capacidades institucionales y de negociación, así como los planes de educación y difusión del cambio climático.

6. Necesidades, marco institucional y de planificación

Se han identificado obstáculos, necesidades y proyecciones conexas de financiamiento, tecnología y desarrollo de capacidades para la implementación de la política de cambio climático en Bolivia.

6.1 Necesidades

En el marco de la implementación de la CND de Bolivia y en coherencia con el Acuerdo de París es necesaria y obligatoria la movilización de nuevos fondos de las partes para que los países en vías de desarrollo puedan tomar acciones de adaptación y mitigación al cambio climático. Para dar continuidad al trabajo de elaboración de los inventarios nacionales de GEI, de las comunicaciones nacionales y de los informes bienales de actualización se requiere el desarrollo de capacidades técnicas y de procesos continuos de generación de información de calidad.

Al margen de las necesidades financieras mencionadas, se han identificado algunas necesidades técnicas y de fortalecimiento, siendo las más relevantes:

- Fortalecer y consolidar el Sistema Plurinacional de Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra y Cambio Climático.
- Mejorar los procesos relacionados con la generación, la transferencia y el procesamiento de la información relacionada con cambio climático.
- Mejorar los flujos de información de la actividad de cada uno de los sectores para la elaboración de los inventarios de GEI.

- Fortalecer las capacidades técnicas relacionadas al cálculo de emisiones de GEI en cada uno de los sectores.
- Fortalecer las capacidades para el cálculo de reducción de emisiones en el marco de la implementación de los distintos proyectos y monitorear el avance en el cumplimiento de las CND.
- Fortalecer las capacidades técnicas para el desarrollo de escenarios regionalizados de cambio climático.
- Articular las líneas de investigación sobre cambio climático, a nivel nacional, desde las ciencias naturales y las ciencias sociales.
- Profundizar el trabajo del enfoque de sistemas de vida para la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático.
- Profundizar el trabajo de adaptación al cambio climático a través del diálogo de saberes.

6.2 Marco institucional y de planificación

Los instrumentos de planificación con los que se cuenta para el desarrollo de las actividades de cambio climático en el país son:

- El Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2020 (PDES), que está enmarcado en la Agenda Patriótica 2025, la misma que plantea la participación inclusiva del nivel central del Estado, los gobiernos autónomos departamentales, los gobiernos autónomos municipales y las autonomías indígena originario campesinas. La Agenda Patriótica 2025 plantea 13 pilares sobre los que se levantará la Bolivia digna y soberana, en tanto que el PDES formula las estrategias y medidas necesarias para implementar cada uno de estos pilares.
- Sistema Integral de Planificación del Estado (SPIE). La Ley N° 777 establece el nuevo sistema que articula la planificación sectorial e integral del desarrollo, e incorpora de forma transversal los enfoques de sistemas de vida,

cambio climático y gestión de riesgos. La planificación sectorial y territorial deben incluir acciones y medidas de adaptación y mitigación. En este contexto, la APMT tiene un rol muy importante por desempeñar para garantizar la incorporación del enfoque de cambio climático en la planificación sectorial y territorial.

- Política y Plan Plurinacional de Cambio Climático. Esta política está enmarcada en la Agenda Patriótica 2025 y su implementación está a cargo de la APMT. Dicha política está orientada a la adaptación, a mejorar la resiliencia de los sectores más vulnerables, a la generación de capacidades, a la recuperación de saberes ancestrales para la adaptación al cambio de matriz y al incremento de la eficiencia energética.
- Las CND de Bolivia están articuladas a la planificación nacional y son coherentes con la posición boliviana sobre cambio climático; en ese sentido, priorizan la adaptación frente a la mitigación. Las mismas definen acciones y metas en tres ámbitos: agua, energía y bosques/agricultura.

6.3 Futuras comunicaciones nacionales

La conformación de la APMT implica la institucionalización de la temática de cambio climático en Bolivia, es así que es de responsabilidad de la APMT la elaboración de la presente y de las futuras comunicaciones nacionales e inventarios de GEI.

El Sistema Plurinacional de Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra y Cambio Climático (SMTCC) tiene planificado el desarrollo e implementación de un sistema informático para la generación, transferencia y sistematización de datos e información relacionada con cambio climático y los reportes internos y externos (CND, Comunicaciones Nacionales, Informes Bienales de Actualización).

El Fondo Plurinacional de la Madre Tierra es el mecanismo financiero que será utilizado para la implementación de las políticas y estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático del país.

EXECUTIVE SUMMARY





FOREWORD

A fundamental moment for the climate agenda, at the global level, began in 2016 with the entry into force of the Paris Agreement, from which countries, including Bolivia, committed to reduce their greenhouse gas emissions in order to limit the increase in average global temperature to below 2°C by 2050.

The year 2020 is another key moment due to two factors: the first, related to the new economic context and the challenges and opportunities of post-pandemic reconstruction; the second, due to the call for countries to increase the ambition of their nationally determined contributions (NDC) and to orient the development of their societies towards low emission and climate resilient economies. All this within the framework of a scientific context proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), which demands urgent action.

Bolivia's Third National Communication on Climate Change includes the inventory of greenhouse gas emissions for the years 2006 and 2008, in line with the IPCC's methodological guides, giving

continuity to the inventories presented in previous national communications. It presents the context information describing the national circumstances and details progress and challenges in terms of vulnerability, adaptation, mitigation and institutional development up to 2015.

This document represents the beginning of a new framework for climate change issues in Bolivia. The inventories from 2008 to 2018 are under construction as the revision of the NDC.

We hope to continue taking the necessary steps to establish a more resilient and adaptive development and to actively participate in the global process of transformation into a framework of cooperation and urgency for the good of Bolivians and the citizens of the world.

María Elva Pinckert
Ministra de Medio Ambiente y Agua



The Third National Communication (TNC) on climate change of the Plurinational State of Bolivia is the result of a continuous process of capacity building and knowledge management on climate change in the country. This document reports the progress and achievements in the implementation of measures that contribute to the fulfillment of commitments to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the inventory of Greenhouse Gas (GHG) emissions of the years 2006 and 2008. In addition, contextual information and strategic progress to the year 2015 are included. It should be noted that this document continues the First National Communication that presents the GHG inventory for the year 1994, and the Second National Communication that presents the GHG inventory for the years 2002 and 2004. It also complements the analysis with historical information of the years not evaluated in the two previous Communications, for the years 1998 and 2000.

This TNC, following the guidelines established by the UNFCCC for the preparation of this document, is made up of six chapters. The first chapter presents the national circumstances that describe the physiographic, demographic, and socioeconomic characteristics along with the political context of the country. The second chapter presents the inventory of greenhouse gas (GHG) emissions for the 2006 and 2008, taking the year 1990 as the baseline year and analyzing the trend by sectors and managements. The third chapter performs the vulnerability and impact assessment and describes Bolivia's efforts in relation to adaptation to climate change, considering risk management, water availability (in quantity and quality), agricultural development, conservation and sustainable use as priority issues of biodiversity and health impacts. The fourth chapter refers to the mitigation actions developed and promoted by the State, mainly focused on the Energy and Waste sectors. The fifth chapter describes the country's efforts to achieve the objectives of the UNFCCC by establishing an institutional framework in the regulatory context of the earth and sustainable development and resistant to climate change. Finally, the sixth chapter identifies the management barriers for the implementation of programs and policies for adaptation and GHG reduction, as well as in the development of future communications.

The preparation of the TNC on climate change is the responsibility of the Plurinational Authority of Mother Earth (APMT) entity, in which the subject of climate change in Bolivia is institutionalized under a specialized, comprehensive, inclusive and equitable approach.

1. National Circumstances

1.1 Geographical characteristics and social development

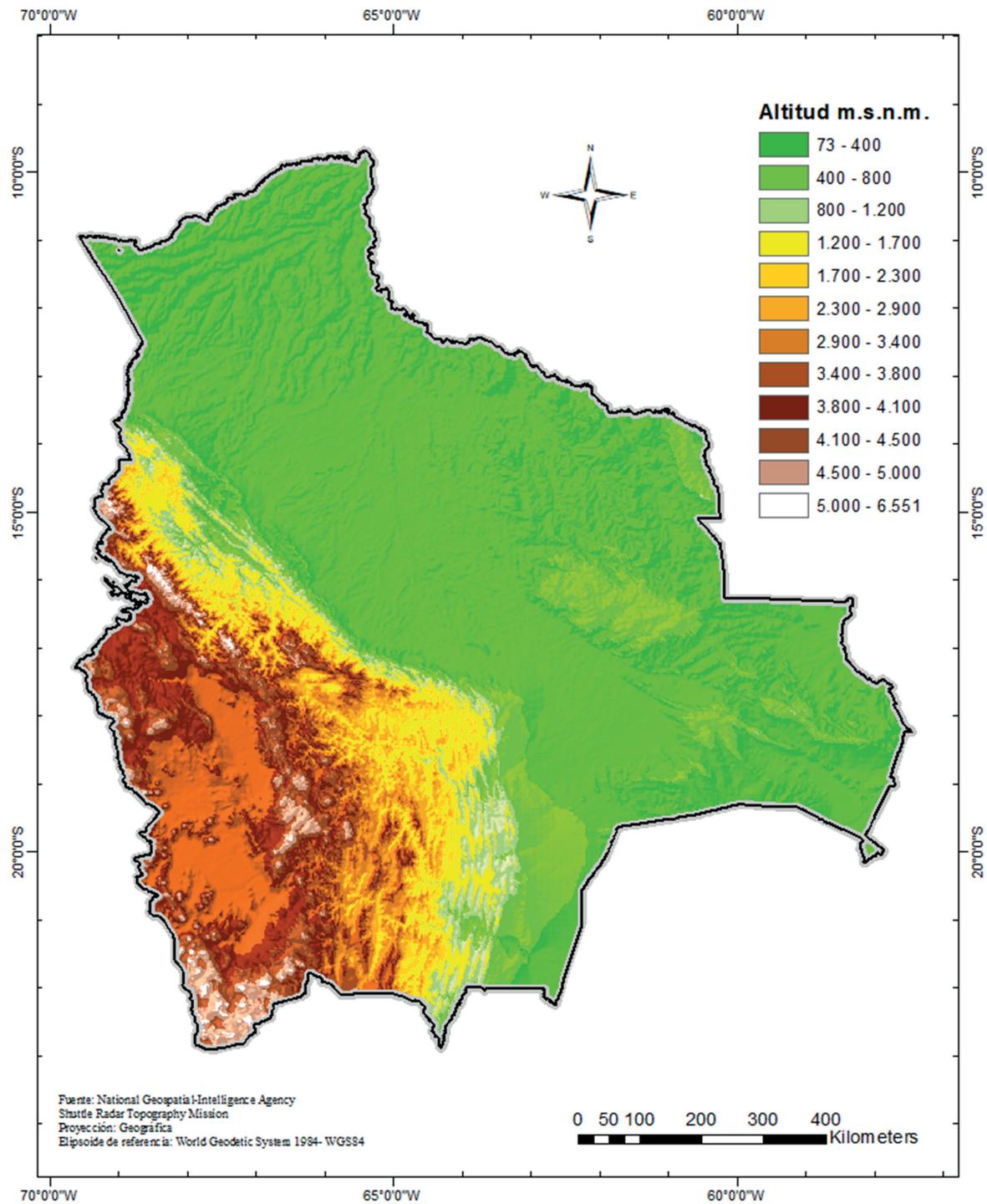
Bolivia is a megadiverse country, it is located in the center of South America between 57° 26' and 69° 38' west longitude of the Greenwich meridian and the parallels 9° 38' and 22° 53' south latitude, covering more than 13 geographical degrees. Bolivia's territorial extension is 1,098,581 square kilometers (km²). It limits to the north and east with Brazil, to the south with Argentina, to the west with Peru, to the southeast with Paraguay and to the southwest with Chile.

In the Bolivian territory there are three predominant geographical areas:

- Andean: It covers 28% of the national territory with an estimated extension of 307,000 km².
- Sub-Andean: Intermediate region between the altiplano and the eastern plains, it covers 13% of the territory. It includes the valleys and the yungas (subtropical valley), with an average height of 2,500 meters above sea level, it is characterized by its agricultural activity and its temperate to warm climate (15°C to 25°C).
- Plains: It covers 59% of the territory, it is located north of the Eastern or Royal cordillera and

This area is more than 3,000 meters above sea level, and it is located between the Occidental and Oriental or Real mountain ranges. Between them is the high plateau, some of the highest peaks in America and Lake Titicaca, which considered the highest lake in the world – located at 3,810 meters above sea level. Lake Titicaca also has an extension of 8,100 km² and is navigable by deep draft vessels.

Relief map of Bolivia



Source: (APMT, 2020)

includes the plains and extensive jungles, rich in flora and fauna. It registers an annual average temperature of 22°C to 25°C.

Although the entire territory is located in the Tropic of Capricorn, Bolivia has a variety of climates. If there were only low elevation plains in its topography, the climate would tend to be uniform. However, in Bolivia the ambient temperature is regulated not only by latitude but also by altitude above sea level: the higher the altitude, the lower the temperature and viceversa.

Ascending from sea level, the air temperature drops 0,55 °C for every additional 100 meters of altitude. In the region influenced by the Royal or Eastern mountain range and the Western or Volcanic mountain range, towards the west of Bolivia, the climate is regulated by height. This explains why there are peaks with eternal snows and polar cold, and why plains with a warm-tropical climate extend over the same latitude.

The Plurinational State of Bolivia is organized territorially into departments (9), provinces (112), municipalities (339) and indigenous native territories (36).

According to the last census, carried out in 2012 by the National Statistics Institute (INE), Bolivia had a population of 10.059.856 inhabitants that year and by 2015 a population of 11.410.651 inhabitants

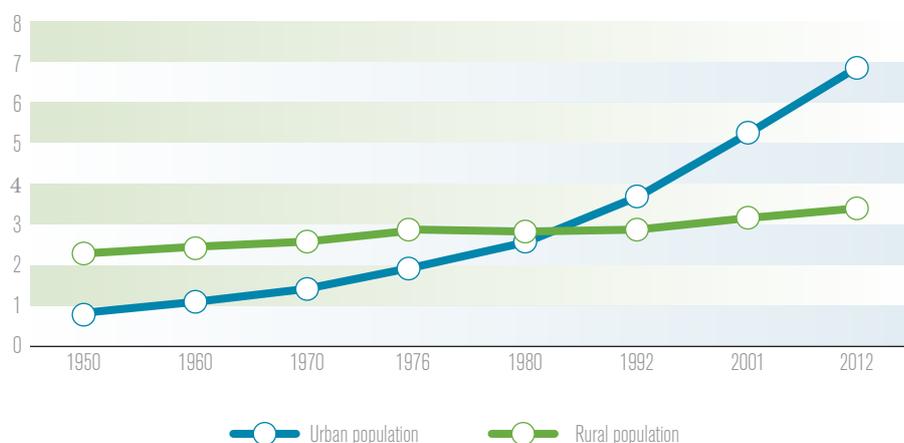
was projected, indicating a growth rate population of 1.9%. According to the declaration of belonging to Nations and Native Indigenous Peoples, 1,837,105 (16% of the total population) declare to belong to the Quechua nation; 1,598,807 (14% of the total population) to the Aymara nation; 23,330 (0.2% of the total population) to the Afro-Bolivian nation and 145,653 (1% of the total population) to the Chiquitana nation.

Similarly, to other countries in the Latin American region, demographics have been reconfigured towards the urban area and are concentrated in the lowlands.

Between 1950 and 2012, an urbanization process was observed in the national territory. Between 1970 and 1980, the distribution and evolution of the areas of residence presented changes: upward trend of the urban population and downward trend of the rural one. Thus, in the 2012 census, the inhabitants of the urban area reached 67.5% and those of the rural area reached 32.5%.

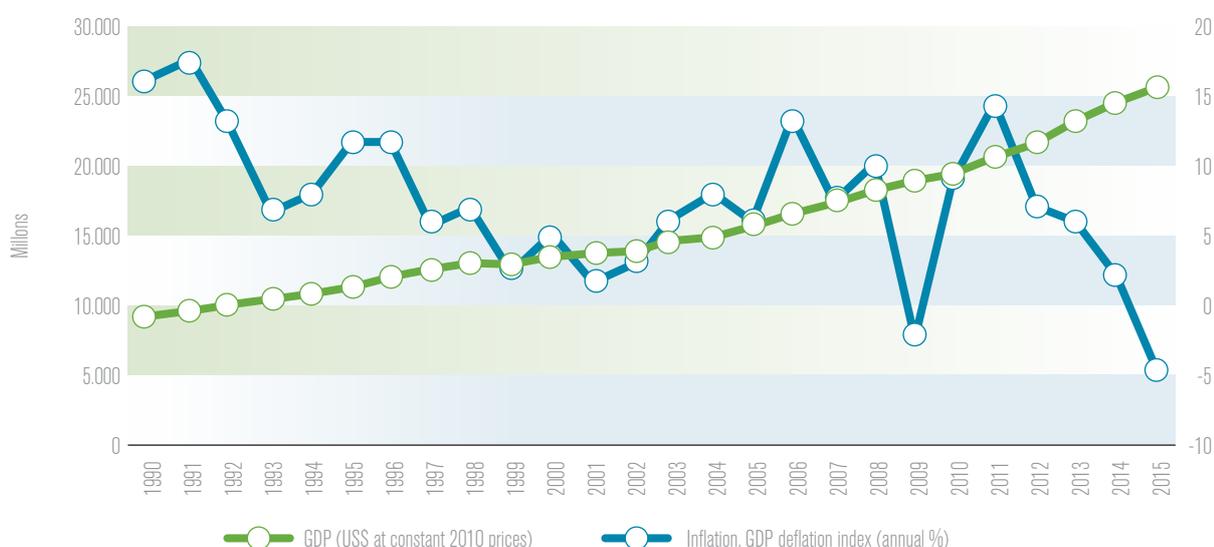
This process of concentration of the population towards the urban area has had different dynamics depending on the country's department. In Oruro and Santa Cruz, it started from 1976, while in La Paz, Cochabamba, Tarija and Beni it was from 1992. However, the departments of Chuquisaca, Potosí and Pando in 2012, maintained a population predominantly in rural areas.

■ Urban and rural population growth trend (in millions of inhabitants)



Source: Own elaboration based on (INE, 2015)

National GDP at constant prices and inflation



Source: Own elaboration based on (Banco Mundial, 2016)

1.2 Economic profile

During the decade of 2004-2014, the Bolivian economy grew at an average annual rate of 4.9% due to high raw material prices and a prudent macroeconomic policy. As a consequence, moderate poverty decreased from 59% to 39%, between 2005 and 2014, and the Gini coefficient of inequality fell from 0.60 to 0.47. Due to a less favorable international context, the growth of the Gross Domestic Product (GDP) slowed from 5.5% in 2014 to 4.8% in the first half of 2015. In addition, a dynamic domestic demand was maintained due to the

fact that the lagging effects of low oil prices on gas export prices softened the decline in tax revenues.

In the period 1990-2015, GDP at constant prices increased by 14%, while inflation fluctuated between 16% and -4.6%, the latter the lowest percentage in the evaluation period.

1.3 Geographical and socioeconomic indicators

The following is a summary of the main geographic and socioeconomic indicators of Bolivia.

Summary of geographic and socioeconomic data of Bolivia

Information	Date	Source
Surface		
Territorial expansion	1.098.581 km ²	(INE, 2012)
Surface of the country with respect to the surface of LAC	5%	(CEPAL, 2016)
Physiography		
Andean region	307.603 km ²	(INE, 2012)
Sub-Andean region	142.816 km ²	(INE, 2012)
Llanos region	648.163 km ²	(INE, 2012)
Hydrographic systems		
North Basin or Amazon	Mainly made up of rivers (from east to west): Madre de Dios, Orthon, Abuná, Beni, Yata, Mamoré and Iténez or Guaporé.	(INE, 2012)
Central or Lacustrine Basin	Formed by the Titicaca and Poopó lakes, the Coipasa and Uyuni salt flats and the Desaguadero river.	(INE, 2012)

Information	Date	Source
South or La Plata Basin	Mainly composed of the Paraguay, Pilcomayo and Bermejo rivers.	(INE, 2012)
Forests		
Forest area 1990	56.711.049 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Forest area 2000	54.967.357 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Forest area 2010	52.535.971 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Deforested area 1990	1.877.633 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Deforested area 2000	3.343.233 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Deforested area 2010	5.160.939 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Regenerated area 1990	658.987 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Regenerated area 2000	863.996 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Regenerated area 2010	1.480.398 (hectares)	(SERNAP, 2013)
Population		
Population in 2001	8.274.325 hab.	(INE, 2012)
Men	4.123.850 hab.	(INE, 2012)
Women	4.150.475 hab.	(INE, 2012)
Rural	37,6%	(INE, 2012)
Urban	62,4%	(INE, 2012)
Population in 2012	10.059.856 hab.	(INE, 2012)
Men	5.019.447 hab.	(INE, 2012)
Women	5.040.409 hab.	(INE, 2012)
Rural	32,5%	(INE, 2012)
Urban	67,5%	(INE, 2012)
Availability to basic services (2012)		
Access to drinking water	80,8% (of the total population)	(INE, 2012)
Access to electrical energy	85,4% (of the total population)	(INE, 2012)
Access to sanitary sewer	40,3% (of the total population)	(INE, 2012)
Access to natural gas (by network or by tank)	71,7% (of the total population)	(INE, 2012)
Economic indicators		
Growth of Gross Domestic Product 2013	6,8%	(CEPAL, 2015) & (BCB, 2020)
Growth of Gross Domestic Product 2014	5,5%	(CEPAL, 2015) & (BCB, 2020)
2013 Consumer prices	6,5%	(CEPAL, 2015) & (BCB, 2020)
2014 Consumer prices	5,2%	(CEPAL, 2015) & (BCB, 2020)
Global balance 2013	1.122 millions of USD	(CEPAL, 2015) & (BCB, 2020)
Global balance 2014	971 millions of USD	(CEPAL, 2015) & (BCB, 2020)
Annual inflation 2013	6,48%	(BCB, 2020)
Annual inflation 2014	5,19%	(BCB, 2020)
Annual inflation 2015	2,95%	(BCB, 2020)
Energy matrix 2015		
Contribution of thermoelectric plants	69%	(ENDE, 2015)
Contribution of hydroelectric plants	25%	(ENDE, 2015)
Combined cycle contribution	4%	(ENDE, 2015)
Provide alternative energy	2%	(ENDE, 2015)
Waste		
Average waste generation per inhabitant	0,5 (kilograms / inhabitant / day)	(MMAyA, 2011)
Waste generation (urban)	4.150 (tons / day) - 87%	(MMAyA, 2011)
Waste generation (rural)	632 (tons / day) - 13%	(MMAyA, 2011)
Composition: Organic matter (2010)	55,2%	(MMAyA, 2011)
Composition: Plastics (2010)	10,2%	(MMAyA, 2011)
Composition: Paper and cardboard (2010)	6,5%	(MMAyA, 2011)
Composition: Metals (2010)	2,5%	(MMAyA, 2011)
Composition: Glass (2010)	2,9%	(MMAyA, 2011)
Composition: Others (2010)	22,7%	(MMAyA, 2011)

Source: Own elaboration

1.4 National institutional related to climate change

In the case of Bolivia, climate change is a priority that is reflected in the policies, programs and projects that the government has defined in recent years. In 2015, the Bolivian government presented its Nationally Determined Contribution (NDC), within the framework of the preparation for COP 21, in which it recognizes the importance of implementing actions aimed at mitigation and adaptation to climate change, through the establishment of certain goals in the main sectors.

The main instruments in force that underpin the issue of climate change in the country are:

Political Constitution of the State. It establishes the constitutional right to a “healthy environment” and includes the safeguards that are in its care and protection, highlighting the will and the spirit of respect and protection of the environment and natural resources. Among the essential purposes and functions of the State (Article 9), that of promoting and guaranteeing the responsible and planned use of natural resources is mentioned. Along with promoting their industrialization through the development and strengthening of the productive base in its different dimensions and levels, as well as the conservation of the environment, for the well-being of current and future generations, putting in the foreground the nature of the right to the environment as a collective and fundamental right of all people. It is also recognized, from now on, that the native indigenous nations and people, also enjoy the right to live in a healthy environment with adequate management and use of ecosystems (Article 30, paragraph II, numeral 10).

Law 031 Framework Law on Autonomies and Decentralization of July 19, 2010. Regulates the autonomy regime, having as one of its scope the competence regime, applicable to the organs of the central level of the State and to autonomous territorial entities. On the other hand, Article 100 of the mentioned legal body incorporates the residual competence of risk management.

Law 71, Law on the Rights of Mother Earth, dated December 21, 2010. Recognizes the rights of Mother Earth, as well as the obligations and duties

of the Plurinational State and society to guarantee respect for these rights.

It also promotes the rights of Mother Earth to the diversity of life, to clean air and water, to balance, to restoration and to live free from pollution. It recognizes among the obligations of the State to develop policies to defend Mother Earth from the structural causes that cause global climate change.

Law 300, Framework Law of Mother Earth and Integral Development for Living Well, of October 15, 2012. It is the most important legal framework on which the climate change policy in Bolivia is based. This law introduces fundamental principles for the climate change policy, obligations and duties, climate justice, dialogue of knowledge, as well as the complementarity and balance between living beings of Mother Earth. It establishes that the entity responsible for the development and implementation of the Climate Change Plan and Policy is the APMT, in coordination with all the sectoral ministries and autonomous territorial entities that mainstream actions of mitigation and adaptation to climate change in their plans, programs and projects.

Mitigation Mechanism to Live Well. Aimed at strengthening and promoting climate mitigation actions, including reductions, limitations and actions that prevent GHG emissions in different industrial, productive and energy activities.

Adaptation Mechanism for Living Well. Oriented to manage processes of adaptation to climate change, mainly in comprehensive water management, food security and sovereignty, prevention and risk reduction, education and health. Additionally, in a transversal way, the revitalization of ancestral and local knowledge.

Joint Mitigation and Adaptation Mechanism for the Comprehensive Management of Forests and Mother Earth. Its objective is to strengthen, conserve and protect life systems and their environmental functions, promoting and strengthening comprehensive and sustainable social and community management of forests within the framework of joint goals of forest mitigation and adaptation.

2. Bolivian National Inventory of Greenhouse Gases 2006-2008

This section presents the Third National Inventory of Greenhouse Gases (INGEI) of Bolivia, presented to the UNFCCC in the framework of compliance with the international commitments assumed by Bolivia.

GHG inventories include estimates of the net emissions of those gases considered to be direct emissions such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFC), perfluorocarbons (PFC) and sulfur hexafluoride (SF₆). Likewise, of the indirect emissions generated by carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO_x), sulfur dioxide (SO₂) and volatile organic compounds other than methane (NMVOC). Additionally, all sectors recommended in the guidelines were considered in the GHG inventory, these are: energy, industrial processes, agriculture, land use, change in land use and forestry and waste.

The INGEI of Bolivia for the years 2006 and 2008 has been prepared in accordance with the guidelines of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) of 1996 and 2006, the guidelines on good practices of the IPCC 2000, and the 2003 IPCC guidelines on good practices in the land use change and forestry sector. This is in order to ensure transparency, comparability, completeness and accuracy in the inventory.

Following this methodology, the INGEI considers four sectors: energy, industrial processes and use of products (IPPU), agriculture, forestry and other land use (AFOLU) and waste. Informative items are also included as additional data that complement the report, considering as sources international bunkers, aviation and use of biomass.

The following tables present the general summary of GHG emissions for the years 2006 and 2008, respectively, developing the results by gas and categories of sources and sinks.

■ General summary of the GHG emissions inventory of Bolivia for 2006 (Gg)³⁶

45/5000 Categories of GHG sources and sinks 2006	CO ₂	CO ₂	Emissions by type of gas								
	Emissions	Removals	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂	HFC	PFC	SF ₆
	64.102,90	1.884,23	712,95	3,28	110,62	1.858,15	48,80	10,90	9,68		0,001
1. Energy	10.623,78		32,74	0,15	72,80	271,09	39,36	10,74			
A. Combustion activities	10.515,95		1,75	0,15	72,67	270,90	38,08	8,82			
B. Fugitive emissions	107,83		31,00	0,00	0,12	0,19	1,28	1,92			
2. IPPU	1.014,06		NO	NO	0,01	0,07	9,44	0,17	9,68	NO	0,00 1
3. AFOLU	52.465,06	11.884,23	594,17	2,60	37,82	1.586,99	-	-	-	-	-
4. Waste			86,04	0,53							
Informative items											
International Bunkers	99,51		0	0	0	0	0	NA			
Aviation	99,51		0	0	0	0	0	NA			
CO2 emissions from the use of biomass	2.021,95										

Source: Preparation based on the collection of inter-institutional information, ENDE (2016) y PNCC (2009)

36 In the tables, following the IPCC recommendations: Empty boxes denote that there are no emissions of this type of gas (methodologically), NO (does not occur), NA (Does not apply).

General summary of the GHG emissions inventory of Bolivia for 2008 (Gg)

Categories of GHG sources and sinks 2008	CO ₂ Emissions	CO ₂ Removals	Emissions by type of gas								
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂	HFC	PFC	SF ₆
	69.442,12	20.029,72	737,20	3,29	106,71	1.199,95	60,86	11,11	11,95		0,001
1. Energy	12.046,80		32,91	0,16	82,31	341,07	51,79	10,75			
A. Combustion activities	11.938,97		1,80	0,16	82,18	340,86	50,39	8,65			
B. Fugitive emissions	107,83		31,11	0,00	0,14	0,20	1,40	2,09			
2. IPPU	1.230,58		NO	NO	0,01	0,08	9,07	0,36	11,95	NO	0,001
3. AFOLU	56.164,73	20.029,72	617,12	2,59	24,39	858,81	-	-	-	-	-
4. Waste			87,17	0,54							
Informative items											
International Bunkers	157,55		0	0	0	0	0	NA			
Aviation	157,55		0	0	0	0	0	NA			
CO ₂ emissions from the use of biomass	2.127,34										

Source: Preparation based on the collection of inter-institutional information, ENDE (2016) y PNCC (2009)

Relevant data from the INGEI of Bolivia from years 2006 and 2008

- The total emissions of 2008 were larger by 5.339,2 Gg CO₂ than the total emissions of 2006 – 7% increase. They were primarily affected by the increase in emissions of the AFOLU sector.
- The sector AFOLU take into account the annual absorption of GHG. Net absorption of the sector in 2006 was of -11.884,23 Gg CO₂, and in 2008 it was of -20.029,72 Gg CO₂. This is mainly due to the increase in biomass through reforestation and afforestation.
- The energy sector generated 12% more emissions in 2008 than in 2006.
- The main type of gas emitted in 2006 and

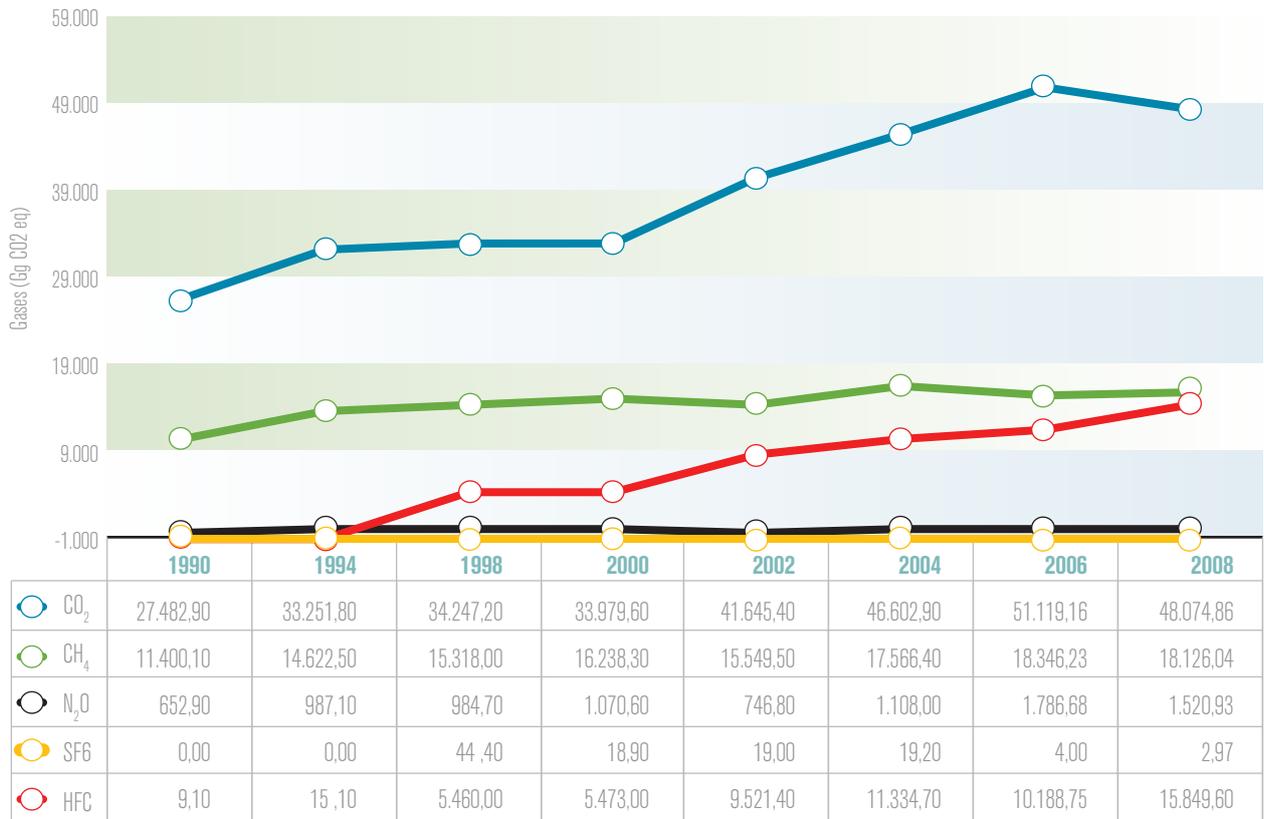
2008 was CO₂, followed by CH₄ and HFC.

- In both inventories the sector with more CO₂ emissions is AFOLU, followed by the energy sector and by IPPU.

2.1 National emissions in terms of CO₂ equivalents in the period 1990 and 2008

Bolivia has the INGEI from 1990 to 2008 with a sequence of even years since 1994. For comparison, emissions are presented considering the equivalent carbon dioxide (CO₂ eq) as a unit of measure, it should be noted that this equivalence only considers the CO₂, CH₄, N₂O, HFC and SF₆ because they are gases with a clearly defined equivalent potential, and the IPCC recommends their conversion to this unit of measurement. The following figure presents the emissions by type of gas and by annual INGEI.

Behavior of national GHG emissions in terms of CO₂ eq in the period 1990-2008



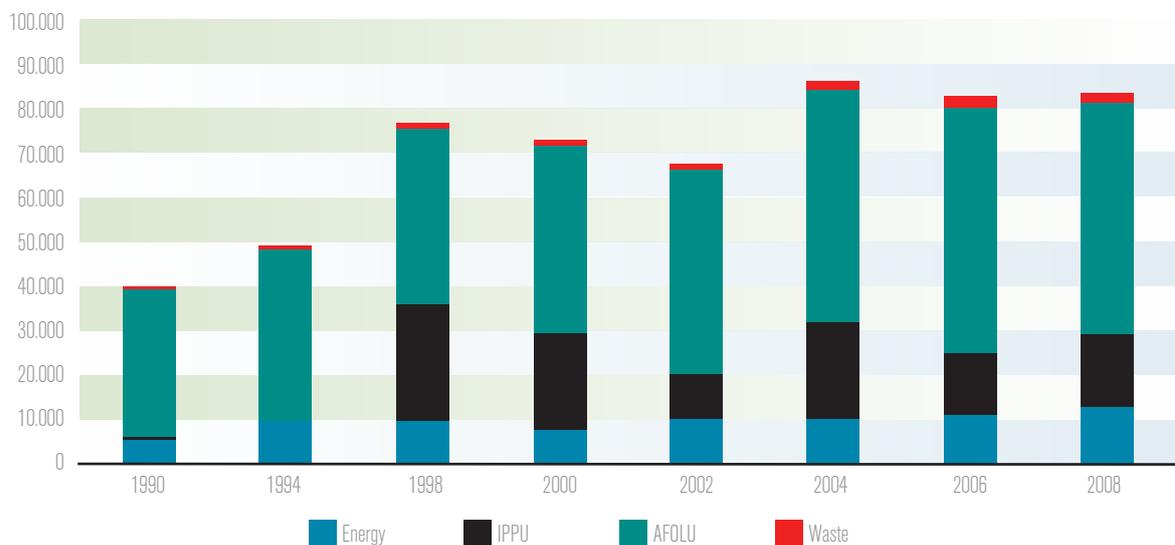
Source: Elaboration based on inter-institutional information collection, ENDE (2016) and PNCC (2009)

2.2 National GHG emissions in terms of CO₂ eq by sector, period 1990-2008

In the period 1990-2008, the behavior of the con-

tribution of the sectors had a growing trend, and the AFOLU sector in all years, has the highest contribution in annual emissions. The sectors with the lowest contribution are Energy and Waste.

National GHG emissions in terms of CO₂ eq, by sector, 1990-2008



Source: Elaboration based on inter-institutional information collection, ENDE (2016) and MMAyA-VMA-PNCC (2009)

In 1990 and 1994, emissions from the IPPU sector represented less than 1%, while in 1998 they represented 35% of the total and the following years on average this sector represented on average 21%. This is due to the importation of refrigeration and heating appliances and equipment that use HFC.

Because the agriculture sector is the one with the highest contribution in all the inventories, the following figure analyzes the trend of GHG emissions generation in this sector.

Emissions from the AFOLU sector grew by 13% from 1990 to 1994, 3% from 1994 to 1998, 5% from 1998 to 2000, 9% from 2000 to 2002, 13% from 2002 to 2004, 6% from 2004 and 2006, and only in 2008 it reduced by 8% compared to 2006. In the evaluated period, emissions grew between evaluations on average of 2,601 Gg of CO₂ eq.

2.3 Analysis of key sources

An analysis of key sources is used to identify the activities with the highest emissions in the inventory year. They basically comprise level and trend evaluation. Below is a detail of the analysis of key sources for the INGEI for the years 2006 and 2008.

2.3.1 Level assessment

The level evaluation gives us an idea of the magnitude of contribution that an activity has on the total.

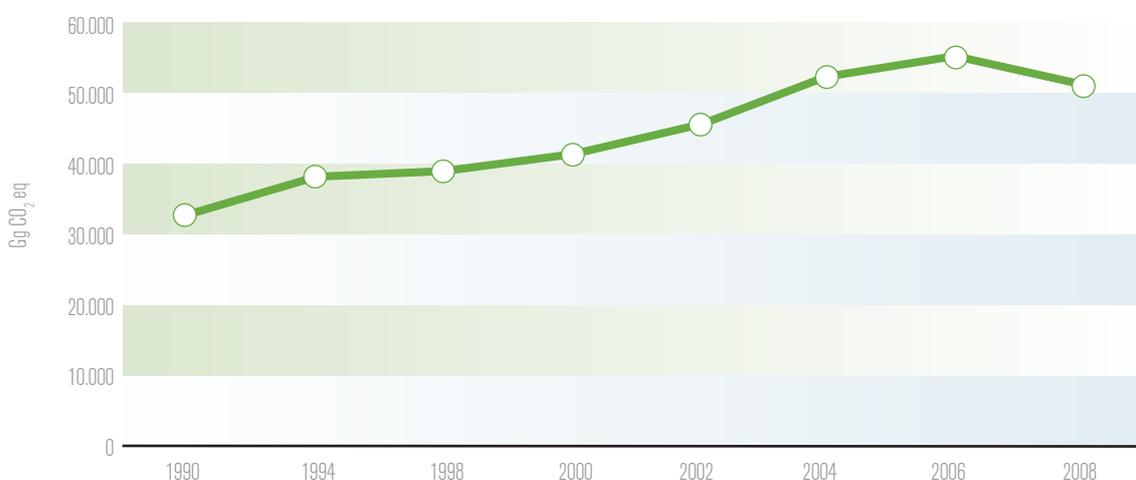
In the 2006 and 2008 inventory, the activities that contributed the most to the level assessment are:

- a) Land converted to other use in the inventory year (36% of total emissions in 2006 and 37% in 2008);
- b) Halocarbons (HFC) from refrigeration and air conditioning equipment (with 13% of the total emissions in 2006 and 19% in 2008);
- c) Enteric fermentation (15% in 2006 and 2008); and
- d) Lands that retain their initial use (13% in 2006 with respect to total emissions) among the most important.

2.3.2 Trend evaluation

The evaluation of the trend gives us an idea of the contribution of emissions to the total and allows us to cumulatively visualize the contribution of the source categories to the total emissions. In 2006, the highest emissions were from the category of land converted to another use in the inventory year, with a contribution of 45%, followed by the category of land that conserves its initial use, with a contribution of 19%. In 2008, the category lands converted to other use in the inventory year contributed 44% and, secondly, the category lands that conserve their initial use with a contribution of 20%.

■ GHG emissions in terms of CO₂ eq, from the AFOLU sector, for the period 1990-2008



Source: Elaboration based on inter-institutional information collection, ENDE (2016) and MMAyA-VMA-PNCC (2009)

3. Evaluation of modification, impact and adaptation to climate change

Disaster risk is caused by the interaction between extreme adverse events of natural or anthropic origin and the vulnerability of populations, which includes factors such as: poverty conditions, insecure infrastructure, social dynamics of migration and settlement in areas exposed to threats, limited institutional capacity, among others. Risks not managed properly cause disasters or emergencies.

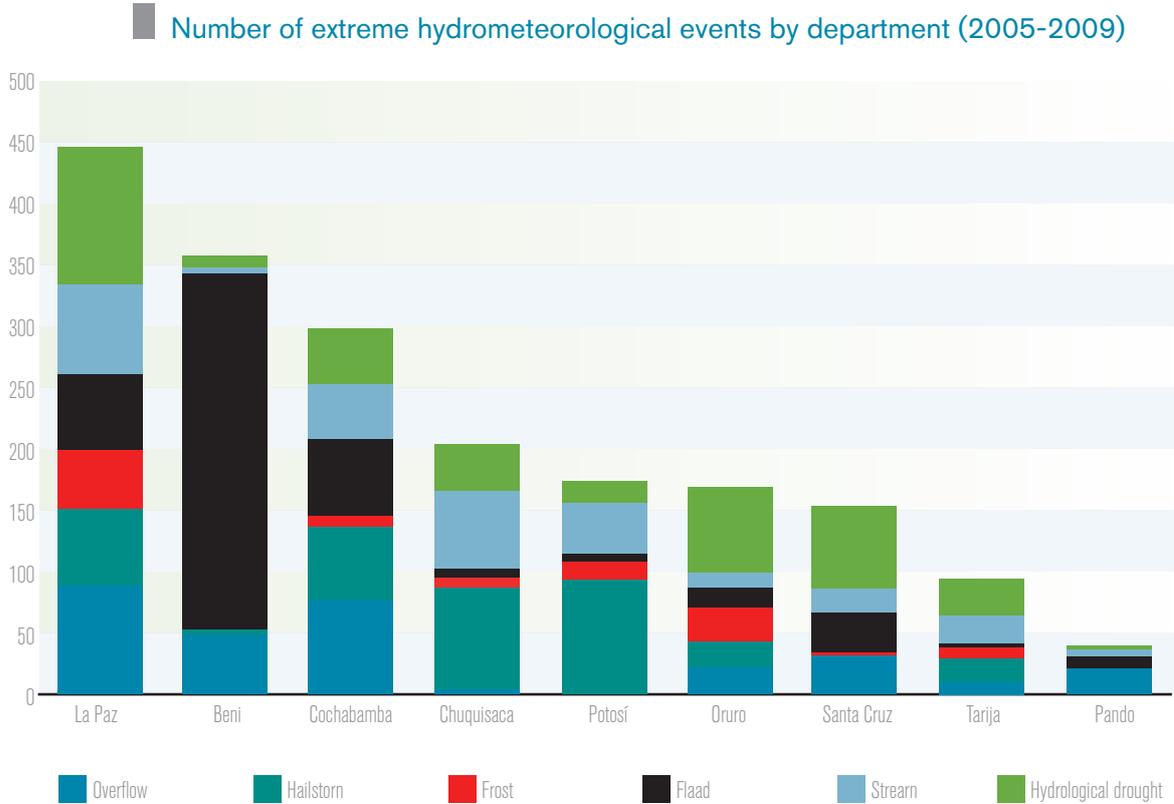
Bolivia is a tropical country with altitudinal and geological variations that make up diverse and complex ecosystems; therefore, the impacts of climate change and variability are diverse. In the country there are mainly emergencies or disasters caused by: excess rainfall (causing floods, overflows and landslides), lack or decrease in rainfall (droughts), decrease in minimum tempe-

ratures (frost, cold waves, hailstorms), and geological movements (earthquakes and landslides). There are also forest fires caused by natural conditions such as high temperatures, lack of rainfall, and by human actions such as the practice of *chaqueo*³⁷. Adverse events are aggravated by climate change and cause a greater degree of vulnerability in the country.

3.1 Impact of climate change and extreme events

3.1.1 Extreme historical events

To understand the country's meteorological context and the extreme risks that exacerbate the vulnerability of the population, an analysis of the extreme events that occurred in the period 2005-2009 is carried out. Next, the graph presents the record of extreme events by department and in the total years evaluated.



Source: (VIDECI, 2014)

37 Chaqueo is the traditional way of rehabilitating land for agriculture.

The highest number of adverse events were centered in the department of La Paz (23%), followed by the department of Beni (18%), Cochabamba (15%) and Chuquisaca (11%). To a lesser extent, the departments of Potosí (9%), Oruro (9%), Santa Cruz (8%), Tarija (5%) and Pando (2%) were affected.

The highest number of adverse events aroused in the evaluation period were floods (25%), followed by hydrological droughts (20%), hailstorms (18%) and flash floods and river overflows (each with 15%).

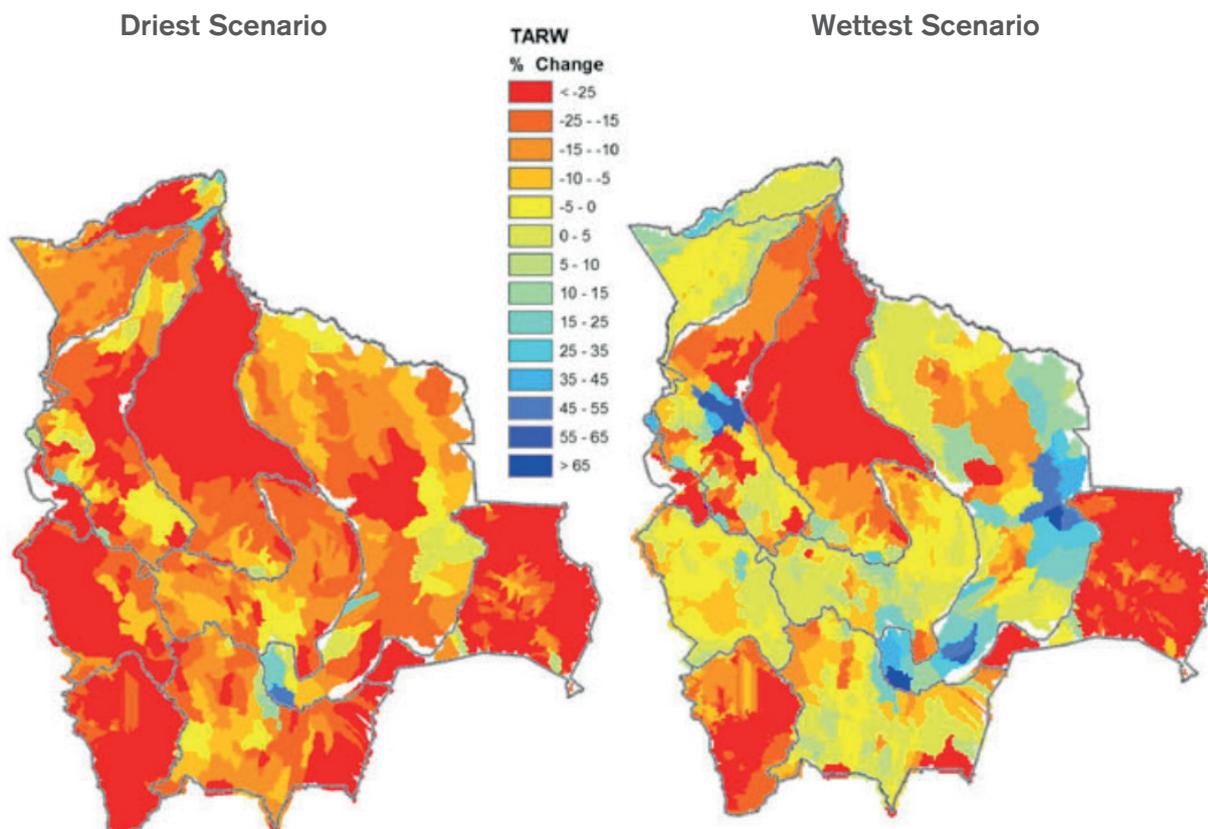
3.2 Vulnerability analysis

In Bolivia, vulnerability to climate change exacerbates the periodic and chronic water deficit, particularly in arid and semi-arid climate zones.

The obtaining of this vital resource comes from unique supply points, without the possibility of accessing alternative reserves in situations of necessity, which in turn constitute considerable burdens for the economy. On the other hand, in other regions, floods are projected to increase, which will force them to adapt not only to droughts (chronic water shortages) but also to floods and to the damage this entails³⁸.

Considering functions and dimensions of vulnerability, Bolivia presents levels of sensitivity or predisposition to be affected in different economic activities, in each region of the country. The Andean region is exposed to different threats that go from the northern highlands to the south where there are frequent droughts, hailstorms, frosts and snowfalls which impacts on family agriculture, mainly with the purpose of subsistence. In

■ Number of extreme hydrometeorological events by department (2005-2009)



Source: (Ecurra *et al.*, 2014)

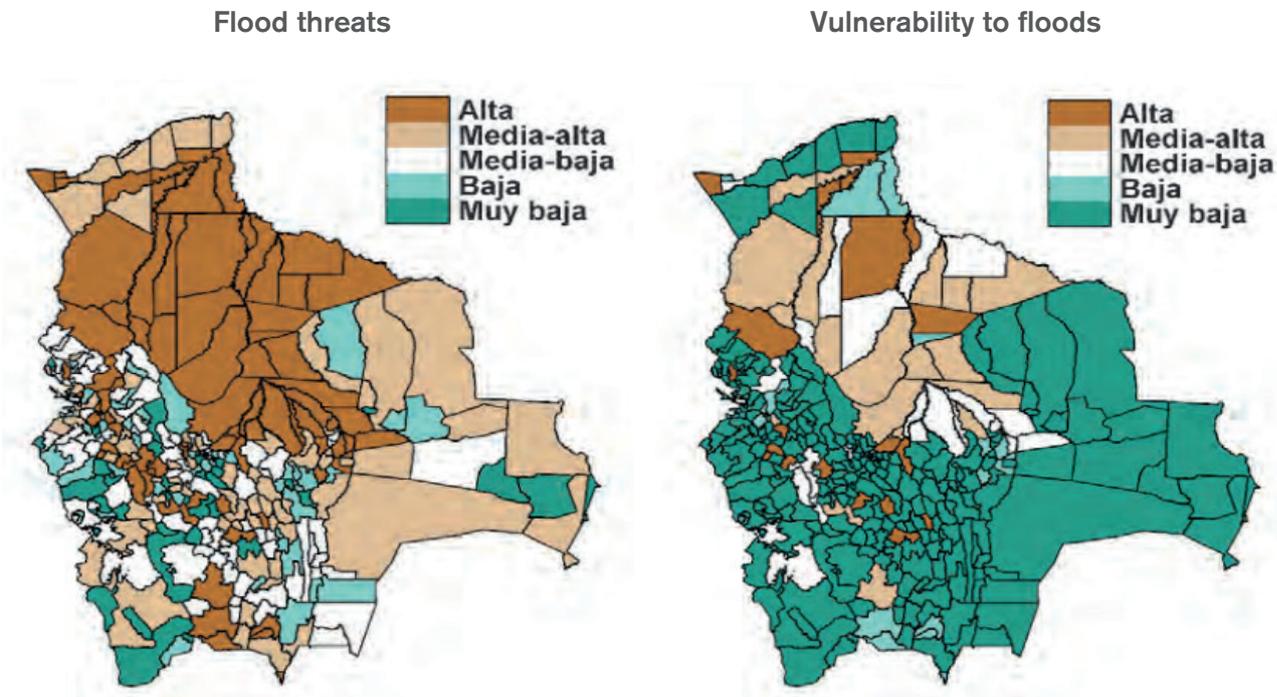
38 (Ramirez, 2008)

the eastern region, livestock farming in extensive traditional production systems generates vulnerability marked by high dependence on natural resources regulated by weather and climate conditions. Low levels of precipitation and poor soils make native grasslands have low production, which is the net primary biomass, therefore, there is a shortage in food availability for livestock during dry season.

Another important analysis carried out in Bolivia was on population vulnerability to disaster risk

for an evaluation period of ten years, from 2002 to 2012. This study presents information at the municipality level to summarize the data on population vulnerability and the Municipal Sectorial Vulnerability Indices (IVSM), which incorporate information on the characteristics of the health, agriculture, forestry, housing, education and transportation sectors, were calculated. Based on the loss data of each sector, generated by each threat, a weighting of the IVSM was carried out that delimits the vulnerability of the population. The main findings are presented below.

Flood threats and population vulnerability in Bolivia



Source: (UDAPE y UNFPA, 2015)

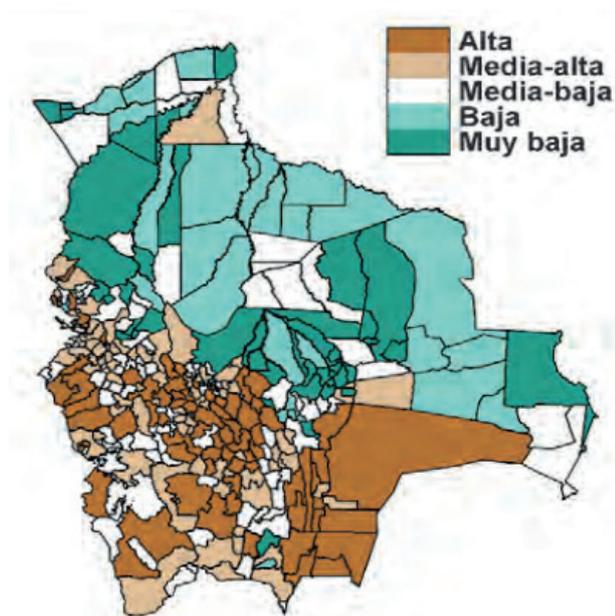
The results show that there are municipalities, such as Trinidad in Beni, that have a high threat of flooding according to the Floods Hazard indicator by the World Bank, but, at the same time, have a low population vulnerability. This occurs due to the fact that the socio-economic conditions of the population in Trinidad are better compared to other municipalities of Beni highly threatened with floods. This leaves the population of Trinidad less vulnera-

ble than other municipalities, such as San Lorenzo in Pando or San Javier, Puerto Siles and Loreto in Beni, which simultaneously have a high threat to floods and a high population vulnerability.

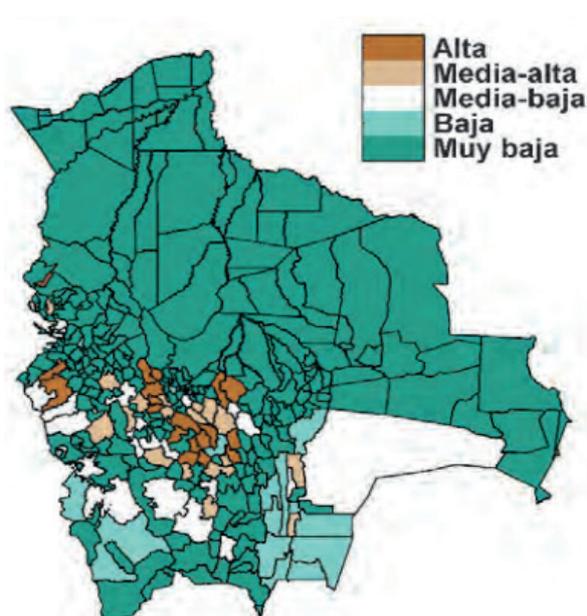
With respect to the population vulnerability to droughts of the municipalities of Bolivia, the following figure is shown.

Threats of droughts and population vulnerability

Threats of droughts



Vulnerability to droughts



Source: (UDAPE y UNFPA, 2015)

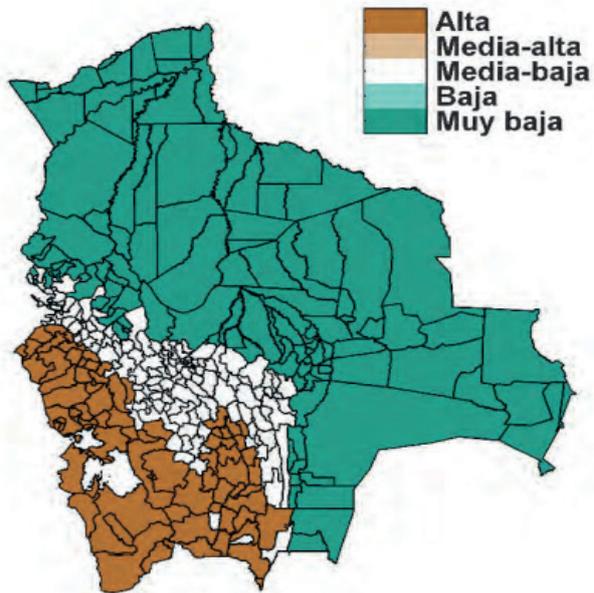
Similarly, in the case of drought, there are highly threatened municipalities such as Yacuiba or Villamontes in Tarija, which nevertheless have a low population vulnerability to this phenomenon, due to their better socio-economic conditions. On the other hand, municipalities such as Tinguipaya and Tacobamba in Potosí, have a high threat and a high population vulnerability to droughts. The factors that most contribute to population vulnerability to

droughts in Bolivia are the differences between social groups (32.6%), prevention information, insufficient living conditions and Assistance requirement. Socio-economic vulnerability (84%) contributes more than exposure (16%) to generate vulnerability to droughts.

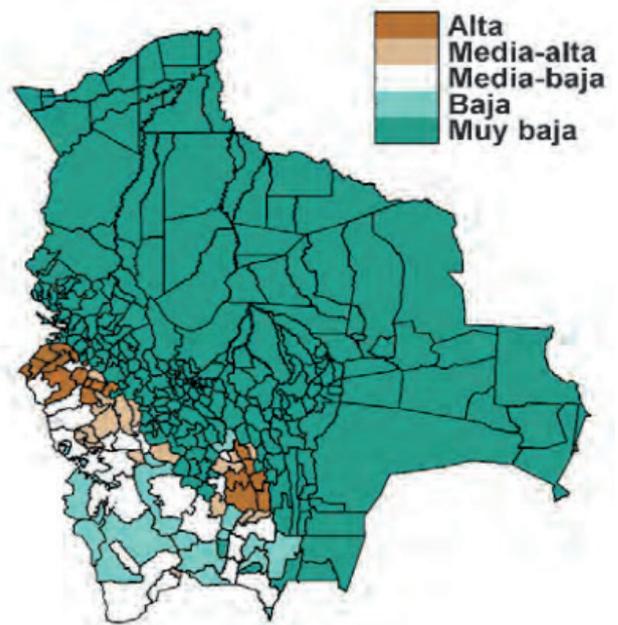
The following figure shows the population's vulnerability to hail.

Hail hazards and population vulnerability

Threats of hail



Vulnerability to hail



Source: (UDAPE y UNFPA, 2015)

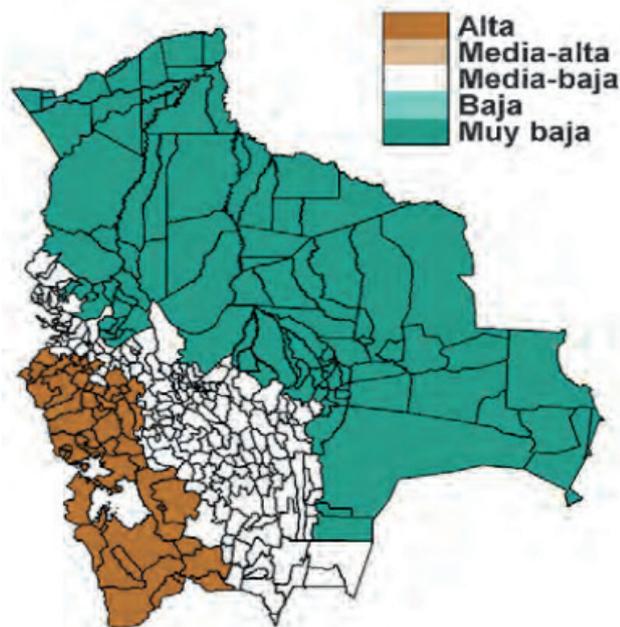
Some municipalities, such as Catacora and Charcarilla in La Paz, have a high threat and at the same time are highly vulnerable to hail and frost. On the other hand, municipalities such as Uyuni or Villazón in Potosí are highly threatened by frost and hail, however, they have a lower vulnerability to the-

se threats due to their lower exposure and better socio-economic characteristics.

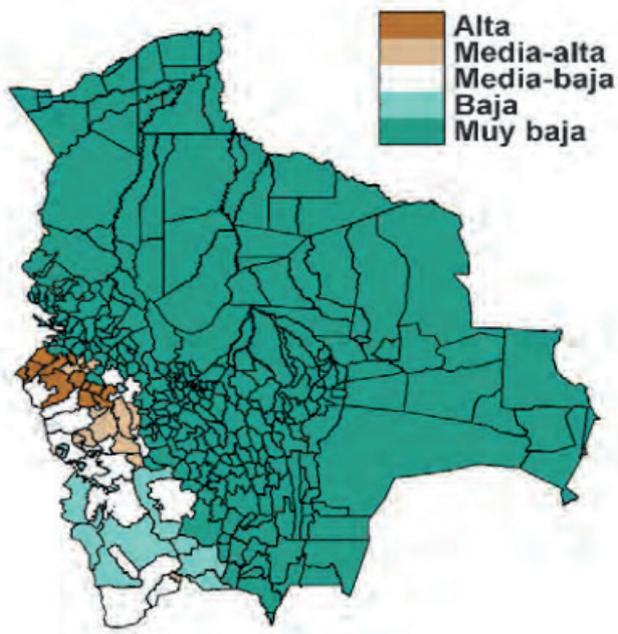
Finally, the threat and vulnerability to frost is presented below.

Threats of frost and population vulnerability

Frost threats



Vulnerability to frost



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

Regarding the factors of vulnerability to hail, the factors of physical vulnerability represent 31% and socio-economic vulnerability represents 69%; while, in the case of frosts, population vulnerability is explained by physical vulnerability in 25% and socio-economic vulnerability in 75%.

3.3 Sectors vulnerable to climate change

With knowledge of the threats and population vulnerabilities in Bolivia, it is crucial to understand the impact of climate change in the different sectors that have been significantly altered and therefore have modified their ecosystems. Next, the sectors most vulnerable to climate change are analyzed.

3.3.1 Glaciers

Glaciers in the surrounding Andean mountains are vital to water supply. In Bolivia one of the most obvious impacts of climate change is the retreat of

glaciers. Among the most critical cases is the glacier of Chacaltaya, with more than 18,000 years of life. It was predicted in 2005 that it would survive until 2015, but it decreased faster than expected and almost completely disappeared by 2009.

The retreat of tropical glaciers is also evident, with significant glacial losses between 1980 and 2010. The most relevant cases to mention are: the Apolobamba Range (40% loss of its surface), Tres Cruces Range (27%) and Real Range (37%), and the region shows similar rates in other mountain ranges. The average area lost between 1980 and 2009 is 37.4%, which represents 119 km².³⁹

Between the first and second inventory of glaciers in the Real Range of Bolivia, 157 glaciers have practically disappeared (99%)⁴⁰. Another phenomenon of the snow retreat process is that some original glaciers become fragmented, forming new ice bodies susceptible to the “edge effect”.

39 (MMAyA *et al.*, 2014)

40 (Ramírez, 2013).

The following characteristics are observed from the glaciers:

- During the last century, the behavior of the snow-capped mountains in Bolivia has been controlled by the variation of rainfall in the Amazon basin.
- The spatial and temporal frequency of “El Niño” since the mid-1970s, global warming, explain the dramatic decrease in glaciers in the region.

3.3.2 Forests and soils

The vegetation cover in Bolivia encompasses extensive areas of forests, thickets and natural grasslands in fragile ecosystems. The little-known management practices imply a high risk of an increase in eroded areas, due to the expansion of the agricultural frontier. Between 2009 and 2012 there has been a fluctuation in the expansion of the agricultural frontier from 14.642.000 ha in 2009, experiencing a slight decrease in 2010 to 12.565.000 ha and reaching a cultivated area in 2013 of 16.751.000 ha. However, production did not increase significantly from 2.882.000 tons in 2009 to 3.554.000 tons in 2013, which implies that there is no increase in yields and is an indicator of the gradual and chronic fall in the productive capacity of the soils to nacional level.

3.3.3 Water and sanitation

The most important projected impacts of climate change on the water and sanitation sector in Bolivia⁴¹ are:

- In systems that depend on the exploitation of groundwater, the reduction in available volumes and the decrease in groundwater levels can be expressed in the overexploitation of aquifers or in incremental costs for the provision of water due to the fact that the water is in time deeper.
- In cases where the operators incur in the overexploitation of the aquifers, they could face

phenomena of loss of water quality.

- As a result of the reductions in the volumes impounded, the concentrations of pollutants will increase.
- The cyclonic characteristics of the rains will cause greater erosion, generating greater sedimentation in reservoirs, reducing their capacity and producing greater turbidity and a high nutrient load in the water.
- Given the scarcity of the resource, it is estimated that conflicts over multiple uses of water will increase, compromising compliance with the fundamental right of access to water, prioritizing its use for human consumption, food security and conservation of sources of water.

The following table shows the physical impacts of climate change and its correlation with the impacts related to the drinking water and sanitation sector⁴².

3.3.4 Biodiversity

Bolivia, as a megadiverse country, has one of the highest rates of biodiversity and endemism of flora and fauna in South America, which is being impacted by variability and climate change. The biodiversity of mountain ecosystems is highly vulnerable because they have endemic species that are characteristic of specific habitats and are at risk of extinction if they fail to adapt to new conditions or move to other elevational ranges to maintain the temperature and humidity conditions in which they thrived. This severely restricts their capacity for tolerance and resilience.

Considering the climate change scenarios as the basis for the design of conservation strategies and policies, it is necessary to understand the uncertainties and limitations of these projections. In the face of the processes of deforestation and degradation of habitats, it is assumed that the average level of biodiversity would be reduced to 40 % of its original level, based solely on species richness

41 (Paz, Tejada, Díaz, & Arana, 2010).

42 (Paz *et al.*, 2010).

Observed effects and impacts

Observed effects	Possible observed impacts
Increase in atmospheric temperature	<ul style="list-style-type: none"> Reduction in the availability of water in basins fed by disappearing glaciers, as observed in cities along the Andes. Change in the distribution and abundance of flora between ecological floors (monitored by UMSA-IE Project).
Increase in water temperature	<ul style="list-style-type: none"> Reduction of dissolved oxygen and self-purification capacity. Increased presence of algae and potential increase in eutrophication processes.
Changes in precipitation patterns	<ul style="list-style-type: none"> Changes in water availability due to changes in precipitation and other phenomena. Change and / or impact on the agricultural calendar.
Increase in interannual variability of precipitation	<ul style="list-style-type: none"> Increases in the difficulty of flood control and in the use of reservoirs during the flood season. Reduction in the replacement of groundwater.
Increased evapotranspiration	<ul style="list-style-type: none"> Reduced water availability. Salinization of water resources. Low levels of groundwater.
Increased frequency and intensity of extreme events	<ul style="list-style-type: none"> Floods affect the quality of water and the integrity of infrastructures, and increase river erosion, which introduces various pollutants to water resources. Droughts affect the availability and quality of water. Impact on the distribution and abundance of hydrobiological resources.

Source: Based on Paz *et al.*, 2010

as an indicator⁴³. However, it should be considered that locally and especially in a region with diverse microclimates due to topography and altitudinal variation, added to the lack of a continuous record of climate information, these predictions can vary significantly. In general, among the projected effects on biodiversity for the middle and end of this century is the extinction of many plants and animals⁴⁴ and a large-scale regressive death of tropical forests due to their loss of humidity.

3.3.5 Agricultural

Bolivia faced a series of extreme weather events with adverse effects on the agricultural sector in various areas of the country. They refer to the unharvested production volumes in the affected areas, which led to a loss of income. During extreme events between 2013 and 2014, in terms of production volume for the agricultural sector, estimated losses are of approximately 445 thousand

metric tons between annual and perennial crops, on an area of 120.272 hectares.

On the other hand, the damages of the livestock sector refer to the number of animals killed by the emergency and to the damaged productive infrastructure. In the years 2013 and 2014 the department of Beni had 217.010 deads of cattle, 4.382 equines, 6.492 minor animals (pigs, goats and sheep) and 13.402 birds affected by floods in the lower part of the Amazon basin.

3.3.6 Health

Although the impacts of climate change are reflected globally, they are greater in climate-sensitive regions with vulnerable ecosystems, such as Latin America. Here, the increasing impacts of climate change are generating an increase in environmental, social, economic and human health vulnerability. Climate change is considered a serious health

43 (Andersen, 2009)

44 (World Bank Group, 2010)

■ Damages and losses of the agricultural sector in the 2013 and 2014 negotiations

Year	Number of families affected	Affected cultivated area (ha)	Economic agricultural losses (USD)
2003-2004	28.622	167.897	84.540.000
2004-2005	8.336	52.076	21.848.000
2005-2006	19.116	81.576	51.579.000
2006- 2007	55.368	185.432	133.065.000
2007-2008	51.991	164.963	329.622.826
2008-2009	40.651	166.297	108.790.000
2009-2010	70.027	168.045	148.970.000
2010-2011	7.831	12.416	13.171.146
2011-2012	40.443	34.928	40.185.998
2012-2013	67.132	66.765	28.632.677
2013-2014	159.327	140.551	150.711.220

Source: UGR VDRA 2015, Diagnostic of Community Family Agriculture

threat and differentially affects low-income countries and vulnerable populations.

In the last decades, the growing cities are enabling increasing land to facilitate the construction of new neighborhoods on the periphery of the cities, which correspond to different types of ecosystems and even land with agricultural vocation. The unregulated urbanization brings a strong limitation to the quality of the houses and basic services such as the continuous provision of water, the collection of solid waste, education and health care, among others. These factors favor the spread vector-borne diseases such as Dengue, mainly in crowded areas.

Among the multiplicity of factors involved in the spread and prevalence of Dengue, the climate and its variability play a fundamental factor due to the increase in temperatures, the disturbances in precipitation patterns, its influence on ecosystems and, secondarily, in the geographical distribution and altitudinal pathogens and vectors. The variation of the patterns generates habitats suitable for vector development, increasing their possibilities of reproduction, decreasing their incubation periods, and increasing their infective capacity. Germs (transmitted by vectors), due to their short life and their dependence on weather parameters, can exhibit a marked

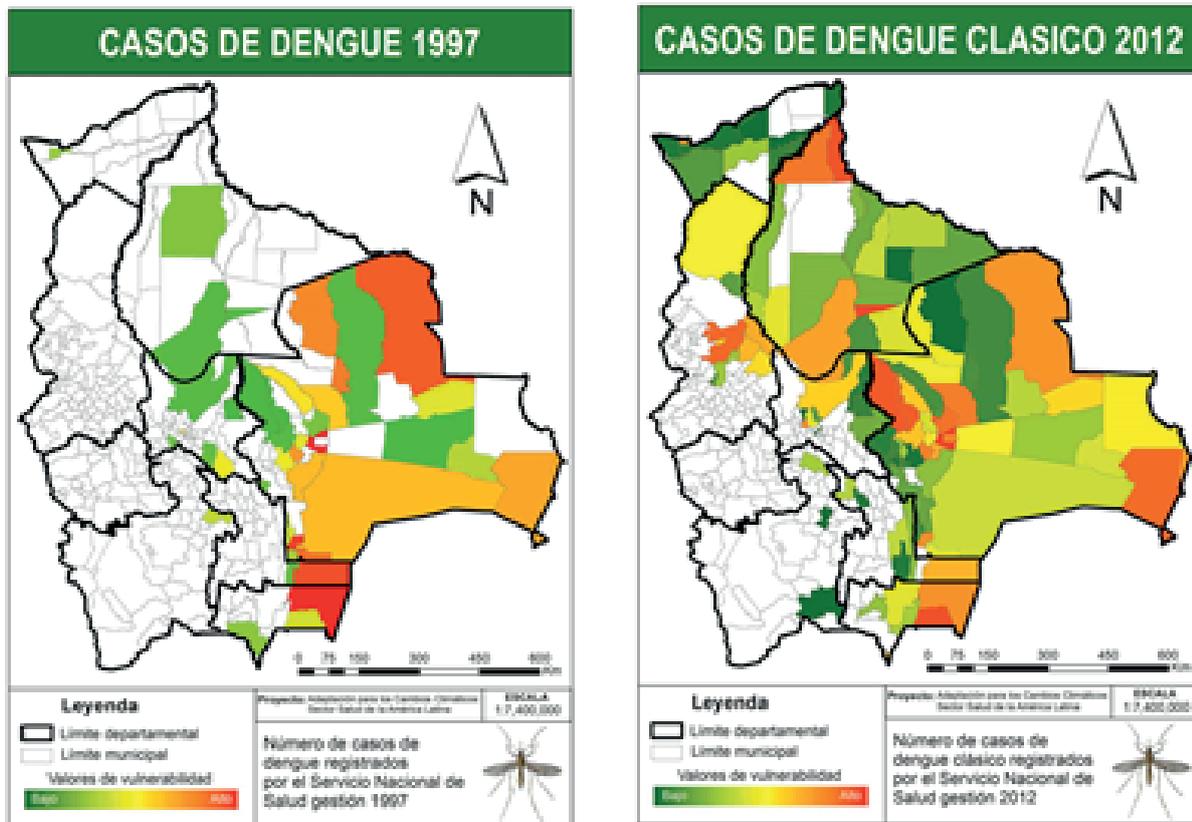
amplification of their transmission capacity⁴⁵.

The BPR-IDB Project "Regional Instruments for Adaptation to Climate Change", in its first phase from 1997 to 2013, has studied the presence of cases of Dengue, the *Aedes aegypti* mosquito, in an elevational transect from the lowest eastern parts of the country to the highest municipalities in the west considering their level of sanitary vulnerability to climate change for Dengue. The presence of the vector is not only associated with temperature but also with socio-environmental factors. The following map shows the vulnerability to climate change for Dengue for the year 1997, categorized from 1 to 5, the latter being the highest vulnerability, while for 2012, a greater number of municipalities showing cases of dengue favored by multiple factors according to their level of vulnerability.

Dengue is present in Santa Cruz, Cobija, Yacuiba, Robore, Puerto Suarez, Chapare and the north of the department of La Paz. Furthermore, there is a risk of introduction of *Aedes albopictus*.

The health impacts of climate change are mainly evaluated for four types of diseases: Malaria, Dengue, acute respiratory infections and acute diarrheal diseases. For the analysis methodology carried out by ECLAC and the IDB in the docu-

45 (Aparicio Effen *et al.* 2010)



Source: Project “Regional Instruments for Adaptation to Climate Change” (BPR-IDB Project)

ment “The Economics of Climate Change in the Plurinational State of Bolivia”, the calculation of costs related to the loss of working days due to the increase in Malaria and Dengue was considered along with costs related to public spending on the treatment of additional patients. The result⁴⁶ of the calculations “indicates that the losses attributable to productivity in the case of malaria and dengue would be in the order of 0.007% and 0.015% of GDP, respectively, for 2.100 nationwide.”

3.4. Policies and strategies for adaptation to climate change

Bolivia considers adaptation a fundamental and priority issue, established in the Plurinational Policy on Climate Change and in Article 2 of Supreme Decree 1696. The latter establishes the Adapta-

tion Mechanism for Living Well as part of the Plurinational Authority of Mother Earth and Its main programs are the following:

- Program for the prevention and reduction of risk from the impacts of climate change.
- Life systems resilience program for sovereign food security.
- Comprehensive water management program.
- Education and health programs related to Climate Change.

Between the years 2009 and 2015 droughts occurred in 67% of the municipalities of Bolivia, mainly in Santa Cruz, Tarija and Cochabamba.

46 (CEPAL & BID, 2014)

Additionally, frost and snowfall related to El Niño / La Niña events had a high recurrence in Tarija. Another frequent hydrometeorological events were the floods that also strongly affected crops and livestock in La Paz and Santa Cruz. In 2013 and 2014, the worst drought in the last 50 years was recorded in the region of El Chaco, and some of the most severe floods were recorded in the north of the country.

3.5 Adaptation measures on water and water resources

The Ministry of Environment and Water, has included the study of adaptation and mitigation measures in the face of climate change, risks and the environment in drinking water and sanitary sewer systems as an indispensable requirement for the presentation of projects at the final design level, so that this important aspect is taken into account in the design of drinking water and basic sanitation projects. The adaptation measures developed are described below.

3.5.1 Basic sanitation

The Plurinational State of Bolivia, recognizing access to water and basic sanitation as a human right, assumes responsibility through the National Basic Sanitation Plan 2009-2015, framed in the National Development Plan. It promotes policies and strategies related to the protection and conservation of the Water. In addition, it guarantees equity in access⁴⁷. According to the National Basic Sanitation Plan 2008-2015, as a sectoral instrument of the National Development Plan it sets the following goals to be achieved:

- National: 90% water coverage, 80% basic sanitation, and 80% coverage in Wastewater Treatment Plants.
- Urban: 95% water coverage and 79% basic sanitation.
- Rural: 80% coverage of water and basic sanitation. In addition, complementary programs of the Plan are proposed, as shown below.

- Wastewater Reuse Program: 6 pilot projects carried out.
- Climate Change Program: full coverage in education has been achieved and planned investments have been made.
- Efficient water use program: they include national coverage with sub-national scope; the global scope of the subject in education; the incorporation of climate change in 50% of the entities in charge of issues related to water and sanitation, and the execution of programmed investments.
- The Efficient Water Use Program is strongly related to adaptation to climate change, as it will allow the sustainable use of the resource. On the other hand, indigenous peoples are a sector defined as a priority by the National Government and embodied in the National Development Plan, which is why it was set to reach 90% coverage in their territories, increasing investment.

3.5.2 Watershed management

The National Development Plan defines the Integrated Management of Water Resources as a process that promotes the coordinated development of water, land and related resources, in order to maximize social and economic well-being with equity and without compromising sustainability of vital ecosystems. The measures implemented in this sector refer to monitoring the quality of water resources, basin master plans and actions regarding the use of water within the framework of the National Basin Plan, as well as in natural disaster prevention programs⁴⁸.

3.5.3. Water resources

The national policy “Water for all” aims to improve access to water, considering this as a human right. It also has sustainability and water management components. To do this, it has national, regional and departmental plans, as well as programs in different sectors, emphasizing irrigation. The National

47 (MMAyA & VAPPSB, 2009)

48 (MMAyA & MDRT, 2011)

Watershed Plan Project⁴⁹ constitutes an instrument that promotes strategic alliances for the implementation of different modalities of Water Resources Management and Integrated Watershed Management in Bolivian and transboundary basins. The new IWRM and MIC modalities will be developed on the basis of the principles of social management, local participation in coordination and agreement of different uses of water and organization of user actors in a basin or sub-basin. The program for the 2013 to 2017 phase has the following components:

- Promotion and development of Watershed Master Plans.
- Implementation of IWRM-MIC Projects.
- Management of hydrological risks and climate change.
- Water quality management.
- Implementation of Pedagogical Basins.
- Knowledge and information management of water resources and basins.
- Institutional development and capacity building for IWRM and MIC.

It also has several programs such as: National Irrigation Program with a Basin Approach (PRONA-REC) Investment Projects Adaptation to Climate Change Water sector PIACC-IDB Mi Agua I Program; Mi Agua II; Mi Agua III-CAF and MI RIEGO.

3.5.4 Agricultural sector

A strategic sector in the national economy is agriculture, with a sustained contribution to GDP of 12%, in the last decade. It is a fundamental pillar of food production, provides raw material supplies for industry, generates foreign exchange through the export of products, and is the main economic activity that generates employment in rural areas.

It is characterized by its heterogeneous structure of production systems, involving subsistence peasant

family agriculture with small ones, traditional agriculture supplying the local market and mechanized commercial agriculture destined for agro-industry and export. In this sense, this sector is characterized by the typological diversity of producers that combine different factors, such as the size of the property, the levels of specialization or diversification of production, and the intensity in the use of labor, inputs, and capital. This socio-economic heterogeneity allows the differentiation of a dual agricultural economy, characterized by the presence of a peasant-indigenous economy and a business economy⁵⁰.

The theme of climate change is incorporated as a cross-cutting component of the strategic research agenda of the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation (INIAF), based on the following initiatives:

- Systematization of strategies and actions for adaptation and mitigation of impacts of climate change in the agricultural and forestry sector;
- Creation of mechanisms for the identification and early action of the impacts of climate change in the agricultural sector;
- Development of tools for monitoring and continuous evaluation of the impacts of climate change on a baseline in the agricultural sector;
- Development of mitigation and adaptation measures, intervention strategies and prioritization criteria.

INIAF execute several programs: wheat, corn, rice, potatoes, quinoa, vegetables, sugar cane, livestock and fodder, forests, genetic resources and a program to strengthen research capacities to support food security, which are related to climate change.

3.6 Community-based adaptation strategies

3.6.1 Local, ancestral knowledge and resilience to climate change

In coherence with national mandates and policies, the country seeks the valorization and recovery of

49 (MMAyA *et al.*, 2014)

50 (UDAPE, 2015c)

ancestral knowledge as important components of actions to adapt to climate change. In this way, governmental and non-governmental institutions incorporate this element in the development of their projects. In this sense, the Bioculture and Climate Change Project is one of the projects on food security with sovereignty at the national level; It is implemented by the Plurinational Authority of Mother Earth with funding from the Swiss Agency for Development and Cooperation (COSUDE).

This benefits indigenous and peasant families from 300 communities in 27 municipalities in the Andean and sub-Andean zones of the country and proposes a fusion between sustainable management of biodiversity and the revaluation of ancestral knowledge between biological diversity and cultural diversity, in order to develop biocultural endogenous models. One of its most important points is the work on the conservation of agrobiodiversity zones, which focuses on the conservation of ancestral crops with great nutritional potential.

At the same time, it is important to point out that, together with the Agricultural Risk and Climate Change Management Unit, the Ministry of Rural Development and Lands transferred climate monitoring tools to various municipalities. Among the tools that were received at the local level, two stand out: a) the forms to generate forecasts used by the Yapuchiris, also called Local Agroclimatic Observers; and b) the Pachagrama, demanded not only at the local level, but at the national and international level (Peru, Ecuador and Colombia).

3.6.2 Adaptation of biodiversity

Biodiversity shows different strategies to reduce its vulnerability to global warming such as: migrations, demographic changes, phenological changes, physiological and behavioral changes. However, it must be considered that biota with special physiological characteristics such as amphibians with permeable skin and eggs and whose sexual determination depends on temperature, can be very vulnerable, as can species with restricted distribution ranges or very particular habitats. In contrast, spe-

cies that occupy areas with larger, uninterrupted habitats, that enjoy rapid dispersal mechanisms and large populations are at lower risk of extinction.

Understanding the changing ecological dynamics of many vulnerable ecosystems presents a challenge for conservation strategies, particularly as the current network of protected areas at the global level seeks to protect static (rather than dynamic) patterns of biodiversity⁵¹. However, there are simulation studies that suggest that some of these networks are unlikely to achieve their original goals⁵², and new approaches to nature conservation that recognize the dynamic reality of the effects of climate change on ecosystems are very likely to be needed.

In the context of the challenges posed by climate change for the distribution of species, conservation strategies that guarantee the migration of certain populations must be rethought. In other words, the potential migration of species must be clear as a useful theoretical basis for prioritizing adaptation actions. Landscape patterns should be considered to promote connectivity for species, communities, and ecological processes; as a key element in the conservation of nature and its ability to adaptation⁵³. Another consideration is related to the knowledge and conservation of agrobiodiversity, a factor of natural heritage that, by allowing sustainability in life systems and sovereign food security, is a fundamental part of adaptation to climate change in our country. This, by being part of ancestral and small-scale production systems, constitutes its management in one of the most efficient ways to maintain high resilience and adapt production systems. Likewise, the lessons learned from the management of wild flora and fauna must be considered, which transversally support the maintenance of ecosystems, thus helping integral development.

4. Mitigation of climate change in the country

Bolivia implements actions with an impact on mitigation within the framework of its development plans and the efforts it must carry out to be more

51 (Lemieux & Scott, 2005; Lovejoy, 2005)

52 (Hannah, Midgley, Hughes, & Bomhard, 2005)

53 (Locatelli & Imbach, 2010)

resilient to climate change. At the national level, there are several areas with potential for the implementation of measures and actions with an impact on mitigation, among which we have: improving efficiency in the use of energy, the use of renewable energies, waste treatment, and others.

The Mitigation Mechanism for Living Well was implemented in 2014 as an operational component of the APMT, with the aim of contributing to the development and strengthening of sectoral and multisectoral actions, promoting initiatives aimed at reducing GHG emissions.

Along these lines, central state entities promote climate change mitigation actions. This chapter describes some of these actions in the energy and waste fields in the 2009-2014 period. As previously mentioned, the actions implemented have the main objective of contributing to development and improving the quality of life of the population. In this sense, the GHG emissions avoided or reduced by these actions have not been quantified.

In the national context, Supreme Decree No. 1696, in the Article 2, establishes that mitigation is the control and reduction of GHG that cause climate change, within the framework of the principle of common but differentiated responsibilities and climate justice to reduce the impact of global climate change.

4.1 Mitigation in the energy sector

Conversion of vehicles to Natural Gas Vehicle (NGV)

According to several studies carried out at the international level, the conversion of vehicles to NGV entails a net reduction in GHG emissions. In this regard, in 2010 Bolivia created the Executing Entity for Conversion to Natural Gas Vehicles (EEC-GNV). By this, the change of the energy matrix is promoted and subsequently the Cylinder Requalification Program and the National Program for the Transformation of Vehicles from Diesel Oil to NGV are executed.

Between 2010 and 2014, the Public Service Vehicles Conversion Program to NGV in the departments of La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Oruro

and Chuquisaca carried out 108,817 vehicle conversions. The amount of GHG emissions reduced depends on various technical aspects (technology used, type of vehicle, and others) and within the framework of this initiative in Bolivia, no studies aimed at quantifying this reduction were developed.

Energy efficiency

The “National Energy Efficiency Program”, approved in 2008, is implemented with the aim of establishing actions, policies and executing projects that seek to optimize the rational, efficient and effective use of energy. Within this framework, the program for substituting incandescent bulbs for savers 2008-2009 (free distribution of 7.9 million saving bulbs) was implemented, reducing billing for household electricity consumption by up to 30%. In 2012, 6,079,648 saving sources were replaced in the departments of Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Beni and Tarija. The incandescent light bulb replacement program was complemented by communication and awareness programs: “Shift your peak hour consumption” implemented between 2009 and 2010, and “Light that you turn off, light that you do not pay” implemented between 2011 and 2012, aimed for citizens to be an active part of this State policy. Although the emission reduction potential of these actions was not quantified, in the residential sector of cities, emissions in the stationary energy sector represent around 30% of total emissions, and the consumption of electrical energy represents half of these emissions, so the reductions could be significant.

Alternative and renewable energy

The Electricity to Live with Dignity Program was created in 2008 with the objectives of increasing the coverage of electrical energy in rural and urban areas of Bolivia and improving the living conditions of the population. This will imply greater consumption of electrical energy, therefore, the country's objective is to cover this demand through the isolated generation of electrical energy from alternative and renewable sources.

Within the framework of the Program, a series of projects were carried out that contributed to the generation of clean energy, which in turn implies

avoiding or reducing GHG emissions until 2015. These programs and projects are:

- The Renewable Energy Program (PER) which aims to use renewable energy in a sustainable way, by taking advantage of the existing water resource in the areas of influence, executing projects of small hydroelectric plants to provide electric power to rural populations far from the National Interconnected System or to its interconnection, contributing to the diversification of the national energy matrix. In the framework of the PER, until 2013 the coverage of electrical energy in rural populations was achieved, benefiting a total of 2.478 families with the generation of 1.177 kW of installed power.
- The Access to Electric Energy and Renewable Energy Program, implemented between 2007 and 2011, benefited a total of 10.147 households with access to electric energy through photovoltaic systems and 3.000 systems for infrastructure for the social and productive use of electricity. For its part, the densification with small extensions of medium and low voltage electrical networks reached 20,073 households, as well as rural communities with the provision of 7.649 improved Malena-type stoves with the efficient use of firewood.
- The GPOBA Rural Photovoltaic Electrification Project contributed to the access to electricity services of families and schools in rural areas by installing photovoltaic systems in the departments of La Paz, Potosí, Cochabamba and Chuquisaca. Through it, solar lamps were distributed in the Chiquitania, Chaco and Amazon areas of Bolivia. Until 2013, 7.564 photovoltaic systems were installed and 4.055 PV peak lamps were delivered, benefiting the same number of families, respectively. The EU-ROSOLAR Program, a regional program of the European Union, benefited 59 communities in the departments of Chuquisaca, Cochabamba, Oruro, Potosí and Santa Cruz, providing them with electrical energy based on hybrid systems (solar / wind), for the operation of community telecentres. Until 2013, the program benefited a total of 5.566 families.

Mitigation in the waste sector

In cities, the waste sector represents around 14% of total emissions, mainly due to the generation of GHG, including methane (CH₄) in sanitary landfills or open dumps, which represent around 85% of the total sector, and the remaining 15 % from the generation of emissions in wastewater treatment plants.

Therefore, in Bolivia, the reduction of emissions from the waste sector is a priority. Actions are implemented to achieve this, including the pilot programs for the use of waste consisting of separation at source, differentiated collection and composting process for waste. organic or collection and commercialization of recyclable inorganic waste to industry, implemented in six municipalities in the country: Santa Cruz de la Sierra, La Paz, Cochabamba, Tiquipaya, Comarapa and San Matías.

5. Measures taken to achieve the objectives of the convention

5.1 Bolivia's contributions to the United Nations Framework Convention on Climate Change

Bolivia has a long history of demonstrating its commitment to reduce the impact on the environment and, more recently, to reduce its contribution to climate change, an aspect reaffirmed before the UNFCCC.

Internally, it has worked on structuring mechanisms and instances that contribute to the fulfillment of internationally established goals, which are described below.

Joint Mitigation and Adaptation Mechanism for Integral and Sustainable Forest Management

Bolivia presents the joint mechanism as a strategic proposal framed in the synergy between mitigation and adaptation, articulating international efforts to conserve forests, as carbon sinks and reducing vulnerability to the adverse effects of climate change. The joint mechanism views forests as a key sector for mitigation and adaptation together. This mechanism proposes the reinforcement and empowerment of the relationship between indigenous

peoples and local communities with the forest as a real conservation strategy. This occurs in addition to the integral and sustainable development for the communities, thus reducing their vulnerability. In this way, it promotes sustainable productive systems, reinforcing the governance of the communities and increasing their resilience.

Platform of Local Communities and Indigenous Peoples

This platform constitutes the first instance, in the history of the UNFCCC, that recognizes and gives voice to the indigenous peoples and local communities of the world, actively including them in the global fight against climate change as fundamental actors with full rights and with capacity for action. The direct participation of indigenous peoples is consolidated in this Platform, which is recognized in paragraph 135 of decision 1/CP.21. These proposals were consolidated through multiple international scenarios for discussion and negotiation on climate change. The most important are listed below.

- COP15 Copenhagen, 2009: The turning point
- I World Peoples Summit on Climate Change and the Rights of Mother Earth (Tiquipaya, 2010)
- II World Summit of Peoples on Climate Change in Defense of Life. Tiquipaya, 2015
- COP21-2015: the Paris Agreement

5.2 National Communications

Bolivia prepares its National Communications within the framework of its commitments to the UNFCCC. In addition, the preparation of climate change reports is aligned with the provisions of the Mother Earth Framework Law and Integral Development for Living Well and the Plurinational Policy on Climate Change. Bolivia's national communications include the progress made in adaptation, mitigation and management related to climate change.

First National Communication: Presented at COP 6, 2001. It was the first Bolivian effort presented to the UNFCCC. It includes GHG inventories for

1994, as well as an analysis of vulnerability and adaptation, and mitigation. The vulnerability analysis allows identifying the sectors that require the most attention, and preparing the strategic guidelines for adaptation by sector. Mitigation measures were proposed for the energy, forestry and agricultural sectors and include proposals and cost analysis.

Second National Communication: Presented at COP 15, 2009. The Second National Communication represents considerable progress compared to the first. First, analyzes of vulnerability and impacts of climate change in the different sectors are deepened, but also adaptation and mitigation measures show strategies and plans in execution and not just projections. It includes strategies aimed at generating or strengthening institutional and negotiation capacities, as well as plans for education and dissemination of climate change.

6. Needs and projections

Obstacles, needs and projections of financing, technology and capacity development have been identified for the implementation of the climate change policy in Bolivia.

6.1 Needs

In the framework of the implementation of the Nationally Determined Contribution of Bolivia, and in coherence with the Paris Agreement, the mobilization of new funds from the parties is necessary and obligatory so that developing countries can take adaptation and mitigation actions on climate change. In order to continue the work of preparing the INGEL, the National Communications and the Biennial Update Reports, it is necessary to develop technical capacities and continuous processes to generate quality information.

Apart from the aforementioned financial needs, some technical and strengthening needs have been identified; the most relevant are:

- Strengthen and consolidate the Plurinational System of Information and Comprehensive Monitoring of Mother Earth and climate change.

- Improve processes related to the generation, transfer and processing of information related to climate change.
- Improve the information flows of the activity of each of the sectors for the preparation of GHG inventories.
- Improve information flows related to actions with an impact on adaptation and mitigation.
- Strengthen the technical capacities related to the calculation of GHG emissions in each of the sectors.
- Strengthen capacities for calculating emission reductions in the framework of the implementation of the different projects and monitor progress in compliance with the country's NDC.
- Strengthen technical capacities for the development of regionalized climate change scenarios.
- Articulate the lines of research on climate change at the national level from the natural sciences and social sciences.
- Deepening the work of the life systems approach to assess vulnerability to climate change.
- Deepening work on adaptation to climate change through knowledge dialogue.
- Comprehensive State Planning System (SPIE) Law 777 establishes the new planning system, articulating sectoral planning and comprehensive development planning, and transversally incorporates life systems, climate change and risk management approaches. Sector and territorial planning must include adaptation and mitigation actions and measures. In this context, the APMT has a very important role to play in guaranteeing the incorporation of the climate change approach in sectoral and territorial planning.
- Plurinational Climate Change Policy and Plan. Plurinational Climate Change Policy is framed in the Patriotic Agenda 2025 and its implementation is in charge of the Plurinational Authority of Mother Earth. This policy is oriented to adaptation, to improving the resilience of the most vulnerable sectors, to the generation of capacities, the recovery of ancestral knowledge for adaptation to the change of matrix and the increase in energy efficiency.
- The Bolivian NDC are linked to national planning and is consistent with the Bolivian position on climate change; In this sense, it prioritizes adaptation over mitigation. It defines actions and goals in three areas: Water, Energy, Forests/Agriculture.

6.2 Institutional and Planning Framework

The planning instruments available for the development of Climate Change activities in the country are:

- Economic and Social Development Plan 2016-2020 and Patriotic Agenda the Economic and Social Development Plan 2016-2020 (PDES) is framed in the Patriotic Agenda (AP) 2025, which proposes inclusive participation by the central level of the State, departmental autonomous governments, municipal autonomous governments, and indigenous-native peasant autonomies. The AP proposes 13 pillars on which dignified and sovereign Bolivia will rise, while the PDES formulates the strategies and measures necessary to implement each of these pillars.

6.3 Future national communications

The formation of the APMT implies the institutionalization of the subject of climate change in Bolivia, so it is the responsibility of the APMT to prepare future national communications and GHG inventories.

The Plurinational System of Information and Comprehensive Monitoring of Mother Earth and Climate Change (SMTCC) has planned the development and implementation of a computer system for the generation, transfer and systematization of data and information related to climate change and internal and external reports. (NDC, National Communications, Biennial Update Reports).

The Plurinational Fund of Mother Earth is the financial mechanism that will be used for the field implementation of the country's climate change mitigation and adaptation policies and strategies.

Capítulo

1

Circunstancias
nacionales



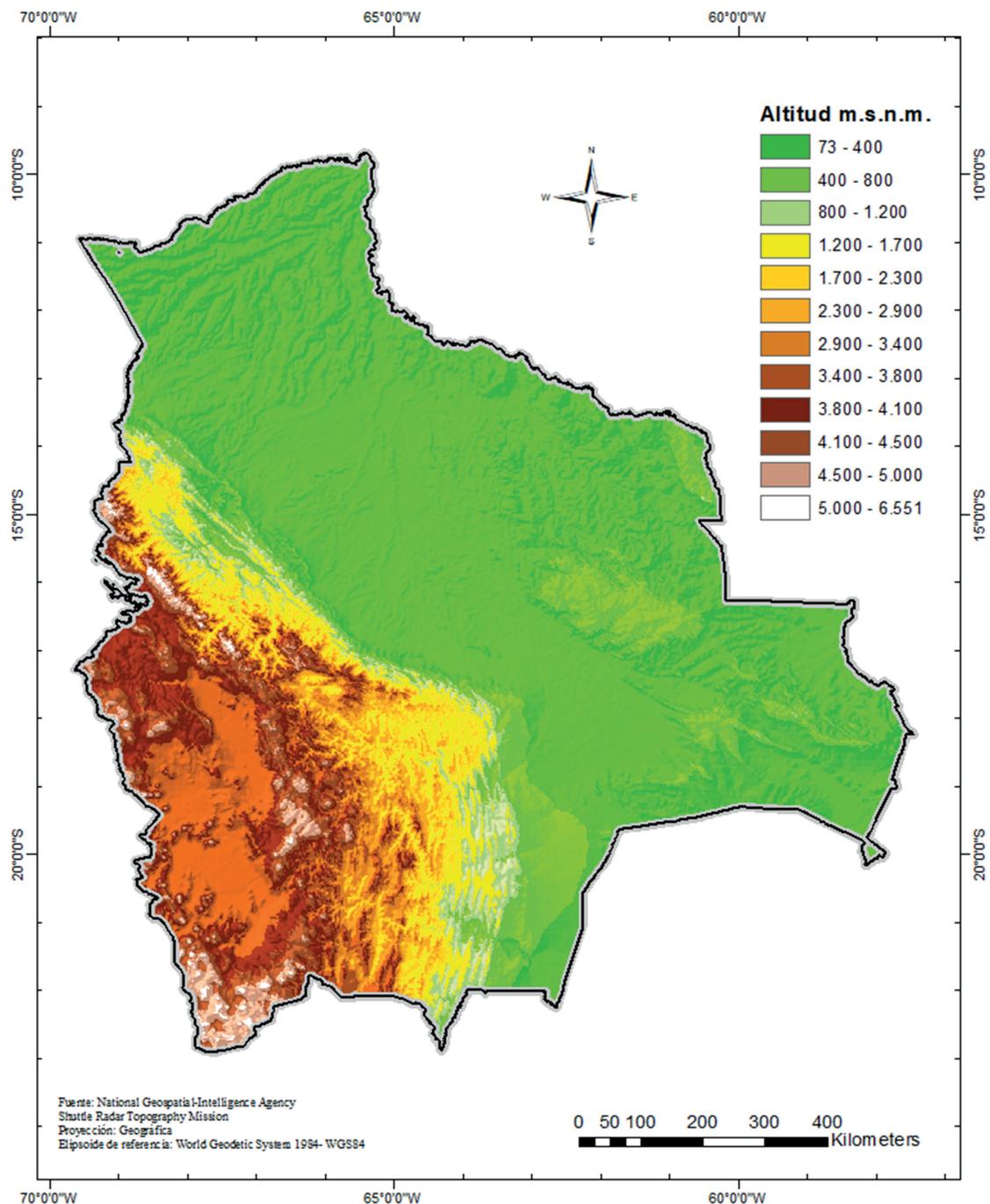


1.1 Características geográficas

Para caracterizar los efectos del cambio climático en el territorio boliviano es necesario comprender la diversidad de su geografía, incluidos los procesos físicos, biológicos, sociales, económicos y cul-

turales asociados. El Estado Plurinacional de Bolivia, situado al centro de Sudamérica, se encuentra entre los meridianos 57° 26' y 69° 38' de longitud occidental y los paralelos 9° 38' y 22° 53' de latitud sur, abarcando más de 13 grados geográficos. Su extensión territorial es de 1.098.581 km².

■ **Figura 1. Mapa de relieve de Bolivia**



Fuente: (APMT, 2020)

El Estado Plurinacional de Bolivia está dividido actualmente en nueve departamentos (Beni, Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Oruro, Pando, Potosí, Tarija y Santa Cruz), 112 provincias, 339 municipios y 36 territorios indígena originario campesinos.

Bolivia propugna la división de poderes en cuatro órganos del Estado: Ejecutivo, Legislativo, Judicial y Electoral.

1.2 Características naturales

1.2.1 Geomorfología y morfología

El territorio boliviano se caracteriza por sus marcados contrastes geográficos y paisajísticos, principalmente por tres regiones fisiográficas: andina, subandina y de los llanos.

La región andina, en el oeste del país, comprende el altiplano y, alrededor de éste, la cordillera Occidental de origen volcánico y la cordillera Oriental de origen tectónico. Esta región es de clima predominantemente frío y seco, con heladas frecuen-

tes en invierno, situada a más de 3.000 m.s.n.m., con variados lagos, lagunas y salares en una cuenca endorreica.

La región subandina, en el centro oeste del país, comprende valles y cordilleras desde la región andina hasta el pie de monte, con un rango altitudinal de entre 3.000 y 1.000 m.s.n.m. El clima es variable, desde cálido a frío, dependiendo de la altitud, y desde seco en el sur a muy húmedo en el norte. Los ríos de la región pertenecen a la cuenca amazónica en la parte norte y a la cuenca del Plata en el sur.

La región de los llanos ocupa la mayor parte del territorio del país, incluyendo llanuras y serranías bajas, abundantes ríos en el norte y este, humedales y lagunas en la llanura de Moxos y el Pantanal. Las serranías de Chiquitos cortan la planicie en el departamento de Santa Cruz y son la división entre las cuencas amazónica y del Plata, creando un gradiente de humedad de norte a sur. En general, la región se encuentra por debajo de los 1.000 m.s.n.m., aunque algunas serranías de Chiquitos pueden elevarse por encima de esta altitud⁵⁴. Esta

Figura 2. Perfil de elevaciones de Bolivia, con indicaciones de provincias fisiográficas y cuencas hidrográficas



Fuente: (Van Damme, 2002)

54 (Ibsch y Mérida, 2003)

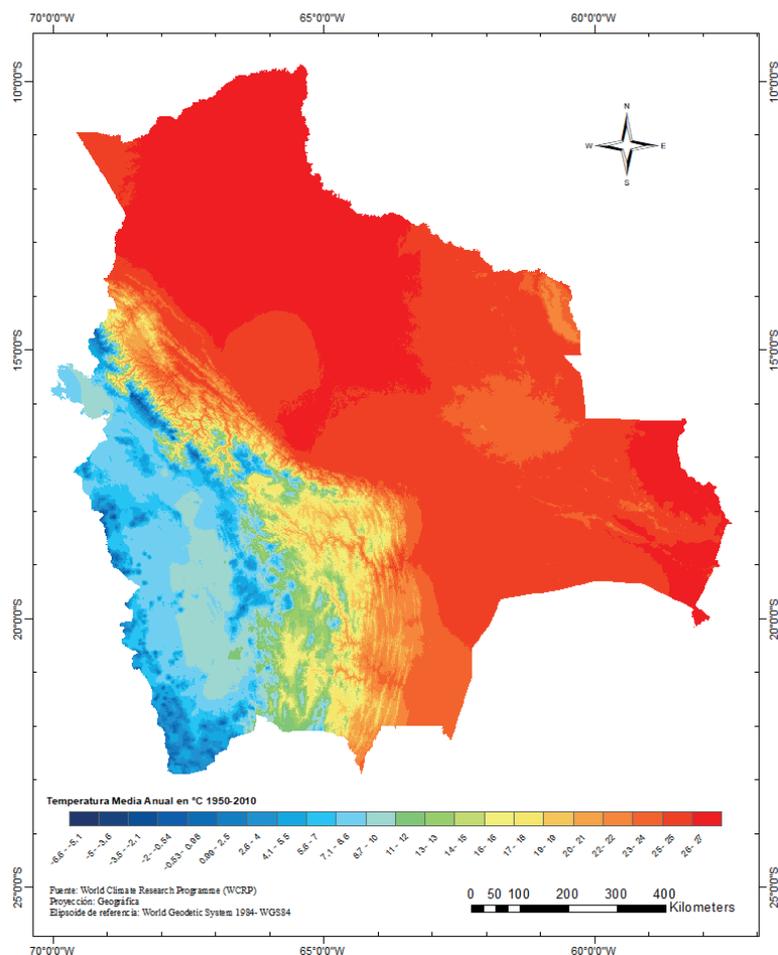
diversidad fisiográfica y climática da lugar a una diversidad de ecosistemas, desde glaciares en la alta montaña, grandes lagos y salares en el altiplano hasta espesos bosques en los llanos y los yungas, matorrales áridos en el Chaco, todos con diferentes vocaciones productivas.

1.2.2 Clima

Debido a la proximidad del país a la línea del Ecuador, las estaciones no son muy marcadas. Así, la temperatura media de una región depende mayormente de su altitud y en menor proporción de su ubicación latitudinal. El clima de Bolivia depende básicamente del monzón sudamericano, de la orografía y de la Ama-

zonía⁵⁵. El monzón sudamericano (*South American Monsoon System-SAMS*) determina el transporte de la humedad desde el océano Atlántico a través de la Amazonía y, por lo tanto, la precipitación en el país; asimismo, fija dos épocas marcadas: húmeda en verano y seca en invierno⁵⁶. Aproximadamente el 60% del territorio boliviano está ubicado en regiones con altitudes menores a 500 m.s.n.m. (Gran Chaco, llanos tropicales), con una temperatura media anual de entre 22°C y 25°C; un 24% del país se encuentra entre los 500 y 3.500 m.s.n.m. (valle, Amazonía), con una temperatura promedio de 18°C; y, finalmente, el restante 16% del país está ubicado a una altitud mayor a los 3.500 m.s.n.m. (Altiplano) con temperaturas que oscilan entre -6°C a 16°C⁵⁷.

Figura 3. Temperatura media anual (°C) entre 1959 y 2000



Fuente: (APMT, 2020)

55 (Marengo, Soares, Saulo & Nicolini, 2004; Montes de Oca, 1995)

56 (Xue *et al.*, 2006; Zhou & Lau, 1998)

57 (Andrade, 2014a; DIPECHO, 2012)

Varios estudios coinciden en el incremento de la temperatura en 0,10°C por década desde 1939 a 2009⁵⁸ y una tasa de incremento de 0,32°C a 0,34°C en los últimos 25 años⁵⁹. Por otro lado, las temperaturas promedio mínimas y máximas se elevaron en el periodo entre 1940 y 2004 en Santa Cruz, Beni, Cochabamba, Oruro y Tarija, y descendieron en Chuquisaca y Potosí⁶⁰. En la siguiente tabla se presentan resultados complementarios de las valoraciones sobre variaciones de temperatura.

1.2.2.1 Variaciones de la precipitación

Los sistemas y centros de acción que determinan

la formación de la precipitación sobre Bolivia son: a) Zona Alta de Bolivia; b) Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT); c) Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCA), que generalmente se asocia a la baja presión del Chaco cerca de la superficie; d) Frentes fríos, e) Posicionamiento de la corriente en chorro subtropical⁶¹; y f) Corriente de viento que surge en la faja subandina en la cuenca del Plata⁶². La mayor parte de la precipitación se produce en época húmeda, es decir, de diciembre a marzo (60% a 78%), mientras que en época seca se registra del 0% al 15% de la precipitación anual. Las precipitaciones varían desde más de 6.000 mm anuales sobre el primer relieve de

Tabla 1. Variaciones de temperatura en regiones del Estado Plurinacional de Bolivia

Región	Variaciones de temperatura
Altiplano	<p>El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia (SENAMHI) indica que las temperaturas mínimas y máximas promedio en casi todo el norte del Altiplano se han incrementado entre 0,8 y 1,5°C en los últimos 30 años.</p> <p>Por otro lado, registros de 15 estaciones meteorológicas en el Altiplano mostraron un incremento significativo aproximado de 1°C, en tanto que en algunas áreas se registraron temperaturas máximas y mínimas mayores, especialmente durante el invierno (Valdivia y Barbieri, 2010).</p> <p>De la misma manera, valores de temperatura mínima mensual de los periodos 1977 a 1981 y 2004 a 2011 en el Parque Nacional Sajama muestran una tasa de incremento de 0,046°C por año en verano y una tasa de incremento de 0,020°C en invierno (García, 2012; García, 2013; Agua Sustentable, 2013).</p>
Valles	<p>Los datos del SENAMHI confirman que desde 1978 las temperaturas máximas y mínimas habrían aumentado entre 0,8 y 1,5°C en los meses de verano, mientras que en invierno el aumento ha sido de entre 0,4 y 0,5°C.</p> <p>Estudios del Plan Departamental de Gestión de Riesgos y Resiliencia al Cambio climático (GA- CBB, 2014) muestran que en los valles de Cochabamba la temperatura media se ha incrementado a un ritmo de 1°C cada 30 años desde 1950 a 2010, registrándose temperaturas récord que han estado por encima de los valores históricos en las últimas décadas.</p> <p>Asimismo, el Plan Departamental de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Chuquisaca (GACH-PD GCC, 2014) muestra desde 1992 hasta 2012 un incremento de 0,2°C a 0,3°C en la temperatura media.</p>
Amazonía	<p>PNUD (2011) menciona que la temperatura media en la región amazónica se habría incrementado en 0,08°C por década para el periodo 1901-2001.</p>
Llanos Orientales	<p>No se tiene información.</p>
Gran Chaco	<p>Paz <i>et al.</i> (2010) reporta que en las regiones del Chaco los registros de temperaturas mensuales medias, máximas y mínimas del periodo 1977-2009 muestran la tendencia de un aumento hasta de 1°C y para el subandino de 0,5°C (ACH y Centro Agua, 2010).</p> <p>En el Estudio del Balance Hídrico para la Cuenca del Río Caigua-Villamontes (Roldán, 2011), el análisis de temperaturas medias mensuales desde 1975 hasta 2009 muestra en Villamontes un aumento en la tendencia de temperaturas en 0,082°C anuales.</p>

Fuente: Elaboración propia

58 (Seiler, Hutjes, & Kabat, 2013)

59 (Vuille & Bradley, 2000)

60 (Oxfam, 2009)

61 (SENAMHI, 2003)

62 (PNUD, 2011)

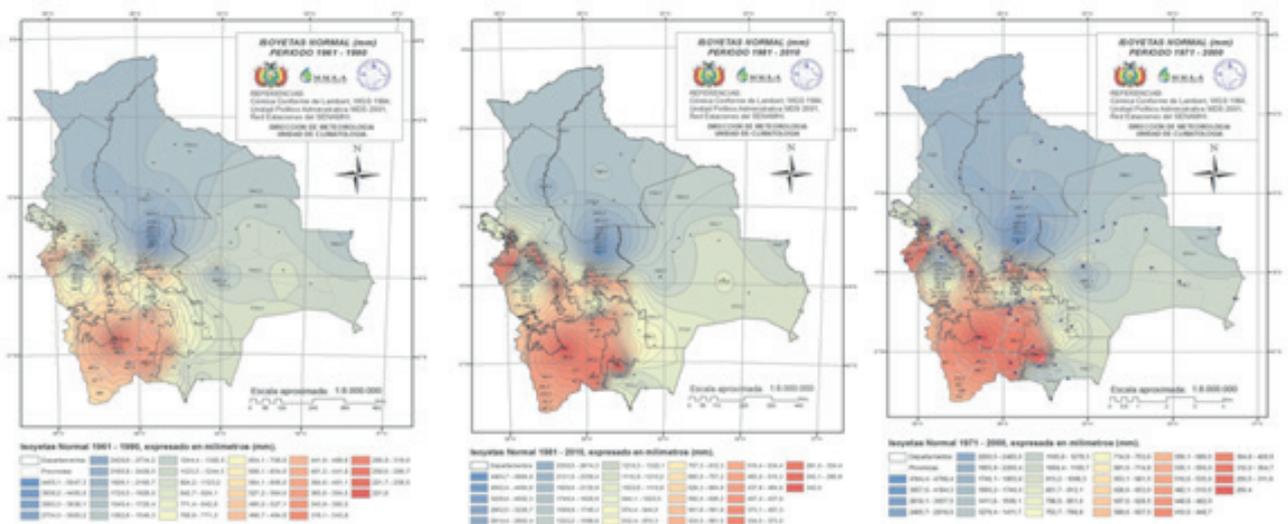
los Andes hacia el Escudo Brasileño (región del Chapare) hasta 100 mm en el suroeste del Salar de Uyuni, pasando por precipitaciones de 300 a 500 mm anuales en las cimas de la cordillera Occidental, 500 a 1.000 mm en la meseta del altiplano y 600 a 2.000 mm en las llanuras adyacentes a los Andes⁶³.

1.2.2.2 Comportamiento espacial de la precipitación

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) establece un periodo de 30 años para el análisis de las precipitaciones consideradas normales, contándose hasta la fecha con tres periodos: el primero de 1961 a 1990, el segundo de 1971 a 2000 y el tercero de 1981 a 2010. La primera precipitación es considerada como línea base, con la cual se comparan las otras. De acuerdo con la línea base de precipitación del periodo

1961-1990 (presentada en la Figura 4) existe un gradiente de precipitación ascendente desde el suroeste (altiplano) hasta el noreste (llanos orientales). Cabe mencionar que la región del Chapare (trópico de Cochabamba) cuenta con registros que están muy próximos a los 5.000 mm anuales. Para el periodo 1971-2000 se observa una menor precipitación en la región del altiplano en el sureste del país (Potosí), en el noreste del departamento de Oruro, al sureste del departamento de La Paz y al sureste de Chuquisaca (valle sur) y un aumento de la precipitación en los llanos orientales (Chapare, Cochabamba) y en la Amazonía (Pando). Para el periodo 1981-2010 se observa una disminución de la precipitación desde el suroeste (altiplano), el noreste del departamento de Tarija y el suroeste del departamento Cochabamba (valles norte); en cambio, un aumento de la precipitación en los llanos orientales (Chapare, Cochabamba).

Figura 4. Mapa de precipitación, Isoyetas normal: a) Línea base periodo 1961-1990, b) Periodo 1971-2000 y c) Periodo 1981-2010



Fuente: MMAyA

63 Entre 1.000-500 m.s.n.m. denominada Low Level Jet (LLJ). (Roche *et al.* 1992)

1.2.2.3 Relación de las variaciones con otros fenómenos meteorológicos

El Niño y La Niña forman parte de la Oscilación del Sur de El Niño (ENSO, siglas de *El Niño Southern Oscillation*)⁶⁴. Los eventos de El Niño y La Niña modifican drásticamente el comportamiento climático en muchas regiones del territorio boliviano⁶⁵. La Niña suele provocar en general un tiempo más seco y fresco de lo normal y El Niño se relaciona con un incremento de la temperatura que conduce a un ambiente más húmedo y lluvioso. El fenómeno de El Niño altera el patrón de flujo de los vientos de la Amazonía, lo que genera lluvias en los Yungas y el Chapare. Al acumularse los vientos húmedos y calientes en las costas del Perú, éstos generan precipitaciones en los

Andes, ocasionando fuertes tormentas y lluvias. Libres de humedad, estos vientos calientes atraviesan la cordillera hasta llegar al altiplano y los valles bolivianos, impidiendo el normal desplazamiento del aire húmedo proveniente de Brasil hacia el oeste, lo que desata fuertes lluvias e inundaciones en el oriente y sequías en el altiplano. Por otro lado, La Niña es un fenómeno complejo cuyos episodios nunca son idénticos, en la medida en que suele traer lluvias intensas al altiplano y puede causar inundaciones por desbordes de ríos, así como riadas. Por su parte, en los llanos orientales se presentan lluvias entre normales a deficientes. En el periodo de análisis 2002-2012 Bolivia ha sufrido el impacto de tres fenómenos de El Niño y tres fenómenos de La Niña con una intensidad entre moderada y fuerte.

Tabla 2. Eventos del fenómeno ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) entre 2002 y 2012

Fenómenos	Años de ocurrencia	Meses	Intensidad
El Niño	2002-2003	Noviembre 02 a marzo 03	Moderada
El Niño	2006-2007	Noviembre 06 a marzo 07	Moderada
La Niña	2007-2008	Noviembre 07 a marzo 08	Moderada
El Niño	2009-2010	Octubre 09 a abril 10	Moderada a fuerte
La Niña	2010-2011	Octubre 10 a abril 11	Moderada a fuerte
La Niña	2011-2012	Septiembre 11 a abril 12	Moderada

Fuente: VELASCO, Omar (2013b). Análisis de ocurrencia de eventos adversos de Bolivia, gestiones 2002-2012, VIDECI-PNUD

Tabla 3. Eventos adversos por los fenómenos La Niña y El Niño

Fenómeno	Municipios afectados	Nº de eventos reportados	Familias damnificadas	Nº de muertes
El Niño 2002-2003	103	194	57.208	54
El Niño 2006-2007	220	520	179.166	57
La Niña 2007-2008	207	524	123.341	71
El Niño 2009-2010	200	350	114.715	33
La Niña 2010-2011	123	192	36.828	58
La Niña 2011-2012	154	224	64.207	20

Fuente: VIDECI, 2014, Documento País Bolivia, DIPECHO, Series Políticas Públicas N° 2

64 ENSO es un término científico usado para referirse al conjunto de cambios de los patrones de temperatura de viento y mar que propician temperaturas superficiales del océano anormalmente frías o cálidas durante periodos largos que abarcan desde unos pocos meses hasta poco más de un año.

65 (Grimm *et al.*, 2000)

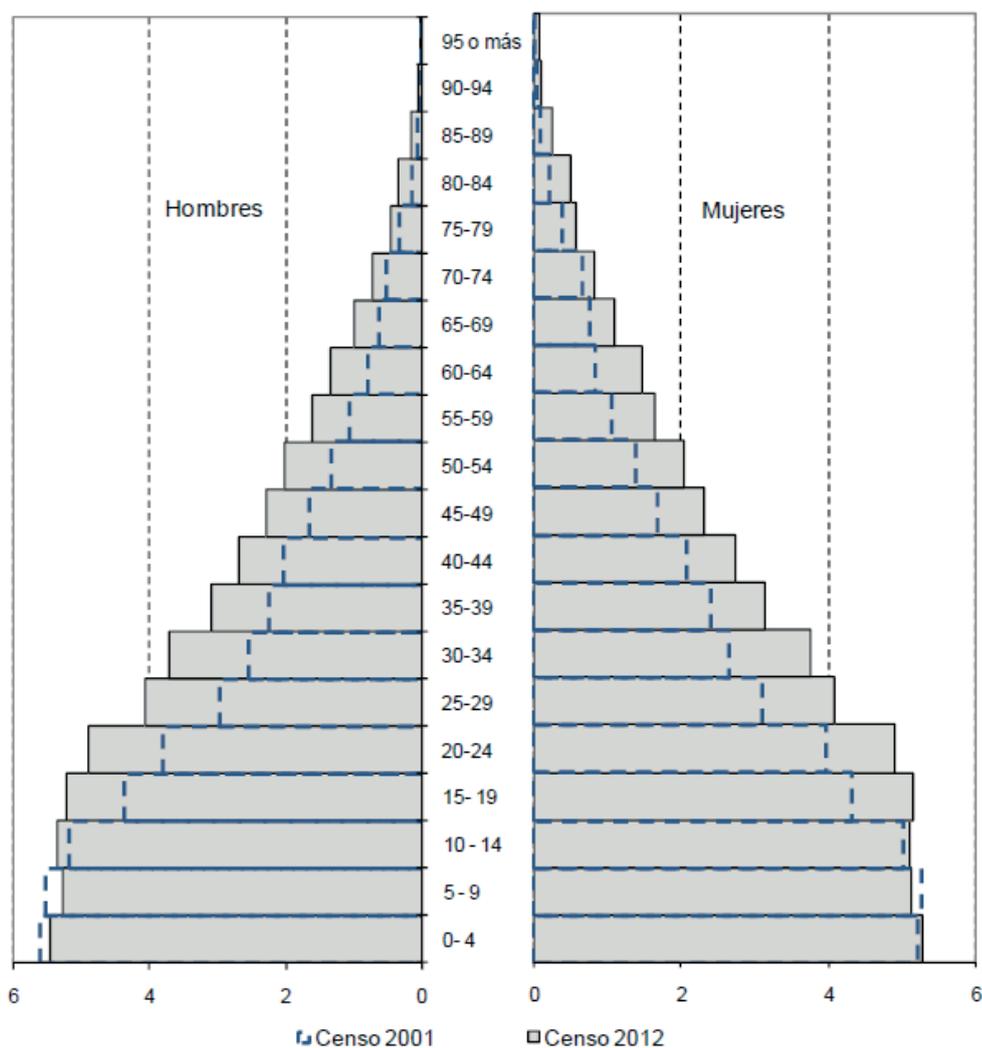
1.2.3 Perfil demográfico

Según el último censo realizado el año 2012 en el país por el Instituto Nacional de Estadística (INE), Bolivia contaba ese año con una población de 10.059.856 habitantes y para el año 2015 se proyectó una población de 11.410.651 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional de 1,9%⁶⁶. La mayor parte de la población se encuentra en los departamentos de Santa Cruz, La Paz y Cochabamba (71,33% del total de la población de Bolivia). Pando es el departamento con menor población con el 1,22%.

1.2.3.1 Población urbana y rural

Según el Censo 2012, el 67,5% de los bolivianos habitaban en el área urbana y el 32,5% en el área rural. Entre los años 1950 y 2012 se observó un proceso de urbanización en el territorio nacional, crecimiento ascendente de la población urbana y descendente de la rural originada principalmente por factores climáticos como heladas y sequía en el altiplano y la crisis económica durante el periodo 1970-1992. Este proceso de concentración de la población en las áreas urbanas tiene un comportamiento diferente en el tiempo y en cada departa-

■ **Figura 5.** Población total proyectada por sexo y por grupo quinquenal de edad, 2012



Fuente: (INE, 2012)

66 (INE, 2015)

mento: en Oruro y Santa Cruz se inició a partir de 1976, mientras que en La Paz, Cochabamba, Tarija y Beni se dio desde 1992. No obstante, en el Censo 2012, Chuquisaca, Potosí y Pando continuaban con una población que residía predominantemente en el área rural⁶⁷.

Al igual que en otros países de la región de Latinoamérica, en Bolivia la demografía se reconfiguró hacia el área urbana y se concentra en las tierras bajas.

1.2.3.2 Población por nacionalidad indígena originario campesina

El Estado Plurinacional de Bolivia reconoce constitucionalmente 36 Naciones y Pueblos Indígena Originario Campesinos (NyPIOC), que son: mosetén, leco, kallawayaya, tacana, araña, chiquitano, guaraní, guarayo, ayoreo, yuracaré-mojeño, yuki, yuracaré, chipaya, murato, weenhayek, tapieté, pacahuara, itonama, joaquiniano, maropa, guarasugwe, mojeño, sirionó, baure, tsimane, movima, cayubaba, moré, cavineño, chácobo, canichana, mosetén, yuracaré, yaminagua, esse ejja y machinerí, además de las comunidades afrobolivianas. Las naciones quechuas y aymaras son mayoritarias⁶⁸. En el Censo 2012, cuando Bolivia contaba con 10.059.856 habitantes, la pregunta 29 de la

boleta censal registró la declaración de pertenencia a una de las NyPIOC o afroboliviano de la siguiente manera: 1.837.105 (16% de la población total) declararon pertenecer a la nación quechua; 1.598.807 (14%) a la nación aymara; 23.330 (0,2%) a la nación afroboliviana y 145.653 (1%) a la nación chiquitana.

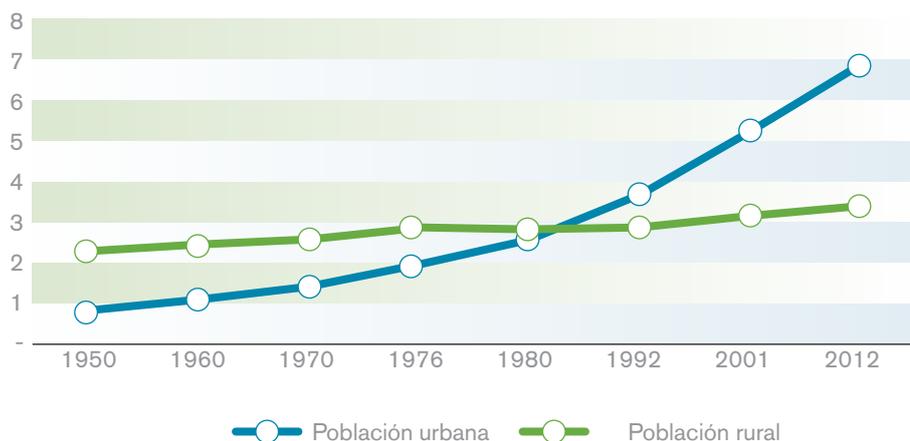
1.2.3.3 Migración

El censo de 2012 permitió la cuantificación de 1.361.806 personas migrantes (inmigrantes o emigrantes), esto representa 13,7 por ciento de la población que vive habitualmente en el país; la población migrante muestra disminución de 1,5 puntos porcentuales con relación al Censo 2001.

Entre los censos 1992 y 2001, la migración reciente⁶⁹ subió de 304.849 a 424.671 personas. En ambos censos, seis de cada 100 habitantes migraron en los últimos cinco años. Para el Censo 2012 se registraron 359.435 migrantes, equivalente a 4,1% de la población mayor a cinco años que reside en el país, por tanto, cuatro de cada 100 personas son migrantes recientes.

Entre el Censo 2001 y 2012, los departamentos de Chuquisaca, La Paz, Oruro, Potosí y Beni registran una tasa de migración neta negativa, en

Figura 6. Tendencia del crecimiento de la población urbana y rural (en millones de habitantes)



Fuente: Elaboración propia en base a (INE, 2015)

67 (INE, 2013a; INE 2015)

68 (INE, 2015)

69 Migración reciente hace referencia a los movimientos poblacionales entre el lugar de residencia cinco años antes del censo y el lugar de residencia habitual.

tanto que Cochabamba, Tarija, Santa Cruz y Pando reflejan una tasa de migración neta positiva.

Respecto a la migración internacional⁷⁰, en 2012 se registraron 119.033 personas nacidas en el exterior residentes en Bolivia, representando 1,2% del total de la población. Del total de estos residentes, 52,3% es hombre y 47,7%, mujer.

Según el área de residencia, ocho de cada 10 inmigrantes viven en el área urbana y dos de cada 10, en el área rural; 23,4% de esta población declaró haber llegado al país entre los años 2010 y 2012. También se registra un mayor número de inmigrantes menores de 14 años con 34,7% y la población entre 15 y 64 años nacida en el exterior disminuyó en 3,9% en comparación al Censo 2001.

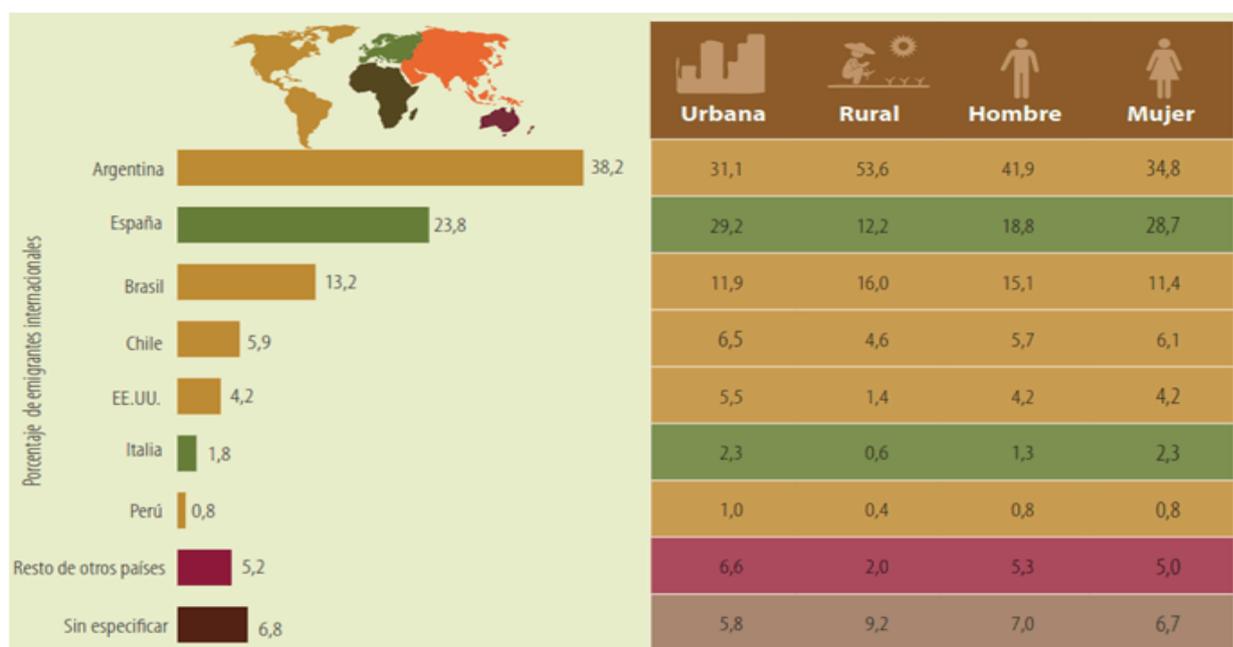
Los países de mayor preferencia para la emigración en el continente americano son Argentina, seguido de Brasil; mientras que, en el continente europeo, España es el de mayor preferencia (Figura 7).

En cuanto al área de residencia, ocho de cada 10 inmigrantes viven en el área urbana (77,6%) y dos de cada 10, en el área rural (22,4%). Por otra parte, según el año de llegada al país, 23,4 por ciento de la población inmigrante internacional declara haber ingresado entre 2010 y 2012.

Entre 1992 y 2001, la migración reciente se incrementó de 304.894 a 424.671. En ambos censos, seis de cada 100 personas habían migrado en los últimos cinco años. Para la migración reciente, a continuación, se describe ambos tipos con base en la información obtenida del Censo 2012. En los censos 1992, 2001 y 2012, Santa Cruz es el departamento que más retiene a su población. Para 2012, presenta el menor porcentaje de emigrantes de toda la vida, con 3,5%. En 2012, la población migrante reciente llega a 359.435, que equivale a 4,1% de la población que reside en el país más de 5 años.

En el Censo 2001 Pando registró una tasa de migración neta de 10,5%, llegando a constituirse

Figura 7. Emigrantes internacionales, por área y sexo, según país de destino, Censo 2012 (en porcentaje)



Fuente: (INE, 2012)

70 La migración internacional se refiere al cambio de residencia habitual que se da entre los habitantes del país y el resto del mundo.

Tabla 4. Migrantes y tasa de migración neta reciente, por censo, según departamento de residencia habitual, censos 1992, 2001 y 2012

Departamento de residencia habitual	CENSO 1992				CENSO 2001				CENSO 2012			
	Población de 5 años o más	Inmigrantes	Emigrantes	Tasa de migración neta	Población de 5 años o más	Inmigrantes	Emigrantes	Tasa de migración neta	Población de 5 años o más	Inmigrantes	Emigrantes	Tasa de migración neta
Bolivia	5.402.525	304.894	304.894		7.105.591	424.671	424.671		8.834.480	359.435	359.435	
Chuquisaca	380.394	22.174	29.336	(1,9)	452.188	30.292	44.704	(3,2)	509.553	27.590	42.072	(2,8)
La Paz	1.623.711	47.106	58.633	(0,7)	2.054.904	50.914	83.084	(1,6)	2.436.168	41.327	70.252	(1,2)
Cochabamba	936.654	71.970	50.078	2,3	1.243.854	91.317	76.612	1,2	1.545.076	71.860	61.431	0,7
Oruro	292.835	22.387	41.330	(6,5)	345.658	24.026	39.698	(4,5)	434.391	24.000	24.340	(0,1)
Potosí	543.992	18.469	53.261	(6,4)	609.144	20.720	67.413	(7,7)	718.275	24.505	50.340	(3,6)
Tarija	241.705	19.859	12.212	3,2	331.213	30.628	18.896	3,5	423.417	25.802	17.315	2,0
Santa Cruz	1.126.555	80.366	38.488	3,7	1.719.778	146.527	55.256	5,3	2.310.060	104.994	53.917	2,2
Beni	226.611	18.841	18.172	0,3	306.656	22.132	35.329	(4,3)	363.956	21.795	35.266	(3,7)
Pando	30.068	3.722	3.384	1,1	42.196	8.115	3.679	10,5	93.584	17.562	4.502	14,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2015)

como el departamento más atractivo para migrantes del resto del país. Entre el 2001 y 2012, Chuquisaca, Oruro, La Paz, Potosí y Beni presentaban una tasa de migración neta negativa, en tanto que Potosí disminuyó de 7,7% a 3,6%. Para el Censo 2012, Beni registra la mayor emigración, donde cuatro de cada 100 personas que residían hace cinco años en ese departamento emigraron a otro lugar del país.

1.2.4. Indicadores geográficos y socioeconómicos

A continuación, se presenta el resumen de los principales indicadores geográficos y socioeconómicos de Bolivia.

Tabla 5. Resumen de datos geográficos y socioeconómicos de Bolivia

Información	Dato	Fuente de información
Superficie		
Extensión territorial	1.098.581 km ²	(INE, 2012)
Superficie del país respecto a la superficie de Latinoamérica y el Caribe (LAC)	5%	(CEPAL, 2016)
Fisiografía		
Región Andina	307.603 km ²	(INE, 2012)
Región Subandina	142.816 km ²	(INE, 2012)
Región Llanos	648.163 km ²	(INE, 2012)
Sistemas hidrográficos		
Cuenca del Norte o Amazonas	Constituida principalmente por los ríos (de este a oeste): Madre de Dios, Orthon, Abuná, Beni, Yata, Mamoré e Iténez o Guaporé.	(INE, 2012)
Cuenca Central o Lacustre	Formada por los lagos Titicaca y Poopó, los salares de Coipasa y Uyuni y el río Desaguadero.	(INE, 2012)
Cuenca del Sur o del Plata	Compuesta principalmente por los ríos Paraguay, Pilcomayo y Bermejo.	(INE, 2012)
Bosques		
Superficie bosques 1990	56.711.049 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)

Información	Dato	Fuente de información
Superficie bosques 2000	54.967.357 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie bosques 2010	52.535.971 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie deforestada 1990	1.877.633 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie deforestación 2000	3.343.233 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie deforestación 2010	5.160.939 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie regenerada 1990	658.987 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie regenerada 2000	863.996 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Superficie regenerada 2010	1.480.398 (hectáreas)	(SERNAP, 2013)
Población		
Población al año 2001	8.274.325 hab.	(INE, 2012)
Hombres	4.123.850 hab.	(INE, 2012)
Mujeres	4.150.475 hab.	(INE, 2012)
Rural	37,6%	(INE, 2012)
Urbana	62,4%	(INE, 2012)
Población al año 2012	10.059.856 hab.	(INE, 2012)
Hombres	5.019.447 hab.	(INE, 2012)
Mujeres	5.040.409 hab.	(INE, 2012)
Rural	32,5%	(INE, 2012)
Urbana	67,5%	(INE, 2012)
Disponibilidad a los servicios básicos (2012)		
Acceso a agua potable	80,8% (de la población total)	(INE, 2012)
Acceso a energía eléctrica	85,4% (de la población total)	(INE, 2012)
Acceso a alcantarillado sanitario	40,3% (de la población total)	(INE, 2012)
Acceso a gas natural (por red o en garrafa)	71,7% (de la población total)	(INE, 2012)
Indicadores económicos		
Crecimiento del Producto Interno Bruto 2013	6,8%	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Crecimiento del Producto Interno Bruto 2014	5,5%	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Precios al consumidor 2013	6,5	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Precios al consumidor 2014	5,2	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Balanza global 2013	1.122 millones de USD	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Balanza global 2014	971 millones de USD	(CEPAL, 2015) y (BCB, 2020)
Inflación anual 2013	6,48%	(BCB, 2020)
Inflación anual 2014	5,19%	(BCB, 2020)
Inflación anual 2015	2,95%	(BCB, 2020)
Matriz energética 2015		
Aporte de termoeléctricas	69%	(ENDE, 2015)
Aporte de hidroeléctricas	25%	(ENDE, 2015)
Aporte ciclo combinado	4%	(ENDE, 2015)
Aporte energía alternativa	2%	(ENDE, 2015)
Residuos		
Generación de residuos promedio por habitante	0,5 (kilogramos/habitante/día)	(MMAyA, 2011)
Generación de residuos (urbano)	4.150 (toneladas/día) 87%	(MMAyA, 2011)
Generación de residuos (rural)	632 (toneladas/día) 13%	(MMAyA, 2011)
Composición: Materia orgánica (2010)	55,2%	(MMAyA, 2011)
Composición: Plásticos (2010)	10,2%	(MMAyA, 2011)
Composición: Papel y cartón (2010)	6,5%	(MMAyA, 2011)
Composición: Metales (2010)	2,5%	(MMAyA, 2011)
Composición: Vidrios (2010)	2,9%	(MMAyA, 2011)
Composición: Otros (2010)	22,7%	(MMAyA, 2011)

Fuente: Elaboración propia

1.3 Desarrollo económico

Durante la década 2004-2014 la economía boliviana creció a una tasa anual promedio del 4,9% debido a los altos precios de las materias primas y una política macroeconómica prudente. Como consecuencia, la pobreza moderada se redujo del 59% al 39%, entre 2005 y 2014, y el coeficiente de Gini de desigualdad bajó de 0,60 a 0,47. Debido a un contexto internacional menos favorable, el crecimiento del Producto Interno bruto (PIB) se redujo del 5,5% en 2014 al 4,8% en el primer semestre de 2015. Además, se mantuvo una demanda doméstica dinámica debido a que los efectos rezagados de los bajos precios del petróleo sobre los precios de exportación del gas suavizaron la caída de ingresos fiscales.⁷¹

En el periodo 1990-2015 el PIB a precios constantes se incrementó en 14%, mientras que la inflación fluctuó entre 16% y -4,6%.

1.3.1 Inversión pública

Entre 2005 y 2014 la inversión pública en el sector productivo creció a una tasa anual promedio de 37% y su participación en la inversión pública total aumentó de un 11,4% a un 25,5%. En la gestión

2014 se registró un nivel récord de ejecución de inversión pública: 4.507 millones de USD, que se destinaron a: fortalecer el aparato productivo del país, promover la industrialización de los recursos naturales y fomentar el área social, a través de mayores recursos destinados a los sectores de salud y educación. En contraste, en un periodo previo, entre 1998 y 2005, el Estado ejecutó como promedio anual una inversión pública de 569 millones de USD.

1.3.2 Desarrollo integral de los sectores estratégicos y su caracterización

Por actividad económica, el año 2014, en la incidencia sectorial del PIB sobresalen: Establecimientos financieros (0,7 puntos porcentuales, pp), Administración Pública (0,7 pp), Industria manufacturera (0,6 pp), Transporte y Comunicaciones (0,6 pp), Agropecuario (0,5 pp) e Hidrocarburos (0,4 pp). Las exportaciones tuvieron un incremento del 5,3% respecto al año anterior y las importaciones se incrementaron en un 12,9%. La estructura del PIB a 2014 se caracterizó por su nivel de diversificación productiva; así, por actividad económica la Industria manufacturera obtuvo la mayor participación (16,3%), seguida de Actividades financieras (12,0%), Agropecuaria

Figura 8. PIB nacional a precios constantes e inflación



Fuente: Elaboración propia en base a (Banco Mundial, 2016)

71 (Banco Mundial, 2016)

(11,8%), Transporte y Comunicaciones (11,0%), Servicios de la Administración Pública (9,5%); Comercio (7,7%), Hidrocarburos (7,2%), Minería (5,3%), Construcción (3,9%), Electricidad, Gas y Agua (2,1%) y Otros servicios (6,1%).⁷²

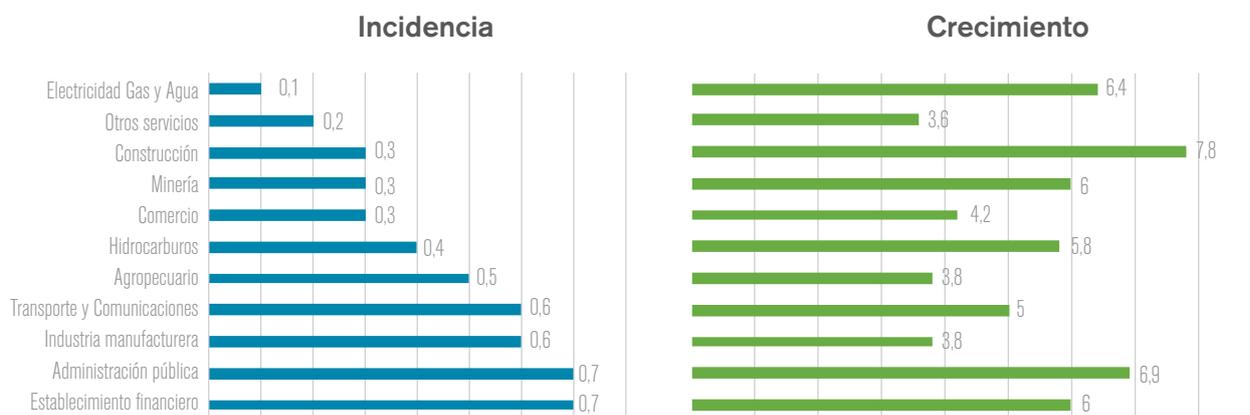
Por el tipo de gasto, el componente más dinámico fue el consumo (privado y público), que representó el 79,1% de la demanda interna, seguido de la inversión, que se enfocó en la adquisición de bienes de capital: construcción de edificaciones industriales y comerciales, construcción de carreteras, adquisición de equipos de transporte, maquinaria y equipos de producción (formación bruta de capital

fijo y la variación de las existencias) con un aporte a la demanda interna del 20,9%.

1.3.3 Datos de pobreza con base en Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

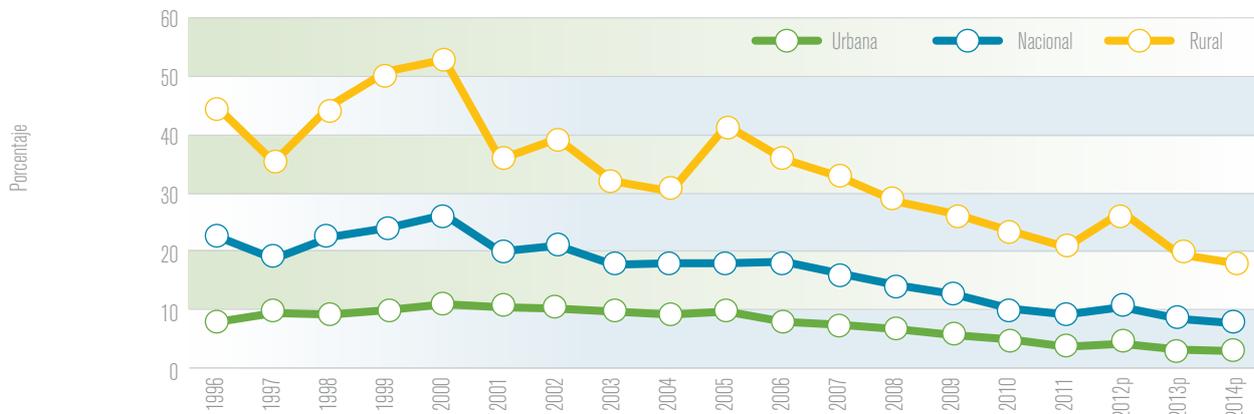
En el periodo 2005-2014 la tasa de desempleo se redujo del 8,1% al 2,3% y la economía registró un crecimiento promedio de 5,1%. Se redujo la pobreza extrema del 38,2% en 2005 al 17,3% en 2014. En términos poblacionales, esto significa que alrededor de dos millones de personas contaron con mejores condiciones sociales, como se puede apreciar en la Figura 10.

Figura 9. Incidencia, crecimiento y participación del PIB real, por actividad económica, 2014



Fuente: (MEFP, 2016)

Figura 10. Evolución de la brecha de pobreza extrema, según área, 1996-2014



Fuente: UDAPE (2015b)

72 (MEFP, 2016)

El acceso a servicios básicos de vivienda, agua, saneamiento, energía, educación y salud es limitado e indica porcentajes de NBI relativamente altos, como se evidencia en la Figura 11.

1.4 Salud

En el periodo 2006-2014 se implementaron acciones que permitieron mayor acceso de la población a servicios de salud, destacándose las siguientes:

- I. Programa “Mi Salud”, orientado a eliminar barreras administrativas, económicas y geográficas para llevar los servicios de salud a las familias bolivianas, a través de visitas domiciliarias, actividades preventivas y promocionales de salud; y

- II. Fortalecimiento de los seguros públicos de salud, con la ampliación de prestaciones y la incorporación de las personas con discapacidad, permitiendo ampliar el acceso gratuito a la salud de grupos vulnerables bajo financiamiento de recursos públicos.

En 2014 la tasa de mortalidad de la niñez alcanzó a 40 por 1.000 nacimientos, presentando una reducción del 20% respecto al año 2006. También se observó un incremento en la cobertura de partos institucionales de 76,2% respecto del 2006: En este contexto, se cuenta con 1.613 establecimientos de salud, con una inversión per cápita de más del doble con relación al 2006.

Figura 11. Componentes del índice de NBI, Mapa de Pobreza (2001) y Censo 2012 (en porcentaje)

Componentes del índice de NBI							
Descripción		Vivienda: materiales de la vivienda	Vivienda: espacio en la vivienda	Servicio e insumos energéticos: servicios de agua y saneamiento	Servicio e insumos energéticos: insumos energéticos	Educación	Atención en salud
Bolivia	2001	39,10	70,80	58,00	43,70	52,50	37,90
	2012	31,00	64,80	43,60	27,30	42,90	25,30

Componentes del índice de NBI de 2012, por departamentos						
Departamento	Vivienda: materiales de la vivienda	Vivienda: espacio en la vivienda	Servicio e insumos energéticos: servicios de agua y saneamiento	Servicio e insumos energéticos: insumos energéticos	Educación	Atención en salud
Chuquisaca	39,80	64,40	49,30	45,40	58,30	21,30
La Paz	34,20	55,90	41,60	27,30	38,90	33,30
Cochabamba	28,90	62,80	44,30	25,40	46,20	24,80
Oruro	32,50	60,80	52,40	29,50	36,10	27,80
Potosí	47,30	60,10	60,90	49,30	57,60	31,10
Tarija	17,60	65,70	29,40	24,10	49,30	13,00
Santa Cruz	19,40	74,40	35,20	15,30	37,60	19,30
Beni	59,30	81,30	63,80	37,30	39,80	20,40
Pando	38,10	80,40	70,60	49,40	41,20	20,10

Fuente: INE-Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE). INE (2013b)

Tabla 6. Indicadores de salud

Indicadores de salud	2006	2014
Cobertura de partos institucionales (1)	64,6%	76,2%
Nº de establecimientos de salud (1)	1.412	1.613
Tasa de mortalidad infantil (2)	50	40
Inversión per cápita en salud (en USD)	7	15

(1) El dato comparativo corresponde a las gestiones 2006 y 2013.

(2) El dato comparativo corresponde a las gestiones 2008 y 2014; la tasa es por cada 1.000 nacidos vivos.

Fuente: Ministerio de Educación, Sistema de Información en Educación, Ministerio de Salud, Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo

1.5 Educación

En el periodo 2006-2014 se incrementó la oferta educativa a través de la ampliación y mejoramiento de la infraestructura de 696 unidades educativas. Adicionalmente, se realizaron 38 proyectos destinados a fortalecer las escuelas superiores de formación de maestros y unidades académicas. Estas inversiones fueron acompañadas por la creación de 3.890 ítems, en promedio anual, para personal docente y administrativo.

En 2006 cerca de seis de cada 100 niños inscritos abandonaban la escuela, en tanto que para el año 2014 esta cifra se redujo a menos de la mitad. De igual manera, la implementación de los programas nacionales de alfabetización “Yo Sí Puedo” y “Yo Sí Puedo Seguir” alcanzó a más de 955 mil personas. En diciembre de 2008, Bolivia fue declarada “territorio libre de analfabetismo” con la aplicación del Programa Nacional de Alfabetización. Como resultado de estas acciones, en 2014, el 99,4% de la población joven sabía leer y escribir.

1.6 Energía

1.6.1 Demanda de energía primaria

La energía incremental demandada para el periodo 2013-2025 alcanzará un total de 13.737 GWh de energía y 2.114 MW de potencia, de los cuales el 43% corresponde a la energía demandada por el sector productivo, el 39% para atender el crecimiento vegetativo de las empresas distribuidoras y consumidores no regulados, el 10% para la interconexión de los sistemas aislados al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y el restante 8% para atender los requerimientos de cobertura.

1.6.2 Producción de energía primaria

La industria eléctrica está desagregada en la generación, transporte y distribución. La capacidad de generación en el SIN se ha incrementado de 3.497,8 GWh en 2000 a 7.348,9 GWh en 2013, con una tasa de crecimiento anual de 5,9% para 2013.

Tabla 7. Indicadores de educación

Indicadores de educación	2006	2014
Cobertura en educación: Nivel primario	94,0%	99,8%
Nivel secundario	58,9%	72,2%
Deserción escolar	6,4%	2,9%
Ítems de nueva creación en el sistema educativo público	4.121	4.000
Inversión en educación (en % del PIB)	4,4%	8,7%

Fuente: Ministerio de Educación, Sistema de Información en Educación, Ministerio de Salud, Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo

Del total de la energía generada en 2014, la potencia efectiva alcanzó a 1.755,4 MW, de los cuales 482,9 MW (27,5%) corresponden a centrales hidroeléctricas, 1.269,5 MW (72,3%) a centrales termoeléctricas y sólo el 0,17% a energías alterna-

tivas. Cabe precisar que la mayor parte de la generación térmica utiliza gas natural como combustible. La capacidad de las centrales hidroeléctricas de embalse significa aproximadamente el 12,8% y las de pasada, el 21,6%.

Tabla 8. Demanda incremental de energía y potencia 2013-2025

Sector	2013-2015		2016-2020		2021-2025		Total	
	(GWh)	(MW)	(GWh)	(MW)	(GWh)	(MW)	(GWh)	(MW)
Cobertura	226	41	405	71	409	74	1.039	186
Interconexión de sistemas aislados al SIN	312	60	471	95	641	119	1.424	274
Productivo	437	69	3.819	526	1.689	233	5.945	828
Crecimiento vegetativo (Distribuidoras + no regulados)	946	152	1.912	294	2.471	380	5.329	826
Total	1.921	322	881.731	986	1.054,16	806	13.737	2.114

Fuente: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, con base en datos del Comité Nacional de Despacho de Carga

Tabla 9. SIN, generación bruta 2000-2013 (GWh)

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Total SIN	3.497,6	3.529,6	3.697,4	3.790,4	3.959,2	4.190,0	4.506,3	4.902,5	5.372,5	5.634,5	6.098,0	6.611,6	6.939,5	7.348,9
Crecimiento	0,7%	0,9%	4,8%	2,5%	4,5%	5,8%	7,6%	8,8%	9,6%	4,9%	0,1%	8,4%	5,0%	5,9%

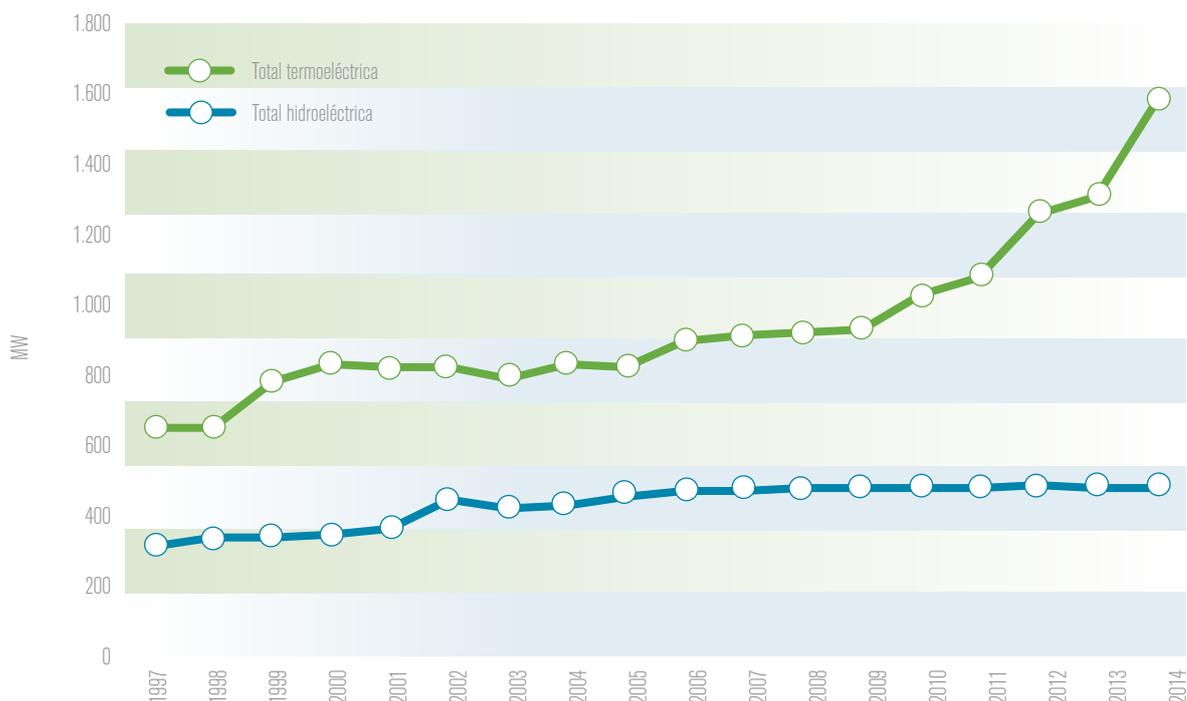
Fuente: (AE 2015)

Tabla 10. Evolución de la potencia instalada entre 1997 y 2014 (en MW) total del sistema interconectado

Año	Hidroeléctrica	Termoeléctrica
1997	309,70	664,21
1998	326,40	664,20
1999	364,10	817,46
2000	364,10	903,50
2001	372,30	895,63
2002	456,70	886,95
2003	439,70	867,21
2004	461,00	917,87
2005	461,00	917,88
2006	483,30	958,40
2007	485,40	1013,90
2008	488,20	1016,68
2009	488,10	1044,47
2010	488,20	1156,79
2011	493,80	1188,46
2012	493,80	1366,24
2013	493,80	1416,50
2014	493,80	1713,08

Fuente: (AE 2016)

Figura 12. Evolución de la potencia instalada (MW)



Fuente: (AE 2016)

1.7 Planificación y estrategias para el desarrollo

1.7.1 Plan Desarrollo Económico y Social (PDES)

El Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES, 2016-2020), en el marco del Desarrollo Integral para Vivir Bien del Estado Plurinacional de Bolivia, se constituye en el marco estratégico y de priorización de Metas, Resultados y Acciones a ser desa-

rolladas. El PDES se elabora sobre la base de la Agenda Patriótica 2025 y el Programa de Gobierno 2015-2020.

En el marco del PDES se pretende lograr una compatibilidad entre la industrialización de los recursos naturales con el cuidado de la Madre Tierra, promoviendo el fortalecimiento de los sistemas de vida en todo el territorio y reduciendo la contaminación ambiental.

Tabla 11. Planificación de acciones al año 2020

Sector económico	Principales proyectos
Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Empresa estatal de producción de alimentos. ▪ Mecanismos para incrementar el acceso a crédito y factores de producción (BDP, INIAF, programas por sistemas productivos y productos). Riego y mecanización.
Minería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planta industrial La Salmuera del Salar de Uyuni (cloruro de potasio y sulfato de potasio). ▪ Salar de Coipasa. ▪ Planta industrial de carbonato de litio-La Palca. ▪ Planta Siderúrgica del Mutún. ▪ Plantas de fundición y refinación de zinc. Planta de Alambrón.
Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo del sector hidrocarburífero en toda la cadena, enfatizando la inversión en exploración de hidrocarburos. ▪ Planta Separadora de Líquidos Gran Chaco, Planta GNL, Planta Amoniaco-Urea. ▪ Inicio de construcción de la Planta de Propileno-Polipropileno.
Industria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Complejos Productivos (endulzantes, textil, madera, insumos para la producción y software, transformación de productos amazónicos, granos, papa, lácteos, cueros, carnes, coca, frutícola y hortalizas). ▪ Implementación de Centros Tecnológicos de Innovación (CTI) y Centros de Innovación Productiva (CIP).
Energía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidroeléctricas: Proyectos construidos y en operación: Miguillas, Ivirizú, San José, Banda Azul, Programa de desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas y Misicuni. Proyectos en construcción: Carrizal, Cambarí, Cuenca Corani, Molinero, Cuenca Río Grande, Cuenca Río Madera y otras nuevas plantas. ▪ Termoeléctricas: Proyectos construidos y en operación: Ciclo Combinado Warnes, del Sur, Entre Ríos, Guaracachi, Santa Cruz y Carrasco. ▪ Energías alternativas: Eólicas, Biomasa, Geotermia y Solar. ▪ Ciudadela de investigación nuclear con fines pacíficos en operación.
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tramos carreteros: Carreteras, dobles vías, puentes y accesos. ▪ Interconexión de las redes ferroviarias: Gestión para la construcción del Corredor Ferroviario Bioceánico Central, trenes urbanos en Cochabamba y Santa Cruz y otros tramos ferroviarios. ▪ Aeropuertos nacionales e internacionales. ▪ Teleféricos ▪ Primera fase de la Ciudadela del Conocimiento Científico y la Tecnología. ▪ Institutos de 4to. Nivel de Salud y hospitales de 3er. y 2do. nivel.
Turismo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Complejos turísticos. ▪ Diversificación de servicios de hospedaje. ▪ Parques turísticos temáticos a nivel nacional. ▪ Servicios turísticos: Conectividad y accesibilidad turística, transporte turístico exclusivo y desarrollo de capacidades. ▪ Centros de convenciones y esparcimiento turístico.

Fuente: (PDES, 2016 -2020)

Los sectores agropecuario, hidrocarburífero y energético consideran medidas que también contribuirán a una mejor gestión medioambiental en el país.

1.7.2 Agenda Patriótica

La Agenda Patriótica 2025 constituye el Plan General de Desarrollo Económico y Social del Estado Plurinacional de Bolivia, que orienta la formulación del PDES, ya antes mencionado, al cual deben articularse los planes de mediano y corto plazo en el país.

La Agenda Patriótica 2025 está planteada en 13 pilares:

1. Erradicación de la pobreza extrema.
2. Socialización y universalización de los servicios básicos con soberanía para Vivir Bien.
3. Salud, educación y deporte para la formación de un ser humano integral.
4. Soberanía científica y tecnológica con identidad propia.
5. Soberanía comunitaria financiera sin servilismo al capitalismo financiero.
6. Soberanía productiva con diversificación y desarrollo integral sin la dictadura del mercado capitalista.
7. Soberanía sobre nuestros recursos naturales con nacionalización, industrialización y comercialización en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
8. Soberanía alimentaria a través de la construcción del Saber Alimentarse para Vivir Bien.
9. Soberanía ambiental con desarrollo integral y respetando los derechos de la Madre Tierra.
10. Integración complementaria de los pueblos con soberanía.
11. Soberanía y transparencia en la gestión pública bajo los principios de no robar, no mentir, no ser flojo y no ser adúlón.

12. Disfrute y felicidad plena de nuestras fiestas, nuestra música, nuestros ríos, nuestra selva, nuestras montañas, nuestros nevados, nuestro aire limpio y nuestros sueños.

13. Reencuentro soberano con nuestra alegría, felicidad, prosperidad y nuestro mar.

El pilar 9 es el que está directamente relacionado con el medio ambiente y considera la construcción de un nuevo modelo ambiental en el país en el marco de la complementariedad de derechos de las personas y sociedades y de la Madre Tierra, con la capacidad efectiva de promover el desarrollo de sistemas productivos sustentables y de reducir de forma significativa la contaminación ambiental, en un contexto de cambio climático. Este modelo no debe restringir la potencialidad del desarrollo productivo del país, pero sí regularlo, controlarlo y ponerle límites. Este modelo ambiental de la gestión de los sistemas de vida que promueve un balance entre sistemas productivos sustentables, protección de funciones ambientales y erradicación de extrema pobreza debe garantizar la industrialización de los recursos naturales y su aprovechamiento de forma compatible con el cuidado y protección de la Madre Tierra. Hacia el 2020, esta es una prioridad central del pilar 9 de la Agenda Patriótica y expresada en los Resultados del PDES.

1.8 Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

La temática de cambio climático considera el siguiente marco normativo y se basa en las siguientes leyes:

Constitución Política del Estado (CPE)

En febrero de 2009 se promulgó una nueva CPE, en cuyo contenido se reconoce que es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente. La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultada e informada previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente. Por otro lado, se prohíbe la fabricación y uso de armas químicas, biológicas y nucleares en el territorio boliviano, así como la inter-

nación, tránsito y depósito de residuos nucleares y desechos tóxicos.

La CPE establece que el Estado regulará la internación, producción, comercialización y empleo de técnicas, métodos, insumos y sustancias que afecten a la salud y al medio ambiente. Específicamente relacionado con el cambio climático, el numeral 6 del Artículo 9 de la CPE determina que son fines y funciones esenciales del Estado, entre otros, promover y garantizar el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales e impulsar su industrialización, a través del desarrollo y del fortalecimiento de la base productiva en sus diferentes dimensiones y niveles, así como la conservación del medio ambiente, para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

Ley N° 031, Ley Marco de Autonomías y Descentralización, del 19 de julio de 2010

Regula el régimen de autonomías teniendo como uno de sus alcances el régimen competencial, aplicable a los órganos del nivel central del Estado y a las entidades territoriales autónomas. Por otro lado, el Artículo 100 del cuerpo legal mencionado incorpora la competencia residual de gestión de riesgos.

Ley N° 71, Ley de los Derechos de la Madre Tierra

El 21 de diciembre de 2010 se promulgó la Ley N° 071 de Derechos de la Madre Tierra⁷³, instrumento legal que reconoce a la Madre Tierra como sujeto colectivo de derecho; así, su Artículo 1 señala textualmente:

La presente Ley tiene por objeto reconocer los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.

En el marco de esta ley, la Madre Tierra tiene los siguientes derechos:

- A la vida: Es el derecho al mantenimiento de la integridad de los sistemas de vida y los procesos naturales que los sustentan, así como, de las capacidades y condiciones para su regeneración.

- A la diversidad de la vida: Es el derecho a la preservación de la diferenciación y la variedad de los seres que componen la Madre Tierra, sin ser alterados genéticamente ni modificados en su estructura de manera artificial, de tal forma que amenace su existencia, funcionamiento y potencial futuro.
- Al agua: Es el derecho a la preservación de la funcionalidad de los ciclos del agua, de su existencia en la cantidad y calidad necesarias para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes.
- Al aire limpio: Es el derecho a la preservación de la calidad y composición del aire para el sostenimiento de los sistemas de vida y su protección frente a la contaminación, para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes.
- Al equilibrio: Es el derecho al mantenimiento o restauración de la interrelación, interdependencia, complementariedad y funcionalidad de los componentes de la Madre Tierra, de forma equilibrada para la continuación de sus ciclos y la reproducción de sus procesos vitales.
- A la restauración: Es el derecho a la restauración oportuna y efectiva de los sistemas de vida afectados por las actividades humanas directa o indirectamente.
- A vivir libre de contaminación: Es el derecho a la preservación de la Madre Tierra de contaminación de cualquiera de sus componentes, así como de residuos tóxicos y radioactivos generados por las actividades humanas.

Ley N° 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien

La Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien tiene alcance en todos los sectores del nivel central del Estado Plurinacional de Bolivia

73 (GOEPB, 2010b)

y de las entidades territoriales autónomas. Tiene por objeto establecer la visión, los fundamentos y objetivos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, brindando las bases para la planificación, gestión pública, inversiones y el marco institucional para impulsar y operativizar el desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien.

En resumen, la Ley N° 300:

- Define un nuevo marco institucional para la gestión pública del cambio climático; establece la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT) como una entidad estratégica y autárquica, que tiene competencias en planificación, gestión, monitoreo y evaluación sobre cambio climático, además de administrar, delegar y ejecutar políticas y estrategias, planes y programas relacionados a cambio climático.
- Crea el Consejo Plurinacional para Vivir Bien en Armonía y Equilibrio con la Madre Tierra, que se constituye en una instancia de seguimiento, consulta y elaboración participativa de políticas, planes, programas y proyectos.
- Establece mecanismos operativos frente al cambio climático: i) Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral de los Bosques y la Madre Tierra; ii) Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien. iii) Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien.
- Crea el Fondo Plurinacional de la Madre Tierra como un mecanismo financiero que tiene la función de administrar, canalizar y asignar recursos financieros en coordinación con el Banco Central de Bolivia.
- Establece el Sistema Plurinacional de Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra y Cambio Climático.

El Decreto Supremo Ley N° 1696 es reglamentario de la Ley N° 300 y establece la estructura orgánica y los mecanismos de funcionamiento de la APMT para la operación de la Política y el Plan Plurinacional de Cambio Climático, a través de sus mecanismos operativos de carácter técnico, metodológico y financiero. Asimismo, identifica el Sistema Plurinacional de

Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra y Cambio Climático y las formas de operación del Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra, el Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien y el Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien. Éstos coordinan con las entidades del nivel central del Estado, Entidades Territoriales Autónomas, en el marco de sus competencias y otras instancias con relación a la mitigación y adaptación al cambio climático.

1.8.1 Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT)

Como fue mencionado, la Ley N° 300, aprobada el 15 de octubre de 2012, establece la creación de la APMT como una entidad estratégica y autárquica de derecho público con autonomía de gestión administrativa, técnica y económica, bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Actúa en el marco de la política y Plan Plurinacional de Cambio Climático para Vivir Bien con enfoque transversal e intersectorial y es responsable de la formulación de políticas, planificación, gestión técnica, elaboración y ejecución de estrategias, planes, programas y proyectos, administración y transferencia de recursos financieros relacionados con los procesos y dinámicas del cambio climático.

La APMT opera técnicamente a través de los siguientes mecanismos:

- Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra.
- Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien.
- Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien.

Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra

Tiene el objetivo de promover el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de los bosques y los sistemas de vida de la Madre Tierra, la conservación, protección y restauración de los sistemas de vida, de la biodiversidad y las funciones am-

bientales, facilitando usos más óptimos del suelo a través del desarrollo de sistemas productivos sustentables, incluyendo agropecuarios y forestales, para enfrentar las causas y reducir la deforestación y degradación forestal, en un contexto de mitigación y adaptación al cambio climático.

Está orientado a fortalecer los medios de vida sustentables de las poblaciones locales y de las naciones y pueblos indígena originario campesinos, comunidades intraculturales e interculturales y afrobolivianas, en áreas de bosque o zonas de vida con aptitud forestal, en un contexto de mitigación y adaptación al cambio climático.

Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien

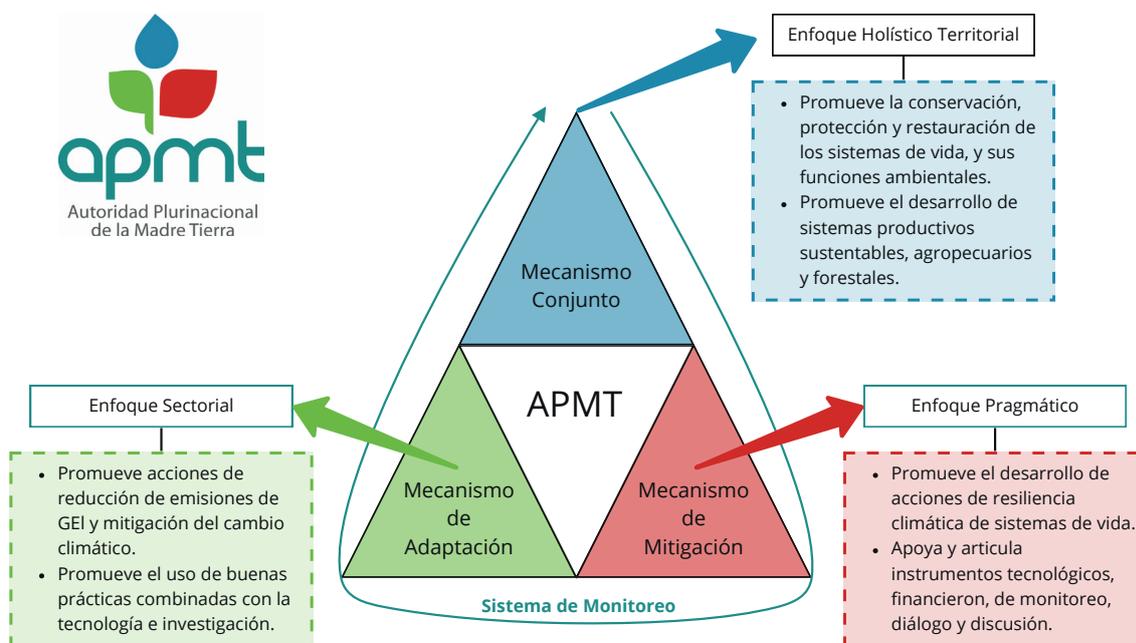
Tiene por objetivo contribuir al desarrollo y fortalecimiento de acciones sectoriales y multisectoriales promoviendo prácticas relacionadas con la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la mitigación del cambio climático. El enfoque del Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien es sectorial y se constituye

en base para actividades que permitan el trabajo integral y el uso de buenas prácticas combinadas con la tecnología e investigación.

Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien

Tiene como objetivo impulsar procesos de adaptación y resiliencia al cambio climático de los sistemas de vida y sectores estratégicos en Bolivia, considerando de manera transversal la incorporación de saberes ancestrales y locales a través de programas de intervención. Promueve el desarrollo de acciones de resiliencia climática de sistemas de vida, la gestión integral del agua y la gestión para la prevención y reducción del riesgo a los impactos del cambio climático. Apoya y articula instrumentos de regulación, control, evaluación, monitoreo y promoción de carácter financiero y no financiero, reembolsable y no reembolsable, innovación, tecnología y de procesos de diálogo de saberes y conocimientos tradicionales para la implementación de planes, programas, proyectos, acciones e iniciativas de adaptación al cambio climático.

Figura 13. Estructura de la APMT



Fuente: Elaboración propia

1.8.2 Contribución Nacionalmente Determinada (CND)

En la Cumbre de la Tierra, desarrollada en Río de Janeiro (1994), Bolivia suscribió la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el propósito de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera. La CMNUCC fue ratificada por Bolivia mediante Ley N° 1576 del 25 de julio de 1994. En este mismo marco de compromisos, Bolivia ratificó el Protocolo de Kioto de 1997, con fecha 22 de julio de 1999, mediante Ley N° 1988 y, en 2015, en ocasión de la Conferencia de Partes N° 21 (COP21), suscribió el Acuerdo de París (AdP) que fue ratificado mediante la Ley N° 835 en septiembre de 2016. En el marco de la COP21, Bolivia presentó su CND asumiendo así el compromiso de hacer frente a la crisis climática planteando metas al año 2030 en tres sectores prioritarios: agua, energía y bosques y agropecuario.

La CND de Bolivia es consistente con su visión de desarrollo integral de acuerdo a lo establecido en la CPE, en la Ley N° 071 de Derechos de la Madre Tierra y en la Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, teniendo como guía la Agenda Patriótica 2025 y sus 13 pilares, así como los planes nacionales de largo y mediano plazo.

El país ha propuesto una distribución justa y equitativa del espacio atmosférico, cuidando la capacidad de regeneración y la protección de la integridad de la Madre Tierra. Para no superar la subida de 1,5°C al año 2050, el presupuesto que establece el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) es de 650 Giga toneladas de dióxido de carbono (GtCO₂). Con la finalidad de aplicar la distribución del presupuesto de carbono remanente que permita garantizar la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera, Bolivia ha propuesto un Índice de Justicia Climática para la distribución justa y equitativa del presupuesto global de emisiones, el mismo que distribuye el presupuesto de carbono basado en los siguientes indicadores:

a) Responsabilidad histórica. Comprende la responsabilidad en la acumulación de emisiones desde la época preindustrial (1750-2010).

- b) Huella ecológica. Se calcula en la cantidad de tierra, agua y bosque que las personas de los países necesitan para satisfacer todos los bienes que consumen y para asimilar los residuos que generan.
- c) Capacidad de desarrollo. Representa las condiciones de desarrollo económico y social de cada país.
- d) Capacidad tecnológica. Mide la capacidad de los países en su desarrollo tecnológico considerando el gasto en investigación y desarrollo y el desempeño industrial de cada uno de ellos, considerando su capacidad de producir y exportar bienes con alta tecnología.

Por su parte, Bolivia considera que su CND representa un esfuerzo ambicioso y justo, considerando sus circunstancias nacionales. La contribución de Bolivia articula de forma integrada dos periodos: el primero, que está vinculado con el periodo 2015-2020, entendiéndose que todos los países deben realizar esfuerzos ambiciosos desde el momento presente para lograr impactos ambiciosos en la reducción del incremento global de temperatura; el segundo, que se relaciona con el escenario 2021-2030. Asimismo, en ambos periodos se considerarán los resultados adicionales que se podrán lograr con el soporte de la cooperación internacional y del mecanismo financiero de la CMNUCC, entendiéndose por cooperación el financiamiento y la transferencia de tecnología no reembolsables. La contribución plantea de forma integrada y complementaria diferentes resultados previstos vinculados al logro del Vivir Bien en un contexto de cambio climático como sigue:

- Agua. Incrementar de forma integral la capacidad de adaptación y reducir sistemáticamente la vulnerabilidad hídrica del país.
- Energía. Incrementar la capacidad de generación eléctrica a través de energías renovables para el desarrollo local y de la región.
- Bosques y agricultura. Incrementar la capacidad de mitigación y adaptación conjunta a través del manejo integral y sustentable de los bosques.



Capítulo

2

Inventario de
Gases de Efecto
Invernadero de
Bolivia, años 2006
y 2008





Bolivia, al haber firmado el CMNUCC, ha asumido el compromiso de “elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes”. El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Bolivia para los años 2006 y 2008 se basaron en los inventarios presentados previamente en la Comunicación Nacional de cambio climático N° 2, para el periodo 2002-2004. En su elaboración se aplicaron las directrices del IPCC del 2006, que inició con los lineamientos de la II Conferencia de las Partes realizada en Ginebra en 1996 y la guía de buenas prácticas para inventarios nacionales⁷⁴. Los cálculos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) se basan en los datos de actividad y los factores de emisión, sea por defecto o las estimadas en el país. Por tanto, los sectores que incluyen el INGEI son: Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) y Residuos.

Los gases inventariados fueron: a) Aquellos que tienen un efecto directo sobre el cambio climático: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de azufre (SF₆), perfluorocarbonados (PFC), hidrofluorocarbonados (HFC); y b) Gases con efecto indirecto: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y óxidos de nitrógeno (NO_x). El inventario también incluyó el dióxido de azufre (SO₂).

Las emisiones y remociones antropogénicas de GEI en Bolivia están vinculadas principalmente a dos actividades:

- Quema de biomasa y/o procesos de degradación antrópica de ecosistemas; y
- procesos industriales y agrícolas.

2.1 Metodología

Métodos utilizados

Las emisiones de GEI se calcularon siguiendo la metodología del IPCC contenida en las guías revisadas del 2006⁷⁵ para inventarios nacionales de gases invernadero y las guías de buenas prácticas IPCC 2000 y manejo de incertidumbres en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero⁷⁶.

En el sector Energía se aplicó la metodología de referencia, así como la de sectores. La primera, denominada también de “arriba hacia abajo”, toma en cuenta la cantidad de combustible consumida y obtenida principalmente del balance nacional de energía. La segunda aproximación toma en cuenta el consumo de combustibles de los diferentes sectores, como industrias de energía y transporte, entre otros. Los Factores de Emisión (FE) utilizados han sido los empleados en el inventario de 2002 y 2004.

Para las categorías IPPU y Residuos se han considerado los FE por defecto⁷⁷; para el sector AFOLU, principalmente en los subsectores Ganadería, Tierras agrícolas y Tierras forestales, se han utilizado FE calculados a partir de estudios realizados en el país, y los valores de cantidades pertinentes obtenidos de fuentes oficiales del país.

Alianzas institucionales

En el marco de los requerimientos establecidos por el IPCC es muy importante establecer alianzas institucionales que aseguren la sostenibilidad del proceso de sistematización y la calidad de los datos utilizados en el INGEI, fomentando la consistencia en el enfoque de estimación, a través de diferentes departamentos e instituciones, entre otros. A continuación, se presenta el detalle de las instituciones que fueron parte del envío de información para la elaboración de estos inventarios.

74 (IPCC 2000)

75 (IPCC, 2006)

76 (IPCC, 2000)

77 (IPCC, 2006)

Sector Energía

- Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea
- Agencia Nacional de Hidrocarburos
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad
- Cámara Boliviana de Hidrocarburos
- Comité Nacional de Despacho de Carga
- Compañía Boliviana de Energía Eléctrica S.A.
- Distribuidora de Electricidad La Paz S.A.
- Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba
- Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de Oruro S.A.
- Empresa Eléctrica ENDE CORANI S.A.
- Empresa ENDE Valle Hermoso S.A.
- ENDE Andina S.A.
- ENDE Transmisión S.A.
- Instituto Nacional de Estadística
- Interconexión Eléctrica ISA Bolivia S.A.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía
- San Cristóbal Transportadora de Electricidad S.A.
- Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas del Ministerio de Energías
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

Sector IPPU

- Administradora Boliviana de Caminos
- Aduana Nacional de Bolivia
- Agencia Nacional de Hidrocarburos
- Comisión Gubernamental del Ozono
- Dirección General de Sustancias Controladas
- Instituto Nacional de Estadística
- Ministerio de Desarrollo Productivo
- Sistema de información Socioambiental de Bolivia

Sector AFOLU

- Aduana Nacional de Bolivia
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra
- Banco de Desarrollo de América Latina CAF
- Cámara Forestal de Bolivia
- Conservación Internacional Bolivia

- Dirección de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Gobernación de Santa Cruz
- FDTA-Trópico Húmedo, Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria
- Fundación Amigos de la Naturaleza
- Fundación Centro Técnico Forestal
- Instituto Boliviano de Investigación Forestal
- Instituto Nacional de Estadística
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras: Unidad de Promoción Económica, Financiera y Rural (Ex Unidad de Estadística Agropecuaria)
- Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación: Departamento Forestal
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Estadísticas de la FAO
- Programa Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas
- Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas
- Unidad de Contingencia Rural del Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
- Universidad Mayor de San Simón: Escuela Forestal

Sector Residuos

- Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento
- Instituto Nacional de Estadística
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua
- Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua
- Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del Ministerio de Medio Ambiente y Agua

2.2 Resultados de las emisiones totales

En las siguientes tablas se presenta el resumen general de emisiones de GEI para los años 2006 y 2008, respectivamente, desarrollando los resultados por gas y categorías de fuentes y sumideros.

Tabla 12. Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2006 (Gg)⁷⁸

Categorías de fuentes y sumideros de GEI 2006	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	Emisiones por tipo de gas								
			CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVNM	SO ₂	HFC	PFC	SF ₆
	64.102,90	1.884,23	712,95	3,28	110,62	1.858,15	48,80	10,90	9,68		0,001
1. Energía	10.623,78		32,74	0,15	72,80	271,09	39,36	10,74			
A. Actividades de combustión	10.515,95		1,75	0,15	72,67	270,90	38,08	8,82			
B. Emisiones fugitivas	107,83		31,00	0,00	0,12	0,19	1,28	1,92			
2. IPPU	1.014,06		NO	NO	0,01	0,07	9,44	0,17	9,68	NO	0,001
3. AFOLU	52.465,06	11.884,23	594,17	2,60	37,82	1.586,99	-	-	-	-	-
4. Residuos			86,04	0,53							
Partidas informativas											
Bunkers internacionales	99,51		0	0	0	0	0	NA			
Aviación	99,51		0	0	0	0	0	NA			
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	2.021,95										

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y PNCC (2009)

Tabla 13. Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2008 (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI 2008	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	Emisiones por tipo de gas								
			CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVNM	SO ₂	HFC	PFC	SF ₆
	69.442,12	20.029,72	737,20	3,29	106,71	1.199,95	60,86	11,11	11,95		0,001
1. Energía	12.046,80		32,91	0,16	82,31	341,07	51,79	10,75			
A. Actividades de combustión	11.938,97		1,80	0,16	82,18	340,86	50,39	8,65			
B. Emisiones fugitivas	107,83		31,11	0,00	0,14	0,20	1,40	2,09			
2. IPPU	1.230,58		NO	NO	0,01	0,08	9,07	0,36	11,95	NO	0,001
3. AFOLU	56.164,73	20.029,72	617,12	2,59	24,39	858,81	-	-	-	-	-
4. Residuos			87,17	0,54							
Partidas informativas											
Bunkers internacionales	157,55		0	0	0	0	0	NA			
Aviación	157,55		0	0	0	0	0	NA			
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	2.127,34										

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y PNCC (2009)

Datos relevantes del INGEI de Bolivia de los años 2006 y 2008

- Las emisiones totales de 2008 fueron mayores en 5.339,2 Gg CO₂ respecto a las emisiones totales de 2006, es decir 7% mayores, principalmente vinculadas al incremento

de emisiones en el sector AFOLU.

- El sector AFOLU considera la absorción de GEI anualmente. Las absorciones netas del sector en 2006 fueron de -11.884,23 Gg CO₂, y en 2008 fueron de -20.029,72 Gg CO₂ debido principalmente al incremento de

⁷⁸ En los cuadros, siguiendo las recomendaciones del IPCC: Las casillas vacías denotan que no existen emisiones de ese tipo de gas (metodológicamente), NO (no ocurre), NA (No aplica).

la biomasa en plantaciones forestales y en renovables de bosque nativo.

- El sector Energía generó 12% más emisiones en 2008 respecto a las generadas en 2006.
- Del total de emisiones de GEI en ambos años de evaluación, los mayores aportes corresponden al CO₂, seguido por el CH₄ y luego el HFC.
- En ambos inventarios el sector con mayores emisiones de CO₂ es AFOLU, seguido por el sector Energía y éste por IPPU.

2.2.1 Emisiones de CO₂

Los resultados de las estimaciones de emisiones nos muestran que el GEI más importante en el país es el CO₂, que proviene principalmente del sector AFOLU, con 81,9% del total de emisiones de CO₂ en 2006 y 80,9% de las emisiones de CO₂ en 2008; seguido del sector Energía con 16,6%

en 2006 y en 2008 17,3%. Finalmente, el sector IPPU que aportó para el año 2006 con 1,6% sobre el total de emisiones y en 2008, con 1,8%.

A continuación se presenta el detalle de las emisiones por sector y remociones para cada año de evaluación.

2.2.2 Emisiones de CH₄

Respecto de las emisiones de CH₄ para 2006, el sector con mayor aporte de este gas fue AFOLU con el 83,3% del total ese año, y en 2008 este sector tuvo un aporte de 83,7% sobre el total de metano emitido a la atmósfera; en ambos años las emisiones provenientes mayormente de la fermentación entérica y las tierras forestales. El sector Residuos tuvo un aporte de 12% sobre el total de metano emitido en 2006, y en 2008 tuvo un aporte de 11,83% sobre el total. Finalmente, el sector energía, cuyo aporte en 2006 fue del 4,6%, y en el año 2008, de 4,5% del metano total emitido.

Tabla 14. Resumen general de emisiones de CO₂ (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI	2006		2008	
	Emisiones	Remociones	Emisiones	Remociones
Total de emisiones y remociones nacionales	64.102,90	11.884,23	69.442,12	20.029,72
1. Energía	10.623,78		12.046,80	
A. Actividades de combustión	10.515,95		11.938,97	
Método de referencia	11.540,67		13.163,52	
Método por sectores	10.515,95		11.938,97	
B. Emisiones fugitivas	107,83		107,83	
2. IPPU	1.014,06		1.230,58	
3. AFOLU	52.465,06	11.884,23	56.164,73	20.029,72
4. Residuos	0,00		0,00	
Partidas informativas	0,00		0,00	
Bunkers internacionales	99,51		157,55	
Aviación	99,51		157,55	
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	2.021,95		2.127,34	

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

■ **Tabla 15.** Resumen general de emisiones de CH₄ (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI	2006	2008
Total de emisiones y remociones nacionales	712,95	737,20
1. Energía	32,74	32,91
A. Actividades de combustión	1,75	1,80
Método de referencia	0,00	0,00
Método por sectores	1,75	1,80
B. Emisiones fugitivas	31,00	31,11
2. IPPU	NO	NO
3. AFOLU	594,17	617,12
4. Residuos	86,04	87,17
Partidas informativas	0,00	0,00
Bunkers internacionales	0,00	0,00
Aviación	0,00	0,00
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	0,00	0,00

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.2.3 Emisiones de N₂O

Las emisiones de N₂O provienen principalmente del sector AFOLU, el cual aportó con 2,6 Gg de N₂O, que representó el 79,3% el año 2006 y con 2,6 Gg de N₂O, que representó 78,8% el año 2008; posteriormente el

sector Residuos con 0,53 Gg de N₂O, que representó el 16,1% en 2006 y con 0,54 Gg de N₂O, que representó el 16,4% en 2008; finalmente el sector Energía, con 0,15 Gg de N₂O, que representó el 4,6% en 2006 y 0,16 Gg de N₂O, que representó el 4,8% en 2008 (Ver Tabla 16).

■ **Tabla 16.** Resumen general de emisiones de N₂O (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI	2006	2008
Total de emisiones y remociones nacionales	3,28	3,29
1. Energía	0,15	0,16
A. Actividades de combustión	0,15	0,16
Método de referencia	0,00	0,00
Método por sectores	0,15	0,16
2. IPPU	NO	NO
3. AFOLU	2,60	2,59
4. Residuos	0,53	0,54
Partidas informativas	0,00	0,00
Bunkers internacionales	0,00	0,00
Aviación	0,00	0,00
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	0,00	0,00

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.2.4 Emisiones de gases de efecto indirecto

Las emisiones de NO_x provienen principalmente del sector Energía, cuyo aporte a las emisiones totales fue de 72,80 Gg de NO_x en 2006 y representó un 65,81% sobre el total de NO_x emitido a la atmósfera y 82,31 Gg de NO_x en 2008, que representó el 77,13% del total emitido; el sector AFO-LU aportó con 37,82 Gg de NO_x, que representó el 34,19% sobre el total emitido en 2006 y 24,39 Gg de NO_x, que representó el 22,86% sobre el total del sector en 2008, y finalmente, el sector IPPU registró en 2006 un aporte de 0,01 Gg de NO_x, que representó 0,01% y en 2008, 0,01 Gg de NO_x, que representó el 0,01%.

Para el CO, el sector que mayormente aportó a los totales nacionales de este gas es AFOLU con 1.586,99 Gg de CO que representó el 85,41% sobre el total de este sector en 2006, y 858,81 Gg de CO, que representó el 71,57% en 2008; el sector Energía aportó 217,09 Gg de CO que representó el 14,59% en 2006 y 341,07 Gg de CO que representó el 28,42% en 2008.

En el caso de los COVDM, el sector Energía es el principal contribuyente a las emisiones nacionales con 39,36 Gg de COVDM, que representó el 80,65% sobre el total de emisiones en 2006, y

51,79 Gg de COVDM que representó el 85,10% en 2008.

El SO₂ es emitido casi exclusivamente por el uso de combustibles en el sector Energía, y aportó al total nacional con 10,74 Gg de SO₂, que representó el 98,47% en 2006 y 10,7 Gg de SO₂, que representó el 96,72% en 2008, seguido del sector IPPU, con 0,17 Gg de SO₂, que representó 1,53% en 2006 y 0,36 Gg de SO₂, que representó 3,29% en 2008.

Finalmente, los HFC y el SF₆ provienen exclusivamente de su uso en el sector de IPPU, con un aporte de 9,68 Gg de HFC en 2006 y de 11,95 Gg de HFC en 2008 (ver Tabla 17).

2.2.5 Emisiones nacionales en términos de CO₂ equivalente

El CO₂ equivalente (CO₂ eq) es una medida para expresar en una sola unidad de medida el potencial de calentamiento global que tienen los otros GEI, todos son convertidos al gas de menos potencial que es el CO₂. Este cálculo se realiza para poder analizar el resultado mediante una sola unidad de medida.

A continuación, se presentan los resultados de los inventarios de GEI de los años 2006 y 2008 y el

■ **Tabla 17.** Resumen general de emisiones indirectas (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI	2006			2008		
	NO _x	CO	COVDM	NO _x	CO	COVDM
Total de emisiones y remociones nacionales	110,62	1.858,15	48,80	106,71	1.199,95	60,86
1. Energía	72,80	271,09	39,36	82,31	341,07	51,79
A. Actividades de combustión	72,67	270,90	38,08	82,18	340,86	50,39
Método de referencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Método por sectores	72,67	270,90	38,08	82,18	340,86	50,39
B. Emisiones fugitivas	0,12	0,19	1,28	0,14	0,20	1,40
2. IPPU	0,01	0,07	9,44	0,01	0,08	9,07
3. AFOLU	37,82	1.586,99	0,00	24,39	858,81	0,00
4. Residuos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Partidas informativas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bunkers internacionales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aviación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emisiones de CO ₂ provenientes del uso de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

potencial de calentamiento global de los gases definidos por el IPCC.

Las emisiones de GEI en términos de CO₂ eq crecieron en 1% de 2006 al 2008, es decir, 713 Gg de CO₂ eq. En emisiones de CO₂ eq, el dióxido de carbono tuvo un aporte del 64% en 2006 y del 60% en 2008, en ambos años principalmente con emisiones en los sectores Energía y AFOLU, y dentro de este último el principal aporte de las actividades en suelos. El metano representa el 20% de aporte en ambos años de evaluación y el principal emisor son las actividades relacionadas a la ganadería, seguidas de la descomposición anaeróbica de los residuos y en menor proporción el sector Energía, por las pérdidas de los sistemas de petróleo y gas, y principalmente la biomasa en el sector AFOLU. Otro importante

GEI es el gas refrigerante HFC-134a generado en el sector IPPU, con un aporte de 15% al total en ambos años de evaluación (Ver Tabla 18).

2.2.6 Análisis de emisiones en el periodo 1990-2008

Bolivia cuenta con INGEI desde el año 1990 hasta el año 2008 con una secuencia de años pares desde 1994. Para fines compartivos se presentan las emisiones considerando como unidad de medida el CO₂ eq. Cabe remarcar que esta equivalencia sólo considera el CO₂, CH₄, N₂O, HFC y SF₆ por ser los gases con un potencial equivalente claramente definido, y por tanto el IPCC recomienda su conversión a esta unidad de medida. La Figura 14 presenta las emisiones por tipo de gas y por INGEI anual.

Tabla 18. Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia de los años 2006 y 2008, en términos de CO₂ eq

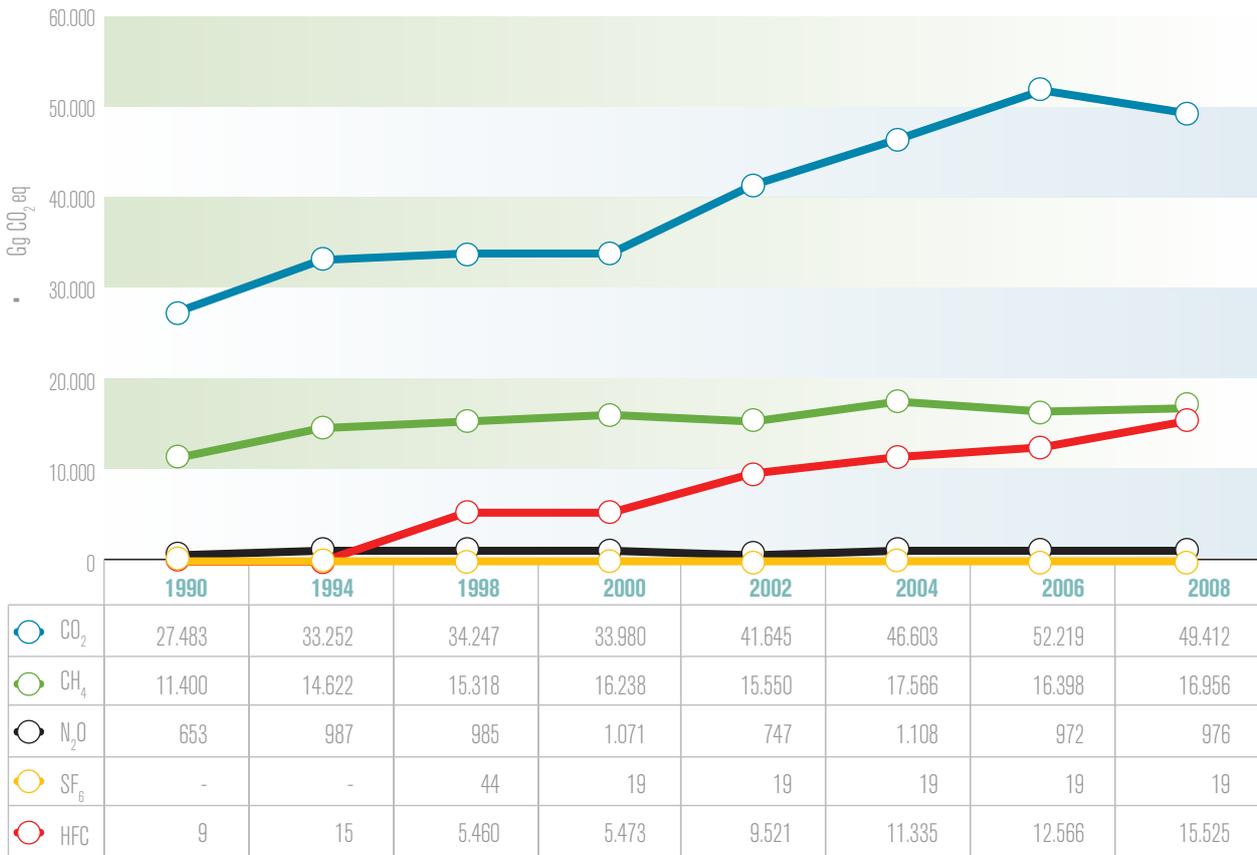
Sector	GEI	Potencial de calentamiento global	2006	2008	
Energía	CO2	1	10.623,80	12.046,80	
	CH ₄	23	753,1	756,9	
	N ₂ O	296	46,3	48,7	
	Subtotal		11.423,20	12.852,40	
IPPU	CO2	1	1.014,10	1.230,60	
	SF ₆	22200	19,1	19	
	HFC-125		0	0	
	HFC-134a	1300	12.566,20	15.524,60	
	HFC-143a		0	0	
	Subtotal		13.599,40	16.774,20	
AFOLU	(3.A) ⁷⁹	CH4	23	13.388,40	13.916,30
		N2O	296	694,1	691,8
	(3.B) ⁸⁰	CO2	1	40.580,80	36.135,00
		CH4	23	277,4	277,4
		N2O	296	75,7	75,7
		Subtotal		55.016,40	51.096,20
Residuos	CH4	23	1.978,90	2.005,00	
	N ₂ O	296	156,3	159,6	
	Subtotal		2.135,20	2.164,60	
TOTAL			82.174,3	82.887,4	

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

79 3.A es el tipo de codificación que asigna el IPCC para presentar las emisiones correspondientes a la "Ganadería".

80 3.B es el tipo de codificación que asigna el IPCC para presentar las emisiones correspondientes a las actividades relacionadas a la "suelos" como bosques, cultivos, pradera, humedales, asentamientos y otros usos de tierra.

Figura 14. Emisiones de GEI en términos de CO₂ eq por año, del periodo 1990-2008



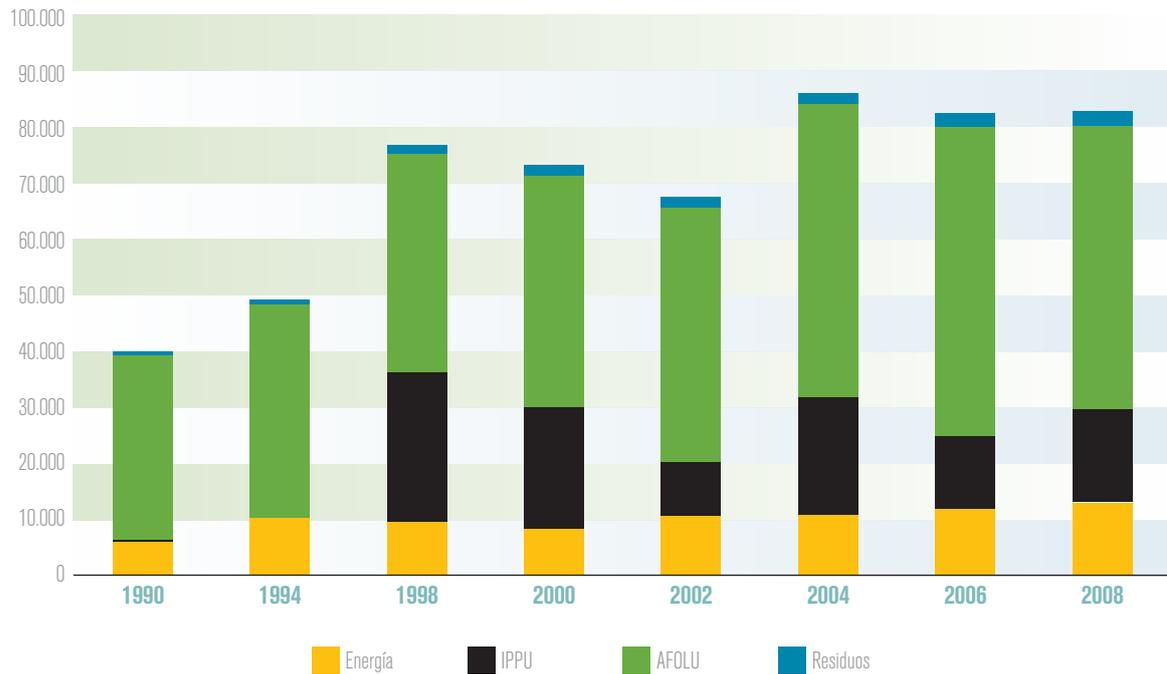
Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y PNCC (2009)

La Figura 14 muestra que las emisiones de CO₂ fueron las más importantes en aporte al total de emisiones en todos los inventarios evaluados. En 1990 y 1994 los HFC representaban el 0,02% y 0,03%, respectivamente, pero en 1998 el aporte de estos GEI al total de emisiones crece drásticamente al 10% en 1998 y 19% en 2008.

2.2.7 Análisis de emisiones nacionales de CO₂ eq del periodo 1990-2008, por sectores

En el periodo 1990-2008 el comportamiento del aporte de los sectores tuvo una tendencia creciente, y el sector AFOLU en todos los años tiene el mayor aporte en las emisiones anuales. Los sectores con menor aporte son Energía y Residuos.

Figura 15. Emisiones de GEI en términos de CO2 eq, por sectores, del periodo 1990-2008

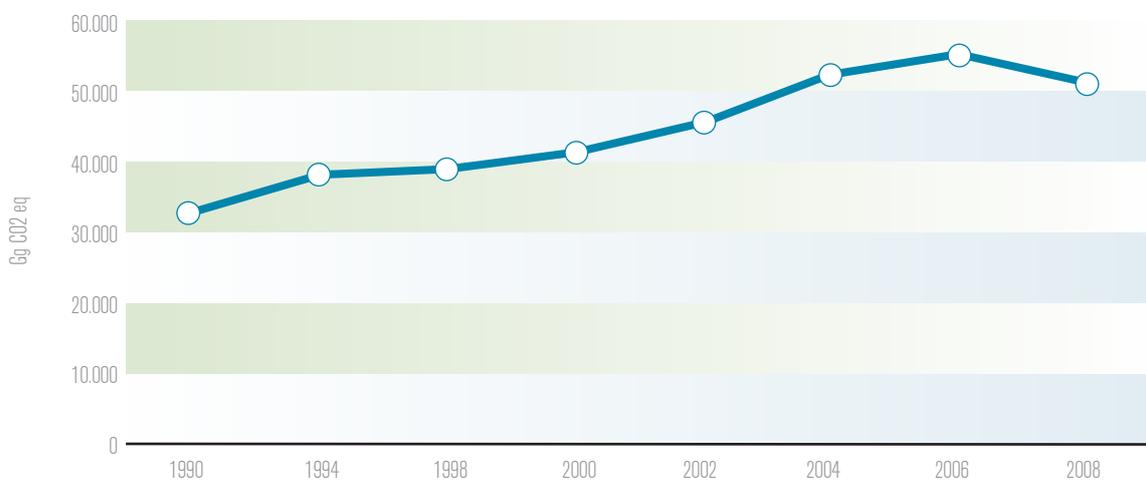


Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

En los años 1990 y 1994 las emisiones del sector IPPU representaron menos del 1%, mientras que en 1998 representó el 35% del total; en los años siguientes, en promedio, este sector representó el 21%. Esto se debe a la importación de aparatos y equipos de refrigeración y calefacción que usan HFC.

Debido a que el sector AFOLU es el de mayor aporte en todos los inventarios, la siguiente figura analiza la tendencia de generación de emisiones de GEI de este sector.

Figura 16. Emisiones de GEI en términos de CO2 eq, del sector AFOLU, del periodo 1990-2008



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Las emisiones del sector AFOLU crecieron en 13% de 1990 a 1994, 3% de 1994 a 1998, 5% de 1998 al 2000, 9% de 2000 al 2002, 13% de 2002 al 2004, 6% de 2004 y 2006 y sólo el año 2008 se redujeron en 8% respecto al 2006. En el periodo evaluado las emisiones crecieron cada año en promedio de 2.601 Gg de CO₂ eq.

2.2.8 Partidas informativas

Las partidas informativas incluyen las emisiones

de GEI, en el caso de Bolivia, procedentes del transporte aéreo internacional (Búncers internacionales) y las emisiones de dióxido de carbono provenientes de las actividades de quema de biomasa para la obtención de energía. Estas emisiones, de acuerdo a la metodología utilizada para la elaboración de los inventarios, no se suman a los totales del sector Energía, sino que se presentan por separado con fines exclusivamente informativos.

Tabla 19. Emisiones de GEI de las partidas informativas de Bolivia de los años 2006 y 2008

Partidas informativas	Año	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CODVM	SO ₂
Búncers internacionales de aviación	1990	120,82	0,01000	0,00000	0,61000	0,25000	0,15000	NA
Emisiones provenientes del uso de biomasa		3.756,80						
Búncers internacionales de aviación	1994	149,74	0,00000	0,00000	0,77000	0,27000	0,14000	NA
Emisiones provenientes del uso de biomasa		4.019,46						
Búncers internacionales de aviación	1998	310,55	0,00000	0,01000	1,62000	0,54000	0,27000	NA
Emisiones provenientes del uso de biomasa		3.552,39						
Búncers internacionales de aviación	2000	238,62	0,00000	0,01000	1,24000	0,41000	0,20000	NA
Emisiones provenientes del uso de biomasa		3.445,89						
Búncers internacionales de aviación	2002	216,45	0,00150	0,00610	0,92010	0,30670	0,15340	NA
Emisiones provenientes del uso de biomasa		3.260,00						
Búncers internacionales de aviación	2004	303,28	0,00060	0,00230	0,92010	0,11400	0,05700	NA
Emisiones provenientes del uso de biomasa		3.483,66						
Búncers internacionales de aviación	2006	92,2	0,38	0,02	14,20	19,06	3,42	1,09
Emisiones provenientes del uso de biomasa		7106,27						
Búncers internacionales de aviación	2008	137,03	0,16	0,03	15,40	13,38	1,46	1,25
Emisiones provenientes del uso de biomasa		7634,29						

Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.3 Emisiones por sectores

El cálculo de emisiones nacionales de GEI, presentado a lo largo de este informe, responde a una estimación realizada aplicando el Método sectorial. Sin embargo, para el mismo ejercicio también se ha realizado otra estimación aplicando el Método de referencia, a partir de la quema de combustibles.

El Método de referencia utiliza datos de producción, importación, exportación y variaciones de inventario para el cálculo de un consumo “aparente” de los combustibles, mientras que el Método sectorial toma en cuenta los consumos finales “reales” de los combustibles a nivel sectorial, subsectorial y por actividad. Por lo tanto, para este último se requiere una mayor cantidad de información sobre los consumos de combustible en cada actividad y sobre el tipo de tecnología utilizada. Frecuentemente, existe una diferencia entre los valores de ambos métodos debido a que el de referencia es un método que utiliza información acerca del suministro de energía del país y no sobre la forma en que ésta es consumida en los diferentes sectores.

2.3.1 Sector Energía

El resultado obtenido a través de la aplicación del Método de referencia para el año 2006 fue

de 11.515,67 Gg de CO₂, mientras que el obtenido aplicando el Método sectorial fue menor, 10.515,95 Gg de CO₂. Por su parte, para el año 2008 el resultado obtenido por el Método de referencia fue de 13.163,52 Gg de CO₂, mientras que el obtenido aplicando el Método sectorial fue de 11.938,97 Gg de CO₂. La diferencia en las estimaciones obtenidas por uno y otro método en ambos años es de 9%, tomando como base el método de referencia. A continuación, se detalla el análisis realizado para cada método.

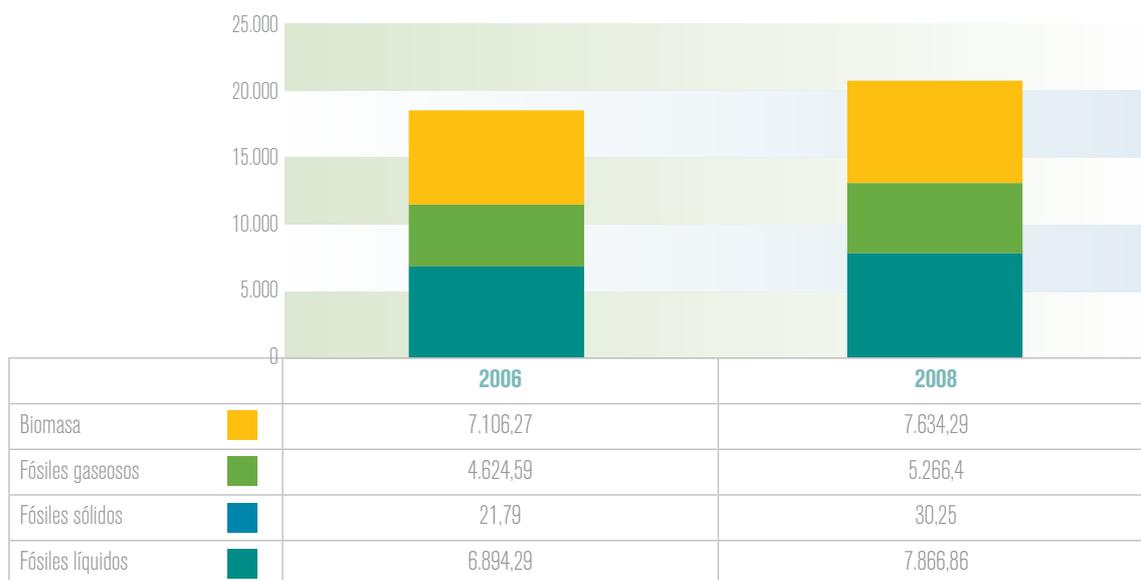
Método de referencia

Utiliza información de las entradas al país de los volúmenes totales de combustibles. Las emisiones de CO₂ estimadas por el Método de referencia mostraron que los más importantes son los combustibles líquidos (de 2006 a 2008, se registró un incremento porcentual del 14,11%).

La segunda fuente está constituida por los fósiles gaseosos (24,8% y 25,3% para los años 2006 y 2008, respectivamente).

El tipo de combustible que menos ha emitido, por su menor volumen de utilización, fueron los fósiles sólidos (0,12% y 0,15% en 2006 y 2008, respectivamente), aunque hubo un incremento del 38,8% en el consumo aparente de los fósiles líquidos entre 2006 y 2008.

Figura 17. Emisiones de CO₂ a partir de la metodología de referencia para los años 2006 y 2008



Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Método por sectores

Según las guías del IPCC, el Método por sectores incluye la contabilización de las emisiones de las actividades incluidas en las categorías 1.A.1-Industrias de la energía, 1.A.2-Industrias manufactureras y de la construcción, 1.A.3-Transporte, 1.A.4-Otros sectores, 1.B.1-Combustibles sólidos, 1.B.2-Petróleo y gas natural y 1.B.3-Otras emisiones provenientes de la producción de energía. Contiene también las partidas informativas las cuales no se incluyen en la contabilidad general.

La Figura 18 muestra un resumen de las emisiones de CO₂ provenientes del sector Energía. El subsector de Transporte es el que mayor emisión generó con 43,72% respecto del total de emisiones de CO₂ en 2006 y 42,05% en 2008, seguido del subsector Industrias energéticas con 17,85% en 2006 y 21,25% en 2008, y finalmente el subsector Industrias de manufactura y construcción con 13,48% en 2006 y de 13,23% en 2008.

Industrias de la energía (1.A.1)

Las contribuciones de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO₂ del sector Energía alcanzan a 1.637,65 Gg en 2006 y de 2.026,88 Gg en 2008.

Este subsector representa el segundo emisor respecto del total de emisiones del sector energético.

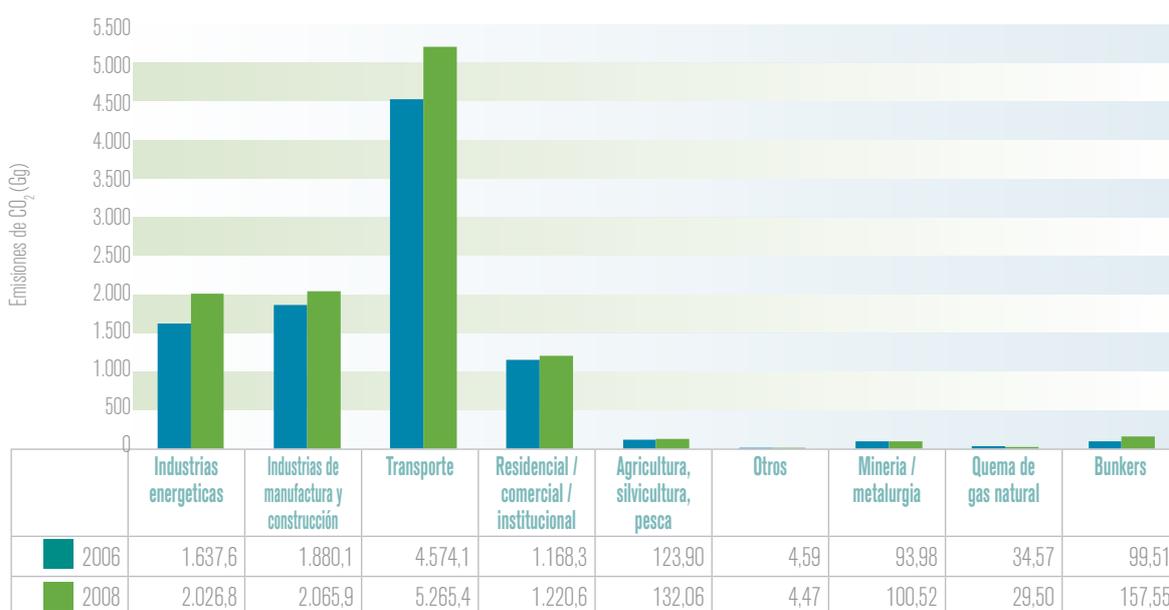
Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2)

Las contribuciones de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO₂ del sector Energía alcanzan a 1.880,17 Gg en 2006 y 2.065.97 Gg en 2008, constituyéndose en el tercer emisor de este sector y el que ha utilizado mayormente el combustible gas natural (86,13% en 2006 y 87,19% en 2008 respecto de los otros combustibles).

Transporte (1.A.3)

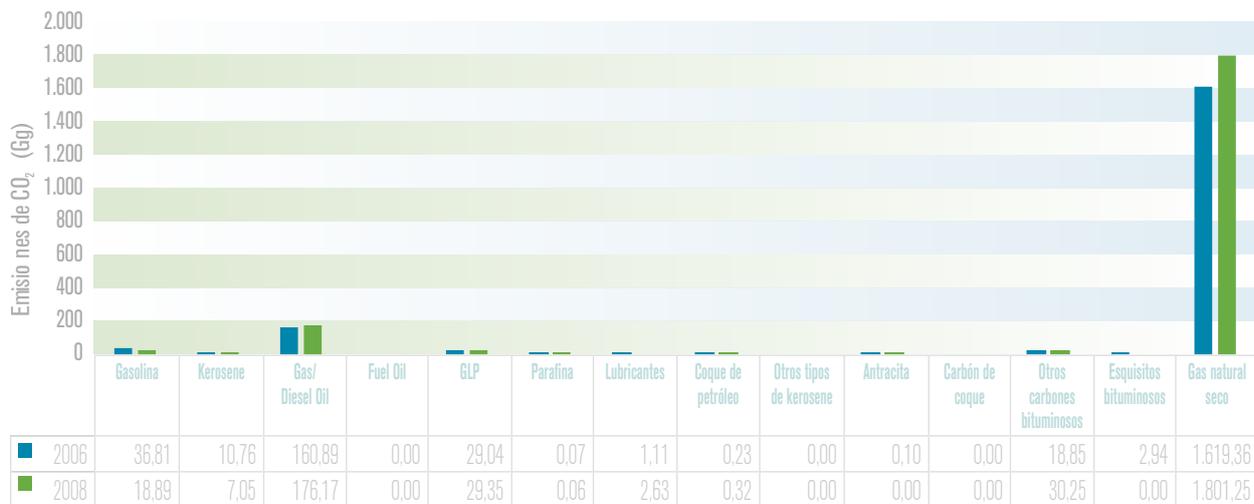
El subsector incluye Aviación civil, Transporte terrestre, Ferrocarriles, Navegación marítima y fluvial y Otro transporte. La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO₂ del sector fue de 4.574.14 Gg en 2006, y 5.265,49 Gg en 2008. En este subsector, la categoría Transporte terrestre (sin incluir el Ferroviario) fue la que más aportó en las emisiones con la gasolina (27,11% en 2006 y 33,79% en 2008 sobre el total de uso en el subsector Transporte) y el diesel (32,87% el 2006 y 27,89% el 2008 sobre el total de uso en el subsector Transporte).

Figura 18. Resumen de las emisiones de CO₂ de los subsectores del sector Energía para los años 2006 y 2008



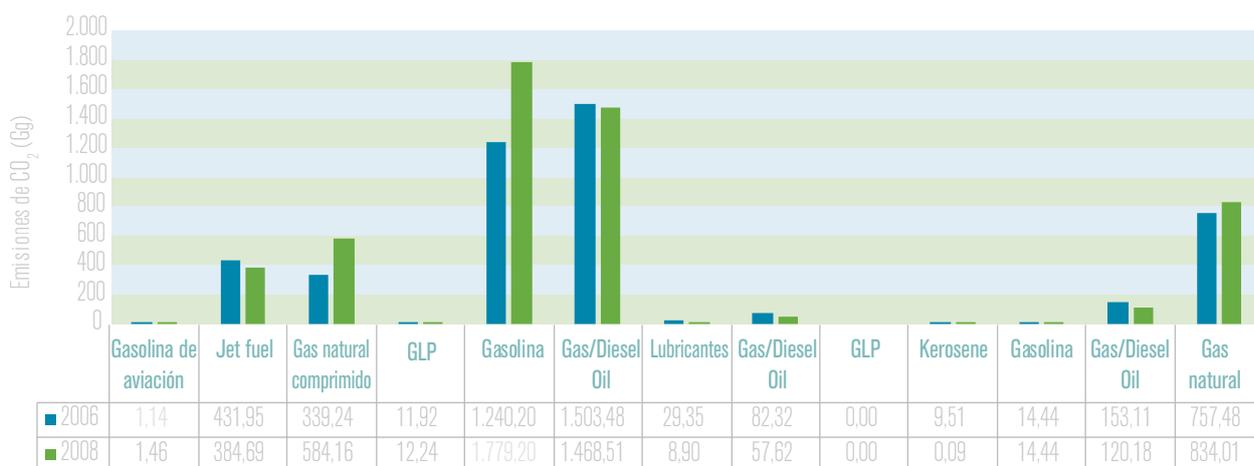
Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 19. Emisiones de CO₂ del subsector Industrias manufactureras y de la construcción para los años 2006 y 2008



Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 20. Emisiones de CO₂ del subsector Transporte para los años 2006 y 2008



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Otros sectores (1.A.4)

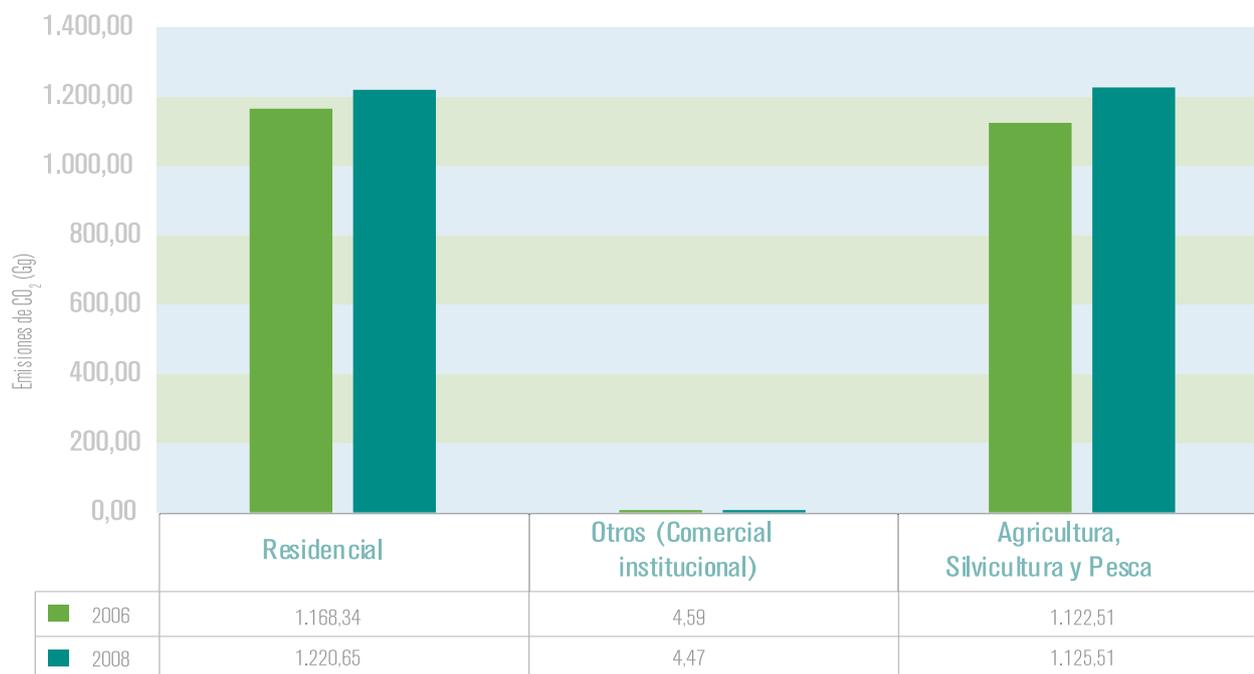
Comprende el uso de combustibles en actividades como: Comercial/institucional, Residencial, Agricultura/silvicultura/pesca/piscifactorías. La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO₂ del sector fue de 2.295,44 Gg en 2006 y 2.450,62 Gg en 2008. Este subsector representa el cuarto emisor del sector energético con 50,90% en Residencial y 48,90% en Agricultura/silvicultura/pesca/piscifactorías para 2006 y 49,81% en Residencial y 50,01% en Agricultura/silvicultura/pesca/piscifactorías para 2008.

Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1.B)

Las emisiones de metano más importantes en el sector Energía corresponden a las emisiones fugitivas provenientes de las actividades relacionadas con los sistemas de petróleo y gas natural. La Figura 22 nos muestra las emisiones fugitivas de CH₄, CO₂, N₂O, CO, NO, COVDM y SO₂.

La categoría de emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible comprende las subcategorías siguientes:

Figura 21. Emisiones de CO₂ del subsector Otros sectores para los años 2006 y 2008



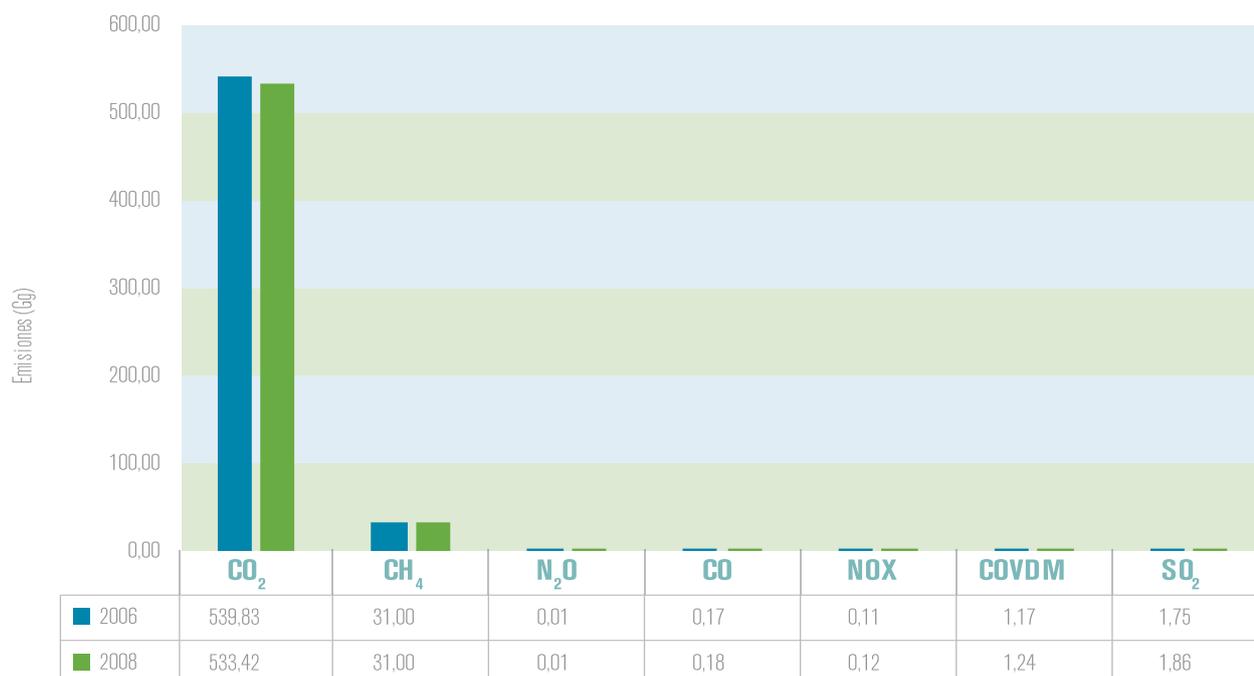
Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

1.B.1 Combustibles sólidos

1.B.3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía

1.B.2 Petróleo y gas natural

Figura 22. Resumen general de emisiones fugitivas de GEI precursores de O₃ y SO₂ del sector energético del país



Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.3.1.1 Comparación del Método de referencia y Método por sectores

En la siguiente tabla se observan las emisiones de CO₂ en el sector energético en una comparación de los dos métodos utilizados: referencia y de sectores.

Emisión de gases diferentes al CO₂

Dentro de las emisiones distintas de CO₂ están, principalmente, el CO, NOX y COVDM. La Figura 23 presenta el detalle.

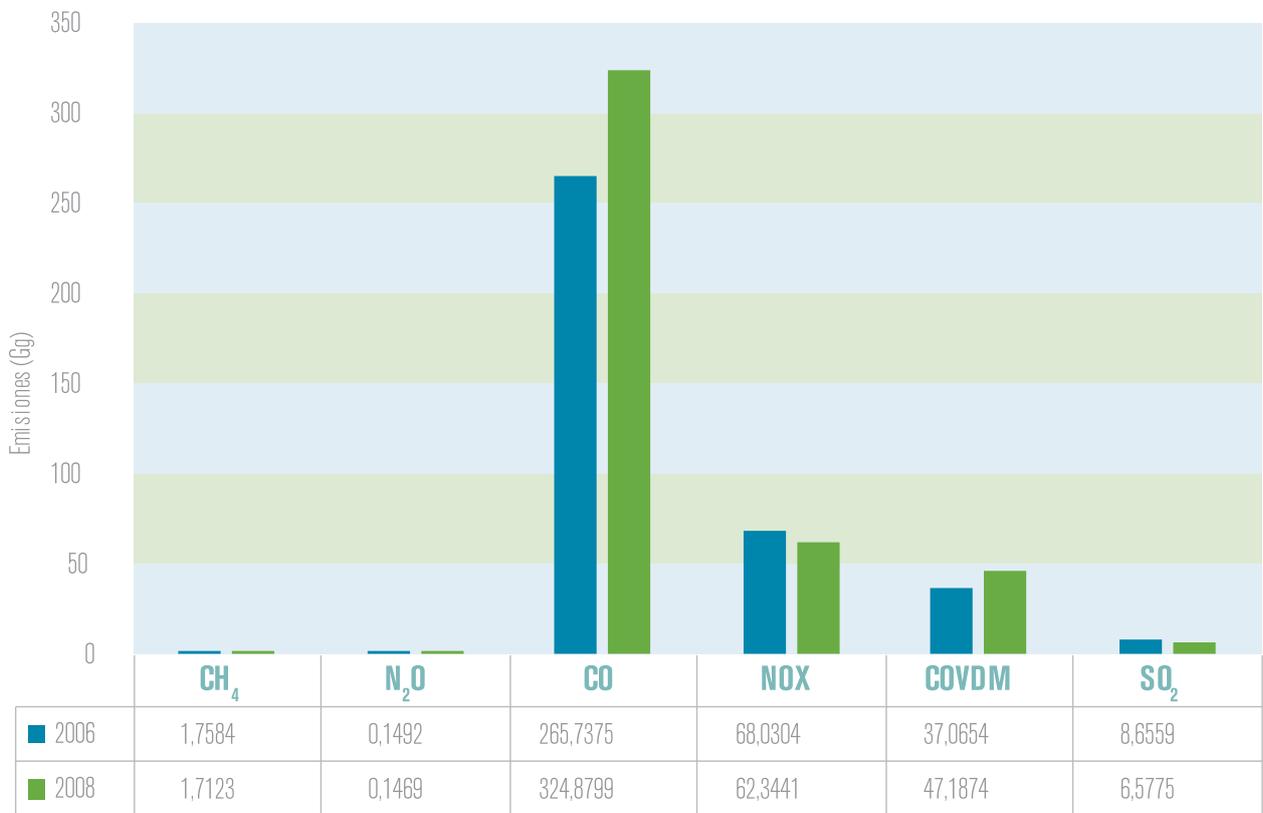
Tabla 20. Comparación de los resultados de la estimación de emisiones de CO₂ para los años 2006 y 2008 por el Método de referencia y el Método por sectores

Año	Método de referencia		Método por sectores		Diferencia	
	Consumo de energía (TJ)	Emisiones de CO ₂ (Gg)	Consumo de energía (TJ)	Emisiones de CO ₂ (*) (Gg)	Consumo de energía (%)	Emisiones de CO ₂ (%)
Total 2006	195.517,52	11.540,67	176.500,00	10.623,78	10,77	8,63
Total 2008	223.287,54	13.163,52	202.405,87	12.046,80	10,32	9,27

(*) Incluye las emisiones fugitivas para fines de equilibrio en el análisis.

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 23. Resumen general de emisiones de gases distintos del CO₂ del sector energético del país



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.3.2 Sector IPPU

Industria de los minerales

Producción de cemento (2.A.1) y Producción de cal (2.A.2)

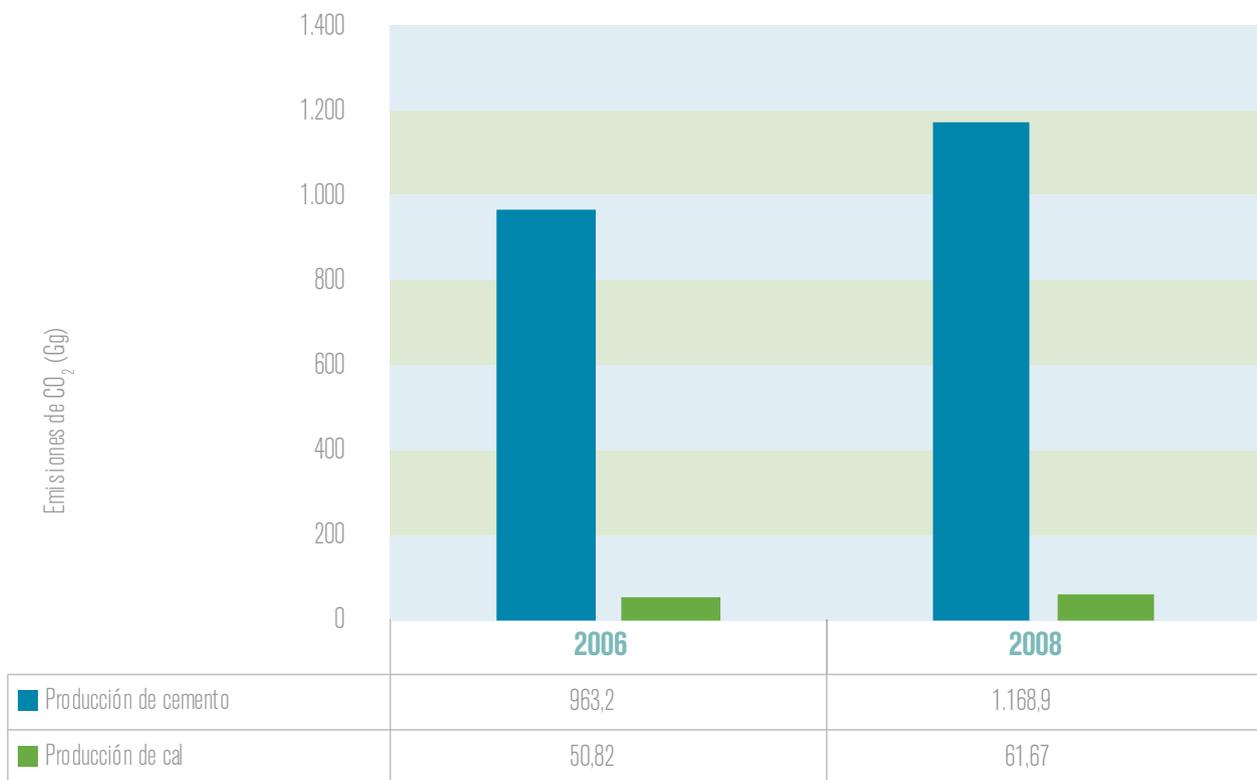
Las emisiones de CO₂ producidas por la elaboración de cemento han tenido dos comportamientos distintos: una de 1990 a 2000, en el que la producción dobló hasta con un índice de 0,7 por año en promedio, y la segunda desde 2004, hasta con un índice de 2,5 por año mostrando un crecimiento

pronunciado. Las emisiones de CO₂ fueron de 1.880,17 Gg para 2006 y de 2.065,97 Gg para 2008, con producciones de cemento (en 2006 con 963,2 Gg CO₂ y en 2008 con 1.168,9 Gg CO₂) y cal (en 2006 con 50,82 Gg CO₂ y en 2008 con 61,67 Gg CO₂) como mayores emisores.

Producción de vidrio (2.A.3)

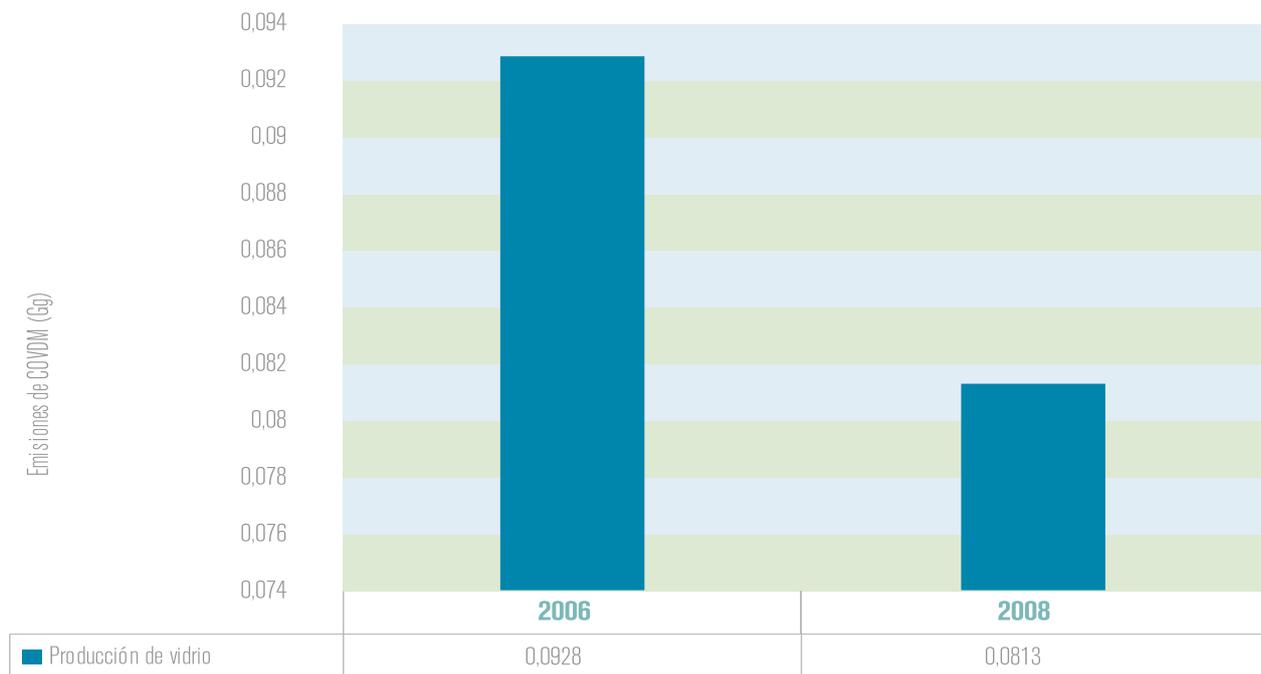
En la Figura 25 se muestra las emisiones de CO₂ entre los años 2006 y 2008 con una disminución, para la producción de vidrio, que corresponde a un 11%, de 0,09 a 0,08 Gg.

Figura 24. Resumen de emisiones de CO₂ en la producción de cemento y cal para el sector IPPU



Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 25. Emisiones de COVDM en la producción de vidrio



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

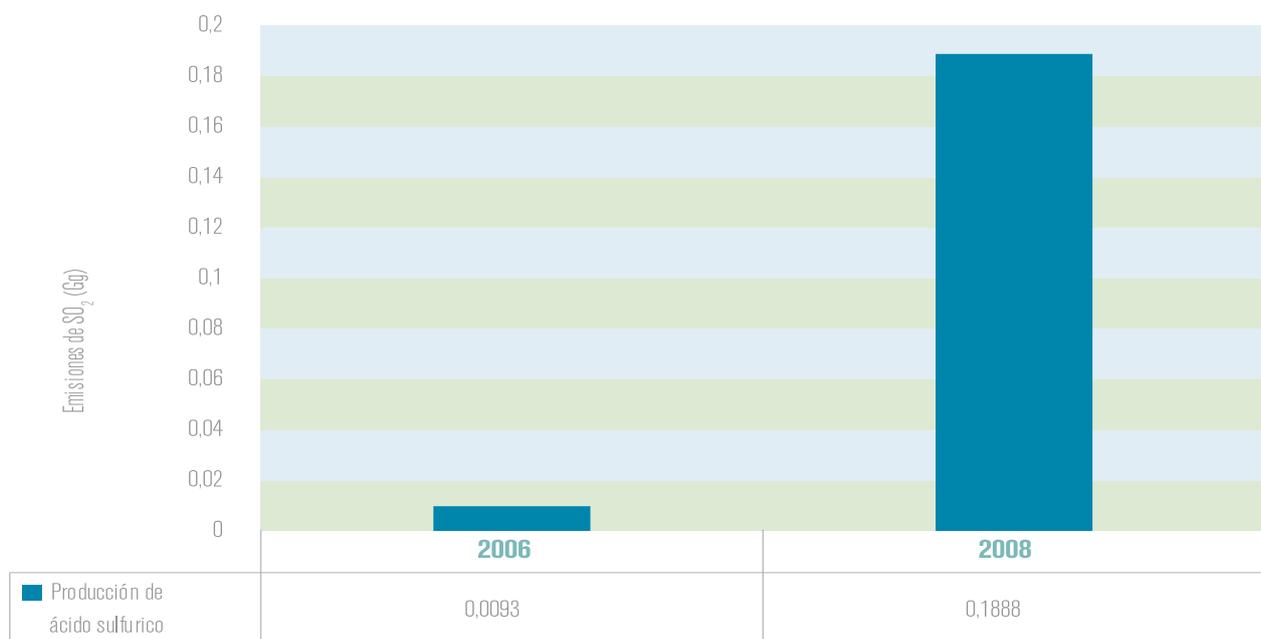
Industria química

Otros: Producción de ácido sulfúrico (2.B.10)

entre los años 2006 y 2008, en la producción de ácido sulfúrico, tuvo un incremento de 20 veces del primer al segundo año, es decir, de 0,0093 a 0,18886 Gg de SO₂.

La Figura 26 muestra que las emisiones de SO₂

Figura 26. Emisiones provenientes del ácido sulfúrico (Gg SO₂)



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

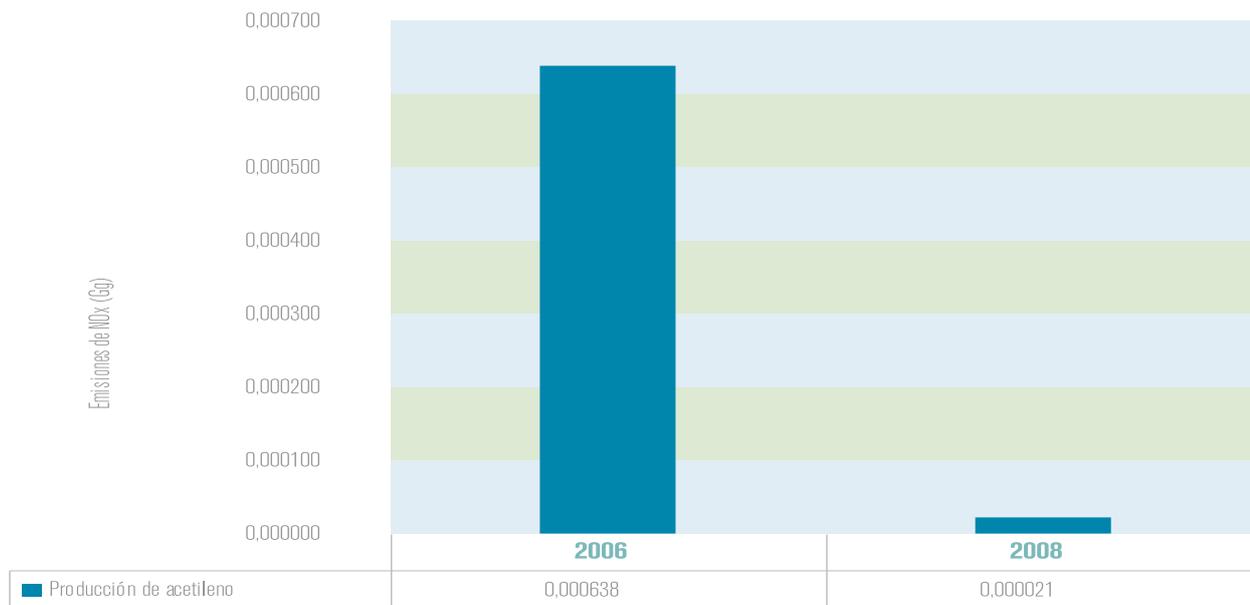
La Figura 27 muestra las emisiones de NOx en la producción de Acetileno donde se observa un decremento de 30 veces entre 2006 y 2008, es decir, de 0,000638 a 0,000021 Gg de NOx.

Uso de productos no energéticos de combustibles y uso de solvente

Otros: Uso de pavimento (2.D.4)

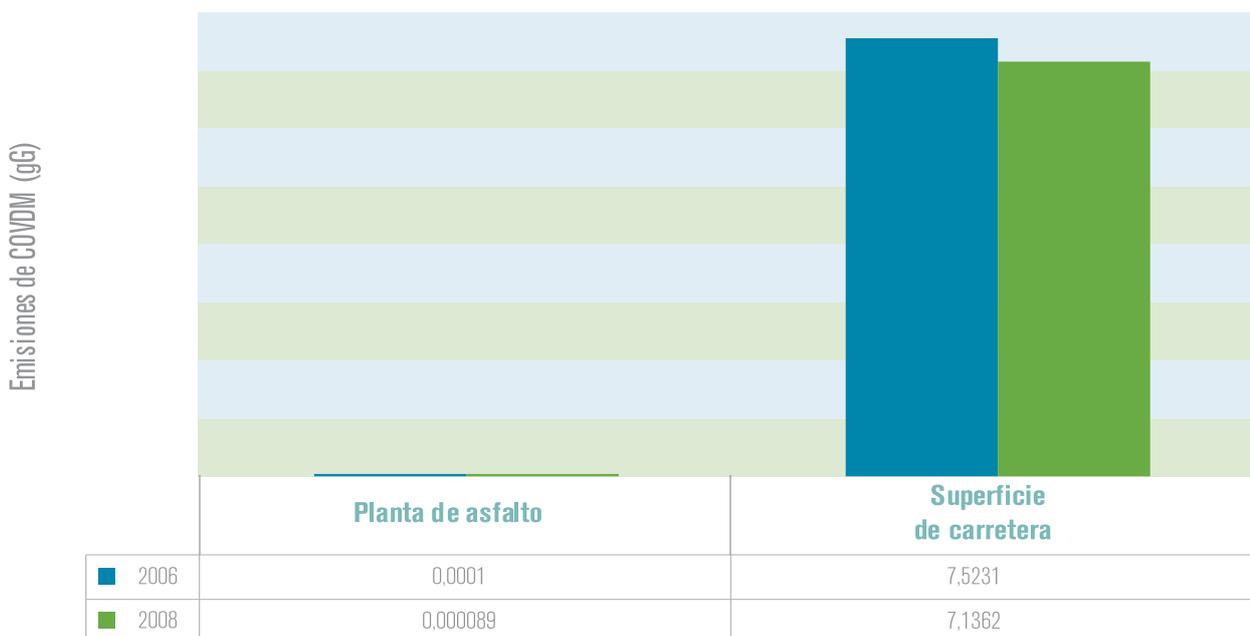
Entre 2006 y 2009 se observa un decremento del 11% en emisiones COVDM en la producción de pavimento en plantas de asfalto y del 5% en pavimentos en superficies de carreteras.

Figura 27. Emisiones debidas al Acetileno (Gg NOX)



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 28. Emisiones de COVDM para el Uso de pavimentación asfáltica



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1) y Protección contra incendios (2.F.3)

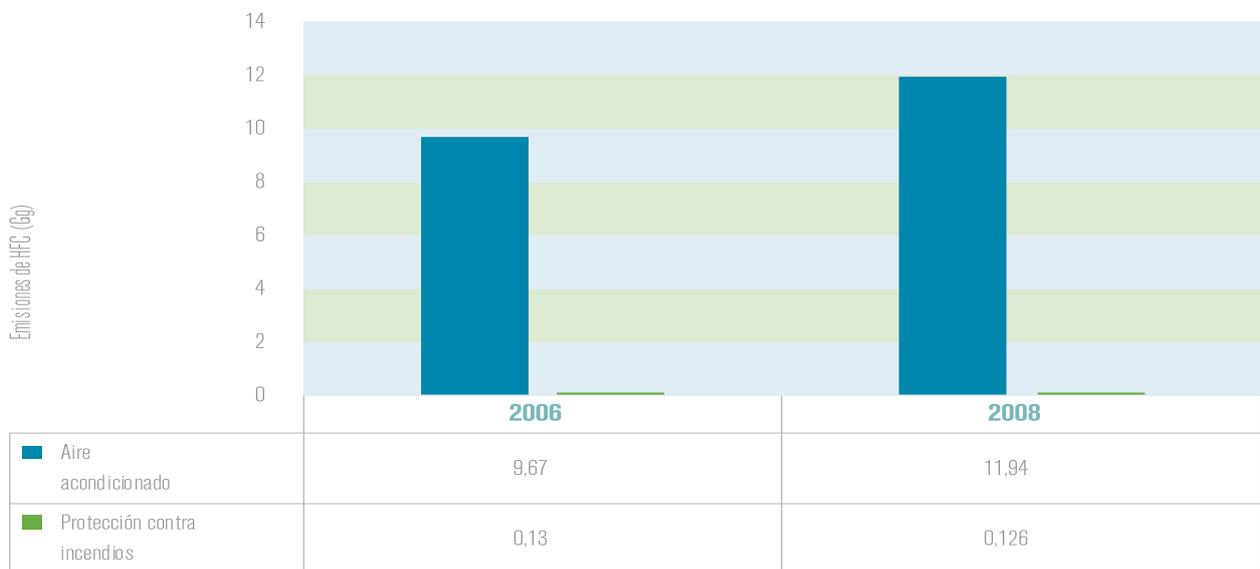
En la Figura 29 se muestra las emisiones de HFC en el uso de Aire Acondicionados (con un incremento del 23,47%) y Protección contra incendios (con un decremento del 3%) en el periodo de eva-

luación correspondiente a 2006 y 2008.

Uso de solventes (2.F.5)

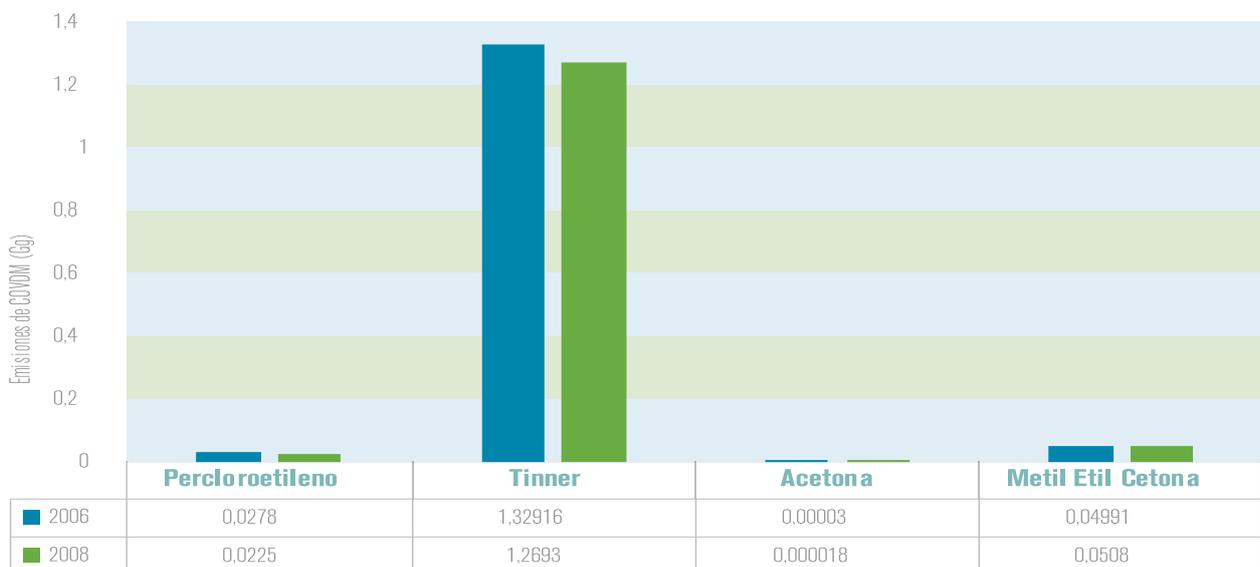
Las emisiones de COVDM relacionadas al uso de Percloroetileno sufrieron un decremento de 19,06% en 2008 respecto al 2006, el Tinner también presentó un decremento del 4,51% entre estos años. El Metil Etil Cetona mostró un incremento en 1,78% entre 2006 y 2008.

Figura 29. Emisiones de HFC en refrigeración y protección contra incendios



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 30. Emisiones de COVDM de solventes en el sector IPPU



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Manufactura y utilización de otros productos

SF6 y PFC de otros usos de productos (2.G.2)

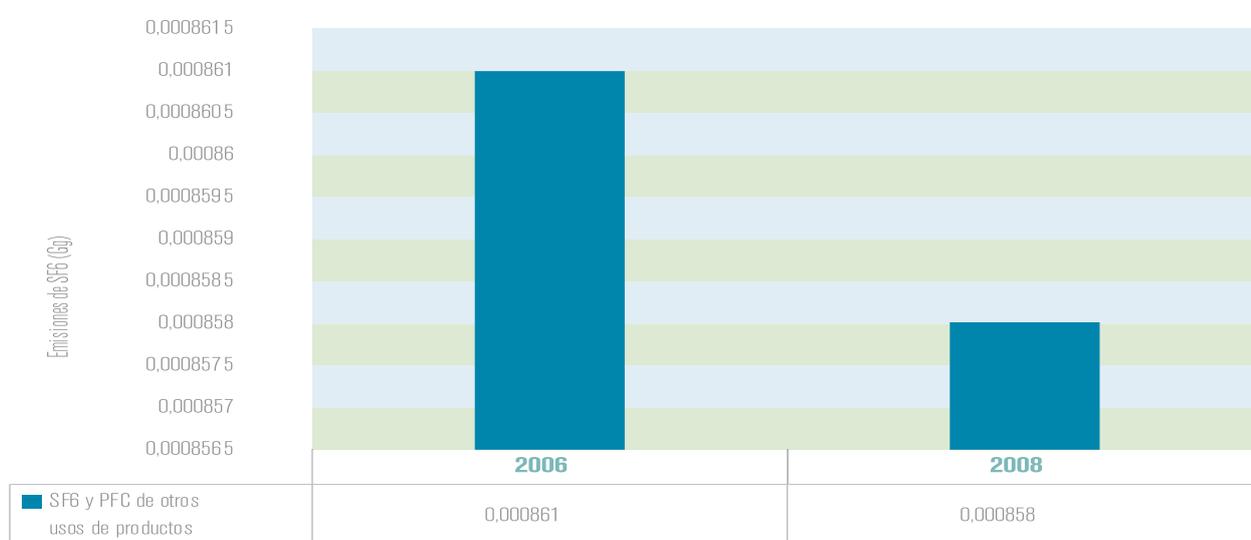
En la Figura 31 se observa un decremento del 0,35% en las emisiones de SF₆ y PFC entre 2006 y 2008. A pesar de que los valores reportados son muy pequeños, se debe recordar que el SF₆ tiene un poder de calentamiento 22.200 veces mayor al de CO₂, por tanto, esa reducción es importante.

Otros tipos de industria

Industria de la pulpa y el papel (2.H.1)

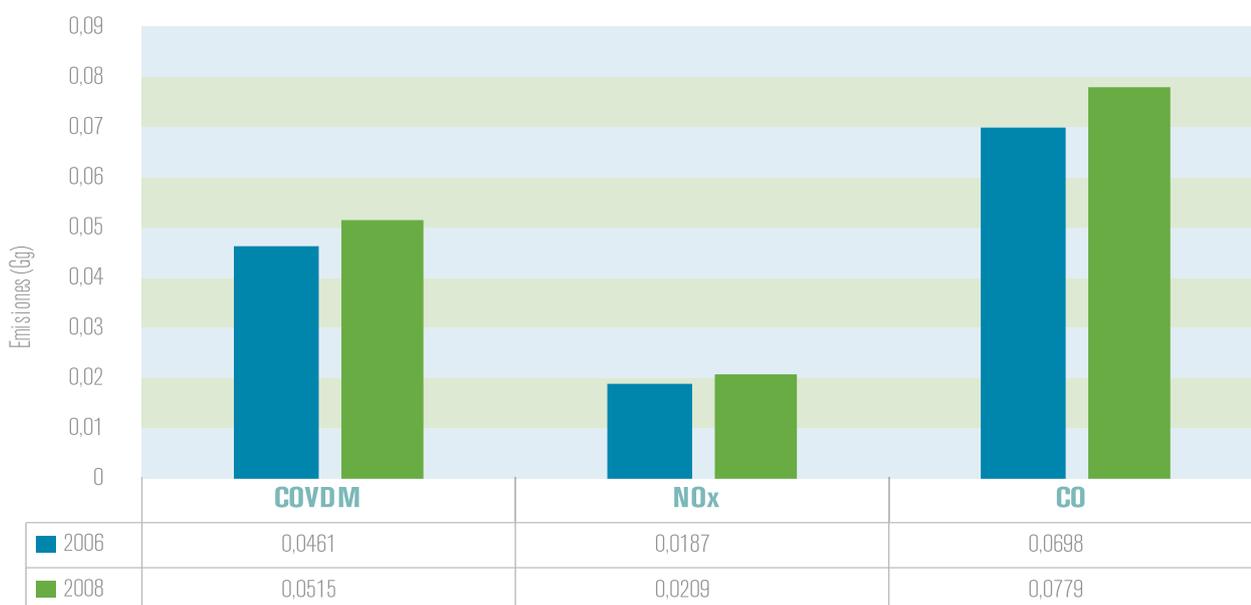
En la Figura 32 se muestra las emisiones debidas a la producción del papel, que entre 2006 y 2008 se incrementaron en 11,71%. Por su parte, el NOx tuvo un incremento de 11,7%) y el CO, de 11,5%.

Figura 31. Emisiones de SF₆ y PFC de otros usos de productos (interruptores eléctricos)



Fuente: Elaboración en base recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 32. Emisiones de NOx, COVDM y CO en la producción de papel



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Industria de la alimentación y bebidas (2.H.2)

Las emisiones de COVDM tienen mayormente incrementos, excepto en la producción de margarina. Las emisiones más altas pertenecen a la producción de azúcar, cuyo incremento entre 2006 y 2008 es el más significativo, con 6,41Gg COVDM (como 2,37 veces de incremento del primer al segundo año).

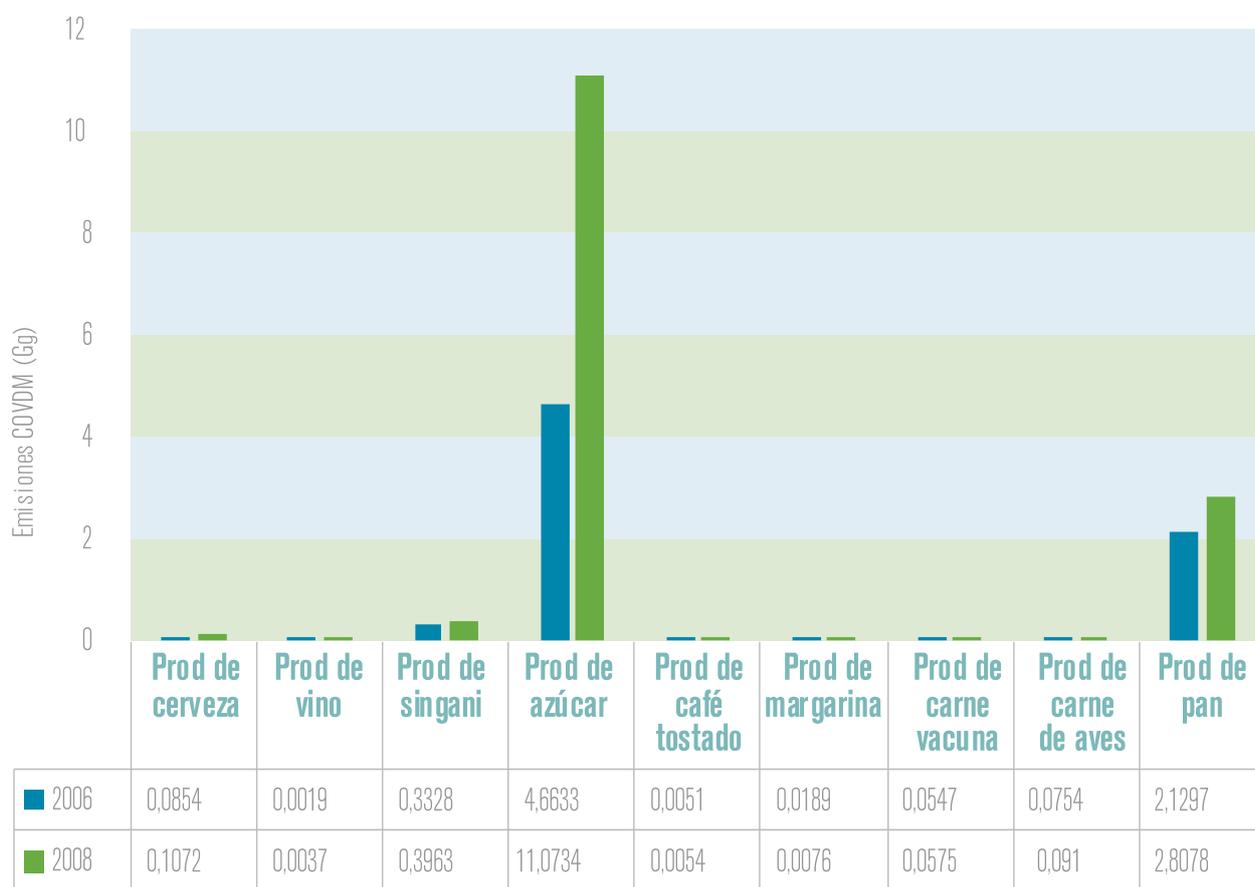
2.3.3 Sector AFOLU

Ganadería

Fermentación entérica (3.A.1)

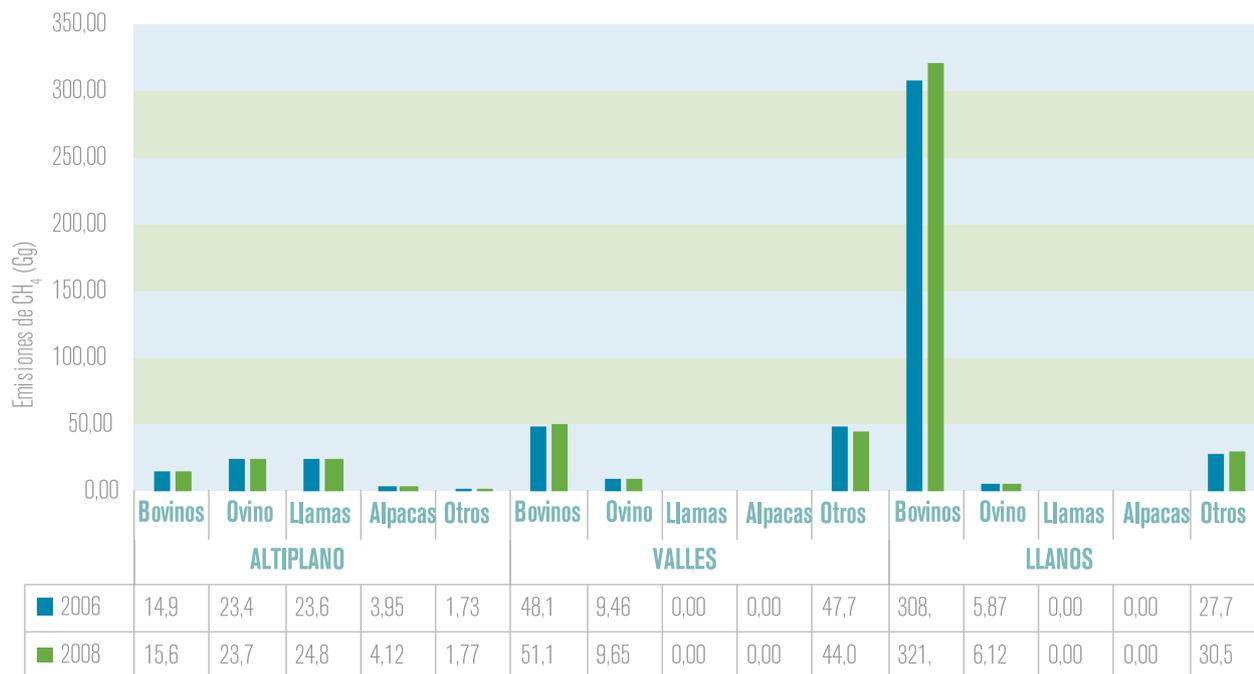
La Figura 34 muestra las emisiones por la fermentación entérica provenientes de la ganadería en Bolivia, por regiones (altiplano, valles y llanos). Ésta muestra que el mayor emisor es el ganado bovino de la región de los llanos con 308,51 Gg de CH₄ (representando el 59,89% sobre el total de emisiones debidas a la fermentación entérica) para 2006 y 321,03 Gg de CH₄ (60,26% sobre el total de FE) para 2008.

Figura 33. Emisiones de COVDM de la industria de alimentos y bebidas



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 34. Emisiones de metano por fermentación entérica de la ganadería por región



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Gestión del estiércol (3.A.2)

La Figura 35 muestra las emisiones por la gestión del estiércol provenientes de la ganadería en Bolivia, por regiones (altiplano, valles y llanos). Ésta muestra

que el mayor emisor es el ganado bovino de la región de lo llanos con 7,78 Gg de CH₄ (representando el 36,75% sobre el total de emisiones debidas a la gestión de estiércol) para 2006 y 8,07 Gg de CH₄ (35,67% sobre el total de FE) para 2008.

Figura 35. Emisiones de metano por gestión del estiércol provenientes de la ganadería por región



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tierra

Tierras forestales (3.B.1)

Cambio anual de existencias de carbono en Bosque que sigue siendo Bosque (3.B.1.a)

A continuación, se muestra el cambio de existencias de carbono en Tierras forestales que generaron 27.046,86 Gg de CO₂ en 2006 y 35.995,62 Gg de CO₂ en 2008 debido a la variación de reservas de carbono anual generadas por la biomasa viva. El cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta generó 16.022,61 Gg de CO₂ en 2006 y 30.951,80 Gg de CO₂ en

2008; el cambio anual en existencias de carbono en suelos generó 42,19 Gg de CO₂ en 2006 y 61,28 Gg de CO₂ en 2008.

Cambio anual de existencias de carbono en Tierras convertidas a Bosques (3.B.1.b)

En la Tabla 22 se denota que en las Tierras convertidas a Bosque generaron emisiones en el proceso de conversión de Tierras agrícolas a Tierras forestales (24.234,87 Gg de CO₂ en 2006 y 15.969,31 Gg de CO₂ en 2008), y absorciones en la conversión de praderas (10.600,19 Gg de CO₂ en 2006 y 10.792,70 Gg de CO₂ en 2008) y asentamiento (337,61 Gg de CO₂ en 2006 y 337,61 Gg de CO₂ en 2008).

Tabla 21. Emisiones de CO₂ debidas a la actividad de cambio de la biomasa en Bosques que siguen siendo Bosques para los años 2006 y 2008

Año de inventario	Cambio anual de existencias de carbono en la biomasa viva (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual en existencias de carbono en suelos (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual de existencias de carbono en bosque que sigue siendo bosque (Gg CO ₂ x año ⁻¹)
2006	-27.046,86	16.022,61	42,19	10.982,06
2008	-35.995,62	30.951,80	61,28	4.982,55

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tabla 22. Emisiones de CO₂ debidas a las Tierras convertidas a bosques para los años 2006 y 2008

Uso de la Tierra inicial	Uso de la Tierra durante el año de notificación	2.006 (Gg CO ₂)	2.008 (Gg CO ₂)
Tierras agrícolas	Tierras forestales	24.234,87	15.969,31
Praderas	Tierras forestales	-10.600,19	-10.792,70
Humedales	Tierras forestales	0	0
Asentamientos	Tierras forestales	-337,61	-337,61
Otras tierras	Tierras forestales	0	0
	Subtotal de Tierras forestales	13.297,06	4.839,00

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tierras de cultivo (3.B.2)

Cambio anual de existencias de carbono en Tierras de cultivo que siguen siendo Tierras de cultivo (3.B.2.a)

La Tabla 23 muestra el cambio de existencias de carbono en Tierras agrícolas en las cuales predominan las absorciones, y que generaron 12.143,86 Gg de CO₂ en 2006 y 18.029,67 Gg de CO₂ en 2008 de variación de reservas de carbono anual debidas a la biomasa viva; el cambio anual en existencias de carbono en suelos generó absorciones de 50,98 Gg de CO₂ en 2006 y 75,68 Gg de CO₂ en 2008. El resultado de estas variaciones

ha generado emisiones por 12.194,84 Gg de CO₂ en 2006 y 18.105,36 Gg de CO₂ en 2008 por el cambio anual de existencias de carbono en Tierras agrícolas que se mantienen en la categoría Tierras agrícolas.

Cambio anual de existencias de carbono en Tierras convertidas a Tierras de cultivo (3.B.2.b)

En la Tabla 24 se observa que en las Tierras convertidas a Tierras de cultivo se generaron emisiones en este proceso (15.530,18 Gg de CO₂ en 2006 y 27.776,91 Gg de CO₂ en 2008) y absorciones en la conversión de praderas (460,91 Gg de CO₂ en 2006 y 460,91 Gg de CO₂ en 2008).

Tabla 23. Emisiones de CO₂ debidas a la actividad de cambio de la biomasa en Tierras de cultivo que siguen siendo Tierras de cultivo para los años 2006 y 2008

Año de inventario	Cambio anual de existencias de carbono en la biomasa viva (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual en existencias de carbono en suelos (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual de existencias de carbono en Tierras de cultivo que siguen siendo Tierras de cultivo (Gg CO ₂ x año ⁻¹)
2006	-12.143,86		-50,98	12.194,84
2008	-18.029,67		-75,68	18.105,36

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tabla 24. Emisiones de CO₂ debidas a las Tierras convertidas a Tierras de cultivo para los años 2006 y 2008

Uso de la Tierra inicial	Uso de la Tierra durante el año de notificación	2006 (Gg CO ₂)	2008 (Gg CO ₂)
Tierras forestales	Tierras de cultivo	15.530,18	27.776,91
Praderas	Tierras de cultivo	460,91	460,91
Humedales	Tierras de cultivo	0	0
Asentamientos	Tierras de cultivo	0	0
Otras tierras	Tierras de cultivo	0	0
	Subtotal de Tierras de cultivo	15.991,09	28.237,83

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Pastizales o tierras de pradera (3.B.3)

Cambio anual de existencias de carbono en Pastizales que siguen siendo Pastizales (3.B.3.a)

Los Pastizales o tierras de pradera incluyen la superficie cubierta con biomasa perenne maderable que en 2006 consideró 17.463.155,89 ha y en 2008, 18.090.304,1 ha.

La Tabla 25 muestra la variación de carbono existente en Pastizales que siguen siendo Pastizales y que representaron un aporte de 11.746,30 Gg de CO₂ en 2006 y 19.802,73 Gg de CO₂ en 2008, emisiones generadas por la variación de reservas

de carbono anual atribuidas a la biomasa viva. El cambio anual en la existencia de carbono en suelos ha dado lugar a absorciones de 0,29 Gg de CO₂ en 2006 y 0,29 Gg de CO₂ en 2008.

Cambio anual de existencias de carbono en Tierras convertidas a Pastizales o praderas (3.B.3.b)

La conversión de Tierras agrícolas a Pastizales o praderas en 2006 fueron 34.898.505,89 ha y en 2008, 42.582.599,84 ha. En la Tabla 26 se muestra que las emisiones en las Tierras convertidas a Pastizales fueron absorbidas por las praderas (Tierras de pastoreo) debido al proceso natural mediante el cual los pastizales absorben lo que emiten.

Tabla 25. Emisiones de CO₂ debidas a la actividad de cambio de la biomasa en Pastizales que siguen siendo Pastizales para los años 2006 y el 2008

Año de inventario	Cambio anual de existencias de carbono en la biomasa viva (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual en existencias de carbono en suelos (Gg CO ₂ x año ⁻¹)	Cambio anual de existencias de carbono en Pastizales que siguen siendo Pastizales (Gg CO ₂ x año ⁻¹)
2006	11.746,30		0,29348	-11.746,60
2008	19.802,73		0,29348	-19.803,03

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tabla 26. Emisiones de CO₂ debidas a las Tierras convertidas a Tierras de cultivo para los años 2006 y 2008

Uso de la tierra inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación	2006 (Gg CO ₂)	2008 (Gg CO ₂)
Tierras forestales	Pastizales	0	0
Tierras de cultivo	Pastizales	-17,59	-134,69
Humedales	Pastizales	0	0
Asentamientos	Pastizales	0	0
Otras tierras	Pastizales	0	0
	Subtotal de Pastizales	-17,59	-134,69

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Humedales (3.B.4)

Cambio anual de existencias de carbono en Humedales que siguen siendo Humedales (3.B.4.a)

En los humedales que no se degradaron se tuvo absorciones de 120,05 Gg de CO₂ en 2006 y 92,0 Gg de CO₂ en 2008).

Cambio anual de existencias de carbono en Tierras convertidas a Humedales (3.B.4.b)

En este subsector no se ha dado ninguna actividad.

Resumen de emisiones en el subsector Tierras forestales

La Tabla 27 muestra que las emisiones más importantes están en las Tierras forestales que no cambiaron de vocación, así como en la conversión de Tierras a Tierras forestales.

Fuentes agregadas y fuentes de emisión diferentes al CO₂ de la tierra

Emisiones no CO₂ por quema de biomasa (3.C.1)

Emisiones provenientes de la quema prescrita de sabanas

Las emisiones han representado en 2006: 0,32 Gg de N₂O, 11,515 Gg de NO_x, 25,74 Gg de CH₄ y 675,59 Gg de CO; y en 2008: 0,26 Gg de N₂O, 9,49 Gg de NO_x, 21,22 Gg de CH₄ y 557,12 Gg de CO. Las emisiones más importantes provenientes de la quema prescrita de sabanas se han localizado en el departamento de Santa Cruz con el 78,41% (369.161 focos de calor en 2006).

Emisiones provenientes de la quema de residuos agrícolas en campo

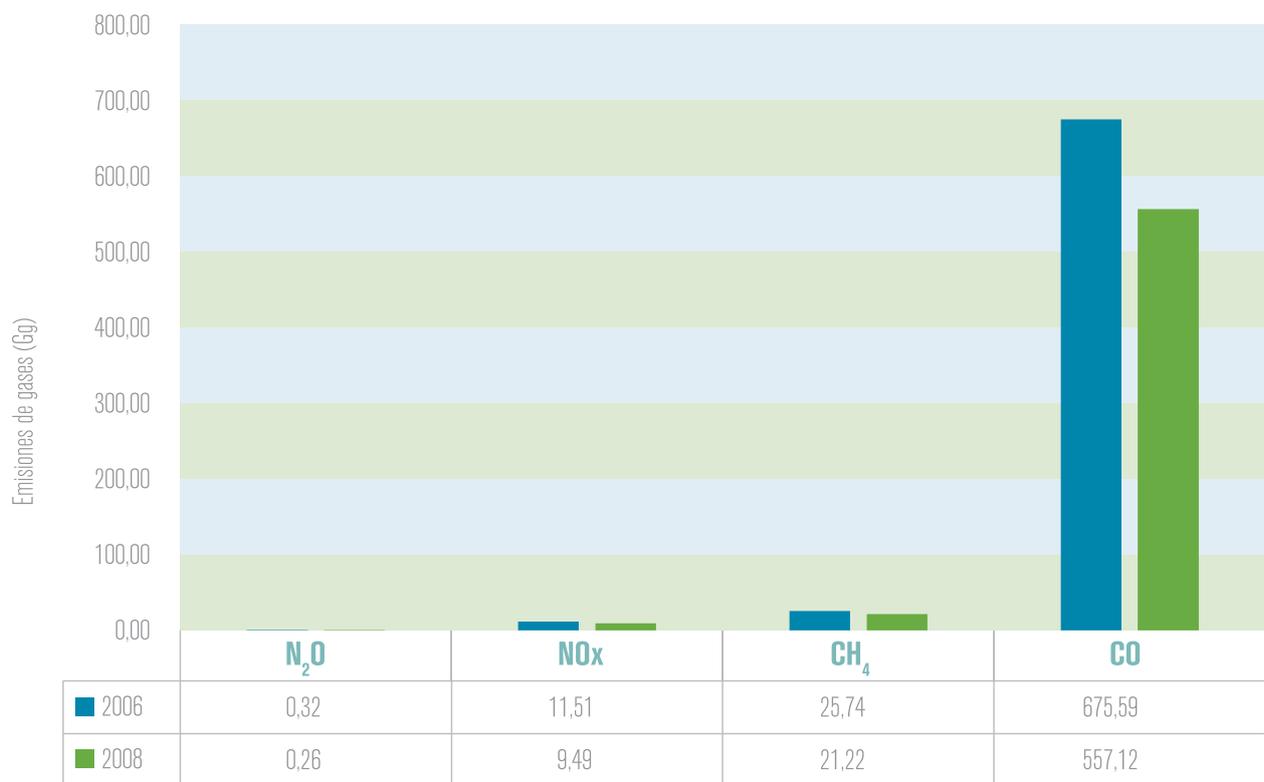
La Figura 37 muestra las emisiones provenientes de la quema de residuos agrícolas, las mismas que han representado el 0,05 Gg de N₂O, 1,72 Gg de NO_x, 1,48 Gg de CH₄ y 31,17 Gg de CO en 2006, y el 0,06 Gg de N₂O, 2,04 Gg de NO_x, 1,74 Gg de CH₄ y 36,61 Gg de CO en 2008.

Tabla 27. Emisiones de CO₂ debidas a las tierras que siguen manteniendo su uso inicial y tierras convertidas a otro tipo de uso para los años 2006 y 2008

Uso de la Tierra inicial	Uso de la Tierra durante el año de notificación	2006 (Gg CO ₂)	2008 (Gg CO ₂)
Tierras forestales	Tierras forestales	10.982,06	4.982,55
Otros usos	Tierras forestales	13.297,06	4.839,00
	Subtotal de Tierras forestales	24.279,12	9.821,55
Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	12.194,84	18.105,36
Otros usos	Tierras agrícolas	15.991,09	28.237,83
	Subtotal de Tierras agrícolas	28.185,93	46.343,18
Praderas	Praderas	-11.746,60	-19.803,03
Tierras agrícolas	Praderas	-17,59	-134,69
	Subtotal de Praderas	-11.764,18	-19.937,72
Humedales	Humedales	-120,05	-92,00
Otros usos	Humedales	0	0,00
	Subtotal de Humedales	-120,05	-92,00
Asentamientos	Asentamientos	0,00	0,00
Otros usos	Asentamientos	0	0,00
	Subtotal de Asentamientos	0,00	0,00
Otras tierras	Otras tierras	0,00	0,00
Otros usos	Otras tierras	0	0,00
	Subtotal de Otras tierras	0,00	0,00
	Total	40.580,83	36.135,01
	Emisiones	52.465,06	56.164,73
	Absorciones	-11.884,23	-20.029,72

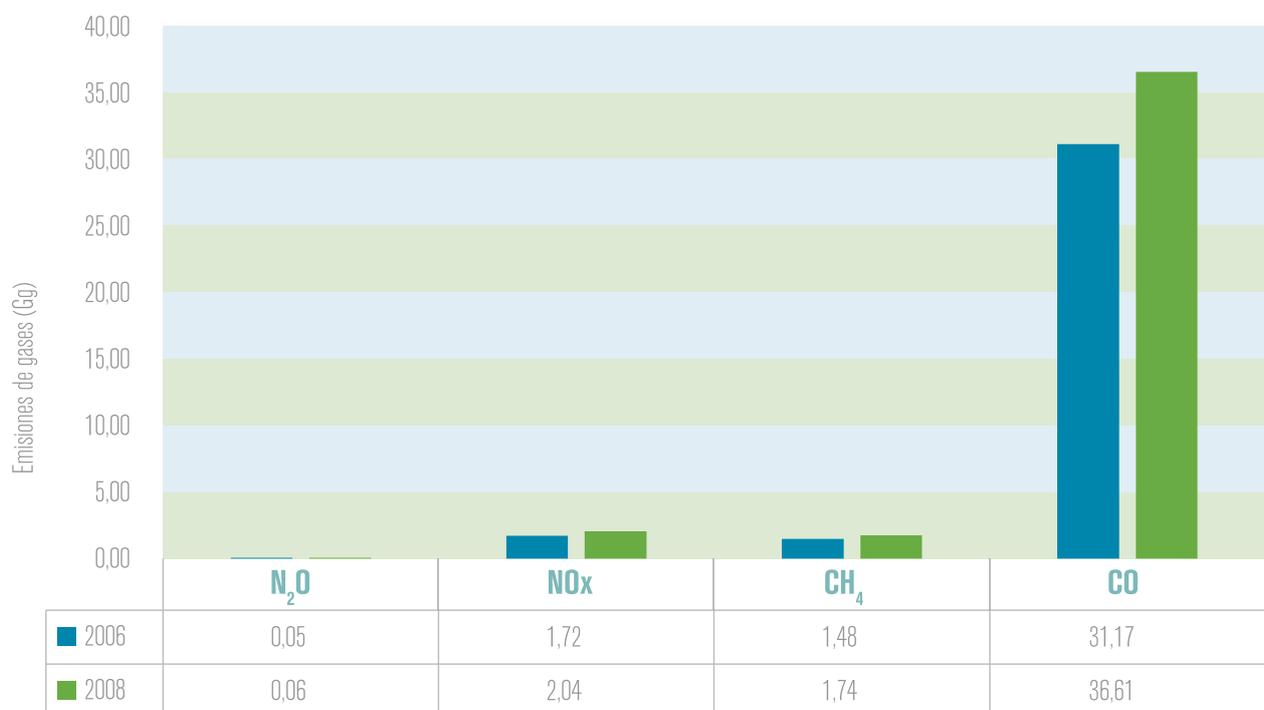
Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 36. Emisiones de gases provenientes de la quema prescrita de sabanas



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 37. Emisiones de GEI provenientes de la quema de residuos agrícolas en campo



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados (3.C.4)

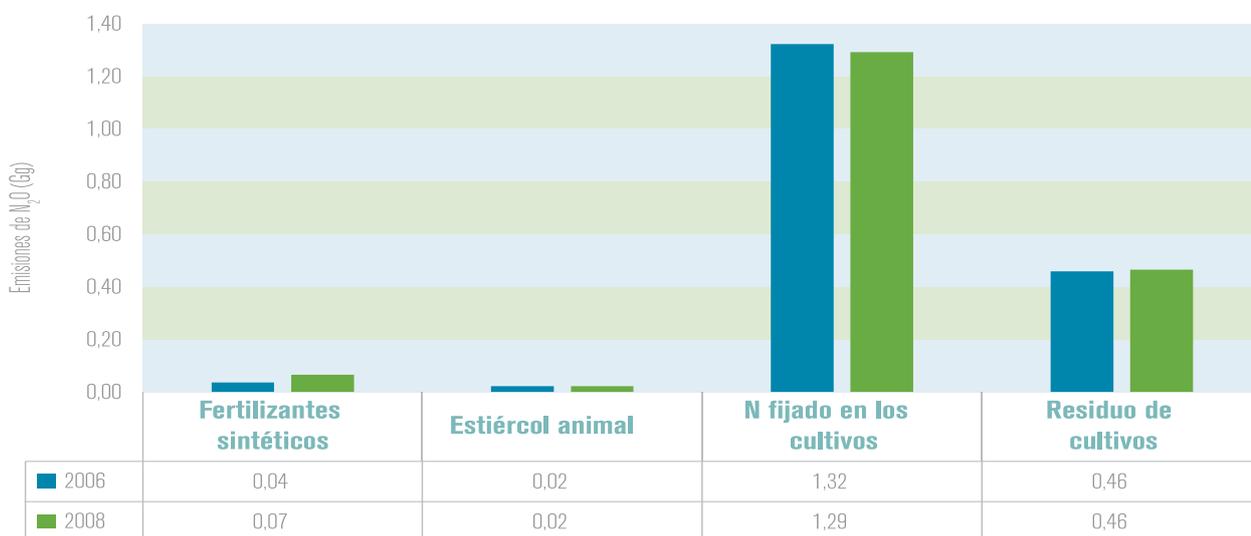
Los resultados de la estimación de las emisiones directas de óxido nitroso debidas a las actividades en los suelos agrícolas provienen en su mayoría de la Fijación Biológica con 71,88% (es decir 105.716.626,31 Kg N/año produciendo 1,32 Gg de N₂O) en 2006 y 70,07% (que ha reflejado un aporte de 103.348.736,32 Kg N/año produciendo 1,29 Gg de N₂O) en 2008, seguido de la utilización de los Residuos de cultivos con 24,92% (con un aporte de 36.659.154,83 Kg N/año produciendo

una emisión de 0,46 Gg de N₂O) en 2006 y 25,18% (con un aporte de 37.137.029,57 Kg N/año produciendo una emisión de 0,46 Gg de N₂O) en 2008.

Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados (3.C.5)

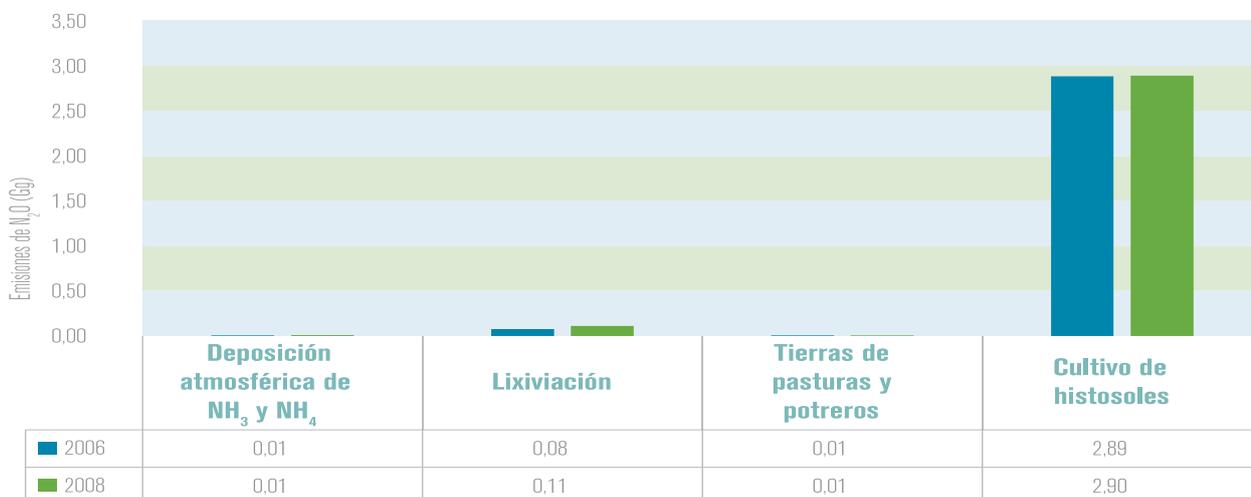
Las emisiones indirectas de N₂O provenientes de los suelos agrícolas se generaron por el proceso de lixiviación (en 2006, 0,08 Gg de N₂O, con 84,25% respecto del total de emisiones de este subsector, y en 2008, 0,11 Gg de N₂O, que representa el 86,69% respecto del total de este subsector).

Figura 38. Emisiones directas de N₂O provenientes de los suelos agrícolas



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 39. Emisiones indirectas de N₂O provenientes de los suelos agrícolas



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

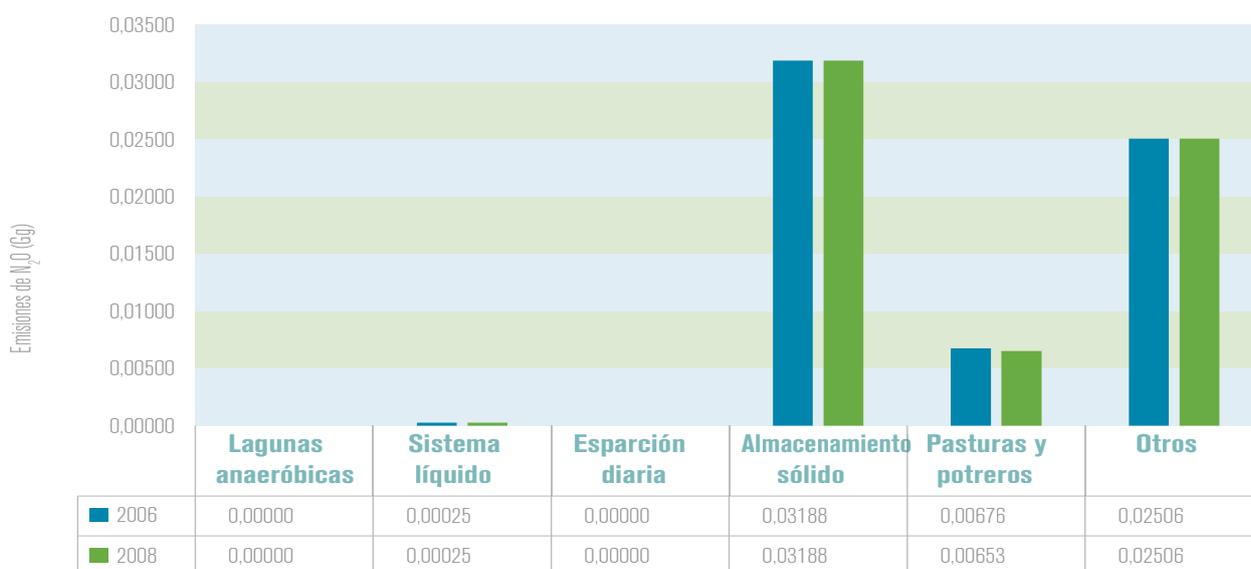
Emisiones indirectas de N₂O resultantes de la gestión del estiércol (3.C.6)

El conjunto de emisiones de óxido nitroso debidas a los sistemas de manejo de estiércol han dado lugar a 0,0637 Gg de N₂O en 2006 y 0,0637 Gg de N₂O en 2008, 11% más alto al encontrado en el inventario del 2000 (0,0577 Gg de N₂O).

Cultivo del arroz (3.C.7)

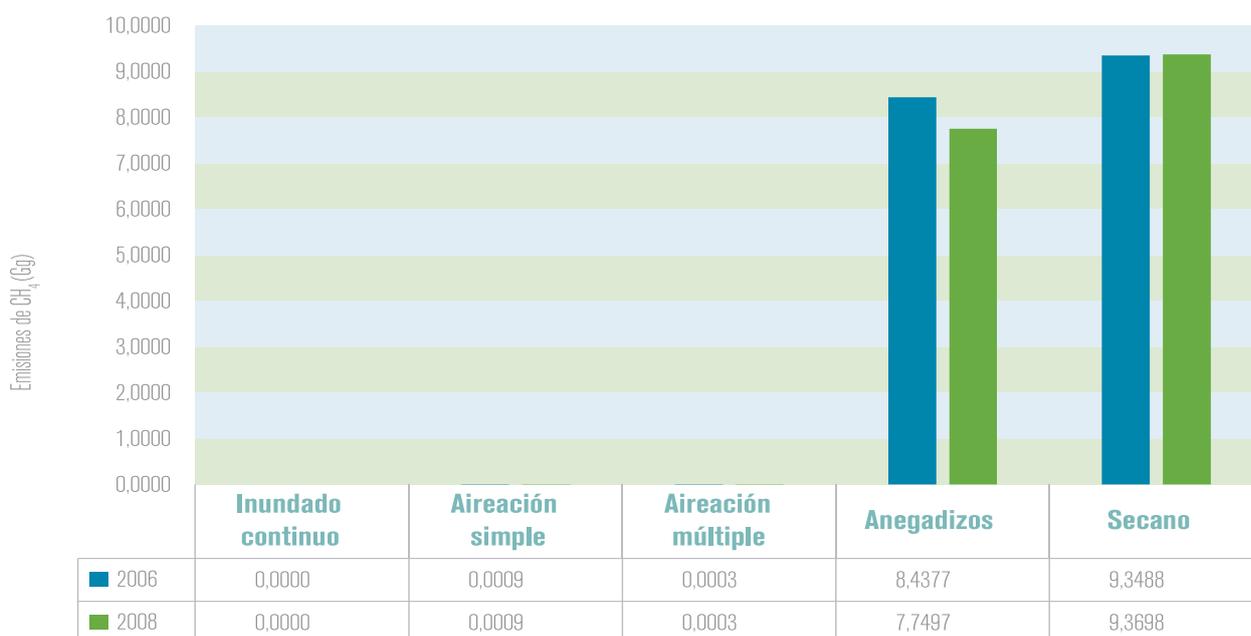
El conjunto de emisiones de metano debidas al cultivo del arroz ha totalizado 17,79 Gg de CH₄ en 2006 y 17,12 Gg de CH₄ en 2008, siendo este último un 25,97% más que lo registrado en el inventario del año 2000 (13,59 Gg de CH₄).

Figura 40. Emisiones de N₂O provenientes de los sistemas de manejo del estiércol



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Figura 41. Emisiones de CH₄ provenientes del cultivo de arroz



Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.3.4 Sector Residuos

Disposición de residuos sólidos (4.A)

Rellenos sanitarios

Aplicando las directrices del IPCC 2006, se ha calculado que las emisiones provenientes de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios han sido de 50,19 Gg de CH₄ por la disposición de 892.883 t en 2006 y 51,14 Gg de CH₄ por la disposición de 916.160 t en 2008.

Figura 42. Emisiones de CH₄ debidas a la actividad en los rellenos sanitarios para los años 2006 y 2008

Año	Cantidad de residuos sólidos dispuestos (t)	Emisiones de CH ₄ (Gg)
2006	892.883	50,19
2008	916.160	51,14

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tratamiento y descarga de aguas residuales (4.D)

Las aguas residuales en Bolivia tuvieron una emisión de metano de 35,85 Gg CH₄ para 2006 y 36,04 Gg CH₄ para 2008.

Tabla 28. Emisiones de CH₄ debidas al tratamiento de aguas residuales para los años 2006 y 2008

Año	Producto orgánico total en aguas residuales (Kg DBO/año)	Emisiones de CH ₄ (Gg)
2006	10.231.055,18	35,85
2008	10.284.158,57	36,04

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.3.4.1. Análisis de incertidumbre

En la estimación de un inventario de GEI, por lo general, se encuentra que las emisiones y absor-

ciones calculadas pueden diferir de las emisiones y absorciones reales. Esto debido, entre otros factores, a la falta de representatividad y exhaustividad de las fuentes de datos, errores de medición en la producción, utilización de insumos o consumo, precisión de los instrumentos de medición, falta de respuesta en encuestas o censos, asignación de factores de emisión por omisión o defecto (*default*) que no reflejan las condiciones nacionales o, simplemente, por la variación natural del proceso de emisión (aleatoriedad). A esta diferencia se le conoce como incertidumbre.

El análisis de incertidumbres para los inventarios de 2006 y 2008 fue realizado en base a la metodología del IPCC en el grado 1. Para esto se agruparon las actividades con sus respectivos factores de emisión, considerando el análisis para todos los gases tomados en cuenta en el inventario, así como las bases de análisis de los anteriores inventarios desde 1990.

Sector Energía

Los resultados encontrados para el análisis de incertidumbres muestran que en el año 2006 existió una incertidumbre total de 6,7% y una incertidumbre en la tendencia de 15,93%. Para el año 2008 se observó una incertidumbre total de 6,74% y una incertidumbre en la tendencia de 17,74%.

Sector IPPU

Los resultados encontrados para el análisis de incertidumbres combinadas como porcentaje del total de las emisiones sectoriales de CO₂ en el año 2006 se muestran con un total de 2,99% y para 2008, de 2,98%, siendo el sector de producción de cemento con el mayor grado de incertidumbre respecto del total (2,98% en 2006 y 2008).

Sector AFOLU

El análisis de incertidumbre muestra que para el año 2006, las incertidumbres combinadas como porcentaje del total de las emisiones del subsector Ganadería en metano totalizan 4,18% y para 2008, 4,1%. La incertidumbre en las tendencias en las emisiones nacionales totales es de 25,88% para 2006 y 26,15% para 2008.

Asimismo, el análisis de las Tierras forestales, según los resultados para el año 2006, existe un 43,09% de variación de la incertidumbre de Tierras forestales que siguen siendo forestales; la incertidumbre total para ese año es de 43,84%. En 2008 la variación de la incertidumbre de Tierras forestales que siguen siendo Tierras forestales es de 39,40%, totalizando un 39,91%.

Sector Residuos

Las incertidumbres combinadas como porcentaje del total de las emisiones sectoriales fueron similares tanto para 2006 como para 2008; sin embargo, las emisiones de metano aportaron mayor peso al total con 18,97% en 2006 y con 19,99% en 2008. Las incertidumbres de las tendencias totales observadas para 2006 llegaron a 22,74% y para 2008 a 23,87%; siendo que el mayor aporte para ambos años han sido las emisiones de metano.

2.4 Análisis de fuentes claves

El análisis de fuentes claves es utilizado para identificar las actividades que mayores emisiones han tenido en el año de inventario. Comprenden básicamente las evaluaciones de nivel y de tendencias.

2.4.1 Evaluación de nivel

La Evaluación de nivel nos da una idea de la magnitud de contribución que una actividad tiene sobre el total. Para los inventarios de los años 2006 y 2008 abordados en este informe se utilizó la metodología de Nivel 1 que considera el nivel más básico de evaluación y que utiliza factores de emisión propuestos por el IPCC.

En el inventario de 2006 y 2008 las actividades que contribuyeron mayormente en la Evaluación de nivel son:

- Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario (36% sobre el total de emisiones en 2006 y 37% en 2008);
- Halocarburos o hidrofluorocarbonos (HFC) de equipos de refrigeración y aire acondicionado (con 13% sobre el total de emisiones en 2006 y 19% en 2008);
- Fermentación entérica (15% en 2006 y 2008);
- Tierras que conservan su uso inicial (13% en 2006 respecto del total de emisiones y 6% en 2008),
- Combustión móvil: terrestre (4% en 2006 y 5% en 2008);
- Emisiones de CO₂ de la combustión estacionaria-gas natural (5% en 2006 y 2% en 2008);
- Emisiones de CO₂ de la combustión estacionaria-petróleo (2% en 2006 y 1,81% en 2008);
- Disposición de residuos sólidos en tierra (1,4% en 2006 y 1,34% en 2008);
- Producción de cemento (1,17% en 2006 y 1,33% en 2008);
- Manejo de aguas residuales (1% en 2006 y 0,94% en 2008);
- Emisiones fugitivas del petróleo y gas natural (0,91% en 2006 y 0,82% en 2008).

Tabla 29. Evaluación de nivel de las emisiones de GEI del año 2006 de Nivel 1

No	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	Año base Emisiones del año base 1990 Gg CO ₂ eq	Año en curso Emisiones del año 2006 Gg CO ₂ eq	Evaluación de nivel	Total acumulado
1	AFOLU	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO ₂	31.583	29.270,50	0,36	0,36
2	IPPU	HFC de equipos de refrigeración y aire acondicionado	varios	9,06	12.566,20	0,15	0,51
3	AFOLU	Fermentación entérica	CH ₄	8.344,24	11.866,20	0,14	0,65
4	AFOLU	Tierras que conservan su uso inicial	CO ₂	-9.487	11.310,20	0,14	0,79
5	Energía	Combustión móvil: terrestre	CO ₂	1.769,60	5.001,68	0,06	0,85
6	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-gas natural	CO ₂	1.877,70	3.243,77	0,04	0,89
7	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-petróleo	CO ₂	1.045,50	1.556,15	0,02	0,91
8	Residuos	Disposición de residuos sólidos en tierra	CH ₄	55,20	1.154,40	0,01	0,92
9	IPPU	Producción de cemento	CO ₂	308,00	963,24	0,01	0,94
10	Residuos	Manejo de aguas residuales	CH ₄	43,01	824,54	0,01	0,95
11	Energía	Emisiones fugitivas del petróleo y gas natural	CH ₄	818,00	712,94	0,01	0,95
12	AFOLU	Quema prescrita de sabanas	CH ₄	239,11	591,94	0,01	0,96

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tabla 30. Evaluación de nivel de las emisiones de GEI del año 2008 de Nivel 1

No	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	Emisiones año base 1990 Gg CO ₂ eq	Emisiones año 2008 Gg CO ₂ eq	Evaluación de nivel	Total acumulado
1	AFOLU	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO ₂	31.583,03	32.942,10	0,40	0,40
2	IPPU	HFC de equipos de refrigeración y aire acondicionado	varios	9,06	15.524,60	0,19	0,58
3	AFOLU	Fermentación entérica	CH ₄	8.344,24	12.467	0,15	0,74
4	Energía	Combustión móvil: terrestre	CO ₂	1.769,65	5.909,47	0,07	0,81
5	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-gas natural	CO ₂	1.877,72	3.839,83	0,05	0,85
6	AFOLU	Tierras que conservan su uso inicial	CO ₂	-9.487,02	3.192,87	0,04	0,89
7	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-petróleo	CO ₂	1.045,57	1.580,94	0,02	0,91
8	Residuos	Disposición de residuos sólidos en tierra	CH ₄	55,20	1.176,20	0,01	0,92
9	IPPU	Producción de cemento	CO ₂	308,00	1.168,91	0,01	0,94
10	Residuos	Manejo de aguas residuales	CH ₄	43,01	828,82	0,01	0,95
11	Energía	Emisiones fugitivas del petróleo y gas natural	CH ₄	818,00	715,60	0,01	0,96
12	AFOLU	Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	298,61	545,71	0,01	0,96

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

2.4.2 Evaluación de la tendencia

La Evaluación de la tendencia nos da una idea de la contribución de las emisiones totales y permite visualizar acumulativamente el aporte de las categorías de fuente al total de emisiones. En 2006 las mayores emisiones se han dado por la categoría

Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario, con un aporte del 45,37% seguido de las Tierras que conservan su uso inicial, con un aporte del 18,52%. En 2008, la categoría Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario contribuyó con un 44% y en segundo lugar a la categoría Tierras que conservan su uso inicial con un aporte del 20%.

Tabla 31. Evaluación de la tendencia de las emisiones de GEI del año 2006 de Nivel 1

No.	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	Emisiones año base 1990 Gg CO ₂ eq	Emisiones del año 2006 Gg CO ₂ eq	Evaluación de la tendencia	% de contribución a la tendencia	Total acumulativo
1	AFOLU	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO ₂	31.583	29.270,50	0,25	45,66	0,46
2	IPPU	HFC de equipos de refrigeración y aire acondicionado	varios	9,06	12.566,20	0,00	0,02	0,46
3	AFOLU	Fermentación entérica	CH ₄	8.344,20	11.866,30	0,09	16,03	0,62
4	AFOLU	Tierras que conservan su uso inicial	CO ₂	-9.487,00	11.310,30	0,10	18,37	0,80
5	Energía	Combustión móvil: terrestre	CO ₂	1.769,60	5.001,68	0,02	3,73	0,84
6	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-gas natural	CO ₂	1.877,70	3.243,77	0,02	4,05	0,88
7	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-petróleo	CO ₂	1.045,50	1.556,15	0,01	2,30	0,90
8	Residuos	Disposición de residuos sólidos en tierra	CH ₄	55,20	1.154,40	0,00	0,12	0,90
9	IPPU	Producción de cemento	CO ₂	308,00	963,24	0,00	0,68	0,91
10	Residuos	Manejo de aguas residuales	CH ₄	43,01	824,54	0,00	0,10	0,91
11	Energía	emisiones fugitivas del petróleo y gas natural	CH ₄	818,00	712,94	0,01	1,82	0,93
12	AFOLU	Quema prescrita de sabanas	CH ₄	239,11	591,94	0,00	0,53	0,93
13	AFOLU	Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	298,61	544,18	0,00	0,67	0,94
14	AFOLU	Manejo de estiércol	CH ₄	284,87	486,87	0,00	0,64	0,95
15	Energía	Combustión móvil: aérea	CO ₂	182,65	433,09	0,00	0,41	0,95

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

Tabla 32. Evaluación de la tendencia de las emisiones de GEI del año 2008 de Nivel 1

No.	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	Año base	Año en curso	Evaluación de la tendencia		
				Emisiones año base 1990 Gg CO ₂ eq	Emisiones del año 2008 Gg CO ₂ eq	Evaluación de la tendencia	% de contribución a la tendencia	Total acumulado
1	AFOLU	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO ₂	31.583	32.942	0,23	43,17	0,43
2	IPPU	HFC de equipos de refrigeración y aire acondicionado	varios	9,06	15.524	0,00	0,02	0,43
3	AFOLU	Fermentación entérica	CH ₄	8.344,20	12.467	0,09	16,08	0,59
4	Energía	Combustión móvil: terrestre	CO ₂	1.769,65	5.909,40	0,02	3,73	0,63
5	Energía	Emisiones de CO ₂ de la Combustión estacionaria-gas natural	CO ₂	1.877,70	3.839,80	0,02	4,06	0,67
6	AFOLU	Tierras que conservan su uso inicial	CO ₂	-9.487,00	3.192,80	0,11	20,69	0,88
7	Energía	Emisiones de CO ₂ de la combustión estacionaria-petróleo	CO ₂	1.045,50	1.580,90	0,01	2,33	0,90
8	Residuos	Disposición de residuos sólidos en tierra	CH ₄	55,20	1.176,20	0,00	0,12	0,90
9	IPPU	Producción de cemento	CO ₂	308,00	1.168,90	0,00	0,69	0,91
10	Residuos	Manejo de aguas residuales	CH ₄	43,01	828,82	0,00	0,10	0,91
11	Energía	Emisiones fugitivas del petróleo y gas natural	CH ₄	818,00	715,60	0,01	1,84	0,93
12	AFOLU	Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	298,61	545,71	0,00	0,67	0,93
13	AFOLU	Manejo de estiércol	CH ₄	284,87	527,17	0,00	0,64	0,94
14	AFOLU	Quema prescrita de sabanas	CH ₄	239,11	488,15	0,00	0,54	0,95
15	AFOLU	Cultivo de arroz	CH ₄	242,42	393,77	0,00	0,55	0,95

Fuente: Elaboración en base a recolección de información interinstitucional, ENDE (2016) y MMAyA-VMA-PNCC (2009)

CAPÍTULO

3

Vulnerabilidad,
impacto y
adaptación al
cambio climático





El riesgo de desastres es causado por la interacción entre eventos adversos extremos de origen natural o antrópico y la vulnerabilidad de las poblaciones (condiciones de pobreza, infraestructura insegura, dinámicas sociales de migración y asentamiento en zonas expuestas a amenazas, escasa capacidad institucional, etc.).

Bolivia es un país tropical con variaciones altitudinales y geológicas que configuran variados y complejos ecosistemas, por lo tanto, los impactos del cambio y la variabilidad del clima son diversos.

Los riesgos no manejados adecuadamente causan desastres o emergencias. En Bolivia se tienen principalmente emergencias y desastres originados por: exceso de precipitaciones pluviales (que ocasionan inundaciones, riadas, desbordes y deslizamientos), falta o disminución de precipitaciones pluviales (sequías), disminución de temperaturas mínimas (heladas, olas de frío, granizadas) y movimientos geológicos (terremotos y deslizamientos), entre los más recurrentes. También se presentan incendios forestales causados por condiciones naturales como altas temperaturas y falta de precipitaciones, y por acciones humanas como la práctica del chaqueo. Los eventos adversos son agravados por el cambio climático y causan un mayor grado de vulnerabilidad en el país.

El país presenta complejas formaciones de ecosistemas diversos, tanto en gradientes de altitud, como en comportamiento climático y la naturaleza de los impactos sobre los recursos naturales y sectores se han estudiado en profundidad desde diferentes enfoques, con hallazgos importantes en ecosistemas, recursos hídricos, prácticas ancestrales como potenciales en el desarrollo de la adaptación. Por lo tanto, los impactos del cambio y la variabilidad natural del clima son diversos, unos crónicos y otros agudos.

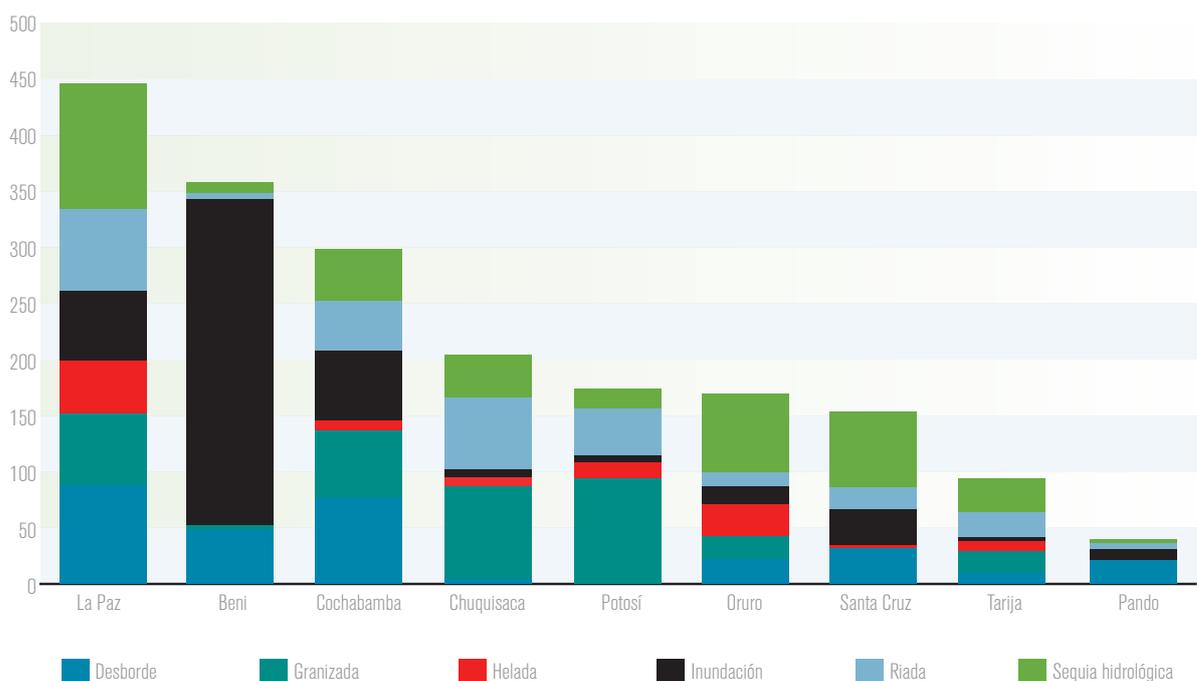
3.1 Impacto del cambio climático y eventos extremos

3.1.1 Análisis de eventos extremos

Para entender el contexto meteorológico del país

y los riesgos extremos que agudizan la vulnerabilidad de la población, se realizó un análisis de los eventos extremos suscitados en el periodo 2005-2009. La Figura 43 presenta el registro de los eventos extremos por departamento y en el total de años evaluados.

Figura 43. Número de eventos hidrometeorológicos extremos por departamento (2005-2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de (VIDECI, 2014)

El mayor número de eventos adversos se centraron en el departamento de La Paz (23%), seguido del departamento de Beni (18%), Cochabamba (15%) y Chuquisaca (11%). En menor proporción Potosí (9%), Oruro (9%), Santa Cruz (8%), Tarija (5%) y finalmente Pando (2%).

La mayor cantidad de eventos adversos suscitados en el periodo de evaluación fueron las inundaciones (25%) seguidas de las sequías hidrológicas (20%) las granizadas (18%) y las riadas y desbordamientos (cada una con 15%).

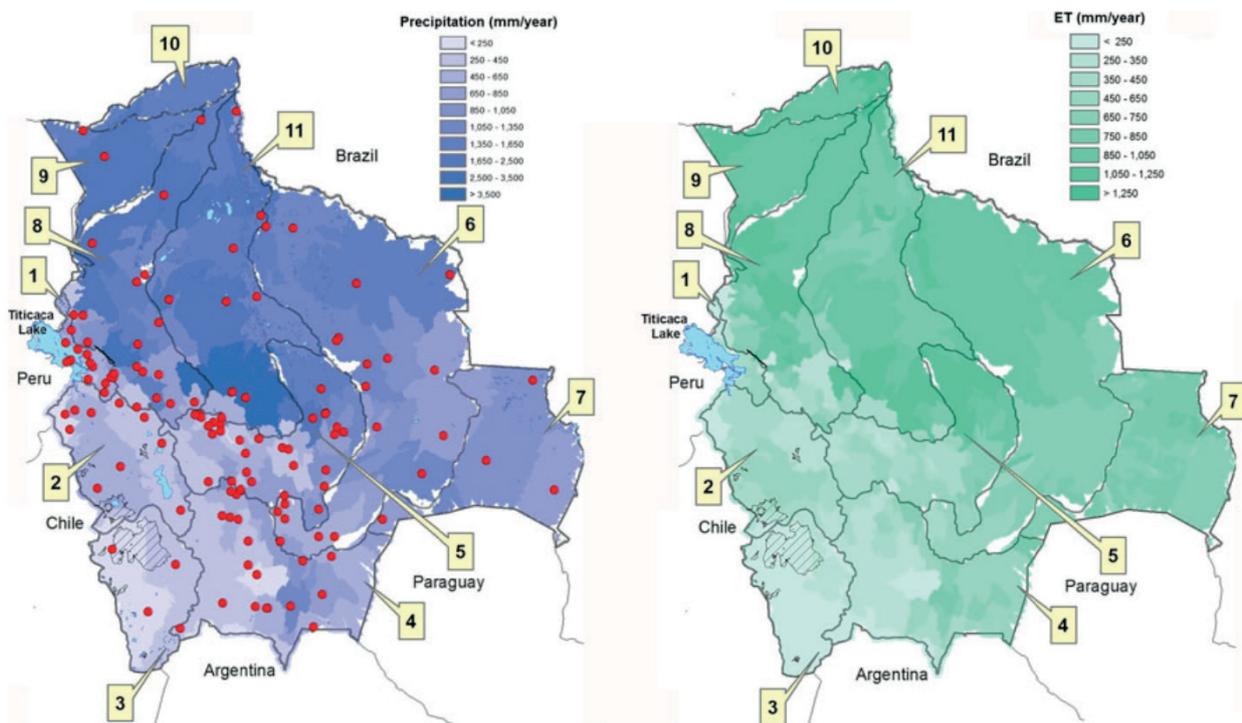
3.1.2 Proyecciones de indicadores hidrológicos

En Bolivia se han desarrollado pocos estudios acerca de los efectos climáticos y el impacto en

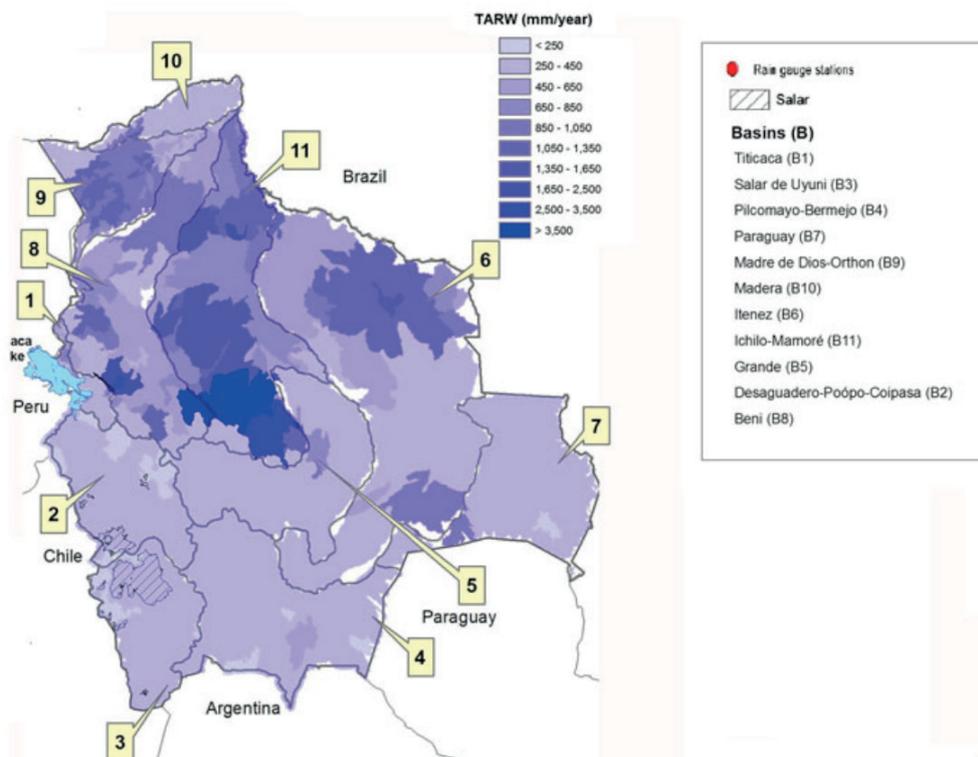
los recursos hídricos. Un importante estudio, "Impacto del cambio climático en el balance hídrico en todo el país en Bolivia"⁸¹, que se publicó en 2013, analiza dos indicadores hidrológicos considerando índices utilizados para capturar el suministro y la demanda de agua en las cuencas; estos indicadores están representados por la precipitación, la superficie natural total renovable de aguas subterráneas y entradas de otros países (TARW por sus siglas en inglés) y la evapotranspiración (ET). La TARW en el año 2000 se calculó para 3.114 subcuencas incluidas en el modelo aplicado en el estudio.

El mismo estudio desarrolló, calibró y validó un modelo hidrológico para todo Bolivia desde 1997 hasta 2008. Utilizando la temperatura media y la precipitación de 17 modelos de circulación glo-

Figura 44. Promedio anual de los indicadores hidrológicos (1997-2008) a nivel de subcuenca



81 (Jorge José Escurra, 2013)



Fuente: (Jorge José Escurra, 2013)

bal, se aplicó la metodología del Informe Especial Sobre Escenarios de Emisiones (SRES, por sus siglas en inglés) considerando el escenario A2⁸² de la metodología de IPCC (propuesta en el 4to reporte de medición de 2007) para realizar una proyección a 2050.

También se calcularon las proyecciones más húmedas y más secas para los cambios de temperatura y precipitación a nivel de cuenca, en función del cálculo del índice de humedad climática. Los escenarios climáticos más húmedos y secos (así como el cambio proyectado en el dióxido de carbono atmosférico) se utilizaron para simular indicadores hidrológicos (precipitación, ET y TARW) para cada escenario en los niveles de cuenca y subcuenca. Las conclusiones del estudio son las siguientes:

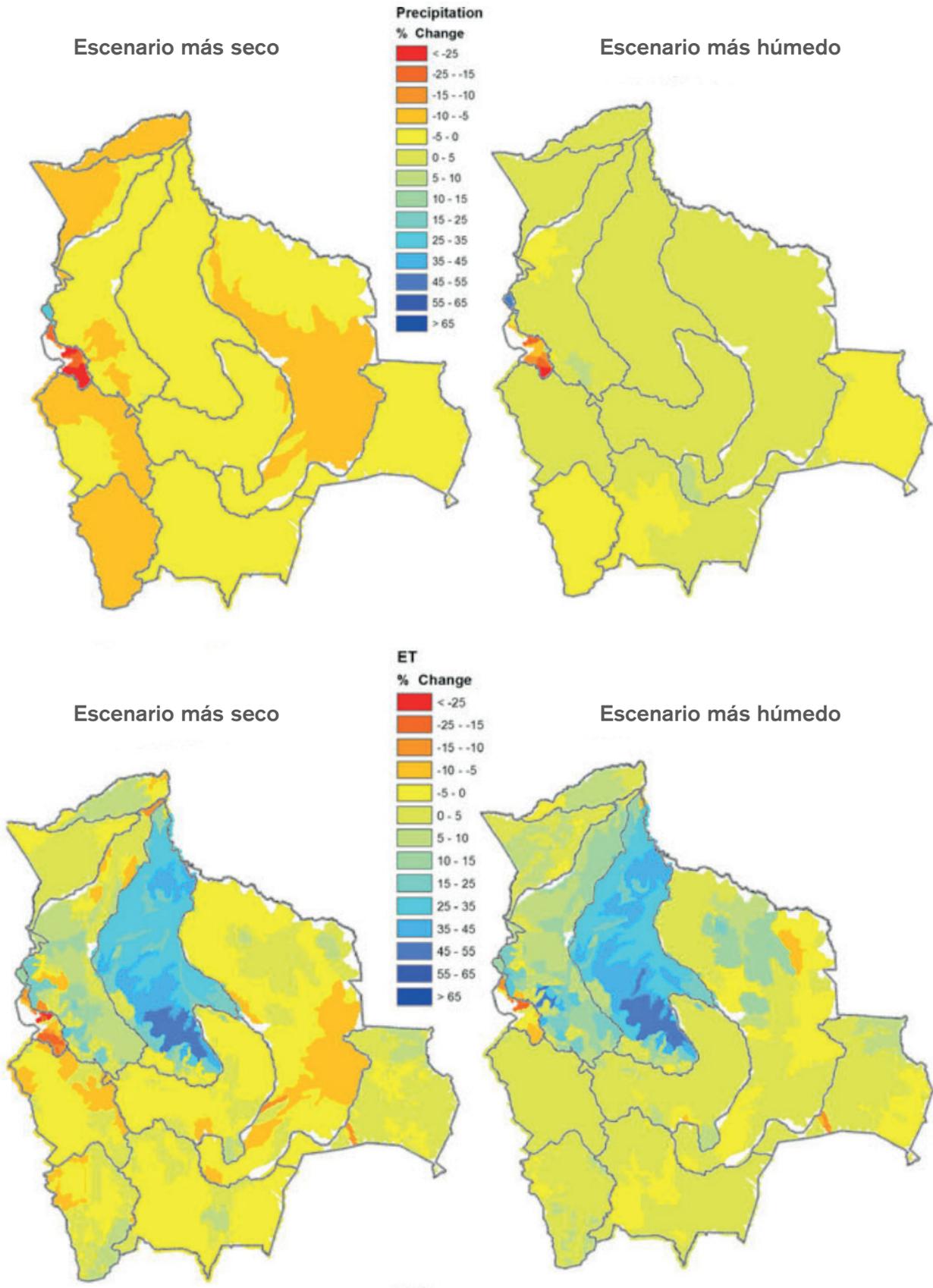
- Como resultado del análisis del balance hídrico para los 12 años de la línea de base, la

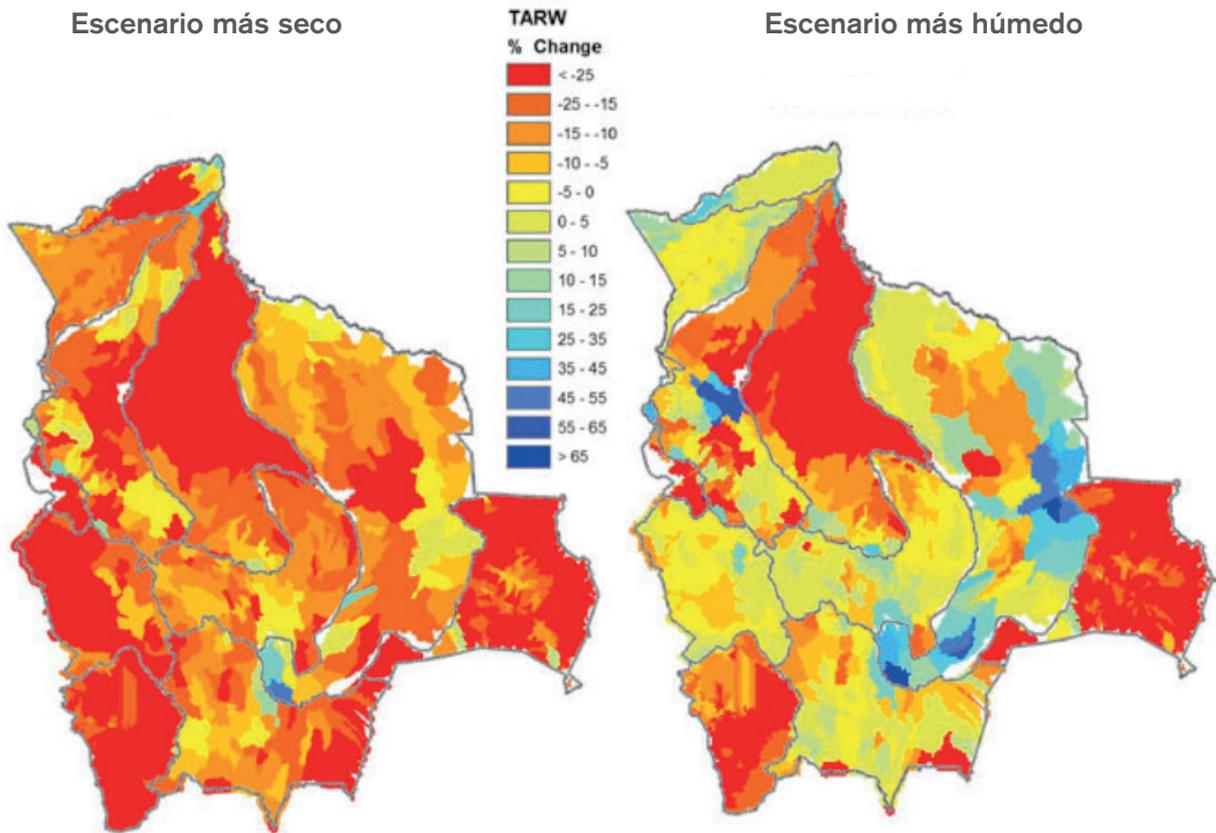
cuenca B11 (precipitación > 1.800 mm) es la única donde se proyecta un exceso de agua. Por otro lado, B5 y B4 enfrentan déficits de agua sustanciales ($ET - TARW > 300$ mm). Este análisis no considera el consumo de agua para uso doméstico.

- Como resultado del análisis del cambio climático, ambos escenarios climáticos futuros proyectan una disminución de la TARW basada en los Índices de Humedad Climática de los 17 modelos de circulación global, lo que sugiere una situación más seca. Sin embargo, los posibles problemas aislados debido al exceso de agua (inundaciones) no pueden descartarse como impactos del cambio climático, incluso en el caso hipotético del escenario seco. El orden de prioridad para las cuencas más vulnerables al déficit hídrico debido a los efectos del cambio climático es el siguiente: B11, B5, B3, B6, B1, B8, B7, B10, B9, B2 y B4. Tenien-

82 A2 Escenario de Crecimiento Regional. La familia de escenarios y línea evolutiva A2 de análisis del IPCC describe un mundo muy heterogéneo. La cuestión subyacente es la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutiva. (IPCC, 2000)

Figura 45. Cambios en el porcentaje del promedio anual de indicadores hidrológicos entre la línea de base (1997-2008) y los escenarios más húmedos/secos (2050 SRES A2)





Fuente: (Jorge José Escurra, 2013)

Tabla 33. Diferencia entre el TARW y el ratio de precipitación en % (TPr) para la línea base (1997-2008) y el ratio de precipitación medio para los escenarios más húmedos y secos (2050 SRES A2)

Basins	1: TPr Baseline	1: TPr (mean for both scenarios)	Difference (2-1)
B11	73	52	21
B5	38	23	15
B3	29	20	8
B6	47	40	7
B1	32	27	6
B8	53	49	4
B7	19	14	4
B10	31	27	4
B9	51	47	3
B2	19	16	3
B4	17	16	1

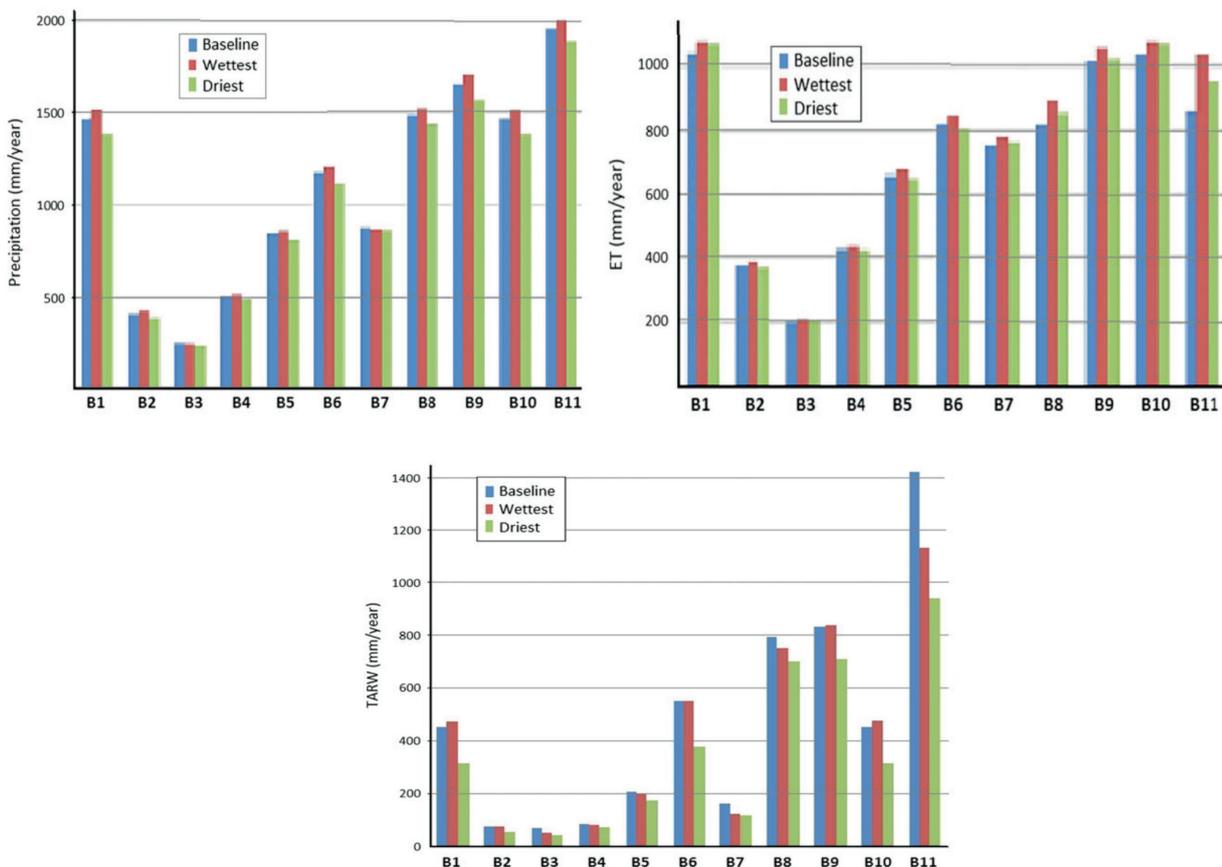
Fuente: (Jorge José Escurra, 2013)

do en cuenta sólo el periodo de referencia, el orden de prioridad para las cuencas más susceptibles al déficit hídrico es el siguiente: B4, B2, B7, B3, B10, B1, B5, B6, B9, B8 y B11. Las tres primeras cuencas tienen un valor de radio de precipitación inferior al 20%. Ninguna de las cuencas proyecta el excedente de agua como impacto potencial del cambio climático a nivel de cuenca; sin embargo, esto se observa a nivel de subcuenca.

- Se observa que ambos escenarios a nivel de subcuenca implican que la precipitación disminuiría considerablemente en la parte sur de B1. Además, hay una reducción sustancial en ET en la parte sur de B1 donde la precipitación ha dis-

minuido. Se proyecta que B11 tendrá el mayor aumento de ET en ambos escenarios climáticos. La TARW en el escenario más húmedo también se reduce debido a una disminución o un ligero aumento en la precipitación y un gran aumento esperado en ET influenciado por la temperatura. Además, algunas subcuencas (que representan alrededor de 9.700 km²) enfrentarían un aumento en TARW de más del 35% en el escenario más húmedo. Sin embargo, muy pocas subcuencas enfrentarían un aumento de más del 35% en el escenario más seco. Una disminución en TARW en ambos escenarios confirma la conclusión de la evaluación del cambio climático para el balance hídrico en todo el país⁸³. Sin embargo, los problemas debidos al exceso

Figura 46. Comparación de los indicadores hidrológicos para la línea de base (1997-2008), el escenario más húmedo (2050 SRES A2) y el escenario más seco (2050 SRES A2) en cada cuenca



Fuente: (Jorge José Escurra, 2013)

83 (MDP y VPTyMA 2007)

de agua (inundaciones) no deben descartarse como posibles impactos del cambio climático, incluso en el caso del escenario más seco.

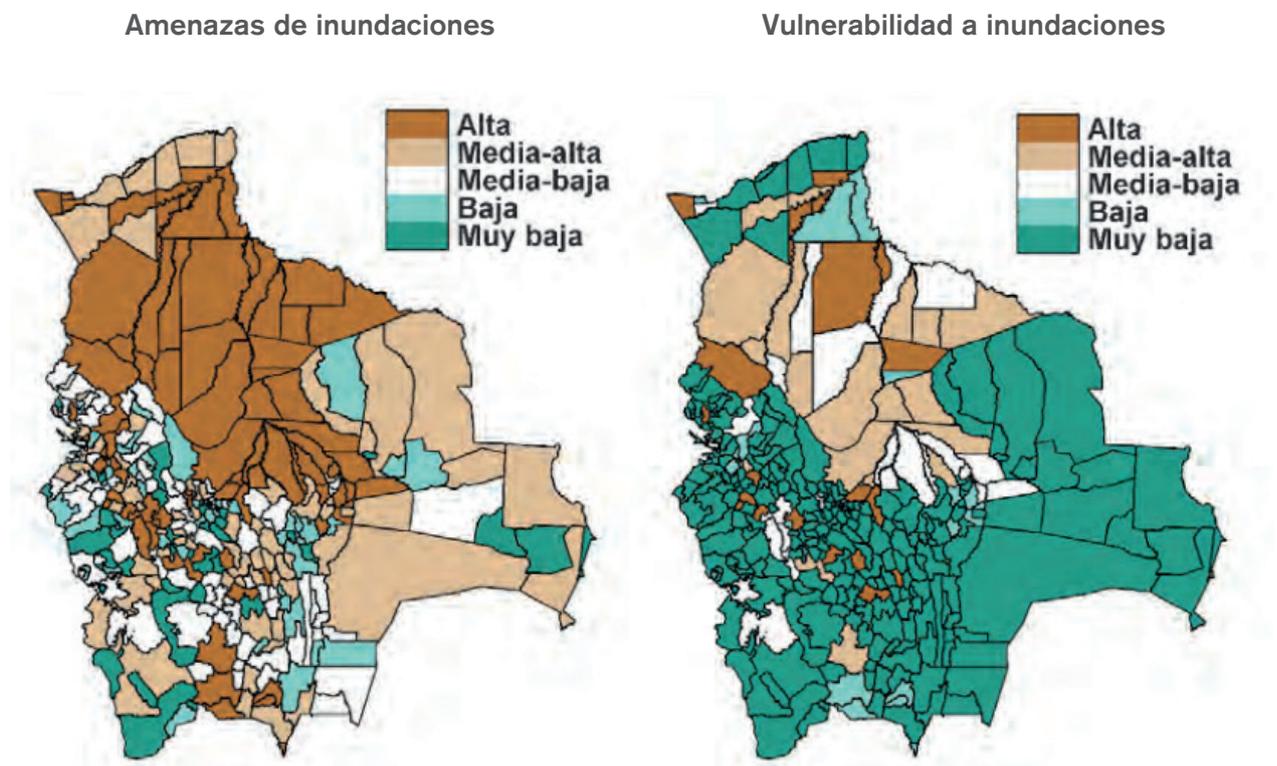
La vulnerabilidad al cambio climático exagera el déficit periódico y crónico de agua, particularmente en zonas climáticas áridas y semiáridas, siendo que la obtención de este recurso vital procede de puntos de abastecimiento únicos, sin la posibilidad de acceder a reservas alternativas en situaciones de necesidad, lo que a su vez se constituyen en considerables cargas para la economía. Por otro lado, en otras regiones las inundaciones se pro-

yectan que puedan aumentar, lo cual obligará a adaptarse no solamente a las sequías (escasez crónica de agua), sino también a las inundaciones y en consecuencia a los daños que éstas provocarán.⁸⁴

3.2 Análisis de vulnerabilidad

Otro importante análisis fue realizado en el país acerca de la vulnerabilidad poblacional al riesgo de desastres en Bolivia⁸⁵ para un periodo de evaluación de diez años, del 2002 al 2012. El estudio presentó información, a nivel de municipios, para

Figura 47. Amenazas de inundaciones y vulnerabilidad poblacional en Bolivia



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

84 (Ramírez, 2008)

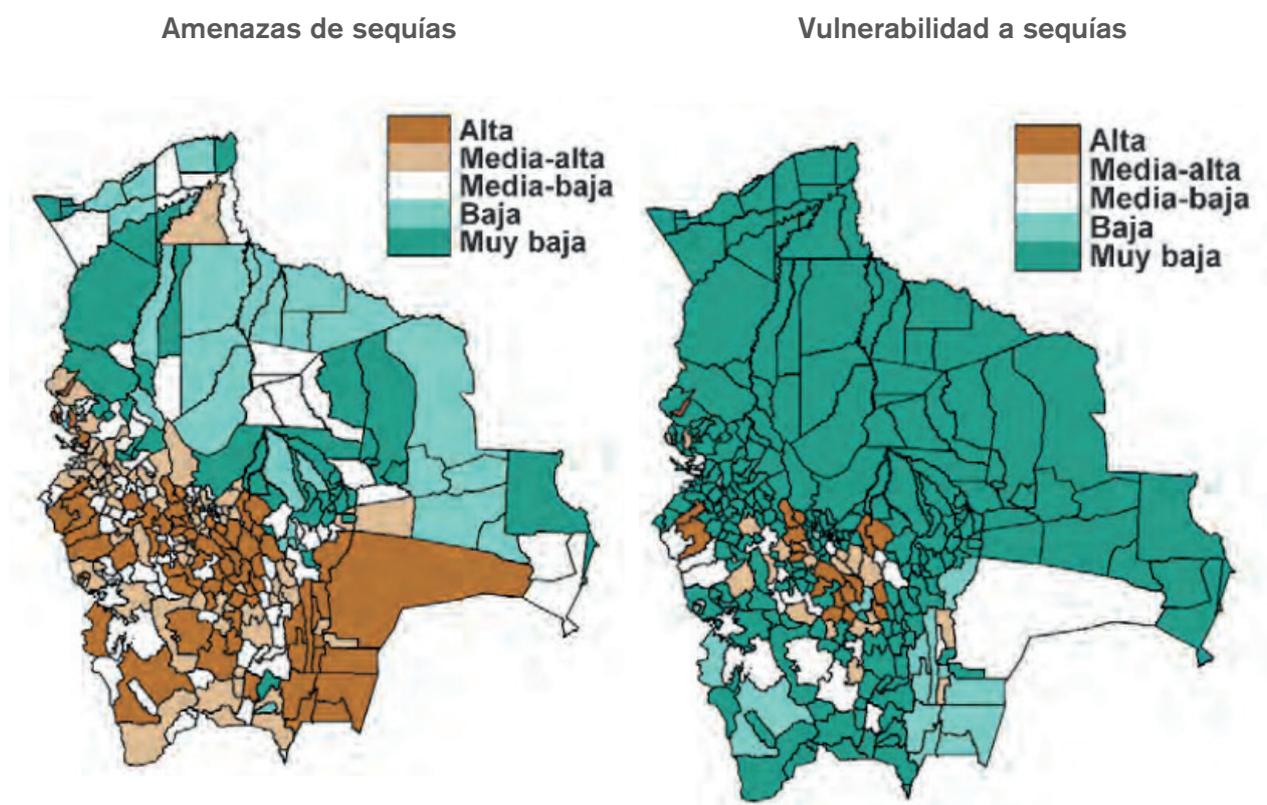
85 (UDAPE y UNFPA, 2015)

resumir los datos de la vulnerabilidad poblacional y calculó los Índices de Vulnerabilidad Sectorial Municipal (IVSM) que incorporan información sobre las características de los sectores de salud, agropecuario, forestal, vivienda, educación y transporte. En base a los datos de pérdidas de cada sector, generados por cada amenaza, se realizó una ponderación de los IVSM que delimita la vulnerabilidad de la población para cada amenaza. A continua-

ción, se presentan los principales hallazgos.

Los resultados muestran que existen municipios como Trinidad, en Beni, que tienen una alta amenaza de sufrir inundaciones de acuerdo al Indicador de Amenazas a Inundaciones del Banco Mundial (IABM), pero tienen una vulnerabilidad⁸⁶ poblacional baja debido a que las condiciones socioeconómicas de su población

Figura 48. Amenazas de sequías y vulnerabilidad poblacional



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

86 La vulnerabilidad es el factor interno de riesgo que se manifiesta ante la presencia de una amenaza. Es el potencial de un sujeto, objeto o sistema, de sufrir daños o pérdidas al estar expuesto a una amenaza, por lo tanto, es una disposición intrínseca a ser afectado (Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud de Chile, 2010; Banco Mundial y otros, 2014).

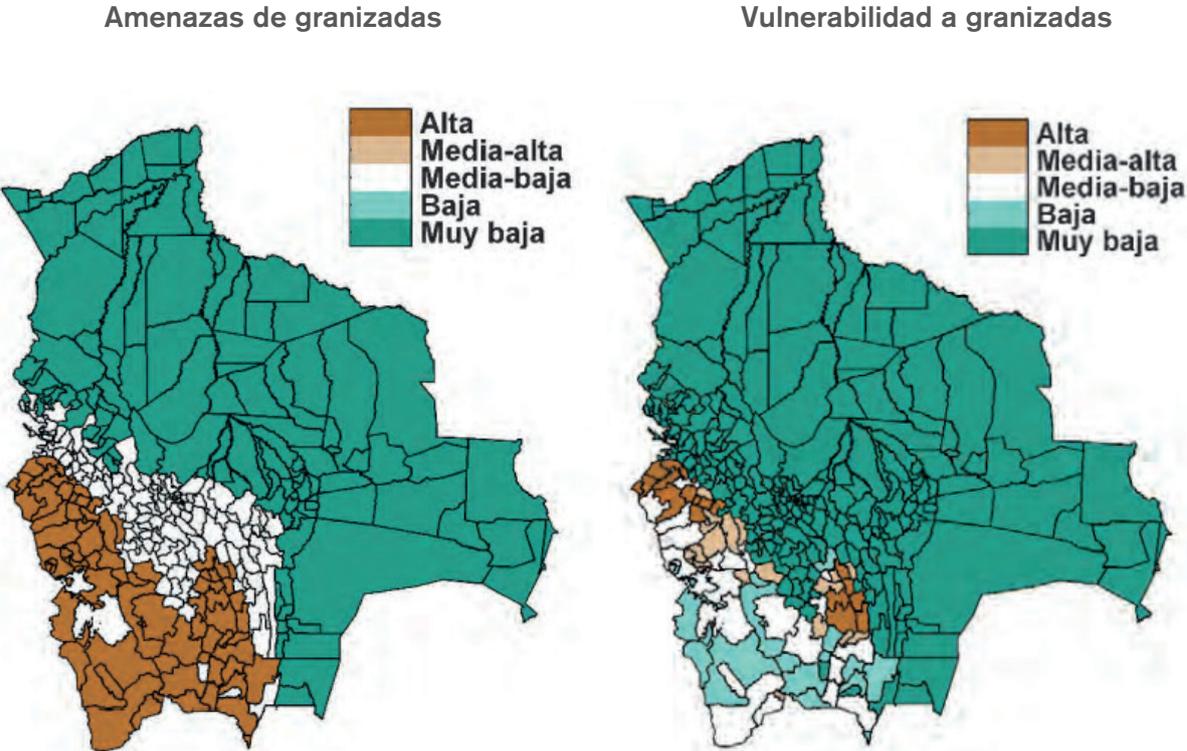
son mejores en comparación con otros municipios benianos altamente amenazados por inundaciones. Así, Trinidad es menos vulnerable que otros municipios como San Lorenzo en Pando o San Javier, Puerto Siles y Loreto en Beni, los cuales tienen simultáneamente una alta amenaza a inundaciones y una alta vulnerabilidad poblacional.

Respecto a la amenaza de sequías, la vulnerabilidad poblacional de los municipios de Bolivia se

muestra en la Figura 48.

Existen municipios altamente amenazados por sequías como son Yacuiba o Villamontes en Tarija. Sin embargo, ambos tienen una vulnerabilidad poblacional baja a este fenómeno, debido a sus mejores condiciones socioeconómicas. Municipios como Tinguipaya y Tacobamba en Potosí, en cambio, tienen simultáneamente una alta amenaza y una alta vulnerabilidad poblacional a sequías.

Figura 49. Amenazas de granizadas y vulnerabilidad poblacional



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

Los factores que más contribuyen a la vulnerabilidad poblacional a sequías en Bolivia son: las diferencias entre grupos sociales, la información de prevención, las condiciones de vida insuficientes y el requerimiento de asistencia debido a que la vulnerabilidad socioeconómica (84%) contribuye más que la exposición (16%) a generar vulnerabilidad a sequías.

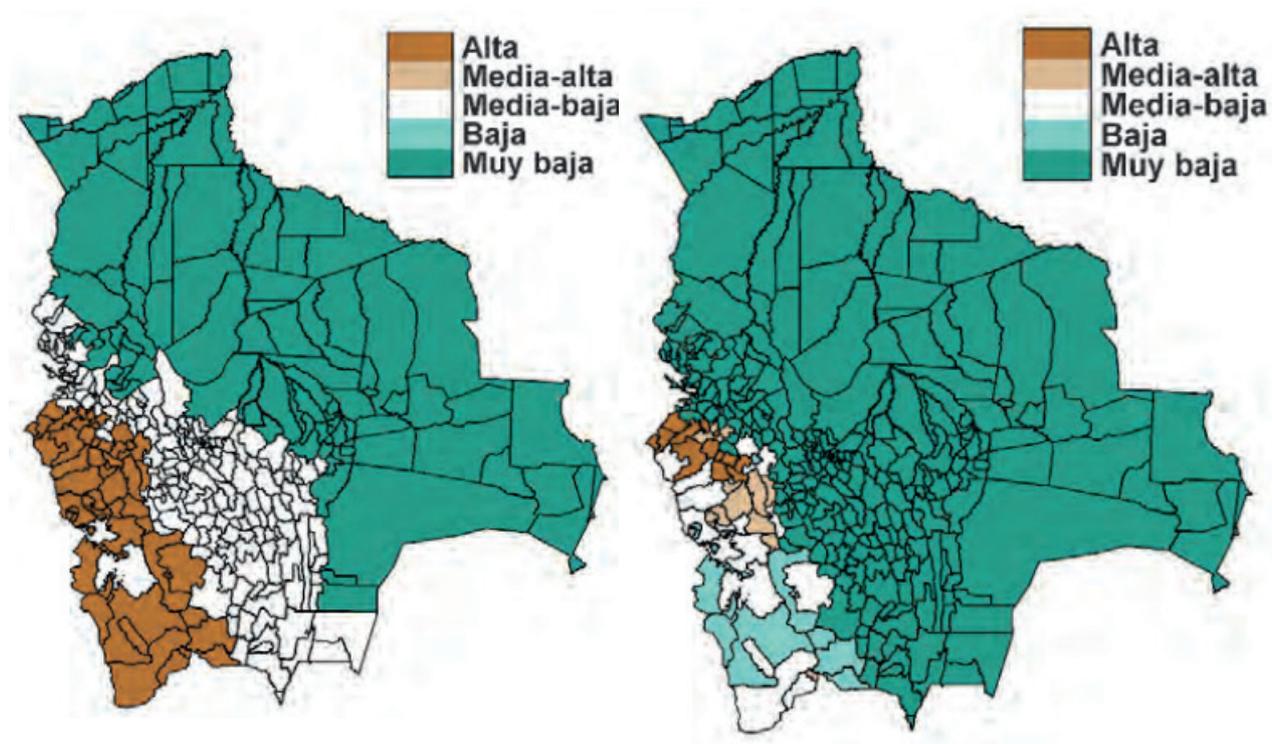
Respecto de la amenaza de las granizadas, la Figura 49 muestra la vulnerabilidad poblacional en los municipios del país.

Existe una fuerte relación entre estos fenómenos, ya que municipios como Catacora y Chacarilla en La Paz tienen una alta amenaza de granizadas y

Figura 50. Amenazas de heladas y vulnerabilidad poblacional

Amenazas de heladas

Vulnerabilidad de heladas



Fuente: (UDAPE y UNFPA, 2015)

heladas y al mismo tiempo son altamente vulnerables. En cambio, municipios como Uyuni o Villazón en Potosí están altamente amenazados por heladas y granizadas, sin embargo, tienen una menor vulnerabilidad debido a su menor exposición y sus mejores características socioeconómicas en comparación con otros municipios sujetos a estas amenazas en Bolivia.

En la Figura 50 se aprecian las amenazas y vulnerabilidad a las heladas.

Respecto a los factores de vulnerabilidad a granizadas, los factores físicos representan un 31% del peso en la evaluación, y la vulnerabilidad socioeconómica representa un 69%; mientras que, en el caso de las heladas, la vulnerabilidad poblacional se explica por la vulnerabilidad física en un 25% y vulnerabilidad socioeconómica en 75%.

3.3 Sectores vulnerables al cambio climático

Analizando las amenazas y vulnerabilidades poblacionales en Bolivia es importante entender el impacto del cambio climático en los diferentes sectores que se han visto alterados significativamente y, por tanto, han modificado sus ecosistemas. A continuación, se analizan los sectores más vulnerables al cambio climático.

3.3.1. Glaciares

Los glaciares en las montañas andinas circundantes son vitales para el abastecimiento de agua. En Bolivia uno de los impactos más evidentes del cambio climático es el retroceso de los glaciares. Uno de los casos más críticos es el nevado de Chacaltaya, con más 18.000 años de vida, del que se predijo en 2005 que sobreviviría hasta 2015, pero se redujo más rápido de lo esperado y desapareció casi completamente en 2009.

Asimismo, el retroceso de glaciares tropicales

también es evidente, con pérdidas glaciares importantes entre 1980 y 2010. Los casos más relevantes a mencionar son: las cordilleras Apolobamba (40% de pérdida de su superficie), Tres Cruces (27%) y Real (37%) y en la región se presentan tasas similares en otras montañas. El área promedio de pérdida entre 1980 y 2009 es de 37,4%, que representa 119 km².⁸⁷

Entre el primer y segundo inventario de glaciares de la cordillera Real de Bolivia se refleja que 157 glaciares prácticamente han desaparecido (99%)⁸⁸. Otro fenómeno del proceso de este retroceso es que algunos glaciares originales se fragmentaron, formando nuevos cuerpos de hielo susceptibles al "efecto de borde".

Las tasas de pérdida glaciaria no son lineales puesto que el aumento de las temperaturas está exacerbado por el incremento de las concentraciones de GEI y la absorción de energía por la roca que sostiene el glaciar, lo que se ratifica en la montaña Illimani que en el periodo 1963-1983 perdió el 12% de su superficie glaciaria. Posteriormente, se aceleró a 26% en el periodo 1983 a 2009⁸⁹.

El análisis multitemporal de imágenes satelitales LANDAST del Parque Nacional Sajama (PNS) mostró una reducción del 28,8% de superficie de bofedales entre 1986-2009. Debido al uso antrópico, variabilidad⁹⁰ y al cambio climático⁹¹.

Las conclusiones del componente de glaciología del Proyecto GRANDE (*Glacier Retreat Adaptation for National Policy Development – 2010-2015*), desarrollado por el Instituto de Hidráulica e Hidrología, UMSA, JICA⁹² son:

- Durante el último siglo el comportamiento de los nevados en Bolivia está controlado por la variación de las precipitaciones en la cuenca amazónica.

87 (MMAyA *et al.*, 2014)

88 (Ramírez, 2013)

89 (Ramírez *et al.*, 2003)

90 La variabilidad climática está relacionada principalmente con la elevación de la temperatura en presencia de la fase positiva del ENSO, que durante este evento en 1997-1998 el proceso se aceleró sustancialmente.

91 (BMI & INWENT, 2006; PNCC, 2008)

92 (IHH & UMSA, 2015)

- La frecuencia espacial y temporal de “El Niño”, desde mediados de los 70, y el calentamiento global explican la dramática disminución de los glaciares en la región.

La tendencia a desaparecer de los glaciares está supeditada a la variación en la acumulación (precipitación), la recurrencia de “El Niño” y la extensión de la superficie glaciar respecto a la Línea de Equilibrio Altitudinal (ELA, por sus siglas en inglés).

3.3.2 Bosques y suelos

La cobertura vegetal en Bolivia abarca extensas áreas de bosques, matorrales y pastizales naturales en ecosistemas frágiles, con prácticas de manejo poco conocidas, que implican un alto riesgo del incremento en las superficies erosionadas, debido a la expansión de la frontera agrícola. En el periodo 2009-2013 existió una fluctuación de la expansión de la frontera agrícola de 14.642.000 ha en 2009, experimentó un leve descenso a 12.565.000 ha en 2010 y alcanzó una superficie cultivada de 16.751.000 ha en 2013. Sin embargo, no se registró un incremento significativo en la

producción agrícola de 2.882.000 toneladas en 2009 a 3.554.000 toneladas el 2013⁹³. Esto implica que no existe un incremento en los rendimientos, a pesar de tener mayor deforestación, por lo que es un indicador de la caída paulatina y crónica de capacidad productiva de los suelos a nivel nacional.

3.3.3 Agua y saneamiento

Bolivia es uno de los 20 países con mayor disponibilidad de agua en el mundo, con unos 29.000 m³ por persona al año. La escorrentía de aguas superficiales para 2006 se estimó en más de 500.000 hm³/año y la demanda en 2.000 hm³/año, menos del 0,5 % de la oferta total. Sin embargo, la variabilidad espacial y temporal es elevada, por lo que se requiere el almacenamiento y regulación de excedentes hídricos. Por otra parte, los mayores asentamientos humanos y sus actividades productivas están concentrados en las cabeceras de las cuatro macrocuencas del país, donde se ubica menos del 10 % de la disponibilidad hídrica y vive el 70 % de la población nacional.

Tabla 34. Daños causados a sistemas de agua potable y saneamiento (2014-2015)

Ciudad	Descripción de la afectación
Riberalta	<ul style="list-style-type: none"> PTAR-Riberalta inundada por 2,75 m de agua respecto a la cota máxima. La inundación fue pasiva, no hubo colapso de estructuras, sí existió dilución en la concentración de DBO. Afectación a pozos profundos y semiprofundos con posible infección con aguas superficiales desbordadas de la PTAR; se procedió a la protección de los pozos con bolsas de arena, estrato de arcilla existente a 30 metros que evitó el contacto con aguas superficiales. Se realizaron ensayos de calidad de agua y en los pozos de menor profundidad se registró infección por coliformes. Los pozos con profundidad mayor a 30 m estaban dentro de los parámetros aceptables.
Guayaramerín	<ul style="list-style-type: none"> La Cooperativa de Agua Potable y Alcantarillado Guayaramerín LTDA. se vio inundada por desborde del río Arenas. Hubo riesgo de inundación de la sala de máquinas. Cooperativa de Agua Potable y Alcantarillado Guayaramerín LTDA. Deslizamiento de talud a orillas del río Mamoré ocasionó la inutilización del emisario de alcantarillado sanitario.
Cobija	<ul style="list-style-type: none"> Se registró el desborde del río Acre, inundación de 15,55 m de crecida del río, es decir, 4,25 m por encima del nivel del barranco, 738 familias abandonaron sus hogares y fueron reubicadas en albergues. Después de bajar el nivel del agua, la afectación por residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en la ciudad de Cobija puso en riesgo a la población ante la posible generación de focos de infección.

Fuente: MMAyA, 2015 y Ronchail *et al.*, 2005

La reducción del almacenamiento en glaciares afecta el abastecimiento de agua para la población y el microrriego. El impacto del cambio climático incrementa los extremos hídricos. Desde hace unos 30 años se registran en Bolivia un mayor número de desastres como consecuencia de fenómenos climáticos que ocasionan la pérdida de activos y de vidas humanas. Con respecto a las sequías, la demanda de vapor de agua por la atmósfera ha crecido durante las tres últimas décadas, lo cual incide en el índice de aridez en las zonas áridas y semiáridas.⁹⁴

En las ciudades, aquellas que disponen de una sola fuente de agua están más expuestas que las que cuentan con varias. Gran parte de áreas urbanas en los llanos se abastecen de aguas subterráneas. Otras ciudades utilizan aguas superficiales. En áreas donde el suministro está por debajo de la demanda se podría llegar a situaciones críticas debido a la sequía, ocasionando restricciones en el consumo⁹⁵.

De acuerdo con los datos presentados en el reporte “La Economía del Cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia”⁹⁶, a nivel nacional,

el cambio climático, bajo el escenario de emisiones A2, reduciría la oferta de agua en 7.165 hm³. Contabilizando las reducciones y los aumentos en provincias, con un nivel de escasez medio o mayor, llegaríamos a una reducción relevante de 6.089 hm³. Cerca al 2,7% de esta cifra correspondería a la reducción en agua potable y el 97,3% a una reducción en agua de riego. En este sentido, el costo total de la reducción de agua disponible en 2100 sería igual a $0,027 \times 6.089 \text{ hm}^3 \times \text{USD } 2,13/\text{m}^3 + 0,973 \times 6.089 \text{ hm}^3 \times \text{USD } 0,05/\text{m}^3 = 646$ millones USD de 2007, lo que equivaldría al 0,31% del PIB de 2100⁹⁷. Los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Potosí y Tarija sufrirían por los cambios en la disponibilidad de agua debido al cambio climático (Escenario A2) mientras que Santa Cruz podría beneficiarse debido a la mayor disponibilidad de agua.

Cambios proyectados en el sector de saneamiento básico

Los impactos proyectados más importantes del cambio climático en el sector agua y saneamiento en Bolivia⁹⁸ son:

Tabla 35. Impactos del cambio climático (escenario A2) sobre la oferta neta de agua al final del siglo XXI

Departamento	Cambio en oferta neta (en hm ³)	Costo del cambio en oferta hídrica (millones de USD de 2007)	Costo del cambio en oferta hídrica (% del PIB nacional de 2100)
Beni	-15	2	0,00
Chuquisaca	-1.640	174	0,08
Cochabamba	-1.588	169	0,08
La Paz	-5	0	0,00
Oruro	-448	48	0,02
Pando	-27	3	0,00
Potosí	-1.661	176	0,08
Santa Cruz	425	-45	-0,02
Tarija	-1.129	120	0,06
Total nacional	-6.089	646	0,31

Nota: Solamente se contabilizan las provincias con un índice de escasez superior al 20%.

Fuente: (CEPAL & BID, 2015)

94 (CAF, 2017)

95 (World Bank, 2010)

96 (CEPAL & BID, 2015)

97 (Andrade, 2014)

98 (Paz, Tejada, Diaz, & Arana, 2010)

- En los sistemas que dependen de la explotación de aguas subterráneas, la reducción de los volúmenes disponibles y el descenso de los niveles freáticos pueden expresarse en la sobreexplotación de acuíferos o en costos incrementales para la provisión de agua debido a que el agua se encuentra cada vez a mayor profundidad.
 - En los casos en que los operadores incurran en la sobreexplotación de los acuíferos se podrían enfrentar fenómenos de pérdida de calidad del agua.
 - Como resultado de las reducciones de los volúmenes embalsados, se incrementarán las concentraciones de materias contaminantes.
 - Las características ciclónicas de las lluvias provocarán mayor erosión, generando mayor sedimentación en embalses, reduciendo su capacidad y produciendo mayor turbidez y alta carga de nutrientes en el agua.
 - Ante la escasez del recurso, se estima que se incrementarán los conflictos por los múltiples usos del agua, comprometiendo el cumplimiento del derecho fundamental de acceso al agua, la priorización de su uso para el consumo humano, seguridad alimentaria y conservación de las fuentes de agua.
- En la Tabla 36 se puede apreciar los impactos físicos del cambio climático y su correlación con los impactos vinculados al sector de agua potable y saneamiento⁹⁹.

Tabla 36. Efectos e impactos observados

Efectos observados	Posibles impactos observados
Incremento en temperatura atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción en la disponibilidad de agua en cuencas alimentadas por glaciares que están desapareciendo, como se observa en ciudades a lo largo de los Andes. ▪ Cambio en la distribución y abundancia de flora entre pisos ecológicos (monitoreado por el Proyecto Gloria UMSA-IE).
Incremento en temperatura del agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción del oxígeno disuelto y en la capacidad de autodepuración. ▪ Incremento de presencia de algas y potencial aumento de procesos de eutrofización.
Cambios en los patrones de precipitación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en la disponibilidad de agua debido a los cambios en la precipitación y otros fenómenos. ▪ Cambio y/o afectación al calendario agrícola.
Incremento en variabilidad interanual de precipitación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento de la dificultad de control de crecidas y en el uso de reservorios durante la época de crecidas. ▪ Reducción en la reposición de agua subterránea.
Incremento de evapotranspiración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de la disponibilidad de agua. ▪ Salinización de los recursos hídricos. ▪ Bajos niveles del agua subterránea.
Mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crecidas afectan la calidad del agua y la integridad de las infraestructuras, e incrementa la erosión fluvial, lo cual introduce diversos contaminantes a los recursos hídricos. ▪ Sequías afectan la disponibilidad y la calidad del agua. ▪ Afectación en la distribución y abundancia de los recursos hidrobiológicos.

Fuente: Elaborado en base a Paz *et al.*, 2010

99 (Paz *et al.*, 2010)

3.3.4 Biodiversidad

Bolivia, como país megadiverso, presenta uno de los índices más altos de biodiversidad y de endemismo de flora y fauna en Sudamérica, que está siendo impactada por la variabilidad y el cambio climático. La biodiversidad de los ecosistemas de montaña es altamente vulnerable debido a que tienen especies endémicas que son características de hábitats específicos y que se encuentran en riesgo de extinguirse si no consiguen adaptarse a las nuevas condiciones o, en algunos casos, desplazarse hacia otros rangos altitudinales para mantener las condiciones de temperatura y humedad en las cuales prosperaban, por lo que están fuertemente restringidos a su capacidad de tolerancia y resiliencia.

El cambio de las variables climáticas ha provocado la migración de especies de fauna dentro de los cuales se han propagado ciertos vectores de enfermedades hasta las cabeceras de valle, constatando que los factores climáticos impedían la proliferación de este tipo de organismos hacia elevaciones superiores¹⁰⁰. El proyecto *The Netherlands Climate Assistance Program* (Programa de asistencia climática de los Países Bajos) en Bolivia identificó una diferencia del clima actual en relación al clima histórico de 0,85°C en los municipios de Carabuco y Ancoraimes del departamento de La Paz, lo que produjo cambios ecosistémicos con la propagación altitudinal de especies como la *Lithraea molleoides* y *Dodonaea viscosa*, entre otras, así como del vector *Anopheles pseudopuntipennis*, que pudo reproducirse y establecer criaderos por encima de los 2.615 m de elevación e incluso, en algunos casos, alcanzado un límite superior de 3.592 m con poblaciones viables que ocasionó el brote de malaria de altura a menos de 50 km del lago Titicaca¹⁰¹.

Hasta el mencionado estudio de malaria de altura, el límite conocido en Bolivia para este vector palúdico era 2.000 m.s.n.m., mientras que para la especie de flora *Lithraea molleoides* su rango de distribución estaba más hacia el sur y en límites inferiores de altitud. Asimismo, la evaluación de la

fauna en el mismo estudio reportó especies de aves por encima de su límite altitudinal y/o en el margen del mismo como *Columba fasciata*, *Zenaida auriculata*, *Elaenia albiceps*, *Thlypopsis ruficeps*, *Pheucticus aureoventris*, *Muscisaxicola albilora* y *Synallaxis azarae*. Compartiendo este ecosistema con especies de micromamíferos como los murciélagos *Miotis nigricans* y *Molossus*, propios de hábitats yungueños y el roedor *Andinomys edax*, elemento característico de la puna; lagartijas *Lio-laemus gr. Alticolor*, propias de valles secos, alcanzado en esta región un elevado límite altitudinal por encima de los 3.500 m. Toda esta composición de su biocenosis con elementos propios de otros ecosistemas sólo ha sido posible por el cambio en las condiciones ambientales que presenta esta región como consecuencia del cambio climático¹⁰².

Otro aporte a la temática la encontramos en el libro "Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales" (Herzog *et al.* 2012), que hace una revisión de estudios sobre las consecuencias del cambio climático en la zona andina tropical, en relación a varios aspectos de la biodiversidad. A nivel de especies (insectos, aves, extinciones, fenología, interacciones), a nivel de ecosistemas (sistemas acuáticos, vulnerabilidad), a nivel regional (patrones regionales de diversidad, modelos de distribución de especies), describiendo cambios significativos en los caudales ambientales y el rol de las áreas protegidas a causa de las nuevas y futuras condiciones climáticas.

Esta necesidad de documentar los cambios en la biodiversidad en respuesta al calentamiento global motivó que investigadores del Herbario Nacional de Bolivia y la Colección Boliviana de Fauna (ambos son convenios de investigación entre el Museo Nacional de Historia Natural y el Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés-UMSA) se unieran el año 2009 para llevar adelante el proyecto de monitoreo a largo plazo denominado "Global Observation Research Initiative in Alpine Environments" (Iniciativa de investigación de observación global en entornos alpinos) que estableció parcelas por encima de los 4.500 m de altitud para el seguimiento de determinadas especies de la vegetación

100 (Ulloa & Yager, 2007)

101 (Aparicio-Effen *et al.* 2009)

102 (Aparicio-Effen *et al.* 2009)

y fauna nativa como indicadores del cambio climático y que está generando información sobre los efectos del cambio climático en los Andes centrales de Bolivia, aportando datos científicos de cómo afecta a pobladores locales como a su entorno natural y, a su vez, se constituye en una línea base para el emprendimiento de estrategias de adaptación y programas de conservación¹⁰³.

Dentro del monitoreo de fauna se destaca el seguimiento de la respuesta que dan los anfibios y reptiles de estas regiones de altura. Estos grupos de vertebrados son sensibles a los cambios ambientales al ser dependientes de las condiciones climáticas como son la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad. Un importante ejemplo es el impacto en la reducción de la población de lagartijas del género *Liolaemus* de la cima del cerro Moraruni (cordillera de Apolobamba, 15°00'49.8"S-69°07'47.0"O) (localizada a 4,8 km al este de la comunidad de Puyo, municipio de Pelechuco, provincia Franz Tamayo, departamento de La Paz), que se ha producido como respuesta al retroceso del glaciar que cubría este cerro, hasta hace dos décadas, por el cambio climático.

En el mismo proyecto se reportaron cambios en la distribución y abundancia de flora entre pisos eco-

lógicos tanto de especies silvestres como domésticas, lo que puede ser favorable para la extensión de la producción de ciertos cultivos, que apoyan a la seguridad alimentaria de la población local.

Por el contrario, el proyecto "Cambio Climático, Agua y Salud en Ancoraimas y Batallas" evidenció que en muchos ecosistemas la composición de la biota no responde sólo al efecto de la variación altitudinal y a los efectos de la variabilidad y al cambio climático, sino además al efecto de la intensa actividad antrópica, que ocasiona la disminución significativa de la diversidad nativa y favorece la presencia de especies invasoras. Esto debido al fuerte impacto de la actividad agrícola sobre los ecosistemas, que permite el avance de especies oportunistas que compiten por los pocos recursos a los cuales estaría teniendo acceso la fauna nativa. Se evidenció también que esta actividad antrópica está impactando severamente sobre los bofedales altoandinos y bofedales puneños. Estas comunidades vegetales son importantes como acumuladores de agua de la lluvia, constituyéndose en una fuente rica en nutrientes tanto para la fauna silvestre como para el ganado camélido y ovino presente en estas regiones de altura. Lamentablemente, estas áreas están siendo degradadas por el sobrepastoreo, la agricultura y la quema, producto

Figura 51. Vista del cerro Moraruni, que evidencia la desaparición del glaciar que lo cubría



Fuente: J. Aparicio

Figura 52. Ejemplar macho de *Liolaemus gr. montanus*, registrado en la cima del cerro Moraruni



Fuente: J. Aparicio

103 (Cuesta *et al.* 2012)

del uso intensivo, lo que ocasionaría la pérdida de una fuente importante de agua para sustentar la biota presente en estas regiones.¹⁰⁴

Considerando los escenarios de cambio climático como base para el diseño de estrategias y políticas de conservación, es necesario comprender las incertidumbres y las limitaciones de estas proyecciones ante los procesos de deforestación y cambio climático. En esas circunstancias, el nivel promedio de biodiversidad se reduciría a 40% del nivel original, basándose únicamente en la riqueza de especies como indicador¹⁰⁵. Sin embargo, se debe considerar que a nivel local y especialmente en una región con diversos microclimas debido a la topografía y la variación altitudinal, adicionada a la falta de un registro continuo de información climática, estas predicciones pueden variar significativamente. De manera general, entre los efectos sobre la biodiversidad proyectados para mediados y finales del presente siglo está la extinción de muchas plantas y animales¹⁰⁶ y una muerte regresiva a gran escala de los bosques tropicales debido a su pérdida de humedad.

Varios estudios consideran que la biodiversidad todavía presenta una capacidad de adaptación y los ecosistemas una resiliencia que podrían influir en la respuesta a un panorama tan desalentador con niveles de respuesta como ampliaciones de rangos de distribución, recambio de especies, migraciones etc., que permitirían la conformación de nuevas comunidades, reduciendo así los altos niveles esperados de extinción¹⁰⁷. Siendo uno de estos procesos de adaptación el reportado sobre el roedor semiácuatico *Oligoryzomys andinus*, que nidifica en medio de los totorales y cuyo primer registro para Bolivia se localizó en la localidad de Lacaya a orillas del lago Titicaca¹⁰⁸.

El impacto del cambio climático será probablemente más fuerte en las regiones de los Andes, que en Bolivia abarcan aproximadamente un cuarto de su territorio: el altiplano norte, el central y el sur, y las cordilleras Occidental y Oriental¹⁰⁹. Las consecuencias del cambio climático en la región del altiplano norte en el escenario más desalentador –si acaso se diera un incremento global de la temperatura promedio en 4°C– podrían ser notorias y problemáticas en 2030 y devastadoras en 2060¹¹⁰. Con estas consideraciones en mente, es muy importante considerar el grado de incertidumbre para poder establecer políticas relacionadas a los efectos del cambio climático en Bolivia. Cuanta más información se tenga acerca de los efectos puntuales sobre el país, mejor se podrán utilizar los recursos destinados a paliar esos efectos e, inversamente, cuanto mayor sea la incertidumbre científica, mayor la incertidumbre en cuanto a la eficacia de las medidas a adoptarse¹¹¹.

3.3.5 Agropecuario

El sector agropecuario es estratégico para la economía nacional cuyo aporte al PIB fue más o menos constante durante los últimos diez años. Es un sector de gran diversidad en el uso de sistemas de producción. Esta heterogeneidad socioeconómica permite la diferenciación de una economía agropecuaria dual, caracterizada por la presencia de una economía campesina-indígena y por una economía empresarial¹¹². La vulnerabilidad del sector agropecuario es uno de los factores principales que afectan la seguridad alimentaria en Bolivia.

Impactos y daños: Eventos climáticos como granizadas, heladas tempranas, riadas, deslizamientos de tierras e inundaciones han causado grandes

104 (Aparicio-Effen *et al.* 2012)

105 (Andersen, 2009)

106 (World Bank Group, 2010)

107 (Hole *et al.*, 2009; Luoto & Heikkinen, 2008; Randin *et al.*, 2009)

108 (Aparicio-Effen *et al.* 2012)

109 (Urrutia & Vuille, 2009)

110 (Hoffmann & Requena, 2012)

111 (Andrade 2008)

112 (UDAPE, 2015b)

daños tanto a la agricultura, por la pérdida de producción, como a la ganadería, con la pérdida de ganado¹¹³. Los impactos proyectados por el cambio climático aumentarán la vulnerabilidad en la seguridad alimentaria y la economía del país.¹¹⁴

El sistema agroalimentario del país se basa en 32 productos de la canasta familiar entre productos agroindustriales e industriales. La agricultura en Bolivia cuenta con una gran cantidad de productos estacionales y otros de consumo regional, es decir, que no ocupan los mercados en todo el país.

La vulnerabilidad del sector agropecuario a la variabilidad y el cambio climático tiene como factores el alto nivel de exposición debido a la alta dependencia a los regímenes de precipitaciones (cerca al 85% de la producción) que lo hacen sensible a las condiciones meteorológicas inciertas; por otra parte, la baja cobertura de los sistema de información sistemática y las características heterogéneas de los sistemas productivos hacen mucho más vulnerables a sectores empobrecidos que viven de la producción con algo de excedentes para la comercialización.

El Observatorio Agroambiental y Productivo identifica los factores de producción adicionales que limitan la producción agrícola, que son:

- Degradación de los suelos. Pérdida de la capa arable por procesos naturales y asociados al cambio climático (sequías, fuertes vientos e inundaciones).
- Limitaciones en la asistencia técnica.
- Deficiencias en las capacidades administrativas; deficiente acceso al crédito.
- Vacíos en la existencia de información sistemática y limitadas capacidades en el manejo de información.
- Debilidades en la investigación sobre buenas prácticas para enfrentar el impacto del cambio climático en el sector (buenas prácticas y saberes ancestrales); dificultades en acceso al mercado de alimentos y precios justo.

Tabla 37. Daños y pérdidas del sector agrícola en el periodo 2003-2014

Año	Número de familias afectadas	Superficie cultivada afectada (ha)	Pérdidas agropecuarias económicas (USD)
2003-2004	28.622	167.897	84.540.000
2004-2005	8.336	52.076	21.848.000
2005-2006	19.116	81.576	51.579.000
2006- 2007	55.368	185.432	133.065.000
2007-2008	51.991	164.963	329.622.826
2008-2009	40.651	166.297	108.790.000
2009-2010	70.027	168.045	148.970.000
2010-2011	7.831	12.416	13.171.146
2011-2012	40.443	34.928	40.185.998
2012-2013	67.132	66.765	28.632.677
2013-2014	159.327	140.551	150.711.220

Fuente: UGR VDRA 2015, para Diagnóstico de la Agricultura Familiar Comunitaria

113 (UDAPE, 2015).

114 (MMAyA & MDRT, 2011)

La superficie bajo riego en la zona andina representa el 40%, mientras que en los llanos orientales representa sólo el 1%. Esto significa que una parte importante de la agricultura depende en gran medida del régimen pluviométrico; por ende, expuesta al riesgo de sequías y heladas¹¹⁵. La mayoría de los sistemas de riego usan aguas superficiales siendo la oferta de aguas estacionales con mayor disponibilidad en verano y limitaciones en época de invierno¹¹⁶.

Bolivia enfrentó una serie de eventos climáticos extremos con efectos adversos en el sector agropecuario en varias zonas del país. Las mismas hacen referencia a los volúmenes de producción no cosechados en las áreas afectadas, los cuales llevaron a una pérdida de ingresos. Durante los eventos extremos entre los años 2013 y 2014, en términos de volumen de producción para el sector agrícola, se estiman pérdidas aproximadas de 445 mil tone-

ladas métricas entre cultivos anuales y perennes, en una superficie de 120.272 ha.¹¹⁷

Por otra parte, los daños del sector ganadero se refieren al número de cabezas de animales muertos por la emergencia y a la infraestructura productiva dañada. En el departamento de Beni, entre 2013 y 2014, se registraron 217.010 cabezas muertas de ganado bovino, 4.382 de ganado equino, 6.492 animales menores (porcinos, caprinos y ovinos) y 13.402 aves afectadas por inundaciones en la parte baja de la cuenca amazónica.

Cambios proyectados en el sector de riego

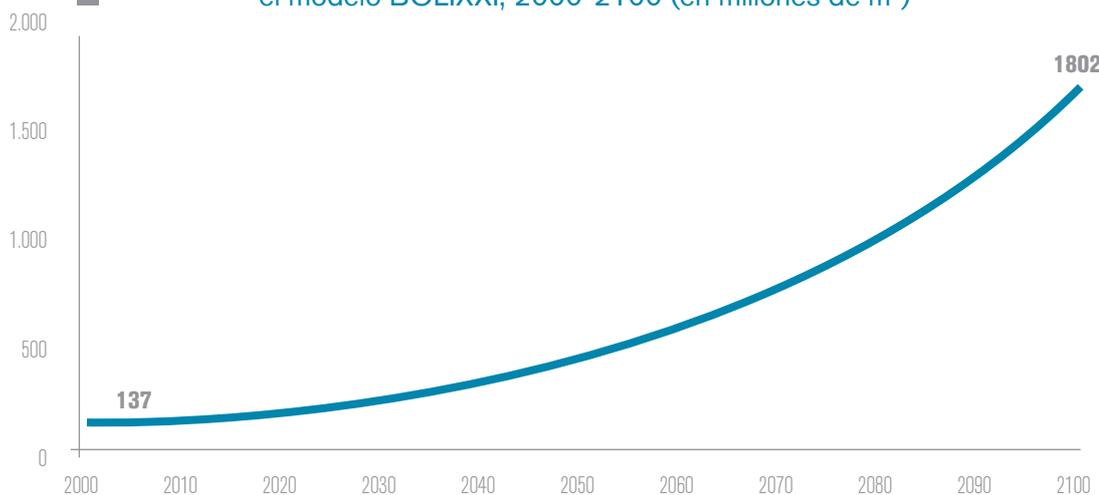
El cambio climático ocasiona periodos de escasez de agua para riego, lo que provocaría el uso de aguas residuales, sin tratamiento¹¹⁸. Además, la variación de las precipitaciones y la consecuente disminución de la oferta de agua

Figura 53. Demanda anual de agua para riego, en proyección a 2050, en millones de m³

Santa Cruz	Cochabamba	La Paz	Oruro	Potosí	Tarija	Chuquisaca	Total país
456,28	443,7	261,96	169,21	654,08	426,87	402,15	2.814,25

Fuente: Con base en Calvo Cárdenas, 2014

Figura 54. Proyecciones de consumo de agua potable, según el modelo BOLIXXI, 2000-2100 (en millones de m³)



Fuente: Calvo Cárdenas, 2014

115 (MMAyA & VRHR, 2013)

116 (Cerruto, 2010)

117 (UDAPE, 2015a)

118 (MMAyA & VAPPSB, 2009)

en ciertas regiones tendrían gran repercusión en el sector de riego. En la siguiente figura se muestra la demanda anual de agua para riego proyectado al 2050.

La demanda hídrica proyectada por el modelo BOLIXI¹¹⁹ de agua potable realizada para el año 2100 incrementa de 137 millones de m³ en 2008 a 1.802 millones de m³ el año 2100. La demanda de agua potable al final del siglo será aproximadamente 13 veces mayor debido al crecimiento de la población, el aumento en cobertura de agua potable y el aumento en demanda de los hogares, que serán diez veces más ricos. En áreas de crecimiento poblacional más alto, la demanda crecerá más rápidamente que este promedio¹²⁰. La necesidad mínima para uso doméstico sería 100 litros por día, correspondiendo a 36 m³/a por persona. Es decir, en Bolivia se usa sólo un tercio del mínimo recomendado, pero al final del siglo se estima que se usará tres veces más. La cantidad al final del siglo será de 110 m³ por persona¹²¹.

La vulnerabilidad al cambio climático potencialmente limitará el desarrollo del riego debido a una serie de factores que están relacionados a lo técnico, social, institucional, económico-financiero y ambiental, entre otros, que se detallan a continuación:

Aspectos técnicos

- Capacidad limitada de almacenamiento y regulación de agua a través de la construcción de infraestructura.
- Uso eficiente del agua en los sistemas de riego.
- Mejoramiento en la eficiencia de conducción, distribución y aplicación del riego.
- “Mala adaptación” de algunos sistemas de riego.
- Deforestación en las cabeceras y áreas tributarias a los embalses de los sistemas de riego en regiones de valle.

119 (Jemio et al., 2014)

120 Falkenmark y Widstrand (1992)

121 (European Schoolbooks, 1994)

Aspectos sociales

- Mayor requerimiento del desarrollo de capacidades en gestión de recursos hídricos para riego a nivel: individual, asociaciones productivas, redes/plataformas y del marco legal e institucional.
- Gestión de conflictos por el incremento en la demanda de agua, reducción de oferta y limitadas capacidades de inversión en proyectos de riego.
- Dificultades en la adopción de tecnologías de riego eficiente.

Aspectos institucionales

- Capacidades operativas insuficientes. Es preciso fortalecer la sinergia de las instancias competentes entre todos los niveles (nacional, departamental y municipal), así como entre las instancias ministeriales vinculadas a cuencas, riegos y desarrollo agropecuario.
- Consolidación de políticas de Estado en la gestión de recursos hídricos a nivel de nacional.
- Articulación interinstitucional y concertación con actores sociales y el sector privado.

Aspectos económico-financieros

- Se precisa mayores inversiones para proyectos integrales y sostenibles, que además de la infraestructura incluyan la Gestión Integral de Recursos Hídricos y el Manejo Integral de Cuencas (GIRH/MIC) en la cuenca tributaria.
- Inversión en la recuperación y conservación sostenible de manejo de suelos.

Aspectos ambientales

- Conservación e inmovilización de áreas de recarga y cabeceras de cuenca.

- Estímulos en la creación de áreas de conservación para la protección de áreas protegidas en cabeceras de cuenca.

3.3.6 Salud

Periódicamente, el país presenta diferentes tipos de eventos extremos: inundaciones, sequías, deslizamientos, granizadas, heladas etc., brotes de enfermedades transmitidas por vectores, ondas de calor o de frío y otras patologías clasificadas como: nuevas, emergentes o reemergentes, todas sensibles al clima y secundarias a los eventos extremos, a la variabilidad del clima o a los efectos crónicos del calentamiento global. Durante y luego de las inundaciones de 2013 y 2014 se produjo un aumento

de la incidencia de infecciones respiratorias agudas (20.9%), infecciones diarreicas agudas (7.3%), dengue, hanta virus, malaria, neumonías, cólera, mordedura de ofidios y leptospirosis (143 casos).

Si bien los efectos del cambio climático se hacen evidentes en la población rural como urbana, es esta última la que está mostrando una tendencia incremental en su exposición a los eventos extremos dado el creciente proceso de urbanización en Bolivia, que sigue las tendencias que se registran en América Latina y el Caribe. En la década de los 90 menos de la mitad de la población global vivía en las ciudades y se estima que en un futuro cercano el 75% de los habitantes del planeta moren en las urbes. Coincidentemente, los efectos del cambio cli-

Caso de estudio-Ciudad de La Paz

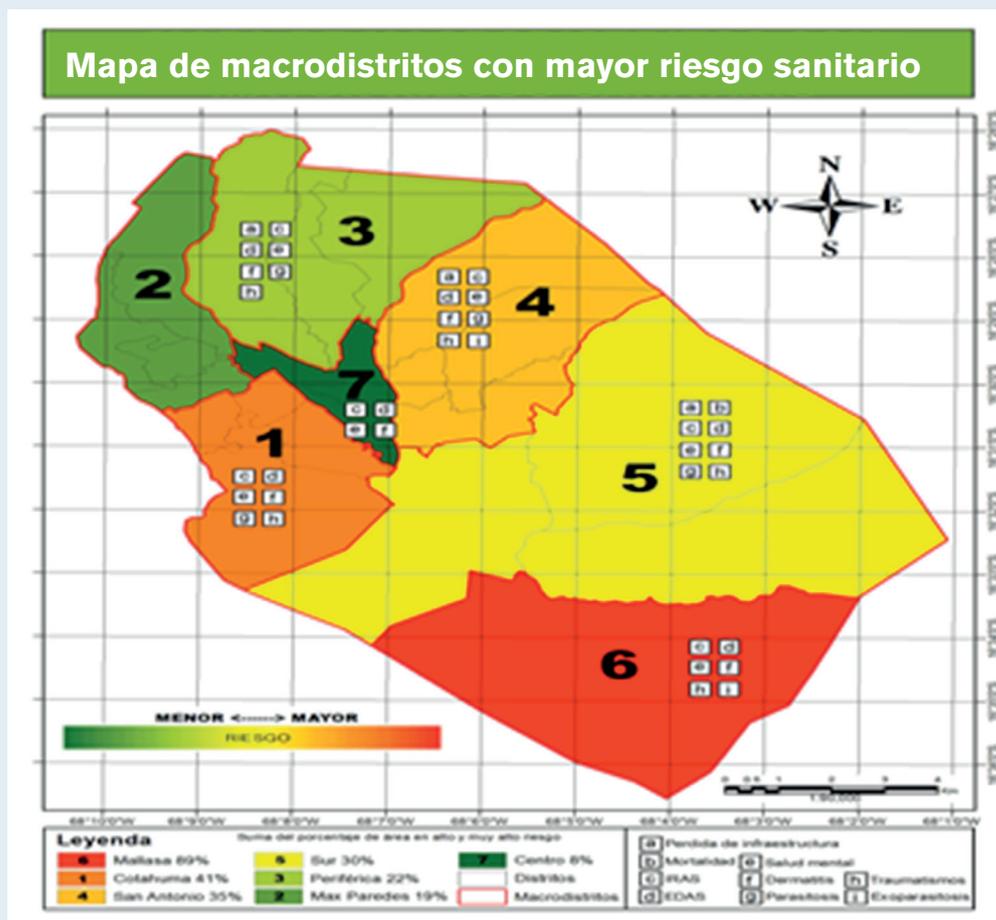
La Paz, como sede de gobierno del país, reúne a una gran cantidad de población asentada sobre una compleja configuración geológica, geotécnica y una topografía de alta pendiente. El 35% de la mancha urbana está constituida por terrenos de alta pendiente con más de 50% de inclinación y elevada inestabilidad potencial, lo que dificulta la dotación de servicios básicos y genera altos costos de urbanización. En el sur de la ciudad las pendientes son accidentadas, como en el valle del río Achumani, Aranjuez y Alpacoma. El 28% corresponde a terrenos de pendiente media (de 10% a 49% de inclinación) ubicados en zonas intermedias de unión entre las terrazas y las pendientes abruptas y se relacionan con abanicos torrenciales, actualmente urbanizados. El restante 37% de terrenos tiene una pendiente suave de hasta 10% de inclinación, que al sur corresponde a los barrios de Obrajes, Irpavi y Achumani, expuestas a inundaciones.

Para contrarrestar la vulnerabilidad de la ciudad se creó el Sistema de Alerta Temprana (SAT) del Gobierno Municipal de La Paz, en él se determinan áreas geográficas donde existe la posibilidad de que ocurran daños a causa de eventos adversos, considera la topografía, geología, fallas geológicas activas y condiciones geomecánicas del suelo. Toma en cuenta además el sistema potencialmente afectado: social, político o económico. Identifica la relación de probabilidad versus el sistema afectado, a través de un mapa de riesgos, que permite programar las medidas de protección adecuadas, reglamentar los usos de las distintas áreas geográficas (de acuerdo al nivel de riesgo que represente) y regir el ordenamiento territorial para garantizar su sostenibilidad en el tiempo. La metodología utilizada en la elaboración del "Mapa de Riesgos" constó de los siguientes pasos:

1. Revisión de mapas de insumo: mapa de amenazas y mapa de vulnerabilidad.
2. Construcción del modelo de evaluación, se cruzaron el mapa de amenazas y el de vulnerabilidad y se definió la relación de pesos que más se ajustaba, consensuándose que el mapa de amenazas representaría el 70% y el de vulnerabilidad el 30%.
3. Análisis de resultados de forma general y específica para cada macrodistrito, además se fueron justificando los valores por cada zona o sector. De forma simultánea a la que se analizaban los valores de cada una de las zonas se iban caracterizando los elementos o causales que definió el valor de índice por unidad espacial.

Por otra parte, los efectos adversos del cambio climático sobre la población urbana requieren medir el grado de la vulnerabilidad sanitaria local para determinar medidas específicas de adaptación. Por ello se estima que la vulnerabilidad total es el resultado de la suma de una serie de variables que predisponen o hacen más sensible a la población al desarrollo de traumatismos, enfermedades o limitan su capacidad de respuesta. Por lo tanto, el riesgo de perder la salud o la vida está en función de la amenaza a la que está expuesta una población, la que se ve reforzada generalmente por carencias y deficiencias, que incluyen también el comportamiento humano frente a los factores de riesgo, o a la influencia de distintos determinantes de la salud.

En el caso de La Paz, algunas de las áreas de muy alto riesgo presentan material arcilloso poco consolidado, cárcavas de diferente magnitud, movimientos de tierras y aguas subterráneas que saturan el suelo y deterioran el terreno. Estas áreas están densamente pobladas o son de expansión urbana, con construcciones precarias, que no cuentan con servicios básicos de buena calidad o con servicios de agua potable y alcantarillado que deben ser revisados por su antigüedad o porque han sido dañados por los mismos desajustes. Los centros de salud en estas áreas son muy escasos y pueden no contar con adecuadas vías de comunicación. El mapa siguiente representa el riesgo sanitario considerando la vulnerabilidad de la salud a los impactos de la variabilidad climática en el contexto del cambio climático, los eventos extremos y los servicios de agua y saneamiento.



Fuente: Aparicio-Effen M. *et al.*, 2013. Elaboración propia con información de la DEGIR-GAMLP, SEDES La Paz, estadísticas ambientales del Municipio de La Paz 2000-2010 GMLP, OXFAM, PNCC, Datos SENAMHI

mático comenzaron a hacerse evidentes también en los años 90, por lo que existe una alta concentración humana expuesta a los impactos del cambio climático y su variabilidad, gracias a la urbanización.¹²²

En Bolivia, muchos asentamientos humanos de tipo de comunitario y rural se están haciendo cada vez más pequeños y están tendiendo a desaparecer, sin embargo, los centros urbanos muestran un crecimiento demográfico rápido y descontrolado, conformando asentamientos informales y barrios precarios.

Por lo expuesto, es necesario generar evidencias científicas, experiencias, prácticas, instrumentos y metodologías que puedan ser estandarizadas para ser aplicadas en distintas realidades, con el objetivo

final de reducir la vulnerabilidad y la inequidad urbana favoreciendo la adaptación y la resiliencia sanitaria.

3.3.6.1 Radiación ultravioleta y salud humana

La luz ultravioleta es una banda de la energía electromagnética que se encuentra entre los 100 y 400 nanómetros (nm). Es también una forma invisible de luz que afecta profundamente la vida de las especies animales, vegetales y también a la de los seres humanos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Índice de Radiación Ultravioleta (IUV) es una medida simple del nivel de radiación UV en la superficie de la Tierra y un indicador del potencial de daño a la piel.¹²³

122 (Aparicio Effen *et al.*, 2013)

123 (WHO, 2005)

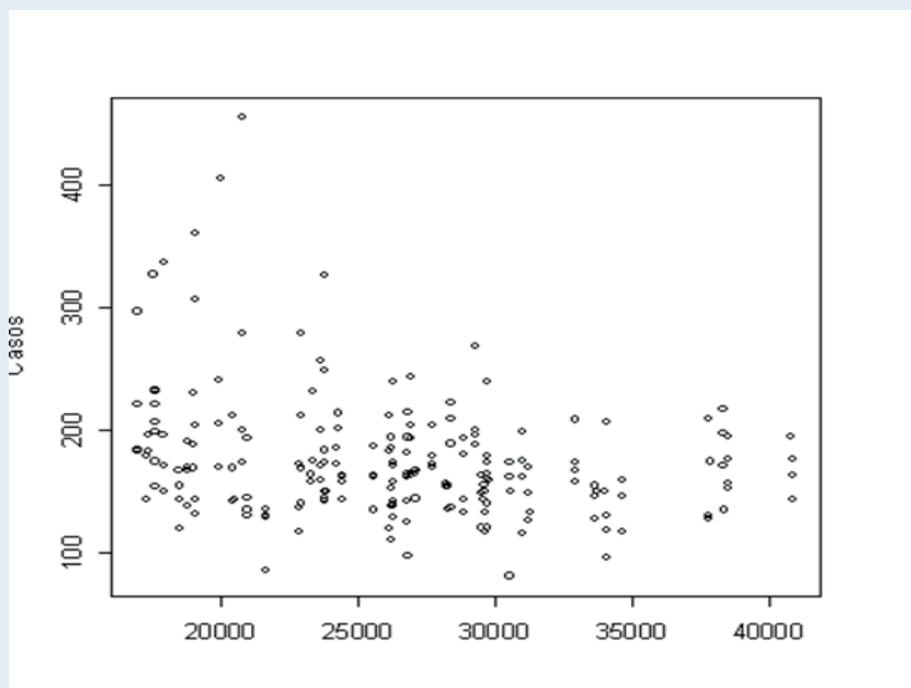
El IUV debe presentarse como un valor único medido o pronosticado al mediodía, redondeado al número entero más cercano, agrupado en rangos de exposición de IUV: 0-2: Bajo; 3-5: Moderado; 6-7: Alto; 8-10: Muy alto; igual o superior a 11: Extremo. El IUV, pese a sus ventajas como instrumento de evaluación sanitaria, no está adaptado para áreas andinas y regiones tropicales debido a que el IUV “extremo” para una persona con piel

media del tipo II de la Clasificación de Fitzpatrick del hemisferio norte (donde se introdujeron estas calificaciones) no es la misma para las personas que viven cerca o en las zonas intertropicales con una piel media tipo III a V, además que los estudios realizados en América del Sur indican que los niveles de IUV en esta región suelen ser superiores a 11, siendo este valor catalogado como “extremo” por la OMS.¹²⁴

Caso de estudio-Facultad de Medicina de la UMSA

Un trabajo realizado por la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés (UCCLIMAS/IBBA/UMSA)¹²⁵ estudió la influencia de los rayos UV en los ojos y la piel en dos ciudades ubicadas en ecosistemas de montaña a gran altura: El Alto, a 4.015 m.s.n.m. y Vallegrande, a 2.800 m.s.n.m. y que cuentan con una elevada densidad poblacional. Fueron identificados niveles extremadamente elevados de IUV en El Alto, mayor a 11 llegando incluso a 22, y muy altos en Vallegrande, estableciéndose que las enfermedades oftalmológicas (conjuntivitis, pterigión, pinguécula, cataratas) se hacen presentes proporcionalmente a partir de una dosis efectiva de radiación semanal de 30.000 Jul/m² y las fotodermatosis (dermatitis polimorfa solar, cáncer de piel etc.) a partir de 25.000 Jul/m². Se estableció el comportamiento acumulativo de la radiación ultravioleta para las enfermedades de carácter crónico como las cataratas y cáncer de piel. Además, se apreció una relación inversamente proporcional para el comportamiento de las diarreas en relación a la radiación ultravioleta, donde un descenso de la radiación UV es seguido de un ascenso de los casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA).

Figura 55. El Alto-Casos EDA y radiación ultravioleta en Jul/m²



Fuente: Aparicio-Effen M *et al.*, 2009

Una sobreexposición repetida a la radiación ultravioleta puede causar alteraciones del sistema inmunológico en animales y humanos produciendo inmunosupresión, que no está restringida a la piel expuesta. La inmunosupresión UV produce muchas respuestas aberrantes a los microorganismos, especialmente a las bacterias intracelulares y a los virus.

124 (Marcelo De Paula Correa *et al.*, 2007)

125 (Aparicio-Effen *et al.*, 2009)

Por lo expuesto, los niveles de radiación ultravioleta están directamente relacionados con la salud humana, en particular con aquellas poblaciones que habitan “zonas de riesgo” como las regiones cercanas a la línea del Ecuador y ubicadas a grandes altitudes sobre el nivel del mar, con cielos

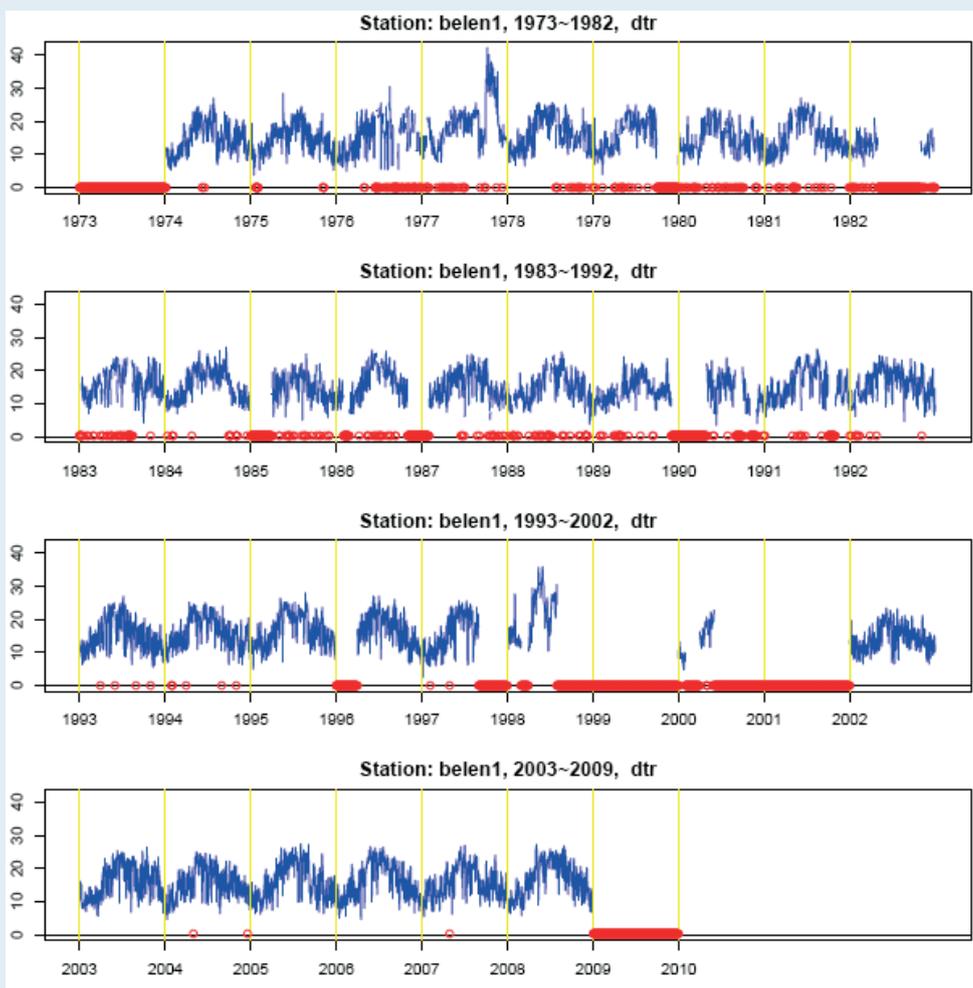
limpios y horizontes despejados como el altiplano boliviano, en particular en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, lo que está generando serios impactos sobre la salud de la población, que no se han visibilizado todavía en la magnitud que se requiere.

Caso de estudio-municipios de Ancoraimes y Batallas

A fin de determinar este tipo de impactos se ejecutó el proyecto “Determinación de los Impactos Sanitarios de la Reducción de la Disponibilidad y la Contaminación de Agua de Consumo Humano, en Ancoraimes y Batallas”, por la Unidad de Cambio Climático, Ambiente y Salud (UCCLIMAS/IBBA)¹²⁶.

El análisis climático del área del proyecto mostró tendencias decrecientes de las precipitaciones y de la humedad relativa en el periodo enero-junio, superando el 14 % de déficit. Las temperaturas muestran un incremento que va entre 0,87 a 1,25°C, entre el clima línea de base y el clima actual.

Figura 56. Comportamiento de las temperaturas de series de estaciones largas

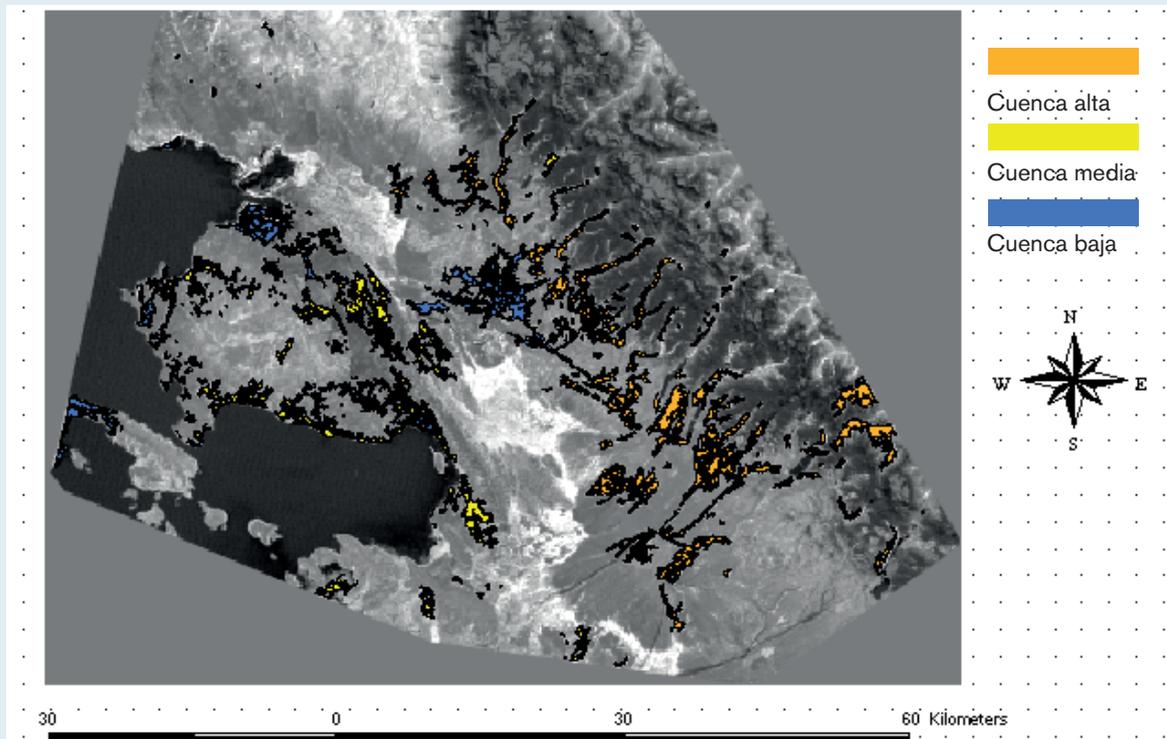


Fuente: Aparicio-Effen M, *et al.*, 2014, basada en los datos de SENAMHI

126 Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) en sinergia con el Gobierno Municipal de Ancoraimes y el SEDES-La Paz.

Para la cuantificación de bofedales se tomó en cuenta un cuadrante que encierra a todas las comunidades. Se obtuvo como resultado un área de 7.1 km² en la parte alta, en la parte media de la cuenca se tiene una extensión total de 10 km² y en la parte baja un área de 5.2 km², lo que nos muestra que en la parte baja de la cuenca (cerca del lago) se tiene una mayor cantidad de bofedales.

Figura 57. Identificación de bofedales en la cuenca baja, media y alta



Fuente: Aparicio-Effen M, et al., 2014

El modelo *Chac-Simula* sirve para llevar a cabo el cálculo de precipitaciones en escorrentías y está basado en el modelo Temez. Este es un modelo agregado de simulación de balance continuo de pocos parámetros y de paso mensual, simula los principales procesos de transferencia de agua en el ciclo hidrológico considerando dos almacenamientos: suelo y acuífero. El proceso se basa en el principio de continuidad o conservación de masa y es regulado por leyes específicas de reparto y transferencia entre los distintos términos de balance. El modelo discretiza el terreno en dos zonas: la zona no saturada, que corresponde a la parte superior del terreno (humedad del suelo) y la zona saturada, que corresponde a los acuíferos, funcionando como embalse subterráneo con desagüe a la red de drenaje superficial (Espinosas 2006). El modelo Temez toma en cuenta en el análisis de los caudales tanto el aporte por precipitación como la pérdida que sufre la cuenca por Evapotranspiración (ET) producida por la vegetación. La aplicación del modelo Temez evidenció reducciones en la disponibilidad de agua en las áreas evaluadas.

La hidrología de las comunidades que se encuentran cercanas al lago Titicaca es complicada dado que en su mayoría son alimentadas por agua de pozos. Sin embargo, aplicando el modelo Temez se ha realizado una cuantificación de los recursos hídricos para cada comunidad, verificándose que las características físicas de las comunidades cercanas al lago Titicaca son similares y las variaciones en los aportes hídricos superficiales dependen del área de cada cuenca.

3.3.6.2 Enfermedades hidroconducidas

El cambio climático está reduciendo la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos (con variantes de acuerdo a las diferentes regiones) a las que se suman las deficientes condiciones de saneamiento básico y otras actividades antrópicas

de tipo extractivo que, sin cuidado del medio ambiente, están contaminando los todavía existentes cuerpos y corrientes de agua. Esto está generando un incremento de enfermedades hidroconducidas sensibles al cambio climático con efectos evidentes sobre la salud de la población.

3.3.6.3 Enfermedades transmitidas por vectores

Aunque los impactos del cambio climático se reflejan a nivel global, son mayores en regiones sensibles al clima con ecosistemas vulnerables como en América Latina, donde sus impactos crecientes están generando un aumento de la vulnerabilidad ambiental, social, económica y de la salud humana. Se considera que el cambio climático es una amenaza grave para la salud¹²⁷ y afecta de manera diferencial a países de bajos ingresos y a poblaciones vulnerables.

En las últimas décadas las crecientes ciudades están habilitando cada vez más tierras para facilitar la construcción de nuevos barrios en la periferia de las ciudades, que corresponde a distintos tipos de ecosistemas e incluso a tierras con vocación agrícola. La urbanización no regulada trae una fuerte limitación de calidad de las viviendas y servicios básicos como la provisión continua de agua, el recojo de desechos sólidos, educación y atención sanitaria, entre otros. Dichos factores favorecen la presentación de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue, principalmente en áreas hacinadas.

Entre la multiplicidad de factores comprometidos en la extensión y prevalencia del dengue, el clima y su variabilidad desempeña un factor fundamental por el incremento de temperaturas, los disturbios en los patrones de precipitación, su influencia sobre los ecosistemas y secundariamente en la distribución geográfica y altitudinal de patógenos y vectores. La variación de los patrones está generando hábitats aptos para el desarrollo vectorial, incrementando sus posibilidades de reproducción, disminuyendo sus periodos de incubación e incrementando su capacidad infectiva, dado que los gérmenes (transmitidos por vectores), debido a su corta vida y a su dependencia de los parámetros climatológicos, pueden exhibir una marcada amplificación de su capacidad de transmisión.¹²⁸

La reemergencia del dengue en Latinoamérica en los años 80, la introducción del dengue 3, 4, el incremento del dengue grave (hemorrágico) y la emergencia del *Aedes albopictus* como nuevo

vector son hechos coincidentes con grandes variaciones climáticas, inundaciones, trastornos político-sociales y mano de obra migrante hacia zonas con mayor desarrollo económico y social.

En Bolivia es evidente que las enfermedades transmisibles están presentando un incremento en incidencia y prevalencia, mientras que las enfermedades transmitidas por vectores, además, estarían evidenciando un incremento en su extensión geográfica y altitudinal al verse favorecidas por los cambios en los patrones climáticos y sus subsecuentes modificaciones ecosistémicas. Es así que el vector *Anopheles pseudopuntipennis*, causante de la malaria, produjo casos por encima de los 2.500 m.s.n.m. y sus criaderos se ubicaron entre 2.615 y 3.592 m.s.n.m., lo que favoreció el brote de malaria a 50 km del lago Titicaca (Aparicio-Effen M *et al.*, 2009) siendo su límite altitudinal previo 2.000, por lo que es de esperarse que lo mismo suceda con el vector del dengue. En México, un estudio demostró en Puebla la presencia del vector entre 1.700 y 2.130 m.s.n.m., siendo que previamente no se había registrado el vector por encima de los 1.700 m.s.n.m. Fueron pocos individuos, pero suficientes para poder confirmar que ya alcanzaron esa cota y se evidenció la relación positiva entre las variables climáticas y la presencia del vector.

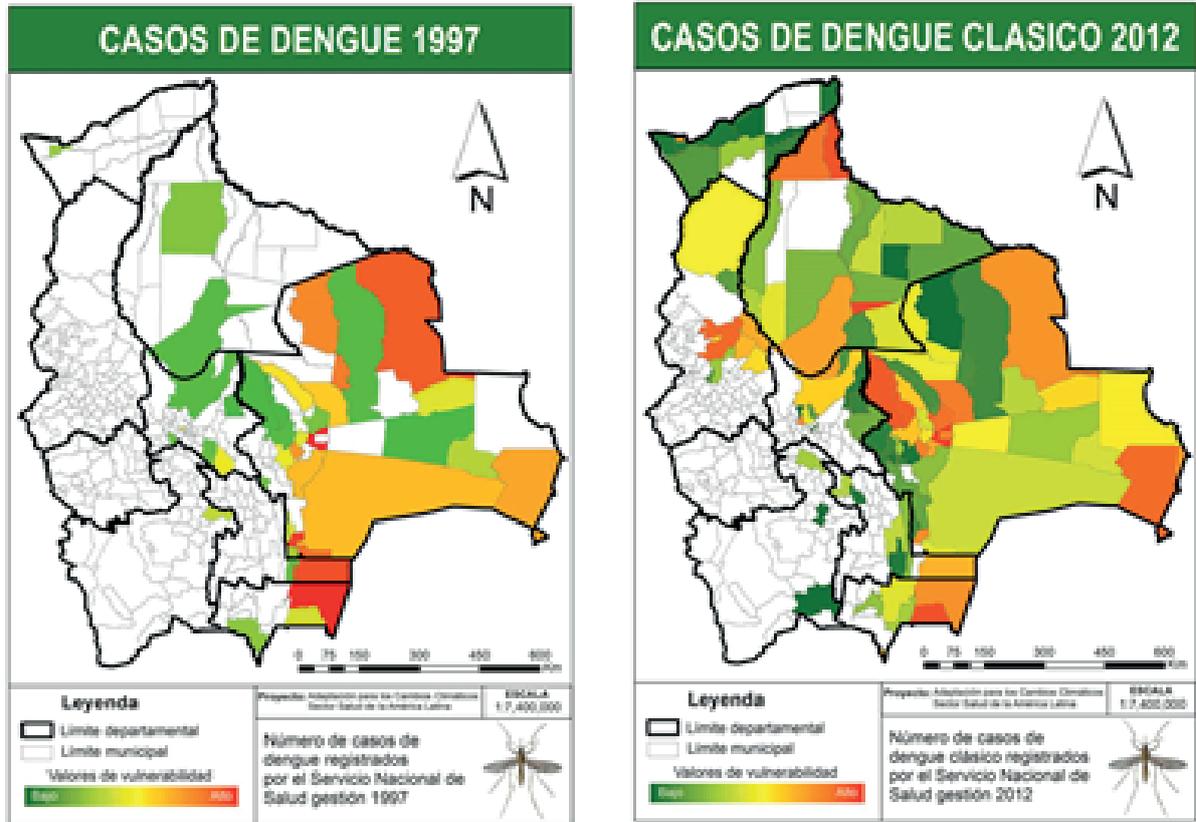
El proyecto "Instrumentos regionales para la adaptación al cambio climático"¹²⁹, en su primera fase de 1997 a 2013, ha estudiado la presencia de casos de dengue, del mosquito *Aedes aegypti*, en un transecto altitudinal desde las partes más bajas del oriente del país hasta los municipios más altos del occidente del país, considerando su nivel de vulnerabilidad sanitaria al cambio climático para el dengue. La presencia del vector no sólo está asociada con la temperatura, sino con factores socioambientales. La siguiente figura muestra la vulnerabilidad al cambio climático para el dengue para el año 1997 categorizada de 1 a 5, siendo este último la más alta vulnerabilidad, mientras que el mapa para el año 2012 evidenciándose un mayor número de municipios que presentaban casos de dengue favorecidos por múltiples factores de acuerdo a su nivel de vulnerabilidad.

127 (OPS/OMS, 2013)

128 (Aparicio Effen *et al.*, 2010)

129 BPR-BID

Figura 58. Vulnerabilidad al cambio climático para el dengue en Bolivia



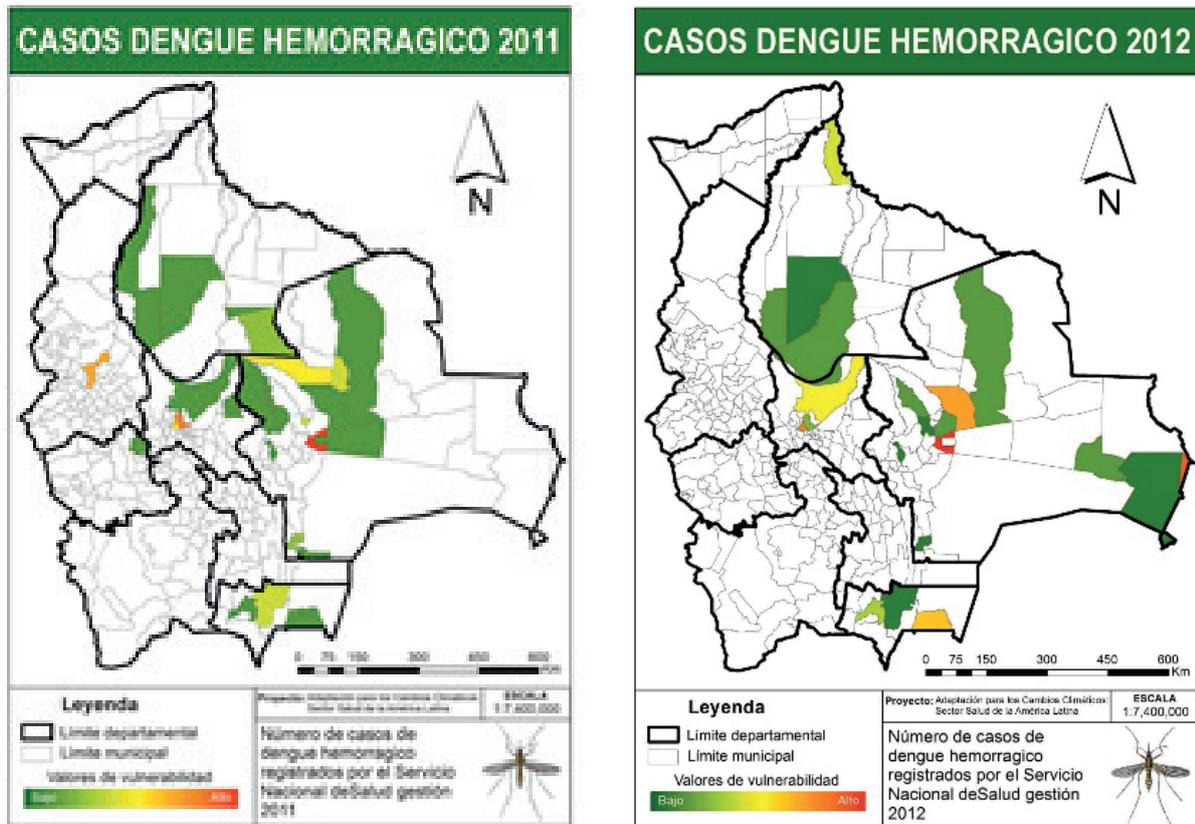
Fuente: Proyecto “Herramientas regionales para la adaptación a la salud del cambio climático” del Programa de Bienes Públicos Regionales-BID

El dengue está presente en Santa Cruz, Cobija, Yacuiba, Roboré, Puerto Suárez, Chapare y el norte del departamento de La Paz. Además, existe riesgo de introducción del *Aedes albopictus*.

La Figura 59 muestra los niveles de vulnerabilidad para el dengue grave o hemorrágico, apreciando igualmente una tendencia incremental que sigue

un vector de dispersión desde los municipios más cálidos, ubicados a menor altura del oriente del país, hacia municipios nuevos situados a mayor altura y que anteriormente no registraban la presencia del vector y por tanto de casos de dengue, lo que aumenta su vulnerabilidad al cambio climático para esta enfermedad.

Figura 59. Vulnerabilidad para el dengue grave o hemorrágico en los años 2011 y 2012



Fuente: Proyecto “Herramientas regionales para la adaptación a la salud del cambio climático” del Programa de Bienes Públicos Regionales-BID

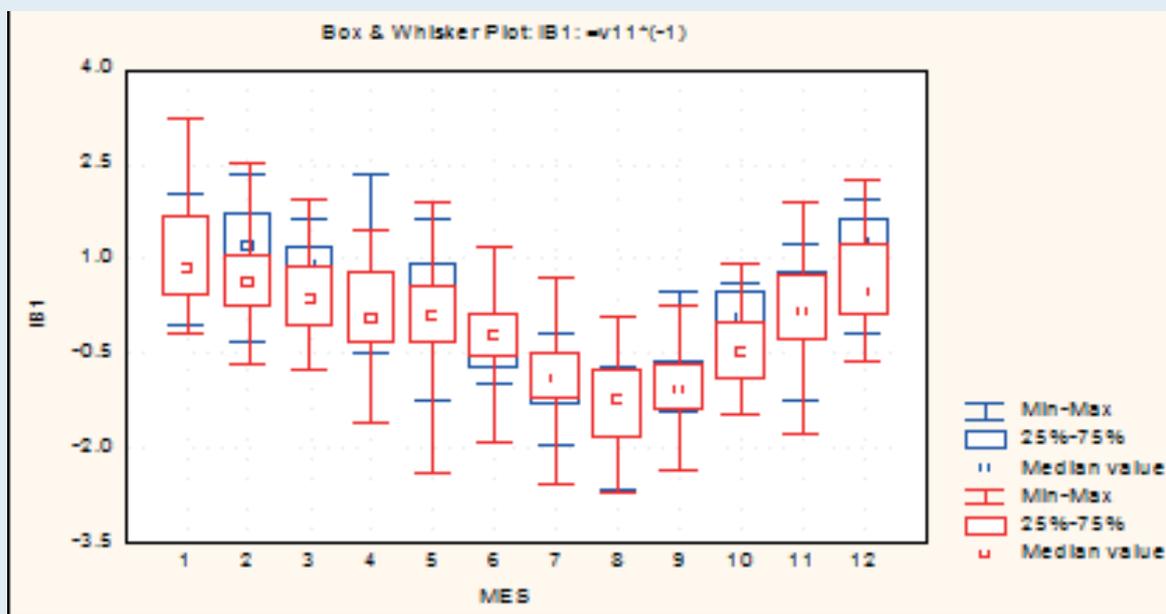
Caso de estudio-Ciudad de Santa Cruz de la Sierra

Siendo la ciudad de Santa Cruz de la Sierra una de las más afectadas por esta enfermedad, se llevó a cabo el estudio “El dengue, el cambio climático y la variabilidad climática en Santa Cruz de la Sierra-Bolivia”¹³⁰ a fin de determinar si existen evidencias de cambio climático que pudieran estar influyendo en la presentación del dengue en esa ciudad, obtener índices climáticos (caracterización temporal) que expliquen la influencia del clima sobre la enfermedad, determinar la estacionalidad de los casos de dengue en relación a las variables climáticas y estudiar si la variabilidad climática representada por el evento El Niño 1997-1998 tuvo efectos en las variaciones de los patrones temporales del dengue en la ciudad.

Se determinó que el clima actual es mucho más cálido que el clima de la línea de base, a predominio de los meses de verano. Sin embargo, los meses de invierno son mucho más fríos que 30 años atrás.

130 (Aparicio Effen *et al.*, 2010)

Figura 60. Comportamiento del clima actual y la línea de base Santa Cruz de la Sierra



Fuente: Aparicio-Effen, M *et. al.*, 2010 y SENAMHI

Las variaciones estacional e interanual del patrón de temperaturas extremas que se encuentran en oposición a las precipitaciones, valores bajos de la precipitación pluvial en el invierno, combinado con temperaturas extremas moduladas por la influencia de las estaciones climáticas de los centros de bajas o altas presiones, identifica la entrada en profundidad de la línea de inestabilidad, propiciando la mayor o menor variabilidad en los valores de las precipitaciones y temperaturas extremas.

Por otra parte, se registraron anomalías positivas de las variables climáticas (considerando las series históricas), que superaron ampliamente los umbrales identificados. Se debe considerar otro factor coadyuvante para la presentación del brote del año 1998, que es la circulación de un nuevo serotipo de dengue (DEN-2)¹³¹ que se sumó a los determinantes clásicos de origen social, comunitario, normativo, al reporte de criaderos de larvas de *Aedes aegypti* en la ciudad estudiada desde 1980 y a la recirculación del DEN-1 que causó el brote de 1987.

La obtención de los umbrales y periodo de retardo se constituye en la base para el desarrollo del sistema de alerta temprana para el dengue en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra como una de las importantes medidas de adaptación que deben ser implementadas.

Impactos futuros del cambio climático en la salud

Los impactos en la salud por el cambio climático son evaluados principalmente por cuatro tipos de enfermedades: malaria, dengue, infecciones respiratorias agudas y enfermedades diarreicas agudas. Para la metodología de análisis realizada por CEPAL y BID (2014), en el documento “La economía del cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia”, se consideró el cálculo de los costos

relacionados con la pérdida de días laborales por el aumento de malaria y dengue y los costos relacionados con el gasto público en el tratamiento de los enfermos adicionales¹³².

En 2014 las pérdidas atribuibles a la productividad en el caso de la malaria y del dengue estarían, a nivel nacional, en el orden del 0,007% del PIB y para el año 2100, en el 0,015% del PIB¹³³. Los costos totales fueron relativamente moderados por cuatro razones:

131 (CENETROP, AIS, IMT 1998)

132 (CEPAL, 2007)

133 (CEPAL & BID, 2014)

- i. El cambio climático tiende a desplazar las enfermedades en vez de expandir su rango (el desplazamiento hacia regiones más altas es particularmente evidente en el caso del dengue).
- ii. Hay rangos óptimos de temperatura para las enfermedades, y las mayores temperaturas tienden a reducir la prevalencia de enfermedades (esto también resulta evidente en el caso del dengue).
- iii. Con el aumento de la riqueza, la educación y la urbanización se prevé una limitada presencia de estas enfermedades en 2100 para el escenario base (esto se observa en el caso de la malaria).
- iv. El tratamiento del dengue suele ser solamente sintomático (para el 98% de los casos se prescribe Paracetamol y beber bastante líquido).

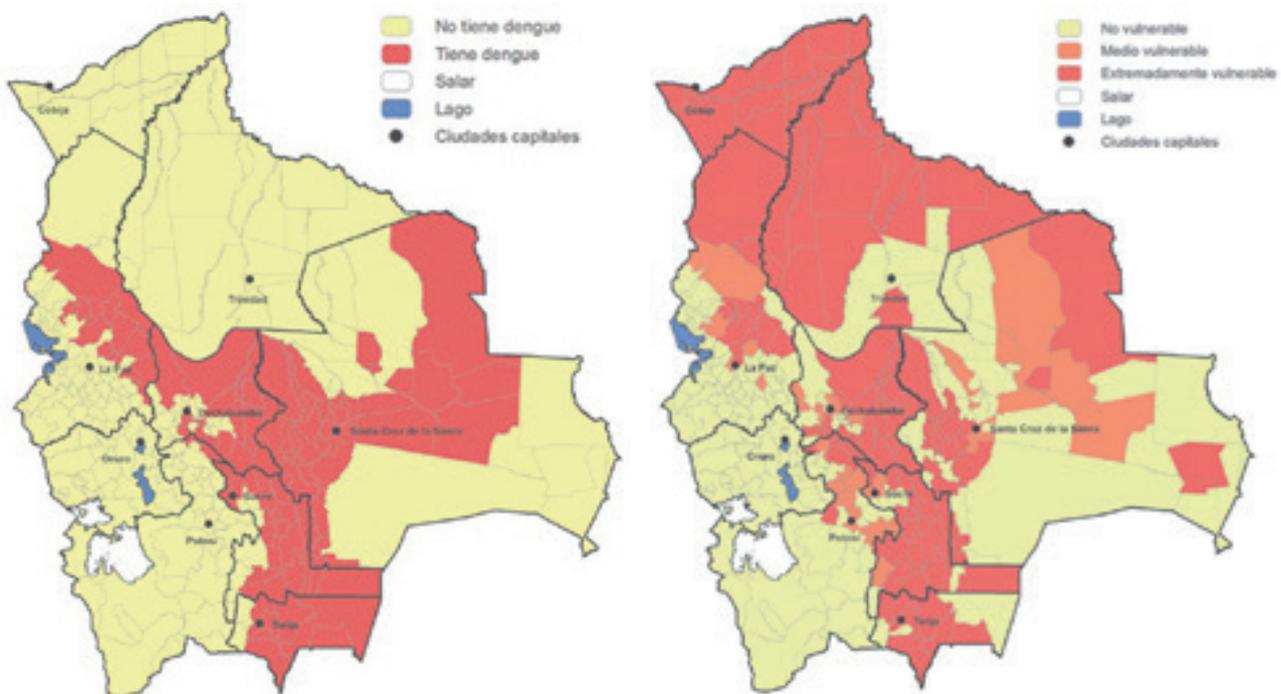
En la Figura 61 se presenta proyecciones de vulnerabilidad para el año 2100 de casos de dengue por municipio, en base a datos en salud del año 2000 en dos escenarios: uno conservador y otro extremo.

3.4 Adaptación al cambio climático

3.4.1 Recursos hídricos

En su rol de entidad normativa, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a través del Vice-ministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPPSB), mediante un nuevo reglamento, ha incluido como requisito indispensable para la presentación y el diseño de proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario el estudio de medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático, riesgos y medio ambiente. Así, se asegura que este importante aspecto sea tomado en cuenta en el nivel de diseño final de este tipo de proyectos.

Figura 61. Proyecciones de vulnerabilidad al dengue



Fuente: CEPAL-BID, 2014

Tabla 38. Resumen de avances de acciones de adaptación respecto al cambio climático

Programa y /o Proyecto	Objetivo	Resultados
Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA)	Aumentar la resiliencia a los impactos de la retracción de los glaciares en los Andes Tropicales a través de la implementación de actividades específicas piloto de adaptación que muestre los costos y beneficios de la adaptación.	Se publicó el inventario Nacional de Glaciares, cuerpos de agua y bofedales. Están en implementación dos proyectos pilotos que contribuirán a aumentar la resiliencia del sistema de abastecimiento de agua potable para los centros urbanos y de mejora de la gestión de recursos hídricos en la microcuenca del Altiplano y Valles Altos.
Comunicaciones Nacionales en el CMNUCC	Identificar los avances del Estado Plurinacional de Bolivia en la temática de cambio climático y fortalecer las capacidades nacionales de sistematización del conocimiento, información y difusión sobre el cambio climático en Bolivia.	Se concluye la Segunda Comunicación Nacional.
Programa Piloto de Resiliencia Climática (PPCR)	Asistir en la reducción de vulnerabilidades sociales económicas y medio ambientales al cambio climático, incorporándolo en el proceso de planificación, inversión y gestión pública; y estableciendo una estrategia para la implementación sectorial y territorial de resiliencia climática.	A 2012 se cuenta con un acuerdo de donación por 1.500.000 USD para la implementación del programa.

Fuente: Con base en MMAyA & MDRT, 2011

Asimismo, las medidas de adaptación implementadas se describen a continuación.

Saneamiento básico. El Estado Plurinacional de Bolivia entiende el acceso al agua y al saneamiento básico como un derecho humano, reconociendo las luchas históricas contra la privatización del agua y asumiendo esto como una responsabilidad prioritaria. Por ello, mediante el Plan Nacional de Saneamiento Básico 2009-2015, enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), promueve políticas y estrategias relacionadas con la protección y conservación del agua, pero que además garanticen la equidad en el acceso¹³⁴. Por otro lado, en ese mismo plan se plantea como necesario considerar los complejos productivos territoriales, definidos en el PND como unidades territoriales con potenciales de desarrollo y capacidades sociales, que son fundamentales para los sectores de salud, educación y saneamiento.

En gestión de cuencas y recursos hídricos. “El Plan Nacional de Desarrollo define la Gestión

Integral de Recursos Hídricos como un proceso que promueve el desarrollo coordinado del agua, de la tierra y de los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar social y económico con equidad y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. Un aspecto importante y crítico para la aplicación de la Gestión Integral de Recursos Hídricos es la integración de varias visiones sectoriales y de intereses en el proceso de toma de decisiones, para lo cual es imprescindible el desarrollo de mecanismos que permitan la consulta, la participación y el consenso con todos los actores involucrados”.¹³⁵

Las medidas implementadas en este sector están referidas al monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, planes directores de cuencas y acciones respecto a aprovechamiento de los recursos hídricos en el marco del Plan Nacional de Cuencas, al igual que en programas de prevención de desastres naturales.¹³⁶ Los avances relacionados con cambio climático se especifican a continuación.

¹³⁴ (MMAyA & VAPPSB, 2009)

¹³⁵ (MMAyA & VAPPSB, 2009)

¹³⁶ (MMAyA & MDRT, 2011)

La política nacional “Agua para todos”. Esta política pretende mejorar el acceso al agua, considerando esto como un derecho humano; posee además componentes de sostenibilidad y gestión del agua¹³⁷. Cuenta con planes nacionales, regionales y departamentales, así como programas en diferentes sectores, haciendo énfasis en riego.

Plan Nacional de Cuencas-Proyectos MIC y GIRH¹³⁸. El Plan Nacional de Cuencas (PNC) se constituye en un instrumento que promueve alianzas estratégicas para la implementación de diferentes modalidades de la GIRH y el MIC en cuencas de Bolivia y transfronterizas. Las nuevas modalidades de GIRH y MIC se desarrollaron sobre la base de los principios de gestión social, participación local de articulación y concertación de diferentes usos del agua y organización de usuarios actores de una cuenca o subcuenca. El programa de la fase 2013 a 2017 tiene los siguientes componentes:

- Promoción y desarrollo de planes directores de cuencas.
- Implementación de proyectos GIRH-MIC.
- Gestión de riesgos hidrológicos y de cambio climático.
- Gestión de la calidad hídrica.
- Implementación de cuencas pedagógicas.
- Gestión de conocimientos e información de recursos hídricos y cuencas.
- Desarrollo institucional y fortalecimiento de capacidades para la GIRH y MIC.

Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuencas (PRONAREC). Este programa conforma un subcomponente del Plan Nacional de Desarrollo de Riego para Vivir Bien¹³⁹, que planifica una gestión social del agua para riego con enfoque de cuenca. Está orientado a mejorar el ingreso de las familias de agricultores a través de inversiones en

riego comunitario y gestión del agua con enfoque de cuenca para ampliar la cobertura de riego a los cultivos y mejorar la eficiencia de uso y distribución.

Proyecto Iberoamericano de Adaptación al Cambio Climático en el sector hídrico PIACC-BID. El objetivo general de este proyecto es contribuir al fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las comunidades rurales para enfrentar los impactos observados y anticipados del cambio climático en el sector hídrico, a través de medidas piloto replicables y costo-efectividad de adaptación. Los proyectos pilotos están relacionados con cosecha de agua, pequeños embalses, atajados, microriego y uso eficiente de los recursos hídricos y conservación de suelos y aguas.

Programa Mi Agua I, Mi Agua II, Mi Agua III-CAF. Este programa busca facilitar la adecuada y oportuna construcción de obras menores de sistemas de riego que permitan incrementar la producción agrícola y la generación de empleo, así como fortalecer la capacidad organizativa y de gestión de los usuarios para la operación y mantenimiento de los sistemas de riego. Ha sido financiado principalmente por la CAF del Banco de Desarrollo de América Latina.

PROAR-CAF: Programa Agua y Riego para Bolivia. El objetivo de este programa es contribuir a garantizar la soberanía alimentaria del país y la reducción de la pobreza, a través del incremento de la producción y la productividad agrícola y de la implementación de las estrategias definidas en el Plan Nacional de Desarrollo de Riego.

Este programa financia estudios y diseños de los proyectos de riego, costos directos asociados con la construcción de obras civiles para sistemas de riego, costos indirectos asociados con la gerencia y administración de los proyectos de riego, incluyendo la supervisión de obras, costos de asistencia técnica y desarrollo comunitario.

Programa Mi Riego. El objetivo global de este programa es aumentar el ingreso de los hogares

137 (MMAyA *et al.*, 2007a)

138 (MMAyA *et al.*, 2014)

139 (MMAyA *et al.*, 2007a)

rurales beneficiados de una manera sustentable a través de un incremento en la superficie agrícola bajo riego y de un mejoramiento de la eficiencia en el uso y distribución del agua para fines agropecuarios. Las actividades previstas contribuirán a incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático en las zonas rurales. Para alcanzar su objetivo y, en consistencia con los desafíos identificados, el programa Mi Riego financia obras y adquisición de bienes y servicios, estructurado en dos componentes:

- 1) Inversiones para el desarrollo de riego comunitario con enfoque de cuenca.
- 2) Desarrollo de estrategias y mecanismos para la gestión de riego con enfoque de cuenca.

3.4.2 Sector agropecuario

El sector agropecuario es un sector estratégico para la economía nacional, con un aporte más o menos constante al PIB durante los últimos diez años del 12%; proporciona los productos básicos para la alimentación, los insumos intermedios para la industria, genera divisas para el país a través de la exportación de sus productos y derivados y es la principal actividad económica que demanda y emplea mano de obra en el área rural del país.

Este sector se caracteriza por una gran dispersión poblacional con una estructura heterogénea

en el uso de los sistemas de producción, involucra agricultura familiar campesina de subsistencia con pequeños excedentes para la comercialización a partir de insumos locales. Asimismo, comprende actividades campesinas orientadas al mercado local y actividades rurales mecanizadas sujetas principalmente al mercado internacional. En este sentido, este sector se caracteriza por la diversidad tipológica de productores que combinan diferentes factores, como el tamaño de propiedad, los niveles de especialización o diversificación de la producción y la intensidad en el uso de mano de obra, insumos y capital. Esta heterogeneidad socioeconómica permite la diferenciación de una economía agropecuaria dual, caracterizada por la presencia de una economía campesina-indígena y por una economía empresarial¹⁴⁰.

Al sector agropecuario se orienta el seguro agrícola "Pachamama" con el propósito de hacer sostenible la producción de alimentos en el país como parte del escalamiento de los fondos de transferencia del riesgo agropecuario del PRRD-fase 3.

Por otra parte, se creó la Unidad de gestión del riesgo de desastres agropecuarios en coordinación con el Viceministerio de Defensa Civil y Cooperación, en base a la experiencia del PRRD institucionalizando la herramienta del "Pachagrama" para el monitoreo agrometeorológico centrado en la observación de bioindicadores.

Tabla 39. Programas y proyectos que ejecutan medidas de adaptación en el contexto de seguridad y soberanía alimentaria del MMAyA

Plan/ Programa/ Proyecto	Objetivos/Descripción
Ministerio de Medio Ambiente y Agua	
Plan Nacional de Desarrollo del Riego para Vivir Bien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar el riego para contribuir a lograr soberanía alimentaria, generación de excedentes y creación de empleos. ▪ Implementar el ordenamiento de recursos hídricos en el subsector riego entendido como el ejercicio de los derechos de uso de agua de las organizaciones indígenas, originarias, campesinas, colonizadores, económicas campesinas, organizaciones de regantes y otras de pequeños productores. ▪ Incrementar la disponibilidad de agua para riego, mediante la construcción y mejoramiento de infraestructura de riego y drenaje, el uso y aprovechamiento más sostenible de las fuentes de agua, suelo y recursos productivos a través de la innovación tecnológica en riego, logrando una mayor cobertura de superficie regada. El agua utilizada como riego es uno de los recursos tecnológicos que permite mitigar el efecto de déficit hídrico, teniendo en cuenta las condiciones del clima, suelo y recursos hídricos en la producción de cultivos.
Programa de Inversiones en Adaptación al Cambio Climático en el Sector Hídrico (PIACC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribuir al fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las comunidades rurales para enfrentar los impactos observados y anticipados del cambio climático en el sector hídrico, a través de la ejecución de cuatro proyectos piloto distribuidos en diferentes regiones de Bolivia. ▪ En el sector riego: 1) Promover inversiones, a través de la generación participativa de 250 proyectos de riego de carácter prioritario y bajo un enfoque integral; 2) Contribuir al desarrollo de la capacidad productiva de al menos 15.000 familias del área rural del país, a través de la construcción de 150 sistemas de riego que posibiliten la incorporación de 13.000 hectáreas a la actividad agrícola. <p>Este programa se encuentra ejecutándose en zonas semiáridas de valles interandinos, alturas y Chaco, donde las lluvias irregulares y las sequías, agravadas por el cambio climático, ponen en riesgo las cosechas y generan situaciones de vulnerabilidad y pobreza para sus pobladores.</p>
Programa Agua y Riego para Bolivia (PROAR)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribuir a lograr la soberanía alimentaria y la reducción de la pobreza en la subcuenca de intervención, generando sistemas productivos sostenibles destinados a incrementar los productores locales y a garantizar la producción agropecuaria.
Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Tierra y Ecosistemas Verticales Andinos (DGBAP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de suelos y agua en los Ecosistemas Verticales Andinos a través de las estructuras organizativas de los Ayllus, a fin de fortalecer la seguridad alimentaria y la sostenibilidad a largo plazo de los Ayllus del Norte de Potosí y sureste de Oruro.

Tabla 40. Programas y proyectos que ejecutan medidas de adaptación en el contexto de seguridad y soberanía alimentaria del MDRyT

Plan/ Programa / Proyecto	Objetivos/ Descripción
Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT)	
<p>El MDRyT “es la entidad rectora del desarrollo económico, social y tecnológico del ámbito agropecuario, forestal y rural, encargado de formular, ejecutar y controlar políticas y normas, y promover programas y proyectos, enfocando su estrategia en el desarrollo productivo y competitivo de las comunidades campesinas y originarias, asociaciones de productores, cooperativas, empresas y otras formas de organización rural. La parte operativa del MDRyT está conformada por las entidades desconcentradas y descentralizadas, que son las ejecutoras de programas y proyectos” (UDAPE, 2015c).</p>	
Unidad de Gestión de Riesgo Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> Planificar acciones preventivas para posibles eventos climáticos adversos y del cambio climático que puedan incidir negativamente en la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria en coordinación con otras instancias del Poder Ejecutivo, como gobiernos autónomos departamentales, municipales, organizaciones sociales, campesinas, de productores, y desarrollar respuestas a emergencias provocadas por desastres naturales.
Proyecto de Desarrollo Económico Territorial con Inclusión (DETI II)- Empoderar	<ul style="list-style-type: none"> Impulsar el desarrollo productivo local y de adaptación al cambio climático de pequeños productores agropecuarios y forestales de comunidades y pueblos indígenas, a través del apoyo integral a iniciativas productivas agropecuarias, agroforestales y otras no agropecuarias, y del fortalecimiento de capacidades institucionales.
Proyecto de Alianzas Rurales (PAR) Fase II-EMPODERAR	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar el acceso a los mercados de los productores rurales pobres de áreas seleccionadas del país, a través de modelo de alianzas productivas entre pequeños productores rurales organizados y el comprador. El proyecto realizó la identificación de impactos ambientales y elaboró planes de monitoreo ambiental e identificación de riesgos climáticos, lo que permitió identificar medidas de adaptación al cambio climático.
Proyecto de Inversión Comunitaria en Áreas Rurales (PICAR)	<ul style="list-style-type: none"> Luchar contra la pobreza extrema entre los pequeños productores, particularmente indígenas, en el área rural. Desde finales de 2011, el proyecto transfirió responsabilidad y recursos a más de 150.000 habitantes rurales en 656 comunidades altamente vulnerables (30 por ciento más allá de la meta de 500 comunidades) y apoyó 769 subproyectos para mejorar el acceso a infraestructura básica y productiva para los hogares rurales. El proyecto aumentó el acceso, mediante caminos, a más de 15.000 personas y ha ampliado y/o mejorado la irrigación a más de 17.000 beneficiarios. En 2015, el gobierno recibió un financiamiento adicional de AIF por USD 60 millones para ampliar y profundizar el éxito del proyecto y alcanzar a unos 200.000 beneficiarios adicionales. <p>Con la ejecución de los proyectos, en función al cambio climático, se logró desarrollar instrumentos para identificar y valorar posibles impactos ambientales y riesgos climáticos, estableciendo medidas de mitigación ambiental y medidas de adaptación al cambio climático.</p>
Programa de Reubicación de Familias afectadas por Eventos Climatológicos Adversos (PROREPO)	<ul style="list-style-type: none"> Reubicar a las familias afectadas por eventos climatológicos adversos. Con el programa, las familias identificadas como afectadas se organizaron en 12 comunidades, dotándoles parcelas productivas de 50 ha por familia. Además, se realizaron las siguientes actividades: provisión de condiciones básicas en los nuevos asentamientos (agua, vivienda, energía eléctrica, comunicación y otros servicios básicos), en coordinación y apoyo con entidades competentes.
Programa ACCESOS-ASAP	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la capacidad de adaptación de las familias participantes a los efectos del cambio climático. <p>Una mayor adaptación a los cambios del clima presentes y futuros se traducirá en una producción agropecuaria más segura, que se reflejará en un mayor ingreso y consumo de las familias beneficiarias.</p> <p>Respecto al cambio climático, el proyecto con sus dos componentes se halla ligado a la adaptación y a la gestión de riesgos. Estos son: C1) Desarrollo de capacidades para la adaptación comunitaria; C2) Gestión de riesgos climáticos.</p> <p>El alcance fue de 16 municipios en tres departamentos (Tarija, Chuquisaca y Potosí).</p>

Tabla 41. Programas y proyectos que ejecutan medidas de adaptación en el contexto de seguridad y soberanía alimentaria del INIAF

Plan/ programa/ proyecto	Descripción/Objetivos
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)	
<p>La temática sobre cambio climático es incorporada como componente transversal de la agenda estratégica de investigación del INIAF, con base en las siguientes iniciativas: (i) sistematización de estrategias y acciones para adaptación y mitigación de impactos de cambio climático en el sector agropecuario y forestal; (ii) creación de mecanismos de identificación y acción temprana de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario; (iii) desarrollo de herramientas de seguimiento y evaluación continua de los impactos de cambio climático sobre una línea de base en el sector agropecuario; iv) desarrollo de medidas de mitigación y adaptación, estrategias de intervención y criterios de priorización (INIAF, 2010).</p> <p>El INIAF ejecuta programas de: trigo, maíz, arroz, papa, quinua, hortalizas, caña de azúcar, ganadería y forrajes, bosques, recursos genéticos; también genera un programa de fortalecimiento a las capacidades de investigación para apoyo a la seguridad alimentaria, las cuales tienen relación con el cambio climático (INIAF, 2013).</p>	
Estudio de variedades de cultivos potencialmente importantes para la adaptación al cambio climático	<p>En las gestiones de 2006 a 2012 realizó investigaciones para la liberación de tres nuevas variedades de cultivo, para abastecimiento de alimento en las familias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ papa de alto rendimiento “Marcela” ▪ cebolla de alto rendimiento globosa “Revolución” ▪ zanahoria de alto rendimiento “Altiplano”
Programa Nacional del Trigo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar variedades de trigo con alto rendimiento y calidad. <p>El programa ha obtenido variedades de trigo con tolerancia a factores bióticos adversos, donde se realizó un mapeo del material genético del trigo, obteniendo diez variedades y 20 líneas, para posteriormente hacer una selección de variedades y líneas de mejores rendimientos.</p>
Programa Nacional de Maíz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejorar la productividad y calidad del maíz a través de actividades de investigación científica y participativa, priorizando la soberanía y seguridad alimentaria. <p>Una de las investigaciones que realizó en función al cambio climático fue en la región del Chaco con el mejoramiento genético en maíz, donde se seleccionó una variedad híbrido precoz en respuesta al cambio climático. Asimismo, se seleccionaron recursos genéticos resistentes a factores adversos, a través de métodos convencionales y de biotecnología.</p>
Programa Nacional de la Papa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar alternativas de producción de papa que contribuyan a elevar la productividad y la satisfacción de la demanda del mercado. <p>Se validó la variedad de papa Marcela como tolerante a los principales factores dañinos bióticos y abióticos.</p>
Facultad de Agronomía-UMSA	
QUINAGUA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca aportar con respuestas a las limitaciones de uso de agua en el altiplano boliviano para el cultivo de quinua. <p>Un gran problema que está enfrentando el agricultor andino para lidiar con la falta de agua es el cambio climático, lo cual ha provocado cambios en los sistemas de producción de la zona andina, para lo cual se busca la forma de adaptación mediante estudios realizados.</p> <p>Uno de los resultados del proyecto QUINAGUA indica que el incremento térmico no es por sí solo y, en algunos casos, no influye en demasía para una toma de decisión productiva, en coordinación con los otros recursos disponibles, lo que muestra que la adaptación al cambio y la variabilidad climática funciona en estrecho vínculo con los otros factores productivos (Taboada <i>et al.</i>, 2014).</p>

Fuente: Elaboración con base en INIAF (2010) e INIAF (2013) y memoria institucional ACCESO (2015)

3.4.3 Biodiversidad

La biodiversidad muestra diferentes estrategias para reducir su vulnerabilidad al calentamiento global como: migraciones, cambios demográficos, cambios fenológicos, modificaciones fisiológicas y comportamentales. Sin embargo, hay que considerar que la biota, con características fisiológicas especiales como los anfibios con piel y huevos permeables y cuya determinación sexual dependen de la temperatura, puede ser muy vulnerable al igual que las especies con rangos de distribución restringida o de hábitat particulares. En contraste, las especies que ocupan zonas con hábitat más amplios y sin interrupciones y que gozan de mecanismos rápidos de dispersión y grandes poblaciones se encuentran ante un menor riesgo de extinción.

El entendimiento de las cambiantes dinámicas ecológicas de muchos ecosistemas vulnerables presenta un desafío para las estrategias de conservación, particularmente porque la actual red de áreas protegidas a nivel global busca proteger patrones de biodiversidad estáticos (en lugar de dinámicos)¹⁴¹. Sin embargo, existen estudios de simulación que sugieren que algunas de estas redes probablemente no logren sus objetivos originales¹⁴² siendo muy probable que se necesiten nuevos enfoques para la conservación de la naturaleza que reconozcan la realidad dinámica de los efectos del cambio climático en los ecosistemas.

En el marco de los desafíos que supone el cambio climático para la distribución de las especies se deben repensar las estrategias de conservación que garanticen la migración de ciertas poblaciones. Es decir, se debe tener clara la migración potencial de las especies como base teórica útil para priorizar acciones de adaptación¹⁴³. Se debe considerar que los patrones de paisaje promuevan la conectividad para especies, comunidades y procesos ecológicos como un elemento clave en la

conservación de la naturaleza y su capacidad de adaptación. Otra consideración es la relacionada con el conocimiento y conservación de la agrobiodiversidad, un factor del patrimonio natural que, al permitir la sustentabilidad en los sistemas de vida y la seguridad alimentaria con soberanía, es parte fundamental de la adaptación al cambio climático en nuestro país. Ésta, al formar parte de los sistemas productivos ancestrales y a pequeña escala, se constituye, su manejo, en una de las formas más eficientes para mantener una alta resiliencia y adaptar los sistemas productivos. Asimismo, se deben considerar las lecciones aprendidas de manejo de flora y fauna silvestre, que transversalmente apoyan al mantenimiento de los ecosistemas, ayudando de esta manera al desarrollo integral.

A pesar de haberse realizado importantes avances en la normatividad referente a la biodiversidad en el país, aún se necesita generar normas que aseguren su conservación. La adecuación de la Ley de Medio Ambiente a las condiciones ambientales cambiantes, la necesidad de la promulgación de una ley de bosques integral, la imperiosa necesidad de contar con una Ley de Biodiversidad son aún retos que se deben afrontar para mejorar el actual manejo y conservación de la biodiversidad, pensando siempre en que es, potencialmente, una herramienta para enfrentar el cambio del clima global. El actual conocimiento de la biodiversidad en Bolivia plantea nuevos retos para utilizar esta diversidad biológica como herramienta para luchar frente al cambio climático. Las funciones y servicios que nos brinda esta biodiversidad, bajo un manejo y aprovechamiento armonioso y respetuoso, puede determinar nuestra fortaleza para la mitigación y adaptación en el futuro a mediano plazo. La conservación de la biodiversidad debe articularse, ahora más que nunca, a todos los procesos de planificación y ser transversalizada en todos los niveles estatales, siendo parte sustancial del desarrollo integral.

141 (Lemieux & Scott, 2005; Lovejoy, 2005)

142 (Hannah, Midgley, Hughes, & Bomhard, 2005)

143 (Locatelli & Imbach, 2010)

3.4.4 Sector salud

El 31 de agosto de 2015, el Ministerio de Salud, a través de la Resolución Ministerial N° 1080, crea la Unidad de Salud Ambiental bajo la dependencia de la Dirección General de Promoción de la Salud, siendo la instancia normativa encargada de formular políticas y normas en este campo, ejerciendo rectoría nacional mediante la vigilancia y prevención de factores ambientales, entre ellos el cambio climático, que pone en riesgo la salud y el bienestar de la población.

El Ministerio de Salud, a través de la Unidad de Salud Ambiental, viene desarrollando esfuerzos con otros sectores públicos, en correspondencia a la Política de Salud Familiar Comunitaria Intercultural (SAFCI), con la finalidad de contribuir a mejorar las condiciones de vida de la población para reducir su vulnerabilidad e incrementar su capacidad de afrontar factores de riesgo asociados al cambio climático y la contaminación ambiental.

Los municipios afectados por las inundaciones del departamento del Beni fueron fortalecidos con equipos de laboratorio portátil HACH y reactivos, donados por la Organización Panamericana de Salud (OPS) en coordinación con el Servicio Departamental de Salud de Beni para que realicen la vigilancia de la calidad del agua de consumo humano durante la gestión 2013. El Ministerio de Salud está controlando la enfermedad de malaria para el vivir bien de los bolivianos. Por esta razón, de 2006 a 2012 se logró reducir la prevalencia de esta enfermedad, registrando una cifra de 7.415 casos. El año 2014 se cerró con una cifra de 7.401 casos, con lo cual se cumplió con el Objetivo del Milenio, a nivel nacional.¹⁴⁴

Además, se cuenta con un plan estratégico del Ministerio de Salud a través del Programa Nacional de Malaria, que está enfocado en eliminar esta enfermedad causada por *Plasmodium falciparum* hasta 2019. El Programa de Vigilancia y Control de Chagas es el más exitoso en los últimos años en todo el territorio nacional, con el cual se logró realizar el diagnóstico y tratamiento masivo de ni-

ños de 9 meses a 15 años reduciendo la tasa de infestación al 3%¹⁴⁵. Asimismo, se ha logrado reducir y eliminar el *Triatoma infestans* de los domicilios, cuyo compromiso de intervención como área endémica para Chagas en Bolivia abarca el 60% del territorio distribuido en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Chuquisaca y Potosí. Son 168 municipios y 10.321 comunidades endémicas para esta enfermedad.

3.4.5 Estrategias de adaptación basada en la comunidad

Conocimiento local y ancestral y resiliencia al cambio climático

En coherencia con los mandatos y políticas nacionales, el país busca la valorización y recuperación de los conocimientos ancestrales como componentes importantes de las acciones de adaptación al cambio climático. De esta manera, instituciones gubernamentales y no gubernamentales incorporan este elemento en el desarrollo de sus proyectos. En ese sentido, el Proyecto Biocultura y Cambio climático es uno de los proyectos sobre seguridad alimentaria con soberanía a nivel nacional; es ejecutado por la APMT con financiamiento de la Cooperación Suiza para el Desarrollo (CO-SUDE).

Este proyecto beneficia a familias indígenas originarias y campesinas de 300 comunidades en 27 municipios de la zona andina y subandina del país y propone una fusión entre manejo sustentable de la biodiversidad y la revalorización de saberes ancestrales entre la diversidad biológica con la diversidad cultural, para así desarrollar modelos endógenos bioculturales. Uno de sus puntos más importantes es el trabajo de la conservación de las zonas de agrobiodiversidad, el cual enfoca la conservación de los cultivos ancestrales y de gran potencial nutricional.

Al mismo tiempo, es importante señalar que junto a la Unidad de Gestión del Riesgo Agropecuario y Cambio climático (UGRACC) del MDRyT se transfirieron herramientas de monitoreo climático a

144 (Ministerio de Salud, Unidad de Comunicación, 2015)

145 (Ministerio de Salud y Deportes, 2015)

diversos municipios. Entre las herramientas que tuvieron acogida a nivel local se destacan dos: a) los formularios para generar pronósticos usados por los Yapuchiris¹⁴⁶ (Helvetas Swiss Intercooperation, 2014) denominados también Observadores Locales Agroclimáticos (OLA); y b) el Pachagrama, demandado no sólo a nivel local, sino a nivel nacional e internacional (Perú, Ecuador y Colombia).

El programa de pequeñas donaciones con el apoyo del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) financió el proyecto piloto de aprendizaje de la adaptación basada en la comunidad en tres poblaciones del altiplano: Ancoraimes, Batallas y Carabuco.

3.5 Políticas y estrategias de adaptación al cambio climático

El Decreto Supremo N° 1696 marca la adaptación como una línea fundamental de trabajo de la Política Nacional de Cambio Climático. Esta norma, en su Artículo 15, establece que “la implementación del Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien se realiza en las áreas con mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y desastres naturales a través de programas de intervención”. Éstos son:

- Programa de resiliencia de sistemas de vida para la seguridad alimentaria con soberanía;
- Programa de prevención y reducción del riesgo por impactos del cambio climático;
- Programa de gestión integral del agua;
- Programas de educación y salud relacionados al cambio climático.

Los programas de cooperación alineados a las estrategias de desarrollo nacional han promovido la implementación de acciones integradas de reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. Este es el caso del Programa de Reducción del Riesgo de Desastres de la Cooperación Suiza con esfuerzos en la incorporación de

la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) y la Adaptación al Cambio Climático (ACC) que forma parte de la planificación municipal en el país. En este marco, más adelante, la Cooperación Suiza ejecutó el Programa de Reducción del Riesgo de Desastres (PRRD) para contribuir a la gestión pública en cuanto a la RRD y la ACC.

En el periodo comprendido entre 2010 al 2014, se ejecutaron las siguientes iniciativas:

- Gobernabilidad local del riesgo y ACC en la gestión pública municipal, ejecutado por Helvetas Swiss Intercooperation.
- Reducción del riesgo climático en la producción agrícola, ejecutado por Helvetas Swiss Intercooperation, con apoyo de PROSUCO-PROFIN.
- Integración de la RRD y ACC en programas de COSUDE, ejecutado por COSUDE.
- Asistencia técnica en: preparación, respuesta y recuperación de desastres, ejecutado por el Viceministerio de Defensa Civil (VIDECI), PNUD y Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA).

Algunos resultados alcanzados en la implementación del programa fueron:

- Desarrollo de un marco institucional y sus instrumentos en diferentes municipios, logrando la creación de unidades funcionales del riesgo de desastres con instrumentos normativos. Asimismo, experiencias piloto de aprendizaje en gestión local del agua, a través de inmovilización de áreas protegidas en regiones donde se requiere almacenamiento de agua.
- Fortalecimiento de redes de observación sistemática con estaciones meteorológicas como base para la consolidación de sistemas de alerta temprana, promovidas por experiencias locales.

146 Yapuchiri en el idioma nativo aymara significa agricultor, nombre que se le ha dado a agricultores líderes productivos formados en buenas prácticas de lectura de bioindicadores y la implementación de buenas prácticas agrícolas para la resiliencia en los cultivos del altiplano. Helvetas Swiss Intercooperation y PROSUCO (2014)

- Creación de un sistema de transferencia del riesgo mediante un fondo del riesgo como experiencia de adaptación basada en la comunidad con dos componentes: 1) gestión del riesgo agropecuario evaluado a partir de bioindicadores y 2) conocimiento ancestral probando su eficacia durante varios ciclos agrícolas y construyendo un instrumento de observación denominado Pachagrama¹⁴⁷.

Ley N° 2140, Ley para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias (25 de octubre de 2000)

Esta ley fue el pilar fundamental para la implementación de la gestión de riesgos de desastres a nivel nacional con la constitución del Sistema Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias (SISRADE) como el conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen entre sí las entidades públicas, privadas y las organizaciones ciudadanas, así como los recursos físicos, técnicos, científicos, financieros y humanos de las entidades que lo conforman, en el cual cada componente, desde el ámbito de su competencia y jurisdicción contribuye con su participación.

En ese ámbito, como la instancia superior de decisión y coordinación, se conforma el Consejo Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias, cuyo mandato será ejecutado por el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación e instituciones públicas, privadas y organizaciones de la sociedad civil a nivel nacional, departamental y municipal vinculadas con la reducción de riesgos y atención de desastres y emergencias, así como las instancias de asesoramiento técnico y coordinación que actuarán en el marco de la organización, responsabilidades y competencias que establece la ley.

Asimismo, se determina la incorporación de la reducción de riesgos de desastres en el Sistema Nacional de Inversión Pública, donde se establece asignaciones presupuestarias e inversiones con la creación del Fondo para la Reducción de Ries-

gos y Reactivación Económica. La Ley N° 2140 fue derogada en fecha 14 de noviembre de 2014, mejorando su articulación y perfeccionando su implementación en concordancia con la normativa actual vigente.

La Ley N° 602, Ley de Gestión del Riesgo (14 de noviembre de 2014)

Esta ley, vigente desde el 14 de noviembre de 2014, regula el marco institucional y de competencias para la Gestión de Riesgos que incluye la reducción del riesgo (prevención, mitigación y recuperación) y la atención de desastres y/o emergencias (preparación, alerta, respuesta y rehabilitación)¹⁴⁸. El marco institucional es similar respecto a la Ley N° 2140 y a todas aquellas instancias del Estado a nivel central y entidades territoriales autónomas que tienen competencias con la Gestión de Riesgo y/o atención de desastres (conforme se indica en la Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Báñez”, Ley N° 031). La misma concurre en el conjunto del SISRADE, consolida la estructura del Consejo Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias (CONARADE), Consejo Departamental (CODERADE), Consejo Municipal (COMURADE); instituye el Comité Operativo de Emergencias a nivel Nacional (COEN) Departamental (COED) y Municipal (COEM).

En la normativa se otorga atribuciones a los diferentes ministerios e instituciones públicas, conceptualizando la gestión de riesgos e integrándola en la planificación nacional y el ordenamiento territorial, considerando la prevención, la mitigación y la recuperación como parte de la reducción de riesgos, incluida la preparación, alerta, declaratoria, respuesta y rehabilitación como parte de la atención de desastres, y es en la misma línea que se incorporan los saberes y prácticas ancestrales y el cambio climático en la gestión de riesgos. En ese sentido, brinda previsiones presupuestarias y financiamiento para la gestión de riesgos, constituyendo con ese propósito el fondo para la reducción de riesgos y atención de emergencias mediante un fideicomiso, además de expresar el régimen de

147 (PRRD, 2014)

148 (VIDECI, 2014)

excepción ante la ocurrencia de emergencias y/o desastres, para la modificación de presupuestos en los diferentes niveles de gobierno, considerando los niveles de alerta y las implicaciones de las declaratorias de situación de desastre y/o emergencias.

Ley N° 144, Ley de la Revolución Productiva, Comunitaria Agropecuaria (26 de junio 2011)

La presente ley, vigente desde el 26 de junio de 2011, norma el proceso de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria para la soberanía alimentaria, estableciendo las bases institucionales, políticas y mecanismos técnicos, tecnológicos y financieros de la producción, transformación y comercialización de productos agropecuarios y forestales de los actores de la economía plural, priorizando la producción orgánica en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.

Tiene como finalidad lograr la soberanía alimentaria en condiciones de inocuidad y calidad para el vivir bien de los bolivianos, a través de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria en la economía plural. Crea el Seguro Agrario Universal Pachamama con la finalidad de asegurar la producción agraria afectada por daños provocados por fenómenos climáticos y desastres naturales. En el marco del Sistema Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres o Emergencias y el Artículo 100 de la Ley N° 031, de 19 de julio de 2010, Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez", las entidades estatales, en coordinación con los actores productivos, implementarán un sistema de prevención y gestión de riesgos relacionados con desastres asociados a fenómenos naturales, intervenciones antrópicas, plagas, enfermedades, siniestros climáticos y ries-

gos del mercado que puedan afectar la soberanía alimentaria, mediante:

- El monitoreo y la alerta temprana para contar con información oportuna y permanente sobre la posibilidad de ocurrencia de eventos adversos que afecten a la producción de alimentos.
- La prevención, atención y mitigación de emergencias alimentarias, así como la rehabilitación y reconstrucción de infraestructura y recuperación de las capacidades productivas.
- El fomento al desarrollo de capacidades de las comunidades para la gestión de riesgos.

3.5.1 Gestión del riesgo

El Estado Plurinacional de Bolivia institucionalizó la gestión del riesgo después del peor terremoto del siglo XX de Bolivia, sucedido en la localidad de Aiquile el 22 de mayo de 1998. El año 2013 se declaró emergencia nacional debido a la peor sequía de los últimos 50 años y lo mismo sucedió en 2014 debido a las lluvias e inundaciones que afectaron al país. Entre 2010 y 2014 se ejecutaron acciones en los siguientes componentes del PRRD:

- Gobernabilidad local del riesgo y ACC en la gestión pública
- Reducción de riesgos climáticos en la producción agrícola
- Integración de la RRD y ACC en programas
- Asistencia técnica en preparación, respuesta y recuperación de desastres

CAPÍTULO

4

Mitigación al
cambio climático





Bolivia implementa acciones con impacto en mitigación en el marco de sus planes de desarrollo y de los esfuerzos que debe realizar para ser más resiliente al cambio climático. A nivel nacional existen varios ámbitos con potencial para la implementación de medidas y acciones con impacto en mitigación, entre los cuales se tiene: mejorar la eficiencia en el uso de la energía, el aprovechamiento de las energías renovables, el tratamiento de residuos y otros.

El Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien se implementa el año 2014 como un componente operativo de la APMT, con el objetivo de contribuir al desarrollo y fortalecimiento de acciones sectoriales y multisectoriales, promoviendo iniciativas dirigidas a la reducción de emisiones de GEI.

En esa línea, desde las entidades del nivel central del Estado se promueven acciones de mitigación del cambio climático. En este capítulo se describen algunas de estas acciones en los ámbitos energético y de residuos en el periodo 2009-2014. Como se mencionó previamente, las acciones implementadas tienen como objetivo principal contribuir al desarrollo y a mejorar la calidad de vida de la población; en ese sentido, no se ha cuantificado las emisiones de GEI evitadas o reducidas por estas acciones.

Cabe remarcar que no se realizaron proyecciones de reducción de emisiones para todas las acciones que se muestran a continuación, debido a una serie de necesidades requeridas a nivel de país, mismas que se hacen explícitas en el capítulo 6.

4.1 Mitigación en el ámbito energético

El Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) promueve la soberanía energética en el marco de sus competencias y atribuciones, las mismas que incluyen acciones específicas que tienen impacto potencial en la mitigación del cambio climático. Entre las principales están las siguientes:

- Elaborar estrategias para la conversión de vehículos a gas natural vehicular-GNV (Viceministerio de Industrialización, Comercialización, Transporte y Almacenaje de Hidrocarburos).
- Coordinar el desarrollo de políticas de eficiencia energética para el uso de las energías renovables y no renovables, sustitutivas y complementarias (Viceministerio de Desarrollo Energético).
- Proponer políticas para el desarrollo de tecnologías de energías alternativas, eólica, fotovoltaica y otras en coordinación con las universidades públicas del país (Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas).

A continuación, se detallan algunas de las medidas concretas desarrolladas por el Estado Pluri-

nacional de Bolivia que tienen impacto en la reducción de emisiones de GEI.

4.1.1 Conversión de vehículos a gas natural

El gas natural vehicular (GNV) es un combustible alternativo a la gasolina o diésel, compuesto principalmente por gas metano (CH_4). En 2010 se crea en Bolivia la Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular (EEC-GNV), con la finalidad de contribuir al cambio de la matriz energética a través de la ejecución de los Programas de Conversión a GNV, Programa de Recalificación de Cilindros y Programa Nacional de Transformación de Vehículos de Diésel Oil a GNV.

Varios estudios indican que los vehículos livianos que funcionan con GNV producen sustancialmente menos emisiones de GEI que los vehículos a gasolina de tamaño similar (*Science Applications International Corporation, 2002*). Sin embargo, las emisiones de GEI varían según la tecnología y la categoría del vehículo, sobre todo si se toman en cuenta las emisiones que no son del tubo de escape (incluido el metano)¹⁴⁹.

Por otro lado, los vehículos a gas natural en general emiten entre 20% y 40% menos CO_2 que los

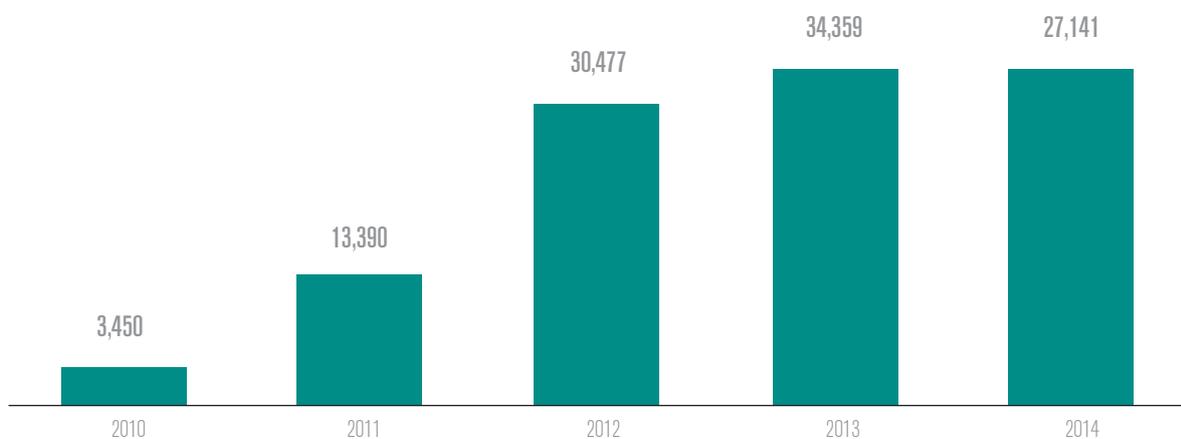
149 El presente documento incluye elementos y logros alcanzados hasta el año 2015, razón por la cual se mencionan las competencias del MHE; sin embargo, se aclara que a partir del 22 de enero de 2017 el MHE fue reemplazado por dos ministerios por DS 3058: el Ministerio de Energías y el Ministerio de Hidrocarburos.

vehículos a combustibles convencionales (gasolina y diésel, que tienen un mayor contenido de carbono)¹⁵⁰. Las emisiones de metano (que es el componente principal del gas natural) se originan por fugas en el propio vehículo. Los vehículos livianos a gas natural muestran reducciones significativas (17%) en las emisiones de CO₂ en comparación con los vehículos livianos equivalentes a gasolina; sin embargo, la reducción general de GEI se da hasta en un 11% debido a las emisiones de

metano de las fugas asociadas con el uso de gas natural¹⁵¹.

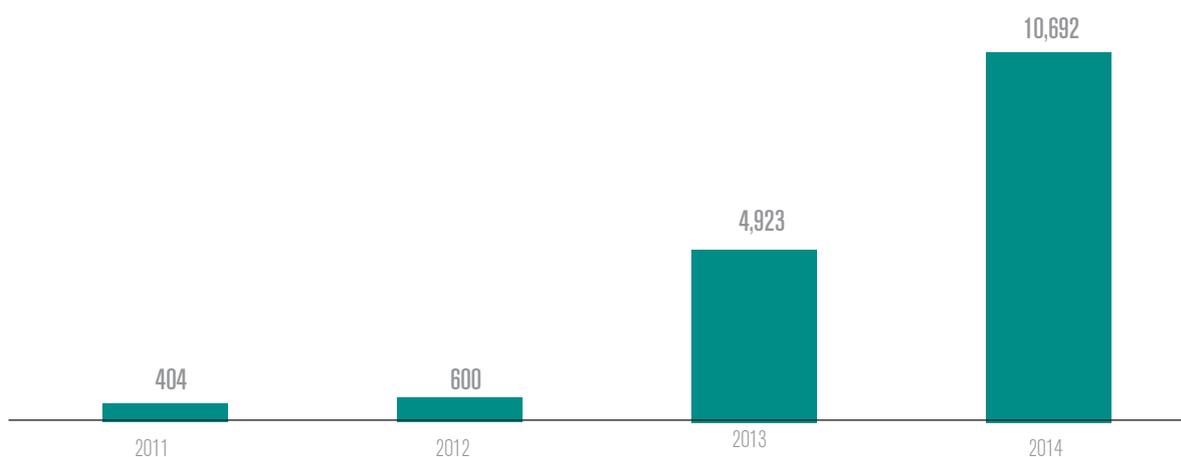
En ese marco, se considera que el cambio de la matriz energética en Bolivia tiene un impacto potencial en la reducción de emisiones de GEI, aunque no se han llevado a cabo estudios ni pruebas para medir esta reducción. Los principales resultados de la implementación de los mencionados programas a nivel nacional se muestran en los gráficos presentados

Figura 62. Conversiones realizadas en el periodo 2010-2014



Fuente: Audiencia pública parcial 2014 (EEC-GNV, 2014)

Figura 63. Recalificaciones y reposiciones de cilindros hasta la gestión 2014



Fuente: Audiencia pública parcial 2014 (EEC-GNV, 2014)

150 McCarth & Turner (2000)

151 Wang (1999)

más abajo. En 2010 se puso en marcha el Programa de Conversión a GNV a los vehículos de servicio público a gasolina en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Oruro y Chuquisaca, llegándose a realizar 108.817 conversiones vehiculares hasta la gestión 2014 (EEC-GNV, 2014), como muestra la Figura 62.

Asimismo, en la gestión 2011 el Programa de Recalificación y Reposición de Cilindros inicia sus funciones con un taller en el departamento de La Paz. Luego se dio inicio al programa de conversión para los vehículos oficiales del Estado y los vehículos particulares a gasolina. Estas acciones permitieron lograr 16.619 recalificaciones y reposiciones de cilindros hasta la gestión 2014, la Figura 63 muestra las recalificaciones y reposiciones de cilindros entre las gestiones 2011 y 2014.

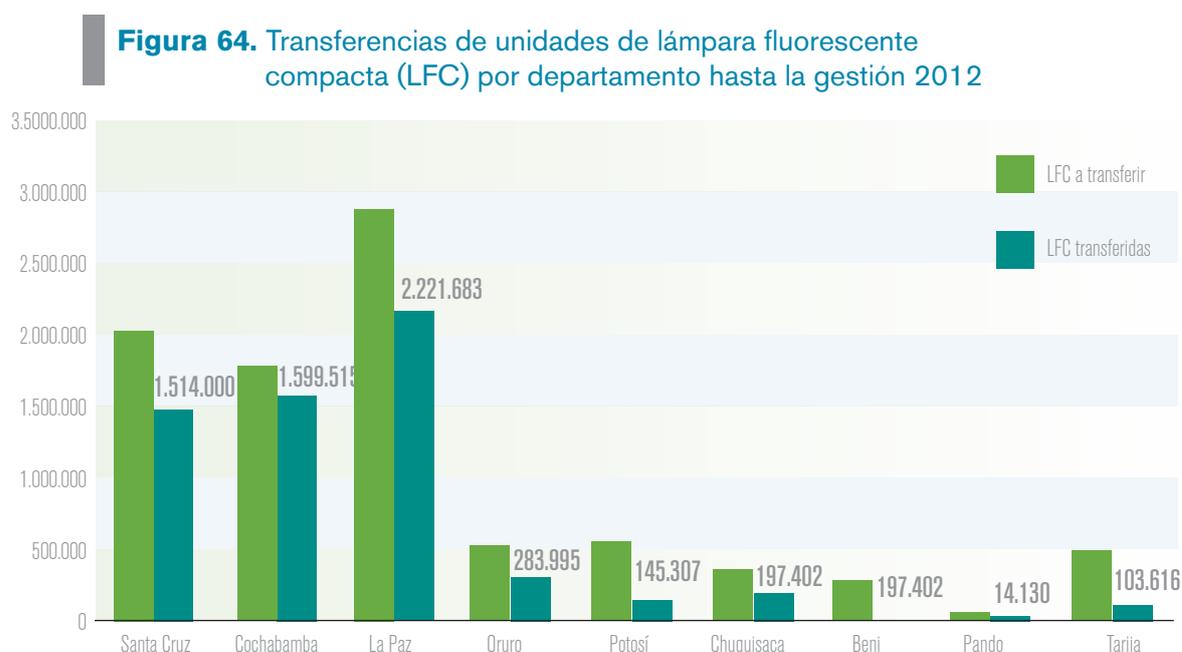
4.1.2 Eficiencia energética

El Decreto Supremo N° 29466 (2008) define la eficiencia energética como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos sin disminuir la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. En el marco de las políticas

del Viceministerio de Desarrollo Energético se desarrollaron programas de eficiencia energética, lo que abre oportunidades de integración de varios sistemas de gestión de la eficiencia energética en uno solo que integre varios criterios: calidad, ambiente, energía, riesgos laborales y reducción de emisiones de GEI.

Programa Nacional de Eficiencia Energética

Por medio del Decreto Supremo N° 29466 del 5 de marzo de 2008 se aprueba el Programa Nacional de Eficiencia Energética, con la finalidad de establecer acciones, políticas y ejecutar proyectos que buscan optimizar el uso racional, eficiente y eficaz de la energía. La primera fase, que comenzó en 2008, tuvo por objetivo construir y consolidar el Programa Nacional de Eficiencia Energética en el marco del programa Electricidad para Vivir con Dignidad. La segunda fase del programa se inició en 2011, con el lanzamiento de una campaña de enseñanza sobre el consumo moderado. El objetivo general de la fase de sostenibilidad del programa es dar continuidad al mismo, esperando mantener el nivel de reducción de la demanda en el SIN, así como el ahorro en la economía doméstica de los usuarios de la categoría residencial. Las principales acciones desarrolladas en el marco de



Fuente: Programa Nacional de Eficiencia Energética: Reporte al 15/05/2012 (MHE, 2012)

este programa fueron: campañas de sensibilización, sustitución de bombillas incandescentes por fluorescentes compactas, incentivo a la adopción de normas y políticas de consumo eficiente de energía.

El resultado más concreto fue la transferencia de 6.079.648 focos ahorradores en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Beni y Tarija, alcanzando un porcentaje de focos transferidos de 67% de un total de 9.071.410 a transferir a nivel nacional hasta el año 2012¹⁵².

4.1.3 Aprovechamiento de energías renovables y alternativas

Programa de Energías Renovables

El Programa de Energías Renovables también es parte del Programa Electricidad para Vivir con Dignidad¹⁵³ y tiene como objetivo la utilización sostenible de energías renovables a través de la implementación de Micro y Minicentrales Hidroeléctricas (MCH) en las regiones rurales alejadas del SIN para dotarles de electricidad con fines de consumo doméstico y usos productivos. Este servicio funciona a partir de la autogestión mediante empresas descentralizadas (operadoras locales).

Los proyectos de aprovechamiento de energías alternativas han estado enfocados fundamentalmente al acceso a servicios básicos de electricidad para los hogares e infraestructuras sociales (unidades educativas y postas de salud) del área rural que por su ubicación y dispersión geográfica se encuentran alejadas de las redes eléctricas¹⁵⁴. La mayoría de estos proyectos fueron realizados mediante sistemas fotovoltaicos y microcentrales hidroeléctricas. De esta manera, se busca mejorar las condiciones de vida de la población mediante el acceso a la electricidad generada de manera no convencional y no contaminante. Hasta el 2013 se implementaron y se pusieron en operación tres MCH, las cuales proveen energía eléctrica a pobla-

ciones rurales, beneficiando a un total de 581 familias con una potencia instalada de 156,8 kW¹⁵⁵.

Programas y proyectos con energías alternativas

La mayoría de estos proyectos fueron realizados mediante sistemas fotovoltaicos y microcentrales hidroeléctricas, habiendo beneficiado a más de 30.000 familias, incrementando considerablemente la cobertura en el área rural¹⁵⁶. La implementación de estos proyectos permite generar energía eléctrica prácticamente sin emitir GEI, evitándose de esta forma las emisiones que de otra forma se hubieran generado por centrales termoeléctricas.

En ese contexto, en el departamento de Santa Cruz se instaló una planta de generación eléctrica con la utilización de los residuos del procesado de caña de azúcar (bagazo de caña) con el objetivo de satisfacer la demanda de energía en todos los procesos de producción del ingenio Guabirá, logrando a partir del año 2007 inyectar sus excedentes al SIN. El año 2013, Guabirá Energía inyectó al SIN 78.131MWh con una potencia efectiva de 21 MW¹⁵⁷.

Otros proyectos del Programa Electricidad para Vivir con Dignidad

A través del Programa Electricidad para Vivir con Dignidad (PEVD), del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, se ejecutaron diferentes programas y proyectos de electrificación rural mediante diversas tecnologías convencionales y alternativas que cuentan con financiamiento tanto del Estado boliviano como de la cooperación internacional¹⁵⁸. El PEVD incluye diferentes subprogramas y proyectos relacionados directamente con el desarrollo de las energías alternativas. A continuación, se describen algunos de ellos:

- Proyecto de Infraestructura Descentralizada para la Transformación Rural (IDTR): Comprendió la ejecución de diferentes tipos de

152 (MHE, 2012)

153 (VEEA, 2014b)

154 (VEEA, 2014a)

155 (VEEA, 2014b)

156 (VEEA, 2014a)

157 (VEEA, 2014a)

158 (VEEA, 2014b)

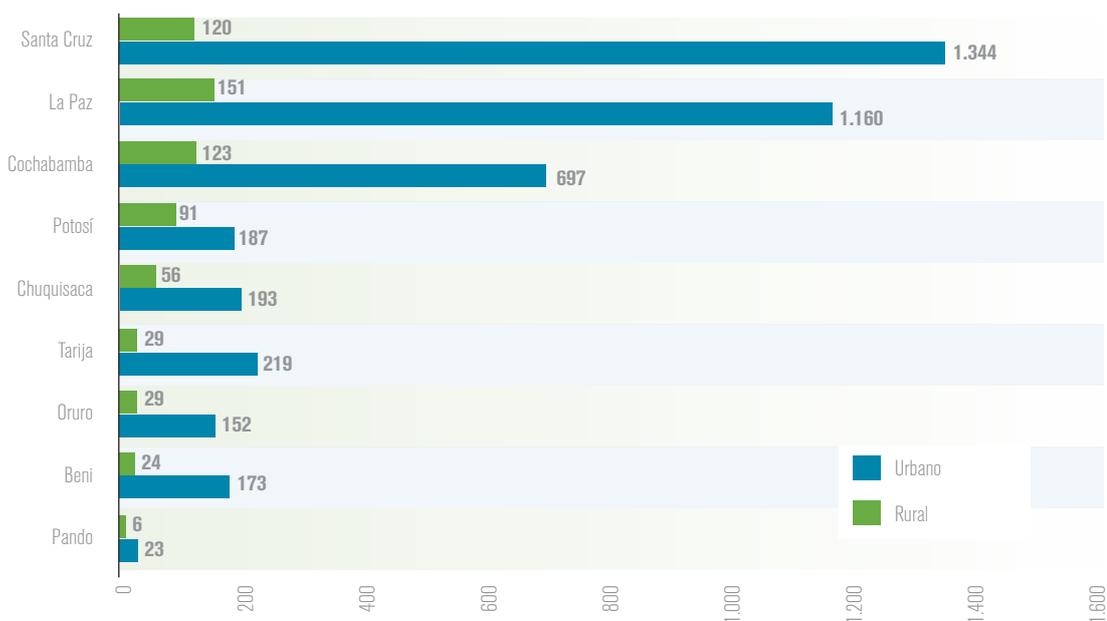
proyectos para la instalación de sistemas fotovoltaicos y la densificación de la red eléctrica en distintas regiones del país. En el periodo 2007-2011 se beneficiaron a un total a 10.147 hogares con el acceso a la energía eléctrica, a través de sistemas fotovoltaicos y 3.000 sistemas para infraestructura de usos sociales y productivos de la electricidad. La densificación con pequeñas extensiones de redes eléctricas en media y baja tensión alcanzó a beneficiar a 20.073 hogares, así como a comunidades rurales con la dotación de 7.649 cocinas mejoradas tipo Malena con uso eficiente de la leña (Programa Electricidad Para Vivir con Dignidad, 2014-2018).

- Proyecto *Global Partnership Output Based Aid* (GPOBA): Contribuyó al acceso a servicios de electricidad de familias y escuelas en áreas rurales mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos en los departamentos de La Paz, Potosí, Cochabamba y Chuquisaca. A través de él se distribuyeron lámparas pico

solares en las zonas de la Chiquitania, Chaco y Amazonía de Bolivia. Hasta 2013 se logró instalar 7.564 sistemas fotovoltaicos y entregar 4.055 lámparas pico PV, beneficiando a la misma cantidad de familias, respectivamente¹⁵⁹.

- Programa EUROSOLAR: Mediante su ejecución se llegaron a beneficiar a 59 comunidades de los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Oruro, Potosí y Santa Cruz, dotándoles de energía eléctrica con sistemas híbridos (solar/eólico), especialmente para el funcionamiento de telecentros comunitarios. Asimismo, el programa incluyó la dotación de equipamiento informático completo para brindar el servicio de internet, telefonía IP, cargado de baterías, purificación de agua y conservación de vacunas. Adicionalmente se llevó adelante procesos de capacitación a gestores comunales para la operación y mantenimiento de los telecentros. Hasta 2013 el programa benefició a un total de 5.566 familias.

Figura 65. Bolivia: Generación total estimada de residuos en poblaciones urbanas y rurales por departamento (t/día)



Fuente: Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia (MMAyA *et al.*, 2011)

159 (VEEA, 2014b)

4.2 Mitigación en el ámbito de residuos

La descomposición de residuos orgánicos en condiciones anaeróbicas genera emisiones de GEI, principalmente metano. De acuerdo con el Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia¹⁶⁰, la fracción orgánica representa más del 55% del total de los residuos generados, lo que significa que la cantidad de emisiones de GEI provocada por la descomposición de residuos es considerable. En 2009, la generación total de residuos sólidos fue de 1.677.650 t/año equivalente a 4.569 t/día. Para 2010, la generación se incrementó a 1.745.280 t/año equivalente a 4.782 t/día, de los cuales el 87% se genera en el área urbana y el 13% en el área rural. En las ciudades capitales se genera la mayor cantidad de residuos sólidos con el 54,3% respecto del total, en los municipios mayores el 17,4%, en los municipios intermedios el 9,1%, en los municipios menores el 17,1% y en el área rural el 2,1%.¹⁶¹

La Figura 65 muestra la generación de residuos en valores absolutos, donde el total de residuos generados, 4.782 t/día son generados, en su mayoría, en el departamento de Santa Cruz con el 31%, seguido de La Paz con el 27%, y Cochabamba con el 17%; el resto se genera en los departamentos de Potosí con el 6%, Chuquisaca y Tarija con el 5% cada uno; en Oruro y Beni con el 4% cada uno y en Pando con el 1%.

Composición de los residuos sólidos

A nivel general, la fracción orgánica representa más del 50% del total de residuos generados en Bolivia, con excepción de algunos municipios que presentan valores menores. Respecto a los residuos reciclables, la generación de plásticos está por encima del 10%, particularmente en las ciudades de mayor población, cuya actividad principal es el comercio. En segundo lugar, están los papeles y cartones, en promedio por encima del 7%. Con respecto a los metales y vidrios, estos varían en el orden del 1% al 3%. La Tabla 42 muestra las composiciones porcentuales de los residuos sólidos generados en las ciudades capitales del país.

En las ciudades capitales la composición de residuos orgánicos es similar, con excepción de Oruro, que presenta un valor por debajo de la media nacional atribuible al clima altiplánico que presenta. De darse esta situación, en ciudades de climas húmedos o tropicales la humedad en peso de este tipo de residuos sería mayor que en climas fríos o altiplánicos. Desde el nivel central del Estado, la gestión integral de residuos sólidos está a cargo de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DGGIRS), dependiente del Vice-ministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del MMAyA y creada mediante el Decreto Supremo N° 29894 (2009).

Tabla 42. Bolivia: Composición física porcentual de residuos sólidos por ciudad capital de departamento

Ciudad	Materia orgánica (%)	Plásticos (%)	Papel y cartón (%)	Metales (%)	Vidrios (%)	Otros (%)
Santa Cruz	53,2	9,4	7,0	1,0	4,1	25,3
La Paz	47,3	15,2	12,8	1,4	2,6	20,7
Cochabamba	60,6	5,5	3,5	1,1	3,3	26,0
Sucre	48,5	5,0	4,5	1,6	1,6	38,8
Oruro	37,0	11,0	11,0	4,0	4,0	33,0
Tarija	61,0	18,5	6,0	2,0	2,0	10,5
Potosí	55,0	7,0	9,0	2,0	2,0	25,0
Trinidad	54,0	5,9	9,9	1,5	3,0	25,7
Cobija	55,7	15,9	7,4	2,4	1,9	16,7

Fuente: Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia (MMAyA *et al.*, 2011)

160 (MMAyA, VAPPSB, & DGGIRS, 2011)

161 (MMAyA *et al.*, 2011)

A nivel subnacional, en la gestión de residuos sólidos los gobiernos autónomos departamentales han asumido una participación mínima, tanto en el área de planificación como en la coordinación con los diferentes niveles de Estado:

Tratamiento de residuos orgánicos

El tratamiento de los residuos orgánicos a través del compostaje brinda las condiciones para que la descomposición de los residuos se lleve a cabo en condiciones aeróbicas, con lo que se evita casi la totalidad de las emisiones de metano. La DGGIRS, desde su creación el año 2009, ha impulsado e implementado una serie de acciones orientadas hacia una gestión integral de los residuos sólidos, con énfasis especial en el tratamiento de residuos orgánicos, ya que, como ya se dijo, los mismos representan más del 50% del total de los residuos sólidos. En seis municipios del país: Santa Cruz de la Sierra, La Paz, Cochabamba, Tiquipaya, Comarapa y San Matías se han iniciado programas piloto de tratamiento y aprovechamiento de residuos que consiste en la separación en origen, la recolección diferenciada y el proceso de compostaje para residuos orgánicos, además del acopio y la comercialización de los residuos inorgánicos reciclables a la industria.

Estos emprendimientos han sido gestionados por la DGGIRS en coordinación con los gobiernos municipales y las organizaciones locales de apoyo, de los cuales participan también los recolectores organizados. Se han implementado proyectos piloto de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, algunos de los cuales se presentan a continuación:

- Programa en Santa Cruz de la Sierra: la Empresa Municipal de Aseo Santa Cruz implementó el primer modelo de recolección selectiva en origen y aprovechamiento en el país. Adicionalmente, recolectan residuos de poda, los cuales son destinados al triturado y empleados como material estructurante en el proceso de compostaje. Paralelamente al proceso

de compostaje, realizan lombricultura para la producción de humus.

- Programa en La Paz: a principios de la gestión 2010 se inició la recolección de residuos orgánicos generados en los mercados. Además, se crían lombrices californianas; hasta el año 2009 se cosecharon aproximadamente 50 toneladas de estas lombrices, con las cuales producen alrededor de 33 t/mes de humus.
- Programa en Cochabamba: desde el año 2009, a través de proyectos piloto, se recolecta, de manera diferenciada, residuos sólidos domiciliarios con el objetivo de promover un cambio de hábito en la población a través de la separación en origen y la recolección diferenciada en tres fracciones: orgánicos, reciclables y el resto de residuos no aprovechables; los peligrosos, como pilas y baterías, son acumulados de forma separada. Por otro lado, se ha implementado "Puntos verdes" en diferentes barrios de la ciudad, que son centros de acopio, donde se reciben por separado los residuos biodegradables, reciclables y no aprovechables.
- Programa en Tiquipaya: se ha creado una planta de compostaje, inicialmente con residuos provenientes del cementerio municipal y de las actividades de poda.
- Programa en Comarapa: se ha impulsado el proyecto de Reciclaje de Residuos Sólidos Orgánicos, que consiste en la recolección diferenciada y aprovechamiento de los residuos generados en los domicilios mediante compostaje.

Se han implementado otros proyectos locales de aprovechamiento de residuos sólidos con el apoyo de organizaciones externas. La Tabla 43 presenta un detalle de los mismos.

Tabla 43. Proyectos piloto de gestión de residuos

Municipio	Descripción
El Alto	Proyecto piloto de aprovechamiento de residuos orgánicos en ferias del municipio. Paralelamente, se ha iniciado el proyecto Ecovecindarios para la recolección de residuos reciclables en tres barrios de la ciudad.
Viacha	Proyecto Ecovecindarios con apoyo de la Fundación Swisscontact en tres barrios de la ciudad.
Sucre	Proyecto de implementación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, que incluye mejoras en el relleno y aprovechamiento de residuos reciclables y orgánicos. El proyecto integra desde el año 2009 el Programa de Generación de Empleo Digno con Recolectores de Residuos Sólidos Urbanos de la Fundación PAP.
Potosí	Compostaje y lombricultura con residuos de los mercados. El producto es utilizado en los huertos orgánicos ubicados en inmediaciones del botadero controlado.
Montero	Recolección diferenciada de residuos reciclables. Inicialmente, en barrios céntricos de la ciudad.
Quillacollo	Proyecto Ecovecindarios en diferentes barrios de la ciudad; proyecto Ecomercados que consiste en la recolección y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos del mercado principal de la ciudad.
Vinto	Proyecto piloto de aprovechamiento de residuos orgánicos, similar al que se desarrolla en Tiquipaya.
Villa Abecia	Planta de compostaje con residuos provenientes del matadero.
Culpina	Planta artesanal para la producción de humus, con restos orgánicos domiciliarios y restos del matadero.
Villa Montes	Recolectores de residuos sólidos reciclables, mediante capacitación, organización y el fortalecimiento a las actividades de recolección selectiva.
Coroico	Planta para producción de compost y humus con la participación de familias del lugar.

CAPÍTULO

5

Medidas
adoptadas para
lograr los objetivos
de la CMNUCC





Bolivia tiene una amplia trayectoria en relación a la demostración de su compromiso para reducir el impacto al medio ambiente y, más recientemente, disminuir su aporte al cambio climático, aspecto reafirmado ante la CMNUCC.

Internamente ha trabajado en la estructuración de mecanismos e instancias que contribuyan al cumplimiento de las metas establecidas internacionalmente, mismas que se describen a continuación.

5.1 Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques

El Estado Plurinacional de Bolivia, tomando como fundamento varios acuerdos y sugerencias de las negociaciones internacionales sobre bosques, cambio climático y diversidad biológica, ha asumido el desafío de poner en marcha el “Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques y Madre Tierra” para hacer efectiva, en la práctica, una forma de avanzar en el cumplimiento -de forma integrada e indisoluble- de las metas sobre mitigación y adaptación en el país¹⁶².

Este mecanismo tiene el objetivo de promover el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de los bosques y los sistemas de vida de la Madre Tierra, la conservación, protección y restauración de los sistemas de vida, de la biodiversidad y las funciones ambientales, facilitando usos más óptimos del suelo, a través del desarrollo de sistemas productivos sustentables, incluyendo agropecuarios y forestales, para enfrentar las causas y reducir la deforestación y degradación forestal, en un contexto de mitigación y adaptación al cambio climático.

Está orientado a fortalecer los medios de vida sustentables de las poblaciones locales y de las naciones y pueblos indígena originario campesinos, comunidades intraculturales e interculturales y afrobolivianas en áreas de bosque o zonas de vida con aptitud forestal, en un contexto de mitigación y adaptación al cambio climático.¹⁶³

5.2 Plataforma de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales

Esta plataforma logró constituirse gracias a una iniciativa del gobierno boliviano y está reconocida en el párrafo 135 de la decisión 1/CP.21 (CMNUCC, 2015). Tiene los propósitos de reforzar los conocimientos, tecnologías, prácticas y esfuerzos locales relacionados con las respuestas al cambio climático; facilitar el intercambio y experiencia de las mejores prácticas y lecciones en cuanto a la mitigación y a adaptación con un enfoque holístico; y mejorar la acción y el compromiso de los pueblos indígenas y las comunidades locales en el proceso de la CMNUCC. Esta plataforma constituye la primera instancia en la historia de la CMNUCC que reconoce a los pueblos indígenas del mundo y los incluye en lucha global contra el cambio climático como actores fundamentales, con plenos derechos y con capacidad de acción.

Eventos importantes en los que Bolivia ha demostrado su compromiso a nivel internacional y nacional:

- COP15 Copenhague, 2009: el punto de inflexión
- I Cumbre Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra (Tiquipaya, 2010)
- II Cumbre Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático de Defensa de la Vida. Tiquipaya, 2015
- COP21-2015: el Acuerdo de París

162 (Estado Plurinacional de Bolivia, 2012)

163 (Ley 300, 2012)

5.3 Comunicaciones nacionales

Las comunicaciones nacionales son parte del compromiso de Bolivia como país firmante de la CMNUCC desde su ratificación en 2004, decisión alineada con lo establecido en la Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien y en la Política Plurinacional de Cambio Climático, cuyo objetivo es conservar los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra en el marco de un manejo integral. Estas comunicaciones son el instrumento que deben servir de base para el cumplimiento de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas de los Estados que la conforman.

Las comunicaciones nacionales de Bolivia incluyen los avances que se lograron en adaptación, mitigación y toda la gestión relacionada al cambio climático. Precisamente, y al amparo de las disposiciones de la Convención establecidas en los artículos 4.1 y 12.1, Bolivia informa sobre las actividades que ha desarrollado en los últimos años en el logro de los objetivos de la CMNUCC, apoyándose en las guías para la preparación de comunicaciones nacionales establecidas en la Decisión 10/ CP.2 (CMNUCC, 1996b) de 1996 y en aquellas que fueron aprobadas en la Octava Conferencia de las Partes en 2002, a través de la Decisión 17/CP.8 (COP, 1999).

Bolivia ya ha presentado dos comunicaciones nacionales, la primera en 2001 y la segunda el 2009. Esta Tercera Comunicación Nacional está a cargo de la APMT, institución ahora encargada de los temas de cambio climático en el país. La TCN es importante porque refleja las transformaciones sociales y políticas que ocurrieron en Bolivia entre 2009 y 2015, así como el punto de inflexión en la posición del país en las negociaciones internacionales, vinculadas a la ejecución de políticas en el territorio nacional. Por otro lado, este informe e inventario de la TCN será base para la presentación de las Contribuciones Nacionales Previstas ante el CMNUCC.

5.3.1 Primera Comunicación Nacional

La Primera Comunicación Nacional fue el esfuerzo de Bolivia presentado ante la CMNUCC. Incluye los inventarios de GEI para el año 1994 y las secciones de vulnerabilidad, adaptación y mitigación. El análisis de vulnerabilidad permitió identificar los sectores que requieren de mayor atención. A partir del mismo se elaboraron los lineamientos estratégicos para la adaptación por sectores. Las medidas de mitigación se plantearon para los sectores energético, forestal y agrícola e incluyeron propuestas y análisis de costos. Es decir, tanto para adaptación como para mitigación fueron planteadas propuestas y líneas de acción a ser ejecutadas en el futuro.¹⁶⁴

Bolivia presentó la Primera Comunicación Nacional durante la sexta sesión de la Conferencia de las Partes, el año 2001, llevada a cabo en Bonn, Alemania. Ese documento fue elaborado con base en las guías para la preparación de comunicaciones iniciales de las Partes no incluidas en el Anexo 1 (Documento FCCC/ CP/1996/L.12) (CMNUCC, 1996a) y la decisión 10 de la Segunda Conferencia de las Partes (10/CP.2) (CMNUCC, 1996b). Incluyó, además del inventario nacional de GEI, escenarios climáticos, de vulnerabilidad de algunos ecosistemas, opciones de mitigación, actividades orientadas a enfrentar el cambio climático y las necesidades nacionales para la implementación de proyectos.

El INGEI y las remociones para el año 1994 fueron elaborados con base en las guías para la elaboración de inventarios nacionales de GEI de 1996 (IPCC, 1996). Las emisiones totales de GEI en términos de CO₂ eq fueron 61.163,33 Gg. El sector que presentó mayores emisiones de GEI fue el del Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura, principalmente por la conversión de bosques y praderas, representando el 65,21% de las emisiones nacionales de CO₂. Le seguía el sector Energía por la combustión de combustibles fósiles, con mayor incidencia del sector de transporte, que

164 (Viceministerio de Medio Ambiente Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, 2000)

presentó 15,66% de CO₂ (utilizando el método *bottom-up*). Luego se ubicó el sector de los Procesos Industriales por la producción de cemento, con 0,64% de emisiones de CO₂. El dióxido de carbono fue el gas mayoritario, seguido de metano y óxido nitroso.

En la sección Vulnerabilidad y Adaptación fueron analizados los cambios basados en tres escenarios climáticos realizados por el SENAMHI. Primero se evaluó la vulnerabilidad de sectores humanos, agrícolas, ganaderos, de la salud humana, de los recursos hídricos, de los ecosistemas y de los bosques. Para el sector forestal se describieron los cambios en la superficie de tipos de bosques de acuerdo a tres escenarios. A partir de los mismos escenarios se planteó efectos en todas las regiones agrícolas, con diferencias de vulnerabilidad.

También se registró el incremento de riesgo en cuanto a la salud y la posibilidad de que el mismo siga incrementándose en los diferentes escenarios. Para la sección de adaptación, se plantearon lineamientos estratégicos para los sectores forestal, ganadero y forrajero y para los recursos hídricos. Para la mitigación, se establecieron una serie de medidas a ser ejecutadas en el futuro con sus respectivos análisis de costos para el sector energético, forestal y agrícola. Adicionalmente, se registró que se está trabajando en la estrategia de Bolivia para el cambio climático. Finalmente, se presentó las necesidades financieras y tecnológicas como las más importantes, así como las limitaciones de países para acceder a los mecanismos de financiamiento como el Mecanismo de Desarrollo Limpio, que era aceptado por Bolivia en ese entonces.

5.3.2. Segunda Comunicación Nacional

El Estado Plurinacional de Bolivia presentó su Segunda Comunicación Nacional (SCN) durante la 15ª sesión de la Conferencia de las Partes realizada en Copenhague, Dinamarca, en 2009, con el firme convencimiento de que ha estado avanzando en la implementación de los compromisos ante la CMNUCC, en el marco de sus posibilidades como país en desarrollo. En ésta se describen las acciones que Bolivia desarrolla y le permiten avanzar en el fortalecimiento de capacidades nacionales, así como ampliar los análisis que valoren el nivel de

vulnerabilidad de Bolivia ante el cambio climático, con el objetivo de seguir generando herramientas y estrategias para enfrentarlo.

La SCN, elaborada bajo el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) dependiente del VMABYCC, presentó los inventarios de GEI para los años 2002 y 2004, los programas de adaptación implementados, incluyendo la conformación del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático. También fueron incorporadas las acciones de mitigación en Bolivia y las estrategias como la difusión y la educación para mejorar las capacidades. Asimismo, fue incluido el recálculo de los inventarios 1990, 1994, 1998 y 2000 para tener un nivel base claro de las emisiones del país. Las emisiones en términos de CO₂ eq para los años 2002 y 2004 fueron de 66.997,78 Gg y 85.331,17 Gg, respectivamente.

Para ambos años el sector de mayores emisiones fue nuevamente el de Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra y la Silvicultura con el 48% para 2002 y el 50% para 2004, seguido del sector Agricultura, con el 19% para 2002, y 18% para 2004; luego, el sector de Procesos industriales, con el 15% en 2002 y 16% en 2004; seguido del sector Energía, con 15% en 2002 y 13% en 2004; y, finalmente, el sector Residuos con el 3% para ambos años.

Es particularmente relevante la conformación del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático, que juega un rol estratégico para enfrentar el cambio climático en todos los sectores de la economía nacional y trascendiendo los diferentes niveles territoriales. Los objetivos estratégicos de este mecanismo son: 1. Reducir la vulnerabilidad al cambio climático; 2. Promover la adaptación planificada en el marco de los distintos programas sectoriales; y 3. Reducir riesgos a los impactos del cambio climático en los distintos sectores identificados como vulnerables.

El Mecanismo prioriza los sectores de recursos hídricos, agricultura, ecosistemas, salud, asentamientos humanos e infraestructura y riesgos climáticos. Las medidas de mitigación reportadas en la SCN están enfocadas en el sector energético e incluyen: 1. Gas Natural Vehicular; 2. Implementación de focos ahorradores; 3. Hidroelectricidad.

Por otro lado, en esta comunicación también se incluyen las potencialidades de Bolivia para REDD, recalcando la necesidad de incluir a los pueblos indígenas, lo cual también está plasmada la Acción Climática Noel Kempff Mercado como el mayor proyecto de mitigación.

También se detallan las acciones y estrategias para el fortalecimiento de capacidades en el marco de las negociaciones y las acciones posibles para enfrentar el cambio climático en Bolivia, y para la educación y difusión del mismo. Así, se tiene la “Estrategia de Negociación y Fortalecimiento de Capacidades sobre Cambio climático”, la “Estrategia Nacional de Educación para el Cambio climático” y el “Plan Integral de Investigación del Cambio climático”. Finalmente, se plantean las carencias y necesidades que

tiene Bolivia como país: Anexo 1, referido tanto a institucionalidad como a las necesidades financieras y de transferencia tecnológica, lo que para la comunidad internacional se reconoce en los artículos 4.3, 4.4 y 4.5 de la CMNUCC.

La SCN representa avances considerables con respecto a la Primera Comunicación Nacional. En primer lugar, se profundizan los análisis de vulnerabilidad e impactos del cambio climático en los diferentes sectores, pero además en las medidas de adaptación y mitigación se evidencian estrategias y planes en ejecución y no sólo proyecciones. Además, queda claro el mayor compromiso del Estado con esta temática al incluir estrategias direccionadas a generar o fortalecer las capacidades institucionales y de negociación, así como los planes de educación o difusión del cambio climático.¹⁶⁵

165 (MMAyA, VMA & PNCC, 2009)

CAPÍTULO

6

Necesidades y
proyecciones





Se han identificado obstáculos, necesidades y proyecciones conexas de financiamiento, tecnología y desarrollo de capacidades para la implementación de la política de cambio climático en Bolivia.

6.1 Obstáculos

El principal obstáculo en la implementación de la temática de cambio climático dentro de la planificación del Estado es la concepción de éste sólo como un tópico ambiental y no como una problemática inherente al desarrollo. Es recién a partir de la planificación estratégica nacional encaminada en los planes de desarrollo en el marco de la Agenda Patriótica 2025 que se logra la transversalidad de este fenómeno para la construcción del desarrollo integral hacia el Vivir Bien.

6.2 Necesidades técnicas

Si bien hubo importantes cambios positivos en las capacidades técnicas para el desarrollo de las comunicaciones nacionales, en el transcurso de las últimas décadas aún existen necesidades diversas de desarrollo de capacidades y uso de tecnologías para la implementación efectiva de la Política Nacional de Cambio Climático.

Uno de los pasos más importantes en el camino trazado para el desarrollo integral en el marco de la lucha contra el cambio climático es el fortalecimiento y consolidación del Sistema Plurinacional de Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra y Cambio Climático (SMTCC). Muchos de los requerimientos actuales serán abordados tras la coordinación y articulación intra e intergubernamental que permitirá el SMTCC. De manera general se pueden mencionar algunas de esas necesidades:

- Generación de información sectorial para la elaboración del inventario de GEI.
- Transferencia intersectorial de información oficial de las variables base para la estimación de emisiones de GEI.
- Definición de parámetros técnicos para definir factores de emisión y características de los sistemas de vida.
- Desarrollo y fortalecimiento de capacidades profesionales y técnicas en el cálculo de emisiones de GEI.

- Fortalecimiento del sistema de monitoreo climático a través de la articulación de información de instituciones que trabajan en esa área.
- Desarrollo de escenarios regionalizados de cambio climático.
- Articulación de líneas de investigación sobre cambio climático a nivel nacional desde las ciencias naturales y desde las ciencias sociales
- Profundizar el trabajo del enfoque de sistemas de vida para la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático en todo el país.
- Profundizar el trabajo de adaptación al cambio climático a través del diálogo de saberes.

6.3 Necesidades financieras

En el marco de las necesidades mencionadas y el desarrollo de la Contribución Prevista Determinada Nacionalmente del Estado Plurinacional de Bolivia, es necesaria –en coherencia con las responsabilidades comunes pero diferenciadas– la movilización de nuevos fondos, dado que el financiamiento actual es insuficiente.

La APMT no cuenta con recursos humanos y financieros propios para elaborar los reportes a la CMNUCC (CN, IGEL, IBA, CND), aunque en ese marco los recursos del GEF permiten reforzar los equipos de profesionales para llevar a cabo las tareas necesarias para la elaboración de estos reportes.

6.4 Proyecciones

6.4.1 Política Plurinacional de Cambio Climático

La Política Plurinacional de Cambio Climático incluye como primer lineamiento el “Manejo integral y sustentable de los bosques y gestión de los sistemas de vida de la Madre Tierra para la mitigación y adaptación al cambio climático”, que constituye

la posición y alternativa de mitigación y adaptación conjunta en los bosques. Bolivia, siendo un país vulnerable y con necesidades pendientes, ha establecido como prioridad la implementación de medidas de adaptación, incluidas acciones complementarias que relacionan mitigación y adaptación. Bolivia considera necesario que todas estas medidas aporten al desarrollo integral en las áreas de agua, energía, bosques y agropecuaria en el marco de la Agenda Patriótica 2025 y sus planes de desarrollo nacional.

6.4.2 Sistema Integral de Planificación del Estado

El marco institucional del Estado Plurinacional de Bolivia cuenta con la Ley N° 777, Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE), que establece un nuevo sistema para articular la planificación sectorial e integral del desarrollo, incorporando de forma transversal los enfoques de sistemas de vida, cambio climático y gestión de riesgos. Es así que la planificación del desarrollo sectorial y territorial necesita integrar una visión de gestión del cambio climático, incluyendo la planificación y monitoreo de las acciones y medidas de adaptación y mitigación.

El SPIE, en el marco de la planificación territorial del desarrollo integral, establece la promoción de la gestión de los sistemas de vida de la Madre Tierra para alcanzar de forma simultánea y complementaria sistemas productivos sustentables, erradicación de la extrema pobreza y protección y conservación de las funciones ambientales y los componentes de la Madre Tierra en diferentes ámbitos territoriales y jurisdiccionales, según corresponda.

Asimismo, de forma integrada, incorpora en la planificación la gestión de riesgos y gestión del cambio climático, fortaleciendo las capacidades de resiliencia de la sociedad y la naturaleza (Artículo 10). Por tanto, en Bolivia la planificación territorial del desarrollo integral no puede entenderse al margen de la planificación de los impactos positivos y negativos del cambio climático en la sociedad y en la naturaleza.

6.4.3 Contribución Prevista Determinada Nacionalmente de Bolivia

El Estado Plurinacional de Bolivia estima alcanzar los siguientes objetivos y resultados en mitigación y adaptación al año 2030 respecto de la línea de base del año 2010:

- Agua. Incrementar de forma integral la capacidad de adaptación y reducir sistemáticamente la vulnerabilidad hídrica del país.
- Energía. Incrementar la capacidad de generación eléctrica a través de energías renovables para el desarrollo local y de la región.
- Bosques y agropecuaria. Incrementar la capacidad de mitigación y adaptación conjunta a través del manejo integral y sustentable de los bosques.

6.4.4 Futuras comunicaciones nacionales

Las comunicaciones nacionales sobre cambio climático son parte de los compromisos de los países firmantes de la CMNUCC. Esas actividades son financiadas con recursos del GEF con el propósito de que los gobiernos desarrollen su estado de situación frente a factores de cambio climático, actualicen sus inventarios de GEI y construyan estrategias y documentos de políticas capaces de ayudar a los países a contar con suficientes insumos que les permita tomar decisiones en la planificación a nivel nacional y en sectores económicos y sociales, considerando aspectos de cambio climático.

Para las próximas comunicaciones nacionales e inventarios se espera lograr una coordinación estrecha con las instituciones para el adecuado registro y traspaso de datos de emisiones y de los avances en adaptación y mitigación nacionales. Esto también estará apoyado por el SPIE, que permitirá una gestión integrada de la información.

6.5 Recomendaciones

Con base en la experiencia de esta TCN, para futuros proyectos similares, se recomienda lo siguiente:

- Desarrollar una base de datos institucional que almacene y clasifique la información de la presente y las anteriores comunicaciones para garantizar transparencia y permitir la continuidad del trabajo.
- Propiciar espacios de debate y discusión con expertos para generar y validar la información y datos necesarios para proyectos similares futuros.
- Promover convenios con universidades e instituciones académicas con las capacidades para generar elementos necesarios para proyectos similares futuros (factores de emisión y otros).
- Coordinar y generar alianzas con las instituciones que entregan la información relacionada a los inventarios de GEI e institucionalizar el proceso para que el recojo de información sea recurrente y permita generar informes periódicos.
- Desarrollar un sistema digital para la generación, transferencia y sistematización periódica de la información relacionada con cambio climático, todo ello en el marco del SMTCC.
- Elaborar guías técnicas simples que puedan ser compartidas y difundidas de manera más amplia y comprensible para los actores involucrados en proyectos similares futuros.
- Generar políticas de socialización de la información desde las instituciones públicas y privadas.

Siglas y Acrónimos

ACC	Adaptación al Cambio Climático
AdP	Acuerdo de París
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo (por sus siglas en inglés: <i>Agriculture, Forestry and Other Land</i>)
APMT	Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CBF	Colección Boliviana de Fauna
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CND	Contribución Nacionalmente Determinada
CNDC	Comité Nacional de Despacho de Carga
COBEE	Compañía Boliviana de Energía Eléctrica S.A.
COED	Comité Operativo de Emergencias a nivel Departamental
COEN	Comité Operativo de Emergencias a nivel Nacional
COEM	Comité Operativo de Emergencias a nivel Municipal
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
CODERADE	Consejo Departamental para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias
COMURADE	Consejo Municipal para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias
CONARADE	Consejo Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias
COP21	Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2015
COSUDE	Cooperación Suiza para el Desarrollo
COVID-19	Enfermedad infecciosa causada por el coronavirus
CPE	Constitución Política del Estado
CVI	Coefficientes de Variabilidad Interanual
°C	Grados centígrados
DGGIRS	Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos
EDA	Enfermedad Diarreica Aguda
EEC-GNV	Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular
ELA	Línea de Equilibrio Altitudinal (por sus siglas en inglés: <i>Equilibrium Line Altitude</i>)
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur
ET	Evapotranspiración
FE	Factores de Emisión
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (por sus siglas en inglés: <i>Global Environment Facility</i>)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos
GLORIA	Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos (por sus siglas en inglés: <i>Global Observation Research Initiative in Alpine Environments</i>)
GNV	Gas Natural Vehicular
IABM	Indicador de Amenazas a Inundaciones del Banco Mundial
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INE	Instituto Nacional de Estadística

IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático (por sus siglas en inglés: <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
IPPU	Procesos industriales y uso de productos (por sus siglas en inglés: <i>Industrial Processes and Product Use</i>)
IUV	Índice de Radiación Ultravioleta
IVSM	Índices de Vulnerabilidad Sectorial Municipal
Km ²	Kilómetros cuadrados
LAC	Latinoamérica y el Caribe
MCH	Micro y Minicentrales Hidroeléctricas
MEI	Índice Multivariado de ENOS (por sus siglas en inglés: <i>Multivariate ENSO Index</i>)
MHE	El Ministerio de Hidrocarburos y Energía
MIC	Manejo Integral de Cuencas
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
m.s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
NyPIOC	Naciones y Pueblos Indígena Originario Campesinos
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
PDO	Oscilación Decadal del Pacífico (por sus siglas en inglés: <i>Pacific Decadal Oscillation</i>)
PDES	Plan de Desarrollo Económico y Social
PER	Programa Energías Renovables
PEVD	Programa Electricidad para Vivir con Dignidad
PIACC	Proyectos de Inversión Adaptación al Cambio Climático
PIB	Producto Interno Bruto
PNC	Plan Nacional de Cuenca
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNCC	Programa Nacional de Cambios Climáticos
PNS	Parque Nacional Sajama
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PPCR	Programa Piloto de Resiliencia Climática (por sus siglas en inglés: <i>Pilot Program for Climate Resilience</i>)
PRAA	Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales
PROAR	Programa Agua y Riego para Bolivia
PRRD	Programa de Reducción del Riesgo de Desastres
PRONAREC	Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuencas
RRD	Reducción del Riesgo de Desastres
SAFCI	Salud Familiar Comunitaria Intercultural
SAMS	Sistema Monzónico Sudamericano (por sus siglas en inglés: <i>South American Monsoon System</i>)
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SISRADE	Sistema Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias

SMTCC	Sistema Plurinacional de Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra y Cambio Climático
SOI	Índice de la Oscilación del Sur (por sus siglas en inglés: <i>Southern Oscillation Index</i>)
SPIE	Sistema de Planificación Integral del Estado
SRES	Informe especial sobre escenarios de emisiones (por sus siglas en inglés: <i>Special Report on Emissions Scenarios</i>)
TARWR	Recursos hídricos renovables reales totales (por sus siglas en inglés: <i>Total actual renewable water resources</i>)
TCN	Tercera Comunicación Nacional
TSP	Temperatura Superficial del Pacífico
UDAPE	Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
USLE	Ecuación Universal de la Pérdida del Suelo (por sus siglas en inglés: <i>Universal Soil Loss Equation</i>)
VIDECI	Viceministerio de Defensa Civil
VMABByCC	Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos
ZCA	Zona de Convergencia del Atlántico Sur
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

Referencias

- Acción Contra el Hambre & Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. (2010). Caracterización de la cuenca alta de río Grande y del Chaco cruceño. (E. O. Díaz, Ed.). Obtenido de <http://siarh.gob.bo/download/caracterizacion-cuenca-alta-del-rio-grande-y-chaco-cruceno/>
- Andrade, M. (2014). La economía del cambio climático en Bolivia: Validación de modelos climáticos. (C. E. L. y L. S. Aragón, Ed.). Washington, DC: Monografía No. 184, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Andrade, M. (2008). Mitos y verdades acerca del cambio climático en Bolivia. *Revista Boliviana de Física*.
- Aparicio-Effen Marilyn. *et al.* (2012).
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad. (2016). Anuario Estadístico 2015. La Paz.
- Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra. (2015). Política Plurinacional de Cambio Climático: Documento de Trabajo. La Paz, Bolivia.
- Banco Central de Bolivia. (3 de julio de 2020). Indicadores de inflación. Obtenido de: https://www.bcb.gob.bo/?q=indicadores_inflacion
- Banco Interamericano de Desarrollo y CEPAL. (2014). La economía del cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia. LC/W.627. Noviembre de 2014.
- Banco Interamericano de Desarrollo-Programa de Bienes Públicos Regionales. (2012). "Herramientas regionales para la adaptación a la salud del cambio climático".
- Banco Mundial. (2016). Bolivia: panorama general.
- BMI (*Bolivian Mountain Institute*) & INWENT (*Internationale Weiterbildung und Entwicklung*). (2006). Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia: de la investigación a la acción. (P. Memoria por el Día Internacional de la Montaña, organizado por IHH, IRD, Ed.). La Paz, Bolivia. Instituto Boliviano de la Montaña.
- Botkin, D. B. (2008). *The Future of Ecology and the Ecology of the Future*. In *Foundations of Environmental Sustainability: The Coevolution of Science and Policy*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195309454.003.0024>
- Calvo Cárdenas, N. (2014). La economía del cambio climático en Bolivia: Cambios en la demanda hídrica.
- CEPAL. (2007). Alteraciones climáticas en Bolivia: Impactos Observados en el Primer Trimestre de 2007. Naciones Unidas.
- CEPAL. (2015). Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL, (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), & BID, (Banco Interamericano de Desarrollo). (2015). La economía del cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia. (L. Andersen & R. Mamani Paco, Eds.) (Vol. 1). La Paz: Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de: <https://publications.iadb.org/handle/11319/6817>
- CEPAL, & BID. (2014). La economía del cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia. (L. Andersen & R. Mamani Paco, Eds.) (Vol. 1). La Paz: Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de: <https://publications.iadb.org/handle/11319/6817>
- Cerruto, N. (2010). Acceso y distribución de los derechos de agua. El caso del Sistema de Riego Comarapa Saipina, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Wageningen University. Obtenido de: <http://edepot.wur.nl/146923>

Chávez, A., R., Trujillo, R., F., & Halvorsen, B. K. (2006). Mancomunidad de Carabuco y Vallegrande. La Paz, Bolivia: Grupo de Climatología.

CMNUCC. (1996a). Comunicaciones de las partes no incluidas en el Anexo 1: Directrices, facilitación y procedimiento de examen. In FCCC/CP/1996/L.12 (Vol. 65022, pp. 1–7). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

CMNUCC. (1996b). Decisión 10/CP.2: Comunicaciones de las Partes no incluidas en el anexo de la Convención: Directrices, facilitación y procedimiento de examen.

CMNUCC. (2011). Cancún 1-Convención Marco sobre el cambio climático de las Partes en su 16o periodo de sesiones en el marco de la Convención, 60553, 1–33.

CMNUCC. (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17o periodo de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011. Adición. Segunda parte. Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 17o periodo de sesiones (Vol. 60551, pp. 1–93). Obtenido de: <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf#page=>

CMNUCC. (2015). *Decision 1/CP.21*: Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21er periodo de sesiones, celebrado en París del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2015. Adición 1-Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 21er periodo. Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, FCCC/CP/20, 40. Obtenido de: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>

CMPCC. (2010). Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra. Tiquipaya, Bolivia. Obtenido de: <http://www.un-ngls.org/spip.php?article2402>

CMPCC. (2015). Conferencia Mundial de los Pueblos sobre Cambio Climático y Defensa de la Vida. Tiquipaya, Bolivia.

COP. (1999). 17/CP.8 Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. DIPECHO. (2012). Documento país BOLIVIA 2012. Plan de Acción DIPECHO. Obtenido de: <http://dipecholac.net/docs/files/192-bolivia-documento-pais-2012.pdf>

D. S. 1696. La Paz, Bolivia, 14 de agosto 2013.

EEC-GNV, E. E. de C. a G. N. Vehicular. (2014). Audiencia Pública Parcial 2014. La Paz, Bolivia.

ENDE. (2015). *Memoria anual*. Empresa Nacional de Electricidad.

Escalera, J. C. (n.d.). (2014). Resiliencia a los Cambios Climáticos en los Sistemas de Producción Campesino de Aqoyu Jirapata y Chomoco, Municipios de Sacaca norte de Potosí y Colomi Cochabamba.

Escurra, J. J., Vazquez, V., Cestti, R., De Nys, E., & Srinivasan, R. (2014). *Climate change impact on countrywide water balance in Bolivia. Regional Environmental Change*, 14(2), 727–742. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0534-3>

Espinoza, S. (2014). Influencia del cambio climático en el calendario agrícola de los principales cultivos de la agricultura familiar campesina en Bolivia, caso municipio Anzaldo. Universidad Mayor de San Simón. Obtenido de: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/2179>

FAO. (2013). Diagnóstico de la zona montañosa de Bolivia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Flores, L., Caballero, E. G., Duba, S. D., & Torales, J. (2015). Impacto Económico del dengue en el Instituto de Previsión Social: epidemia diciembre 2006-julio 2007. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 13(2). Obtenido de: <http://revistascientificas.una.py/index.php/RIIC/article/view/601>

- Francou, B., Rabatel, A., Soruco, A., Sicart, J. E., Silvestre, E. E., Ginot, P., ...Mendoza, J. (2013). Glaciares de los Andes Tropicales, víctimas del cambio climático. Comunidad Andina. <https://doi.org/10.13140/G.2.1.1255.4082>
- García, M. (2013). Informe del componente agroclimático, zona del parque Sajama, dentro del Proyecto "Adaptación al Cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciares tropicales". Aguas Sustentables. La Paz, Bolivia.
- García, M. (2012). Análisis agroclimático y del sistema productivo del Parque Nacional Sajama en base a información climática y de análisis de imágenes satelitales. Agua sustentable. La Paz, Bolivia.
- Garrett, K. A., Forbes, G. A., Gómez, L., Gonzáles, M. A., Gray, M., Skelsey, P., & Sparks, A. H. (2009). Cambio climático, enfermedades de las plantas e insectos plaga. In: Cambio climático y adaptación en el Altiplano boliviano (pp. 71-98). Plural Editores.
- Gobierno Autónomo de Chuquisaca. (2014). Plan departamental de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio climático del Departamento de Chuquisaca. Bolivia.
- Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. (2014). Plan Departamental de Gestión de Riesgos y Resiliencia al Cambio Climático. (W. R. V. C, Ed.). Cochabamba, Bolivia.
- GOEPB, (Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia). (2009). Decreto Supremo N° 29894 del 7 de febrero de 2009. Estructura organizativa del Poder Ejecutivo del Estado Plurinacional. La Paz, Bolivia.
- GOEPB, Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia (2008). Decreto Supremo N° 29466 del 5 de marzo de 2008. La Paz, Bolivia.
- GriMM, A. M., Barros, V. R., & Doyle, M. E. (2000). *Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events*. *Journal of Climate*. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<0035:CVISSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<0035:CVISSA>2.0.CO;2)
- Hannah, L., Midgley, G., Hughes, G., & Bomhard, B. (2005). *The View from the Cape: Extinction Risk, Protected Areas, and Climate Change*. *BioScience*, 55(3), 231–242. Obtenido de: <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/55/3/231/249703>
- HELVETAS (Swiss Intercooperation). (2014). Fortaleciendo la gobernabilidad de la reducción del riesgo de desastres en Bolivia. Sistematización del Programa de Reducción del Riesgo de Desastres: Fase III. Teleioo SRL ediciones.
- Herzog, S. K., Martínez, R., Jørgensen, P. M., & Tiessen, H. (2011). *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3718.4969>
- Hoffmann, D., & Requena, C. (2012). Bolivia en un mundo 4 grados más caliente. Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.
- Hole, D. G., Willis, S. G., Pain, D. J., Fishpool, L. D., Butchart, S. H. M., Collingham, Y. C., ...Huntley, B. (2009). *Projected impacts of climate change on a continent-wide protected area network*. *Ecology Letters*, 12(5), 420–431. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01297.x>
- Ibisch, P. L., & Mérida, G. (2003). Biodiversidad. La riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y Conservación. FAN. Santa Cruz.
- Ibisch, P. L. (2001). *Bolivia is a megadiversity country and a developing country*. (W. Barthlott, M. Winiger, & N. Biedinger, Eds.). Springer.
- IHH, (Instituto de Hidrología e Hidráulica), & UMSA, (Universidad Mayor de San Andrés). (2015). *At the end of the GRANDE Project*. *News Letter Volume 3*, No.2, 7.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2012). Censo de Población y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2015). Censo de Población y Vivienda 2012 Bolivia. Características de la población.

- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2020). Instituto Nacional de Estadística de Bolivia, Aspectos geográficos. Obtenido de <https://www.ine.gob.bo/index.php/bolivia/aspectos-geograficos/>
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2011). Anuario estadístico 2010: Bolivia: Población total proyectada, por año calendario, según área y departamento, 2010-2015, 753.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2013). Anuario Estadístico 2013. Bolivia: Necesidades Básicas Insatisfechas.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2014). Nota de Prensa Enero 2014: Estructura de Población Menos Joven en el País, 4.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2015). Características de la población. Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2016). Encuesta Hogares 2007-2015.
- IPCC, (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). (2000). Escenarios de emisiones. Resumen para responsables de políticas, 27.
- Jiménez, E. (2010). Adaptación y cambio climático en el Altiplano Boliviano. Plural Editores. La Paz, Bolivia.
- Lambert, A. (2010). Cambio climático en Bolivia, 20. Obtenido de: https://es.slideshare.net/InfoAndina/cambio-climtico-en-bolivia?from_action=save
- Lemieux, C. J., & Scott, D. J. (2005). *Climate change, biodiversity conservation and protected area planning in Canada. Canadian Geographer*. <https://doi.org/10.1111/j.0008-3658.2005.00103.x>
- Ley N° 650. Agenda Patriótica del Bicentenario 2025. (2015) La Paz, Bolivia.
- Ley N° 777. Sistema de Planificación Integral del Estado (2016). La Paz, Bolivia.
- Ley N° 071, Derechos de la Madre Tierra. (2010) La Paz, Bolivia.
- Ley N° 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. (2012). La Paz, Bolivia.
- Ley N° 2140. Ley para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias. (2000). La Paz, Bolivia.
- Ley N° 602. Ley de Gestión del Riesgo. (2014). La Paz, Bolivia.
- Ley N° 031. Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Báñez". (2010). La Paz, Bolivia.
- Ley N° 144. Ley de la Revolución Productiva, Comunitaria Agropecuaria. (2011). La Paz, Bolivia.
- Ley N° 448. 6 de diciembre de 2013. (2013). La Paz, Bolivia.
- Locatelli, B., & Imbach, P. (2010). Migración de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático: el rol de los corredores biológicos en Costa Rica. En *Adaptación al Cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina*.
- Lovejoy, T. E. (2005). *Conservation with a changing climate. Yale University Press*, 325-328.
- Luoto, M., & Heikkinen, R. K. (2008). *Disregarding topographical heterogeneity biases species turnover assessments based on bioclimatic models. Global Change Biology*, 14(3), 483-494. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01527.x>
- Marengo, J. A., Soares, W. R., Saulo, C., & Nicolini, M. (2004). *Climatology of the low-level jet east of the Andes as derived from the NCEP-NCAR reanalyses: Characteristics and temporal variability. Journal of Climate*, 17(12), 2261-2280. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<2261:-COTLJE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<2261:-COTLJE>2.0.CO;2)
- Martínez-Torres, E. (1995). *Dengue and hemorrhagic dengue: the clinical aspects*. *Salud Pública de México*, 37 Suppl, S29-44. Obtenido de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8599146>

McCarthy, J., & Turner, S. (2000). *Natural Gas Vehicles and Greenhouse Gas Emissions*. San Diego, California: *Presentation for the NETL-sponsored training session, Developing International Greenhouse Gas Emission Reduction Projects Using Clean Cities Technologies*.

MDRyT-VDRT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras). (2012). *Compendio Agropecuario*. La Paz.

Medina, J. H. (2010). El cultivo del arroz y su medio ambiente. In D. Víctor, M. César, & M. Francisco (Eds.), *Arroz* (Vol. 58, pp. 83–97). Cali: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Obtenido de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. (2014). *Modelo Económico Social Comunitario Productivo*. Economía Plural. La Paz, Bolivia, 10 (D.L. 4-1-201-11- P.O), 1–9.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. (2015a). *Memoria de la Economía Boliviana*.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. (2015b). *Proyecto Presupuesto General del Estado Gestión 2016*. Bolivia: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE).

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. (2016). *Memoria de la economía boliviana 2015*. Bolivia.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. *Presentación de la economía boliviana*. Obtenido de: <http://www.economiayfinanzas.gob.bo/index.php?opcion=pdf&id=3936>

Ministerio de Hidrocarburos y Energía, MHE. (2012). *Audiencia Parcial de Rendición Pública de Cuentas Gestión 2012*. La Paz, Bolivia.

MMAyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua); Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, VAPPSB; Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, DGGIRS. (2011). *Diagnóstico de la Gestión de residuos Sólidos en Bolivia*. La Paz, Bolivia.

MMAyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), VMA (Viceministerio de Medio Ambiente, B. y C. C., & PNCC (Programa Nacional de Cambio climáticos). (2009). *Segunda Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante al Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. La Paz, Bolivia.

MMAyA, (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), & MDRT, (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras). (2011). *Diagnóstico de vulnerabilidad e impacto del cambio climático en el sector de seguridad alimentaria y desarrollo rural*. (Garia-Apaza-E, Ed.). Obtenido de: <https://agrobolivia.files.wordpress.com/2011/05/diagsegalim-2.pdf>

MMAyA, (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), & VAPPSB, (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico). (2009). *Plan Nacional de Saneamiento Básico 2009-2015*. La Paz, Bolivia.

MMAyA, (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), VR, (Viceministerio de Riego), & SNR, (Servicio Nacional de Riego). (2007a). *Plan Nacional de Desarrollo del Riego para Vivir Bien*. Obtenido de: https://www.preventionweb.net/files/30230_plannacionalderiegobolivia.pdf

MMAyA, (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), VR, (Viceministerio de Riego), & SNR, (Servicio Nacional de Riego). (2007b). *Plan Nacional de Desarrollo del Riego para Vivir Bien*.

MMAyA, (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), & VRHR, (Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego). (2013). *Inventario Nacional del sistema de riego 2012*. (V. de R. H. y Riego, Ed.).

MMAyA, (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), VRHR, (Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego), & PNCC, (Programa Nacional de Cambios Climáticos). (2014). *Programa Plurianual de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Manejo Integral de Cuencas 2013-2017*. La Paz.

MMAyA. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua). (2011). *Diagnóstico de la Gestión de residuos sólidos en Bolivia*.

Montes de Oca, I. (1995). Geografía y clima de Bolivia. *Bulletin de L'Institut Francais D'études Andines*, 24(3), 357–368.

MPD, (Ministerio de Planificación del Desarrollo). (2007). Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La Paz.

MPD, (Ministerio de Planificación del Desarrollo), VPTA, (Viceministerio de Planificación Territorial y Ambiental), & PNCC, (Programa Nacional de Cambios Climáticos). (2007). Malaria de altura: estudio de caso: evaluación multidisciplinaria de malaria en los municipios de Carabuco, Mocomoco y Ancoraimes. (Programa Nacional de Cambios Climáticos, Ed.).

Oxfam. (2009). Bolivia, cambio climático, pobreza y adaptación, 72. Obtenido de: <http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bolivia-cambio-climatico-adaptacion-sp-0911.pdf> (01.07.2011)

Paz, P., Tejada, M., Díaz, C., & Arana, P. (2010). Vulnerabilidad de los medios de vida ante el cambio climático en Bolivia. La Paz: LIDEMA (Liga de Defensa del Medio Ambiente).

Paz, O., Tejada, F., Díaz, S., & Arana, I. (2010). Vulnerabilidad de los medios de vida ante el cambio climático en Bolivia. La Paz: LIDEMA (Liga de Defensa del Medio Ambiente).

PNUD. (2011). (W. Apaza Torrez, Ed.). Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Proyecto Fortalecimiento de las capacidades nacionales de sistematización del conocimiento, información y difusión sobre el cambio climático en Bolivia, 144. La Paz: PNUD-Bolivia. Obtenido de: <http://www.bo.undp.org/content/dam/bolivia/docs/Tras-las-huellas-del-Cambio-Climatico-en-Bolivia.pdf>

PNUD. (2013a). Cambio climático y el desafío de la salud en Bolivia. La Paz: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Obtenido de: <http://www.undp.org/content/dam/bolivia/docs/MedioAmbiente/undp-bo-salud-2014.pdf>

PNUD. (2013b). El impacto del cambio climático en la biodiversidad (Bolivia). La Paz: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Obtenido de: http://cambioclimatico-pnud.org.bo/paginas/admin/uploaded/EA_Biodiversidad.pdf

Programa Nacional de Cambios Climáticos, PNCC. (2008). Evaluación de la influencia del Retroceso de Glaciares y otros impactos del cambio global sobre la dinámica de los humedales de altura. Facultad de Agronomía, UMSA.

Promoción de la Sostenibilidad y Conocimientos Compartidos, PROSUCO. (2013). PachaGra-ma Cuaderno de Registro Agroclimático. La Paz: UGRACC (Unidad de Gestión de Riego Agropecuario y Cambio climático), VDRA (Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario), MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras).

Ramírez, E. (2013). Inventario de glaciares, cuerpos de agua y bofedales de la Cordillera Real de Bolivia. La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Estado Plurinacional de Bolivia. Obtenido de: <https://books.google.com.bo/books?id=FTk-cjwEACAAJ&dq=Inventario+de+glaciares,+cuerpos+de+agua+y+bofedales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjG4s2roobcAhXOq1kKHVOEAGs-Q6AEIKTAB>

Ramírez, E. (2008). Impactos del cambio climático y gestión del agua sobre la disponibilidad de recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto.

Ramírez, E., Hoffmann, G., Taupin, J. D., Francou, B., Ribstein, P., Caillon, N.,...Stievenard, M. (2003). *A new Andean deep ice core from Nevado Illimani (6350 m), Bolivia. Earth and Planetary Science Letters*, 212(3–4), 337–350. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(03\)00240-1](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(03)00240-1)

Randin, C. F., Engler, R., Normand, S., Zappa, M., ZIMMermann, N. E., Pearman, P. B.,...Guisan, A. (2009). *Climate change and plant distribution: Local models predict high-elevation persistence. Global Change Biology*, 15(6), 1557–1569. Obtenido de: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01766.x>

Revista Virtual REDESMA (Vol. 2). REDESMA. Obtenido de: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvr/v2n3/a08.pdf>

Roldan, B. (2011). Estudio del Balance Hídrico para la Cuenca del Río Caigua, Villamontes (Bolivia), 162. Obtenido de: http://bivica.org/upload/rio_caigua.pdf

- Ronchail, J., Bourrel, L., Cochonneau, G., Vauchel, P., Phillips, L., Castro, A.,...De Oliveira, E. (2005). *Inundations in the Mamoré basin (South-western Amazon-Bolivia) and sea-surface temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. Journal of Hydrology*, 302(1-4), 223-238. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.07.005>
- SAIC, S. A. I. C. C. C. S. (2002). *Greenhouse Gas Emission Reductions and Natural Gas Vehicles: A Resource Guide on Technology Options and Project Development*. (O. Anastasia, N. Checklick, V. Coutts, J. Doherty, J. Findsen, L. Gehlin, & J. Radoff, Eds.). *Pittsburgh, US: National Energy Technology Laboratory (NETL)*. Obtenido de: <https://doi.org/10.2172/816573>
- Salazar, A. (2010). El Acuerdo de Copenhague. COP-15. Obtenido de: <https://www.uccs.mx/article.php?story=el-acuerdo-de-copenhague-cop-15>
- Seiler, C., Hutjes, R. W. A., & Kabat, P. (2013). *Climate Variability and Trends in Bolivia. Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 52(1), 130-146. Obtenido de: <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-12-0105.1>
- SENAMHI. (2015). Análisis de temperaturas y precipitaciones. Ing. Gualberto Carrasco y Yaruska Castellón. La Paz: Departamento de pronósticos-SEMAMHI.
- SERNAP. (2013). Deforestación y regeneración de bosques en Bolivia y en sus áreas protegidas nacionales para los periodos 1990-2000 y 2000-2010. Servicio Nacional de Áreas Protegidas.
- UDAPE. (2015). Objetivos de Desarrollo del Milenio en Bolivia 2015.
- UDAPE. (2015a). Evaluación de daños y pérdidas por eventos climáticos. Bolivia.
- UDAPE. (2015b). Evaluación de daños y pérdidas por eventos climáticos 2013-10. Bolivia.
- UDAPE, U. de A. de P. S. y E. (2015c). Diagnósticos Sectoriales: Agropecuario. (S. F. Pacheco, Ed.). La Paz. Obtenido de: http://www.udape.gob.bo/portales_html/diagnosticos/diagnostico2015/TOMO_VIII_-_SECTOR_AGROPECUARIO.pdf
- Ulloa, D., & Yager, K. (2007). Memorias del taller "Cambio climático: percepción local y adaptaciones en el Parque Nacional Sajama." Comunidad de Sajama.
- UNFCCC. (2014). Mecanismo internacional de Varsovia para las pérdidas y los daños relacionados con las repercusiones del cambio climático. FCCC/ CP/2013/10/Add.1. Informe de la Conferencia de las Partes Sobre su 19 Periodo de Sesiones, celebrado en Varsovia, 67369, 1-46. Obtenido de: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2013/cop19/spa/10a01s.pdf>
- UNICEF. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos y sus repercusiones en la salud infantil. La Paz: Fondo para las Naciones Unidas para la Infancia.
- Urrutia, R., & Vuille, M. (2009). *Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 114(2), 1-15. Obtenido de: <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- Valdivia, C., & Barbieri, C. (2014). *Agritourism as a sustainable adaptation strategy to climate change in the Andean Altiplano. Tourism Management Perspectives*, 11, 18-25. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2014.02.004>
- Van DaMMe, P. (2002). Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 90. Obtenido de: http://cebem.org/revistaredesma/vol10/pdf/informacion/recursos_hidricos_bol.pdf
- VEEA, V. de E. y E. A. (2014a). Plan para el desarrollo de las energías alternativas. La Paz, Bolivia: MHE, Ministerio de Hidrocarburos y Energía. Obtenido de: <http://www.bivica.org/upload/energias-alternativas-plan.pdf>
- VEEA, V. de E. y E. A. (2014b). Programa Electricidad para Vivir Bien con Dignidad. Memoria 2012-2013. La Paz, Bolivia: MHE, (Ministerio de Hidrocarburos y Energía).

Viceministerio de Medio Ambiente Recursos Naturales y Desarrollo Forestal. (2000). Primera Comunicación Nacional ante la Convención de Cambio Climático.

Viceministerio de Defensa Civil Bolivia. (2014). Documento País Bolivia. Construyendo juntos la Gestión del Riesgo de Desastres en Bolivia. Obtenido de: <http://dipecholac.net/docs/files/1011-documento-pais.pdf>

VIDECI, (Viceministerio de Defensa Civil Bolivia). (2014). Documento País Bolivia. Construyendo juntos la Gestión del Riesgo de Desastres en Bolivia. Obtenido de: <http://dipecholac.net/docs/files/1011-documento-pais.pdf>

Vuille, M., & Bradley, R. S. (2000). *Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes. Geophysical Research Letters*, 27(23), 3885–3888. Obtenido de: <https://doi.org/10.1029/2000GL011871>

Wang, M. Q. (1999). *GREET 1.5 Transportation Fuel-Cycle Model Volume 1: Methodology, Development, Use, and Results. Illinois: Center for Transportation Research, Energy Systems Division, Argonne National Laboratory*. Obtenido de: <https://publications.anl.gov/anl-pubs/1999/10/34035.pdf>

Williams, S. E., Shoo, L. P., Isaac, J. L., Hoffmann, A. A., & Langham, G. (2008). *Towards an Integrated Framework for Assessing the Vulnerability of Species to Climate Change. PLoS Biology*. Obtenido de: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060325>

World Bank. (2010). *Adaptation to Climate Change-Vulnerability Assessment and Economic Aspects*. Washington D. C.: The World Bank Group.

World Bank Group. (2010). *The economics of adaptation to climate change: A Synthesis Report*. Washington DC: The World Bank Group. Obtenido de: http://siteresources.worldbank.org/EXTCC/Resources/EACC_FinalSynthesisReport0803_2010.pdf

Xue, Y., de Sales, F., Li, W. P., Mechoso, C. R., Nobre, C. & Juang, H. M. (2006). *Role of Land Surface Processes in South American Monsoon Development. Journal of Climate*, 19, 741–762. Obtenido de: <https://doi.org/10.1175/JCLI3667.1>

Zhou, J., & Lau, K. M. (1998). *Does a monsoon climate exist over South America? Journal of Climate*, 11(5), 1020–1040. Obtenido de: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1998\)011<1020:-DAMCEO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1998)011<1020:-DAMCEO>2.0.CO;2)

