



Estado Plurinacional  
de Bolivia



VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE,  
BIODIVERSIDAD Y CAMBIOS CLIMÁTICOS



# Segunda Comunicacion Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la Convencion Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climatico



PROGRAMA NACIONAL  
DE CAMBIOS CLIMATICOS



*Segunda Comunicación Nacional del  
Estado Plurinacional de Bolivia ante la  
Convención Marco de  
Naciones Unidas sobre Cambio Climático*

*Diciembre 2009*

**Ministerio de Medio Ambiente y Agua**  
**Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos**  
**Programa Nacional de Cambios Climáticos**

**Coordinador de los Programas de Cambios Climáticos**

Ing. Jaime Villanueva Cardozo

**Elaboración y Diseño de Documento:**

Programa Nacional de Cambios Climáticos en el marco de la Segunda Comunicación Nacional de Bolivia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

**Responsables de la Segunda Comunicación Nacional**

María Renee Pinto  
Mauricio Zaballa

**Equipo de trabajo de la Segunda Comunicación Nacional:**

Emilio García - Encargado de Inventarios de GEI  
Rosendo Mantilla - Encargado de Estrategia de Educación.  
María Renee Pinto - Encargada de Biodiversidad

**Equipo Colaborador en el proceso de la Segunda Comunicación Nacional:**

Inventarios: Ramiro Trujillo (Energía), Freddy Tejada (Energía e Industria), David Cruz Choque (LULUCF), Ivar Arana y Isidro Callizaya (Agricultura), Oscar Paz (Residuos).  
Vulnerabilidad y Adaptación: José Luis Gutiérrez, Ivy Beltrán, Ivar Arana, Marilyn Aparicio, María Renee Pinto, Mauricio Zaballa, Javier Gonzales.  
Mitigación: Carla Ledezma, David Cruz, Isidro Callizaya.  
Capacitación y Difusión: Sol Bagur de Andrea.  
Negociación en Cambio Climático: Nele Marien, Carla Ledezma

**Redacción y Edición de la Segunda Comunicación Nacional**

Oscar Paz Rada

**Entidad administradora y de seguimiento**

PNUD - Bolivia - Liliana Gonzáles.

**Derechos Reservados:**

Programa Nacional de Cambios Climáticos  
[www.minagua.gov.bo](http://www.minagua.gov.bo)

**Depósito Legal:**

4-1-381-09 P.O.

**Impreso en:**

Imprenta Editorial – Artes Graficas COLOR  
La Paz - Bolivia

El presente documento fue financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con fondos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

# Presentación

El Estado Plurinacional de Bolivia pone a consideración de la comunidad internacional su Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como una muestra del cumplimiento de sus responsabilidades establecidas bajo el artículo 4 de dicha Convención.

Es de remarcar que Bolivia ha estado desarrollando los mayores esfuerzos para implementar la Convención del Clima en su territorio, sin embargo se puede apreciar que los impactos del cambio climático son cada vez más intensos y frecuentes y están poniendo en alto riesgo las inversiones económicas que hace el Estado en su lucha contra la pobreza y por aplicar su política central del “Vivir Bien”, en el marco de respeto a la madre tierra.

Con mucha preocupación se puede advertir que los países desarrollados causantes de éste problema mundial, no están trabajando en el sentido correcto que permita avizorar nuevos horizontes para con la humanidad, razón por la cual el Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia, Evo Morales Ayma, a planteado con claridad meridiana una gran cruzada por salvar al planeta tierra y a instado a los mandatarios de todo el mundo a abandonar los actuales patrones de consumo que dañaron y dañan a la madre tierra.

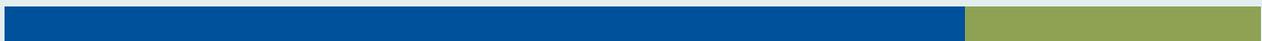
Este documento se constituye en una vía que permite explicar al mundo la posición internacional de Bolivia con respecto a las negociaciones internacionales de cambio climático y al mismo tiempo una denuncia sobre la deuda climática que tienen los países desarrollados hacia con la humanidad.

Pero también presentamos los diferentes avances que el país ha tenido para implementar la Convención del Clima en Bolivia, las investigaciones que viene realizando, los esfuerzos en aplicar programas y proyectos tendientes a reducir los impactos del cambio climático y las iniciativas propias que el Estado Plurinacional de Bolivia está haciendo para mejorar la eficiencia energética y el cambio de la matriz energética.

Se pone en evidencia, con datos y resultados, que Bolivia es una país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, que las pérdidas económicas cada vez van en aumento a causa de eventos extremos frecuentes e intensos y que la retracción de los glaciares no sólo pondrá en riesgo las existencia de agua para el consumo, sino también para la generación de energía, el desarrollo de la agricultura, los usos ecológicos, como la alimentación natural de bofedales y la recarga de los acuíferos.

El Estado Plurinacional consciente del enorme riesgo que el cambio climático está provocando sobre los planes de desarrollo nacional, ha generado una vez aprobada la nueva Constitución Política del Estado, la creación del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, bajo el cual se ha instituido el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climático, como una forma directa de trabajar los temas relacionados y de iniciar el proceso de incorporación de las cuestiones del cambio climático en todos los sectores de la economía nacional y en los niveles prefectural, municipal y comunitario.

La Segunda Comunicación Nacional muestra el interés de Bolivia por poner en práctica su Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático, herramienta estratégica que catalizará las acciones que el país debe implementar para enfrentar al cambio climático, por ello se hace necesaria la participación activa de los países desarrollados en cumplimiento de los artículos 4.3, 4.4 y 4.5 de la Convención.



Debemos agradecer al Fondo Mundial del Medio Ambiente, que junto al PNUD – Bolivia apoyaron el desarrollo de esta Comunicación Nacional, y todos aquellos otros países que de manera bilateral han estado apoyando las iniciativas de Bolivia para avanzar en los diferentes tópicos del cambio climático.

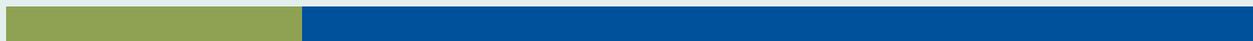
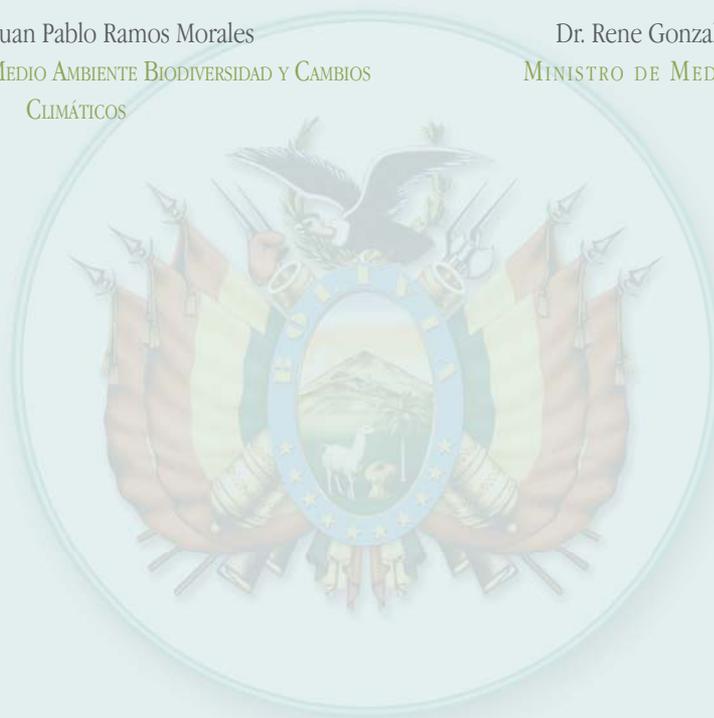
Un agradecimiento sincero a los hermanos y hermanas de las distintas instituciones que conforman el Estado Plurinacional por los aportes, la información proporcionada y el tiempo ocupado en éste objetivo, el cual consideramos continuará como parte de un proceso continuo que haga a Bolivia resistente a los impactos del cambio climático.

Lic. Juan Pablo Ramos Morales

VICEMINISTRO DE MEDIO AMBIENTE BIODIVERSIDAD Y CAMBIOS  
CLIMÁTICOS

Dr. Rene Gonzalo Orellana Halkyer

MINISTRO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA



# Contenido

## RESOLUCION MINISTERIAL

1.	CONTEXTO .....	11
2.	CIRCUNSTANCIAS NACIONALES Y POSICION ANTE LA CONVENCION.....	11
2.1.	Características territoriales y poblacionales .....	11
2.2.	Escenarios socioeconómicos.....	12
2.3.	Indicadores Macroeconómicos .....	13
2.4.	Escenarios biogeográficos .....	15
2.5.	Posición Boliviana ante las negociaciones internacionales dentro la CMNUCC .....	15
3.	INVENTARIOS DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	17
3.1.	Resultados de las Emisiones Totales Años 2002 y 2004 .....	18
4.	PROGRAMAS QUE CONTENGAN MEDIDAS QUE POSIBILITEN LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	22
4.1.	Clima y Escenarios Climáticos en Bolivia .....	22
4.2.	Proceso de adaptación al cambio climático .....	30
4.3.	Política pública y la adaptación al cambio climático a nivel nacional .....	31
5.	MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOLIVIA .....	32
5.1.	Potencial REDD en Bolivia .....	33
5.2.	Participación de Bolivia en el MDL .....	34
6.	INFORMACIÓN RELEVANTE PARA LA CONSECUCCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCÓN .....	34
6.1.	El Consejo Plurinacional del Cambio Climático.....	34
6.2.	Capacidades para la Negociación.....	35
6.3.	Estrategia Nacional de Educación.....	35
6.4.	Plan Integral de Investigación en Cambio Climático .....	36
6.5.	Transferencia de Tecnología .....	36
6.6.	Sensibilización Pública y Difusión del Cambio Climático.....	36
7.	OBSTÁCULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO DE CAPACIDADES .....	37
7.1.	Necesidades Institucionales .....	37
7.2.	Necesidad de capacidades humanas e investigación.....	37
7.3.	Necesidades de transferencia de tecnología para la mitigación del cambio climático .....	37
7.4.	Necesidades de transferencia de tecnología potencial para la adaptación al cambio climático .....	38
7.5.	Necesidades de transferencia de tecnología para mejorar la observación sistemática .....	38

1.	CONTEXT .....	42
2.	NATIONAL CIRCUMSTANCES .....	42
2.1.	Territorial and Population Characteristics .....	42
2.2.	Social Situation & National Response.....	43
2.3.	Economic Situation.....	43
2.4.	Biogeographic scenarios.....	45
2.5.	Bolivia's position on the Convention and on International Climate Change negotiations .....	45
3.	INVENTORY OF GREENHOUSE GASES.....	47
3.1.	2002 and 2004 Total emissions.....	47
4.	PROGRAMS TO FACILITATE ADEQUATE ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE.....	51
4.1.	Climate and Climate Scenarios in Bolivia .....	51
4.2.	Process of adaptation to climate change.....	58
4.3.	Public policy and climate change adaptation at national level .....	58
5.	CLIMATE CHANGE MITIGATION IN BOLIVIA.....	59
5.1.	REDD in Bolivia .....	60
5.2.	Participation of Bolivia in the CDM.....	60
6.	INFORMATION RELEVANT TO THE ACHIEVEMENT OF THE ACHIEVEMENT OF THE OBJECTIVES OF THE CONVENTION.....	61
6.1.	National Education Strategy.....	61
6.2.	Comprehensive Plan for Climate Change Research .....	62
6.3.	Technology Transfer.....	62
6.4.	Public Awareness and Dissemination of Climate Change .....	62
7.	CONSTRAINTS, GAPS AND FUNDING NEEDS, TECHNOLOGY AND CAPACITY BUILDING.....	63
7.1.	Institutional needs .....	63
7.2.	Capacity needs and research.....	63
7.3.	Technology transfer needs for climate change mitigation .....	63
7.4.	Technology transfer needs for adaptation to potential climate change.....	63
7.5.	Technology transfer needs to improve the systematic observation.....	64
7.6.	Funding Needs .....	64

## CAPITULO I

### CONTEXTO

1.1.	ANTECEDENTES Y CONTEXTO .....	67
1.2.	ESTRUCTURACION DE LA SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL.....	67

## CAPITULO II

### CIRCUNSTANCIAS NACIONALES Y POSICION ANTE LA CONVENCION

2.1.	Características Territoriales y Poblacionales .....	71
2.2.	Escenarios socioeconómicos.....	73

2.3. El modelo económico.....	74
2.4. Indicadores Macroeconómicos.....	77
2.5. Escenarios biogeográficos.....	85
2.6. Posición Boliviana ante las negociaciones internacionales dentro la CMNUCC.....	88

### **CAPITULO III**

#### INVENTARIOS DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

3.1. INTRODUCCION.....	97
3.2. METODOLOGIA.....	97
3.3. RESULTADOS DE LAS EMISIONES TOTALES AÑOS 2002 Y 2004.....	99
3.4. EMISIONES POR SECTORES.....	107
3.5. ANALISIS INCERTIDUMBRES.....	122
3.6. CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	123

### **CAPITULO IV**

#### PROGRAMAS QUE CONTENGAN MEDIDAS QUE POSIBILITEN LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1. CLIMA Y ESCENARIOS CLIMATICOS EN BOLIVIA.....	127
4.2. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE LA ECONOMIA DE BOLIVIA.....	166
4.3. PROCESO DE ADAPTACION.....	176
4.3.3.1 Proyecto Estudios de Cambios Climaticos.....	178
4.3.3.2 Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático.....	179
4.3.3.4 Programa de pequeñas donaciones del pnud.....	183
4.4. POLITICA PÚBLICA Y LA ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO A NIVEL NACIONAL.....	183

### **CAPITULO V**

#### MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOLIVIA

5.1. Potencial de mitigación.....	189
5.2. Participación de Bolivia en el MDL.....	190
5.3. Potencial REDD en Bolivia.....	191
5.4. Proyecto Acción Climática Noel Kempff Mercado.....	194
5.5. Proyectos de Mitigación en el Sector Energético.....	195
5.6. Proyectos de Mitigación del Plan Quinquenal.....	196

### **CAPITULO VI**

#### INFORMACIÓN RELEVANTE PARA LA CONSECUCCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCION

6.1. Información relevante para la consecución del logro de los objetivos de la Convención.....	201
6.2. El Consejo Plurinacional del Cambio Climático.....	201

6.3. Capacidades para la Negociación.....	201
6.4. Estrategia Nacional de Educación.....	202
6.5. Plan Integral de Investigación en Cambio Climático.....	203
6.6. Transferencia de Tecnología.....	205
6.7. Sensibilización Pública y Difusión del Cambio Climático.....	205

## CAPITULO VII

### OBSTÁCULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO DE CAPACIDADES

7.1. INTRODUCCIÓN.....	211
7.2. NECESIDADES DE DESARROLLO DE CAPACIDADES.....	212
7.3. NECESIDADES DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	213
7.4. NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO.....	215
BIBLIOGRAFÍA.....	217



Estado Plurinacional de Bolivia  
Segunda Comunicación Nacional  
Resumen Ejecutivo

*Resumen*

## 1. CONTEXTO

El Estado Plurinacional de Bolivia, reconociendo la ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) realizada en el año 1994 y reconociendo que es el instrumento que debe servir de base para el cumplimiento de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas de los Estados que la conforman, para cumplir con el objetivo último de la Convención, presenta su Segunda Comunicación Nacional con el firme convencimiento de que ha estado avanzando, en el marco de sus posibilidades, en la implementación de la misma.

En el año 2000 Bolivia presentó su Comunicación Inicial ante la Convención, en ocasión de la Sexta Conferencia de las Partes, cumpliendo con un primer esfuerzo de valorar las implicaciones del cambio climático en un país con circunstancias nacionales tan diversas y con muchas necesidades de información.

La Segunda Comunicación Nacional (SCN) surge con el apoyo de la cooperación multilateral establecida en los recursos existentes para todos los países No Anexo I de la Convención, bajo el Fondo Global del Medio Ambiente (GEF), de los cuales Bolivia hace uso para una serie de actividades que le permitan avanzar en el fortalecimiento de capacidades nacionales. Por ello crea el Proyecto Segunda Comunicación Nacional, bajo el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) dependiente hoy del recientemente creado Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos (VMABYCC), lo que muestra el nivel de importancia que el Estado Plurinacional le asigna a esta temática.

Bolivia pone en consideración de la comunidad internacional las nuevas circunstancias nacionales existentes que le permiten marcar un quiebre en el tipo de proceso de desarrollo, entendido como un nuevo modelo económico, donde el Estado juega un rol protagónico estratégico significativo, con la finalidad de generar excedentes para el beneficio nacional y de las mayorías. Asimismo, refuerza y reafirma, a través de éste documento, su posición con relación al proceso de negociación internacional de la Convención, en la búsqueda de un acuerdo que no haga que se desvirtúen los principios de la Convención y que por el contrario esta sea profundizada en el nivel de compromiso de los países responsables del cambio climático.

El documento presenta los inventarios de GEI 2002 y 2004 y un reporte muy detallado de las evidencias de cambio climático y de los escenarios climáticos, en los principales sectores de la economía del país. Se reafirman científicamente evidencias tan claras como la retracción de glaciares, el impacto por eventos extremos cada vez más recurrentes del cambio climático que está generando pérdidas económicas importantes, impactos sobre la salud, la agricultura y la infraestructura y la economía en general.

Esta Segunda Comunicación Nacional muestra de que manera el Estado Plurinacional ha estado trabajando en la generación de un 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. Asimismo, pone de relieve otro tipo de esfuerzos que se están desarrollando y que surgen directamente del propio Estado Plurinacional al implementar una serie de programas de adaptación.

Se describen las acciones para el fortalecimiento de capacidades, la difusión, la concientización sobre el cambio climático y la propuesta de una estrategia de Educación en todos los niveles para enfrentarlo.

Finalmente, se plantean las carencias y necesidades para que la comunidad internacional las considere en su apoyo al país, pero no como una forma de alzar la mano para recibir recursos, sino como algo que se inscribe y se reconoce en su aplicabilidad por parte de los países desarrollados y, que se establecen bajo el artículo 4.3, 4.4 y 4.5 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

## 2. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES Y POSICION ANTE LA CONVENCION

### 2.1. Características territoriales y poblacionales

El Estado Plurinacional de Bolivia se encuentra ubicado en el centro de Sud América, entre 9° 38' punto extremo al Norte denominado Nueva Esperanza y Las Juntas de San Antonio a 22° 53' en el extremo Sur de Latitud Sur, y entre 57° 26' en la laguna Rouguago al Oriente a 69° 38' en el punto de Apolobamba, en el occidente de Longitud Oeste. Abarca un vasto territorio con una superficie de 1.098.581 Km<sup>2</sup> con una fuerte influencia de la Cordillera Oriental ó de Los Andes y en menor proporción con la Cordillera Occidental.

Por otra parte, en el país se identifican tres grandes cuencas que dividen la distribución de aguas de escorrentía, estas son: la del Plata, del Amazonas y la cuenca cerrada del Altiplano ó Endorreica.; Cada una presenta mosaicos de ecosistemas diversos, siendo las zonas de transición con gradientes muy pronunciadas de cobertura vegetal partiendo de los nevados de altura, entrando a paisajes de montaña áridos y semi áridos descendiendo hacia las tierras bajas subtropicales de Los Yungas. Las pendientes en esta zona de transición son variables, llegando de los llanos tropicales caracterizados por diferentes regímenes de precipitación, predominantemente planicies con leves ondulaciones y gran variedad de vegetación.

La Constitución Política del Estado reconoce 36 naciones indígenas: aymara, araona, baure, bésiro, canichana, cavineño, cayubaba, chácobobo, chiman, ese eja, guaraní, guaru'suwe, guarayu, itonama, leco, machajuyai-kallawayá, machineri, maropa, mojeño-trinitario, mojeño-ignaciano, more, mosetén, movima, pacawara, puqina, quechua, sirionó, tacana, tapiete, toromona, uru-chipaya, weenhayek, yaminawa, yuky, yuracaré y zamuco.



Mapa de ubicación de los Pueblos Originarios de Bolivia

Bolivia cuenta con una población de 10,027,643 habitantes (Dato proyectado del INE al 2008), la cual se divide en 5,001,071 hombres y 5,026,572 mujeres.

La Población Económicamente Activa (PEA) tiene como actividad económica predominante la agricultura de la cual gran parte tiene bajo acceso a tecnología y está limitada en insumos agropecuarios; La mayoría de la agricultura está distribuida en superficies para cultivos agroindustriales y de exportación, ubicadas mayormente en el departamento de Santa Cruz, Esta actividad contribuye, alrededor del 80 %, en la conversión de bosque a tierras agrícolas, con una importante contribución al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario. Por otra parte, actividades económicas, como la petrolera, minera, industrial, etc. son el sustento del país empleando a un importante contingente de la Población Económicamente Activa.

## 2.2. Escenarios socioeconómicos

Desde el año 2006 se inició en Bolivia un proceso tendiente a recuperar los recursos naturales, redistribuir los ingresos nacionales, redactar y aprobar una nueva e incluyente “Constitución Política del Estado” y sentar las bases para la aplicación de un nuevo modelo económico.

El nuevo “Modelo Económico Nacional”, define como esencial la participación del Estado para la producción de alimentos, la industrialización de los recursos naturales, el suministro al mercado interno y la exportación. El Estado participa ahora con el 21,7 % del Producto Interno Bruto (PIB);, los pequeños y medianos suman el 35 %del PIB, y conjuntamente tienen el 56 %del PIB, constituyendo un nuevo bloque de poder: el Estado con recursos y los pequeños y medianos productores.

El modelo económico planteado se denomina “Modelo Económico, Productivo, Social y Comunitario”, que cuenta con cinco pilares: 1.- Expansión del Estado Nacional Productor, 2.- Industrialización de los Recursos Naturales, 3.- Modernización y Tecnificación de la Mediana y Pequeña Empresa (producción urbana y rural), 4.- Satisfacción del Mercado Interno y Exportación Residual 5.-Redistribución de las Riquezas. En este contexto, la visión del Estado Plurinacional, establecido en el Plan Nacional del Desarrollo (PND)<sup>1</sup>, define su desarrollo económico, social y comunitario, en los siguientes principios: Bolivia Digna, Bolivia Democrática, Bolivia Productiva, Bolivia Soberana y Bolivia con Sostenibilidad Macroeconómica.

## 2.3. Indicadores Macroeconómicos

La evolución de la economía boliviana a partir del año 2000 con un Producto Interno Bruto (PIB) de Bs.51.928,5 millones, llegó el año 2008 a Bs. 95.673,5 millones y una proyección de crecimiento en términos reales del 3 al 4% (FMI)<sup>2</sup> para el 2009. Este crecimiento, se debe a que Bolivia soportó bien la crisis financiera internacional, gracias a las prudentes políticas económicas anti cíclicas aplicadas en el país: acumuló ingresos fiscales y reservas internacionales, en tiempos de bonanza (2005-2007) que suavizaron el impacto de la crisis global.

Se aumentó el PIB per cápita de 1.010 a 1.651 dólares y la inversión pública de 629 millones en 2005 a 1.851 millones de dólares en 2009. La deuda externa disminuyó de 4.400 a 2.400 millones de dólares. A diciembre de 2007, las Reservas Internacionales Netas (RIN) llegaban a \$us. 1.714 millones de dólares, el 2009 éstas superaron los \$us. 8.460 millones<sup>3</sup>, es decir un incremento de \$us. 6.600 millones en tres años y medio, que tiene su asidero en el saldo positivo de la balanza comercial, la nacionalización de los hidrocarburos, la bolivianización de la economía y las remesas de los bolivianos en el extranjero.

Entre el 2005 y el 2008, el gasto público en Bolivia creció en 9% anual, mientras que los ingresos aumentaron 18% al año. La política fiscal boliviana, incluyó un aumento en la inversión pública para incrementar la demanda interna y también un aumento del gasto en programas de protección social. El crecimiento del PIB, entendido como el indicador estadístico que mide el valor total de los bienes y servicios finales producidos dentro de los límites geográficos de una economía, en un período de tiempo determinado, muestra una evolución positiva, respecto a años anteriores.

### 2.3.1 Análisis sectorial de la Economía

#### Sector Hidrocarburos

Bolivia desde el 2006, fruto del Decreto de Nacionalización de los hidrocarburos generó importantes ingresos en el sector para el Estado, lo cual provocó la existencia de importantes excedentes. En general la producción bruta de gas natural se expandió en más del 158% del 2000 al 2005 y hasta el 2008 se añadió 6.0% más. La producción nacional de líquidos, pasó del 2000 al 2008 69%

#### Sector Minería

El sector minero, tradicionalmente ha aportado al crecimiento del PIB nacional, en función de la producción anual de minerales como el estaño, plomo, zinc, antimonio, plata y wólfam. El 2008 el sector, realizó un aporte fundamental al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Bolivia (6,15%). Su crecimiento fue del 56,3%, respecto al 2007. El valor de las exportaciones del sector de minería a septiembre 2008 creció en 70.1% debido al incremento de los volúmenes exportados, que subieron en 93,9% por los mayores volúmenes de exportación del plomo (423,4% de incremento) plata (134%) y zinc (109,5%).

#### Sector Agropecuario

Un resultado concreto de la reorientación económica en Bolivia, es la Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos (Emapa), que logró ampliar la superficie agrícola cultivada en 19%, especialmente de arroz, trigo y maíz, generando que la producción de trigo, que cubría el 20% del requerimiento nacional, se incremente a 30%.

<sup>1</sup> Plan Nacional del Desarrollo, aprobado por Decreto Supremo N° 29272 de fecha 12 de septiembre de 2007.

<sup>2</sup> Gilbert Terrier. Subdirector del departamento del Hemisferio Occidental del Fondo Monetario Internacional (FMI)

<sup>3</sup> Luego de que el Fondo Monetario Internacional (FMI) asignó al país 192 millones en Derechos Especiales de Giro (DEG).

Las campañas de verano 2006/2007 y 2007/2008, se vieron afectadas por los impactos negativos del Niño y de la Niña sobre los caminos a comienzo de 2008, ocasionando una pérdida de US\$ 72 millones. En el área occidental de Bolivia, que abarca las zonas productoras de papa, quinua, haba y café de los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y Cochabamba, también se registraron impactos del Niño y la Niña.

La población ganadera en Bolivia cuenta con 6,5 millones de cabezas de bovinos, con una tasa de crecimiento del 2,5% al 3% anual. La población ganadera está distribuida en 312 mil unidades productivas en todo el país.

El sector pecuario boliviano (incluye bovinos, ovinos, camélidos, porcinos, avicultura, etc.), Aporta con el 4% del PIB nacional, del cual el 50% es aporte de la ganadería bovina.

## Sector Industria

Bolivia, ha iniciado un proceso de industrialización en gran, pequeña y micro escala. El objetivo principal del gobierno es convertir a Bolivia en el centro energético de la región, con servicios básicos de educación, salud, telefonía, transporte, y vertebrada por carreteras, trenes y aeropuertos. La industria manufacturera, registró una tasa de crecimiento al tercer trimestre de 2008 del 4.5%. El crecimiento del sector industrial, se debe a la producción de alimentos, la fabricación de productos de limpieza y tocador.

Las actividades industriales, que presentaron las mayores tasas de crecimiento fueron las referidas a la elaboración de productos alimenticios, la fabricación de productos minerales no metálicos y la fabricación de jabones y preparados de limpieza y tocador, con variaciones relativas de 30.9%, 29.0 % y 25.5% respectivamente.

## Sector Electricidad

El sistema eléctrico boliviano, en su mayoría se autoabastece y no depende del comercio exterior por lo que la sensibilidad a shocks externos es casi inexistente. Además en su conjunto es relativamente "limpio", si se considera la importancia de la generación hidroeléctrica y el uso de gas natural, como el menos contaminante de todos los combustibles fósiles para la generación termoeléctrica.

El sector eléctrico se compone del Sistema Interconectado Nacional (SIN) que representa casi el 80% de la generación y de sistemas aislados. Existen ocho generadoras en el SIN y un nivel de competencia creciente, que ha determinado una capacidad de generación suficiente (incluso con una reserva mayor a la técnicamente recomendable),

## Sector Construcción

La importancia del sector en el PIB es pequeña. Su aporte el 2008 fue de 2.7%. El año en que se registró el mayor nivel en la participación fue en 1998 con 3.8%. Por otra parte, la incidencia del sector en el crecimiento del PIB se redujo al 0.2 % el 2008, con un repunte importante el 2009.

La producción de cemento fue mayor el 2008 comparado con el 2007, con una tasa de crecimiento de 14.2%. El consumo se concentra principalmente en el departamento de Santa Cruz, con una participación total de 31% el 2008.

## Balanza comercial

La balanza comercial mostró un superávit 38.5% superior al observado el 2007, apoyado por las favorables condiciones externas. El sector exportador tuvo un comportamiento positivo en todos los rubros. Destacan la exportación de productos mineros en 43,7%, hidrocarburos 53.3%, por lo que la industria extractiva de estos dos últimos sectores cubren el 72,4% del valor total de las exportaciones. Se aprecia una concentración de las exportaciones en productos como gas natural, zinc y soya, que concentran más del 60% del total de las exportaciones del país. A pesar de las significativas caídas en los precios internacionales de las materias primas en el segundo semestre del 2008 se obtuvieron mayores ingresos debido a que el promedio de precios de las materias primas fue mayor el 2008 que el 2007. Lo descrito se aplica al petróleo y al gas. Por lo expuesto los términos de intercambio tuvieron nuevamente una variación positiva el 2008 para el país, creciendo en 5,7% frente al 3,6% del 2007.

## Transporte y almacenamiento

El sector de transporte y almacenamiento tuvo una tasa de crecimiento positiva de 4.6%.

El parque automotor boliviano el 2008 creció en 20,47% con relación al año 2007. El número de vehículos del Servicio Particular se incrementó en 23,69% con relación a 2007. Asimismo, el Servicio Oficial/Diplomático aumentó en 30,84%, mientras que el Servicio Público decreció en 2,43%. En cuanto a la participación, el Servicio Particular representó 88,32% de todo el parque automotor boliviano, constituyéndose en el más importante, en tanto que la participación del Servicio Público fue de 10,27% y del Oficial/Diplomático de 1,40%. El 2008, la gasolina fue el combustible más utilizado por el parque automotor en 79,21% del total; le siguió el diesel en 19,34%. En Bolivia, aún es incipiente el uso de gas natural, solo 1,44% de todo el parque automotor seguido del alcohol con 0,01% de participación.

## Sector Comunicaciones

El sector de comunicaciones tuvo un crecimiento del 3.7% el 2008 respecto de la gestión anterior. En lo referente a la incidencia del sector comunicaciones en el crecimiento del PIB nacional se mantuvo en 0.1 por ciento respecto de 2007.

## 2.4. Escenarios biogeográficos

Bolivia se encuentra en el imperio biogeográfico ó ecozona Neotropical que abarca desde Norte América hasta la parte meridional de América del Sur. Cuenta con las regiones biogeográficas como: Amazónica, Subbrasileña y Andina (Drude y Diels, 1902).

La convergencia de éstas regiones, asociadas a la configuración fisiográfica con altos gradientes altitudinales y la variación de latitud, hacen de Bolivia un mosaico complejo de ecosistemas, donde la influencia de la Cordillera Oriental ó de Los Andes genera zonas de transición que aloja gran cantidad de la diversidad con importantes de regiones de alto endemismo.

Por estas razones, se encuentra entre los 15 países más mega-diversos del planeta; cuenta con aproximadamente entre el 30 y 40% de la diversidad biológica mundial. Su configuración fisiográfica hace que se distingan 4 tipos de biomas, 32 regiones ecológicas y 199 ecosistemas. La flora y la fauna son características del imperio biogeográfico mencionado. De esta diversidad en flora y fauna, un alto porcentaje corresponde a especies endémicas. La mayor concentración de plantas endémicas se encuentran en Los Andes, más específicamente en Los Yungas y en los Valles Secos Interandinos. Bolivia es uno de los pocos países que mantiene grandes áreas prácticamente inalteradas por la acción humana.

La región de la Amazonía boliviana abarca cerca de la mitad de la superficie del territorio boliviano (475.278 km<sup>2</sup>) y está constituida por una variedad de ecosistemas (bosques húmedos tropicales, sabanas inundables, bosques semihúmedos de transición hacia el Cerrado y el Chaco, y bosques tropicales subandinos) caracterizados por su elevada biodiversidad. Aproximadamente el 24% de la Amazonia boliviana se encuentra bajo protección: 16% son áreas protegidas nacionales y 8% son departamentales. Un 25% son Tierras Comunitarias de Origen, en algunos casos con sobre posición a las áreas protegidas, que corresponden a los territorios de más de 25 Pueblos Indígenas.

Las regiones biogeográficas subbrasileña abarca una región seca de la Chiquitanía en Bolivia y la región del Chaco en el sur predominantemente ocupado por especies xerofíticas y suculentas por los déficits de precipitación. Dependiendo de las condiciones climáticas y el suelo, la flora de Bolivia se puede agrupar en ocho provincias: Hylea Amazónica, Praderas Benianas, Yungas, Sabanas Orientales, Parque Chaqueño, Estepa Valluna, Frente Subandino y Altiplano.

## 2.5. Posición Boliviana ante las negociaciones internacionales dentro la CMNUCC

La posición del Estado Plurinacional en las negociaciones internacionales sobre cambio climático se basa en la carta presentada por el presidente Evo Morales en la Asamblea General de las Naciones Unidas el 28 de noviembre de 2008. En esta carta se considera que los modelos de y las políticas económicas adoptadas y promovidas por los países desarrollados, a partir de la revolución industrial, constituyen la causa estructural del cambio climático y de sus efectos nocivos sobre la Madre Tierra y la humanidad. Estos modelos de desarrollo se caracterizan por patrones de acumulación y consumo excesivo, un derroche energético y una visión de explotación de la naturaleza por el hombre.

A partir de estas ideas generales planteadas en la carta del Presidente Morales, fluye una serie de propuestas presentadas por el Estado Plurinacional de Bolivia, las cuales fueron elaboradas en base a un proceso de construcción colectiva del gobierno

con las Organizaciones Sociales y la sociedad civil en su conjunto. Se incluyeron los puntos de vista y propuestas de los pueblos indígenas como una contribución esencial para el proceso de negociación, tomando en cuenta también, el control social de sus mecanismos de implementación.

Por esta razón, Bolivia plantea que todas estas terribles consecuencias que se sufren por el cambio climático, son el resultado de que los seres humanos no han reconocido que son parte de un sistema mayor con el que se tiene que vivir en armonía y equilibrio. Por este motivo, el Estado Plurinacional de Bolivia planteó la necesidad de establecer una declaración de los Derechos de la Madre Tierra, que va más allá de solamente las negociaciones sobre cambio climático, porque además debe ser trabajada a nivel de las Naciones Unidas.

### 2.5.1 La deuda climática como la base para una solución justa y efectiva al cambio climático

Considerando la capacidad limitada que tiene la Madre Tierra para la absorción de los gases de efecto invernadero, los modelos industriales han provocado que los países desarrollados donde habita el 20% de la población mundial sean responsables de cerca de tres cuartas partes de las emisiones históricas de estos gases; privando de esta manera a los países en desarrollo del espacio atmosférico al que tienen derecho bajo los principios de equidad e igualdad, limitando así su potencial de desarrollo. Esta sobreutilización del espacio atmosférico se traduce en el concepto de la **“deuda de emisiones”**.

Estas obligaciones emergentes significan el menoscabo de la capacidad de asegurar a su población un nivel de vida digna, en aras de conservar una frágil estabilidad. En consecuencia, los países desarrollados tienen una **“deuda de adaptación”** a favor de los países en desarrollo. La suma de ambas deudas, la deuda de emisiones y la deuda de adaptación, componen la denominada **“deuda climática”**, concepto que fue introducido por Bolivia y apoyado por una diversidad de países incluyendo el Grupo de los Países Menos Adelantados, algunos países del África, Asia y Latinoamérica, además de la sociedad civil de todo el mundo.

Esta deuda climática debe pagarse en términos de reducción de emisiones para la deuda histórica de emisiones y en términos de financiamiento, transferencia de tecnología efectiva y fortalecimiento de capacidades en cuanto se refiere a la deuda de adaptación.

### 2.5.2 Posición sobre las causas estructurales del cambio climático

Bolivia plantea y planteará como línea de conducta ante la humanidad, que mientras no se cambie el sistema capitalista por un sistema basado en la complementariedad, la solidaridad y la armonía entre los pueblos y la naturaleza, las medidas que se adopten, en el plano internacional, serán paliativos que tendrán un carácter limitado y precario. En ese contexto, los países desarrollados necesitan controlar sus patrones consumistas —de lujo y derroche—, especialmente el consumo excesivo de combustibles fósiles. Es fundamental desarrollar energías alternativas como la energía solar, la geotérmica, la energía eólica y la hidroeléctrica en pequeña y mediana escala.

Es claro para Bolivia que los agrocombustibles no son una alternativa porque anteponen la producción de alimentos para el transporte frente a la producción de alimentos para los seres humanos. Los agrocombustibles amplían la frontera agrícola destruyendo los bosques y la biodiversidad, generan monocultivos, promueven la concentración de la tierra, deterioran los suelos, agotan las fuentes de agua, contribuyen al alza del precio de los alimentos y, en muchos casos, consumen más energía de la que generan.

### 2.5.3 Posición sobre los niveles de reducción de emisiones de los países desarrollados

Bolivia exige que se cumplan estrictamente hasta el 2012 los compromisos de los países desarrollados de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Kyoto, es decir, en al menos 5% por debajo de los niveles de 1990, y reclama que se establezcan los compromisos mínimos para el segundo período, establecido entre el 2013 y 2017, donde Bolivia planteó que se reduzca más del 49% en relación a 1990, como parte del pago de la deuda climática. Este nivel debe ser alcanzado a través de acciones domésticas es decir, estos compromisos mínimos de reducción deben realizarse dentro los territorios de los países desarrollados y no a través del mercado de carbono que permite la compra de reducciones de emisiones que se realizan en otros países para seguir contaminando en su propio país. Asimismo, se deben establecer mecanismos de monitoreo, información y verificación transparentes, accesibles al público, para garantizar el cumplimiento de dichos compromisos.

## 2.5.4 Posición sobre el mecanismo financiero integral para atender la deuda climática

Bolivia plantea que se debe crear un Mecanismo Financiero Integral con los recursos financieros del sector público de los países desarrollados, alcanzando los niveles necesarios para cubrir la deuda climática que tienen con el planeta. Este fondo servirá para apoyar a los países en desarrollo en la implementación de sus planes y programas de adaptación y mitigación del cambio climático; en la innovación, desarrollo y transferencia de tecnología; en la conservación y mejoramiento de sus sumideros y depósitos de carbono; en las acciones de respuesta a los graves desastres naturales provocados por el cambio climático; y en la ejecución de planes de desarrollo sostenibles y amigables con la naturaleza.

El financiamiento que aporten los países desarrollados debe ser adicional a la Ayuda Oficial al Desarrollo (ODA), a la ayuda bilateral y/o canalizada a través de organismos que no sean los de Naciones Unidas. Cualquier financiamiento fuera de la CMNUCC no podrá ser considerado como la aplicación de los compromisos de los países desarrollados bajo la Convención. El financiamiento tiene que ir a los planes o programa nacionales de los Estados y no a proyectos que están bajo la lógica del mercado.

## 2.5.5 Posición sobre la transferencia de tecnología a los países en desarrollo

Aún cuando la transferencia y desarrollo de tecnologías ambientalmente amigables de los países desarrollados a los países en desarrollo es esencial para el establecimiento de medidas de adaptación, así como, para posibilitar las acciones de mitigación en estos países en desarrollo, los derechos de propiedad intelectual, así como también los conocimientos prácticos o “know-how”.se han mantenido hasta el momento, representando así una barrera para la transferencia y acceso a tecnologías.

Por estas razones, Bolivia, apoyando al Grupo G77 y China (grupo de países en desarrollo) sostiene que se debe excluir la protección de las futuras patentes, e incluso se deben revocar las patentes existentes para éste tipo de tecnologías. Asimismo, considerando que el cambio climático representa una emergencia para la humanidad en su conjunto y sobre todo de la población que habita en los países en desarrollo, Bolivia propone que se debe habilitar la posibilidad de usar todas las flexibilidades desarrolladas en los “Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio”, incluyendo el licenciamiento obligatorio.

## 2.5.6 La participación de los pueblos indígenas en la CMNUCC

El Estado Plurinacional de Bolivia considera que se debe impulsar acciones, programas y planes de mitigación y adaptación con la participación activa de las comunidades locales y pueblos indígenas en el marco del pleno respeto e implementación de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

Los indígenas siempre han sido los mejores guardianes de la Madre Tierra, y a la vez son los más vulnerables ante los impactos del cambio climático. Por estas razones, se debe tomar en cuenta la voz de los pueblos indígenas en cada uno de los capítulos y de los espacios de trabajo que genera la CMNUCC.

## 2.5.7 Posición sobre el mercado de carbono y mecanismo REDD

El Estado Plurinacional de Bolivia no está de acuerdo en continuar impulsando el mercado de carbono y menos en la posibilidad de desarrollar nuevos mecanismos flexibles, puesto que si realmente se desea atacar el cambio climático, se necesita atacar el problema de raíz y esto sólo se logrará cuando los países desarrollados reduzcan sus emisiones a través de acciones domésticas o dentro sus territorios y no a través del mercado de carbono que permite la compra de reducciones de emisiones que se realizan en otros países para continuar contaminando en su propio país.

El Estado Plurinacional de Bolivia plantea que el mecanismo REDD debería apoyar actividades de adaptación relacionadas con los bosques y el manejo integral de estos, que garanticen la protección duradera de estos ecosistemas y la reducción efectiva y sostenida de la deforestación y degradación como una medida efectiva para mitigar el cambio climático. La reducción de las emisiones de la deforestación y degradación de bosques REDD, debe estar basada en un mecanismo de compensación directa de países desarrollados a países en desarrollo, a través de una implementación soberana que asegure una participación amplia y efectiva de comunidades locales y pueblos indígenas a través de un proceso libre y transparente durante todas las fases de implementación de este mecanismo, es decir, desde la planificación, monitoreo y verificación hasta la ejecución misma de este mecanismo.

## 3. INVENTARIOS DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En la presente comunicación nacional y en cumplimiento de las decisiones 17/CP.8 y 13/CP.9 de la CMNUCC, el Estado Plurinacional de Bolivia presenta los inventarios de emisiones de GEI de los años 2002 y 2004. Conjuntamente al análisis de

incertidumbres y de las fuentes clave, así como el recálculo de los inventarios 1990, 1994, 1998 y 2000, lo que permite tener una idea clara del nivel base de emisiones del país. Los inventarios de GEI de los años 2002 y 2004, así como de aquellos años de referencia anteriores (1990, 1994, 1998 y 2000) fueron desarrollados siguiendo las metodologías propuesta por el IPCC con la finalidad de garantizar en el nivel de las emisiones, la transparencia, la comparabilidad, la exhaustividad y la exactitud.

Los Inventarios de GEI incluyen estimaciones de las emisiones netas de gases de efecto invernadero de aquellos gases considerados directos como el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y los hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Asimismo, los GEI indirectos: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes al Metano (COVDM). Asimismo, se consideraron en el inventario de GEI, en términos de exhaustividad, todos los sectores recomendados en las directrices: Energía, Procesos Industriales, Agricultura, Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura y el sector Residuos.

Representantes de las unidades técnicas de varias instituciones de gobierno proporcionaron información que fue evaluada y luego consensuada para su utilización en el inventario de GEI. Para la consecución de ésta información y en un proceso de intercambio institucional se realizaron talleres, tanto al inicio del trabajo de los inventarios, como a medio del proceso y posteriormente la presentación al cierre del mismo para su correspondiente aprobación.

### 3.1. Resultados de las Emisiones Totales Años 2002 y 2004

Los resultados generales de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero para los años 2002 Y 2004 pueden apreciarse en las tablas 3.1 y 3.2 respectivamente. En estos cuadros se observan las emisiones nacionales de GEI tanto directos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HCF y SF<sub>6</sub>) como indirectos (NO<sub>x</sub>, CO, COVDM) y el SO<sub>2</sub> como precursor de sulfatos, clasificadas por categorías de emisión para cada uno de los sectores propuestos por la metodología del IPCC, que son: energía, procesos industriales, uso de solventes y otros productos, agricultura, cambio en el uso de la tierra y silvicultura y residuos. Están también expresadas las partidas informativas correspondientes.

**Tabla 3.1.**  
Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2002, Gg

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Remociones de CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>	HCFs	PFCs	SF <sub>6</sub>
Total de emisiones y remociones Nacionales	59.539,70	18.378,67	676,07	2,52	86,16	1656,18	62,76	11,63	8,18		0,00
1. Energía	8.603,30		46,66	0,23	53,52	368,36	55,63	11,58			
A. Actividades de combustión	8.482,40		10,86	0,23	53,43	368,22	48,21	10,16			
Método de referencia	9.286,93										
Método por sectores	8.482,40		10,86	0,23	53,43	368,22	48,21	10,16			
B. Emisiones fugitivas	120,90		35,80	0,01	0,09	0,14	7,42	1,42			
2. Procesos Industriales	607,30		NO	NO	0,01	0,014475	7,13	0,06	8,18	NO	0,00085
4. Agricultura			546,47	1,57	8,24	428,99					
5. Uso de la Tierra y Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura	50.329,09	18.378,67	12,06	0,26	24,39	858,81					
6. Residuos			70,88	0,47							
Partidas informativas											
Bunkers internacionales	216,45		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	NA			
Aviación	216,45		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	NA			
Emisiones de CO2 provenientes del uso de biomasa	3.260,00										

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.2.**  
Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2004, Gg

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Remociones de CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>	HCFs	PFCs	SF <sub>6</sub>
Total de emisiones y remociones Nacionales	64.383,74	18.265,25	763,76	3,74	95,73	1.983,18	69,93	12,48	17,99		0,00
1. Energía	9.146,54		42,73	0,25	57,91	396,17	58,51	12,41			
A. Actividades de combustión	9.038,72		11,73	0,24	57,82	396,03	51,09	10,99			
Método de referencia	9.774,49										
Método por sectores	9.038,72		11,73	0,24	57,82	396,03	51,09	10,99			
B. Emisiones fugitivas	107,81		31,00	0,0066	0,09	0,14	7,42	1,42			
2. Procesos Industriales	768,60		NO	NO	0,01	0,02	11,42	0,07	17,99	NO	0,00
4. Agricultura			587,68	1,84	13,43	728,18					
5. Uso de la Tierra y Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura	54.468,61	18.265,25	54,95	1,17	24,39	858,81					
6. Residuos			78,40	0,49							
Partidas informativas											
Bunkers internacionales	80,45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	NA			
Aviación	80,45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	NA			
Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes del uso de biomasa	1.346,34										

### 3.1.1 Emisiones de dióxido de carbono

Los resultados de las estimaciones de emisiones nos muestran que el gas de efecto invernadero más importante en Bolivia es el CO<sub>2</sub>, el cual principalmente proviene de las actividades de cambio en el uso de la tierra y silvicultura (emisiones netas - contabilizando las absorciones) y que aportó al total con el 77.6%, para el año 2002 y 78.45% para los años 2002 y 2004 respectivamente. Posteriormente, se sitúa el sector energético con un aporte del 20.90% y 19.90% respectivamente y luego el sector de procesos industriales con el 2.0% tanto el año 2002 como el 2004.

### 3.1.2 Emisiones de metano

Las emisiones de CH<sub>4</sub> en todos los años analizados provienen principalmente del sector *agrícola*, principalmente de las emisiones debidas a la fermentación entérica. Este sector aportó un 78% en el 2002 y 77% en el 2004. Luego se sitúa el sector *residuos* que aportó al total de metano con el 11% en el 2002 y 10% en el 2004, seguido por el sector *energético* con el 9% en el 2002 y 6% el 2004.

### 3.1.3 Emisiones de óxido nitroso

De manera similar, las emisiones de N<sub>2</sub>O principalmente provienen del sector *agrícola*, el cual aportó al total de óxido nitroso con el 61% en el 2002 y 50% el 2004. Luego se sitúa en el 2002 el sector *residuos* con el 19% y en 13% el 2004. El sector de *uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra y silvicultura* ha ocupado el tercer puesto con un 11% y 31% el 2002 y 2004, respectivamente.

### 3.1.4 Emisiones nacionales en términos de CO<sub>2</sub> equivalente

Los resultados obtenidos en estos cálculos a nivel nacional se pueden observar en la tabla 3.3. que muestra las emisiones de los diferentes gases en términos de CO<sub>2</sub>-eq del inventario de GEI de los años 2002 y 2004. Dichos resultados muestran en términos de

CO<sub>2</sub>-eq que el principal gas de efecto invernadero, el CO<sub>2</sub>, ha contribuido en un 61,63% en el 2002 y 53,99% en el 2004 respecto de las emisiones totales. Luego el CH<sub>4</sub>, con 23,21% el 2002 y 20,61% en el 2004, ocupando el tercer lugar en éste año. Las contribuciones conjuntas de los HFCs alcanzan el tercer lugar en el 2002 con el 14,72% y el segundo lugar con 23,93% en el año 2004. El N<sub>2</sub>O, ha contribuido con 1,11% en el 2002 y 1,30% en el 2004, ocupando el cuarto lugar y finalmente el SF<sub>6</sub> es el gas que ha contribuido en menor cantidad en ambos años al total de las emisiones equivalentes: 0,03% en el 2002 y 0,02% en el 2004.

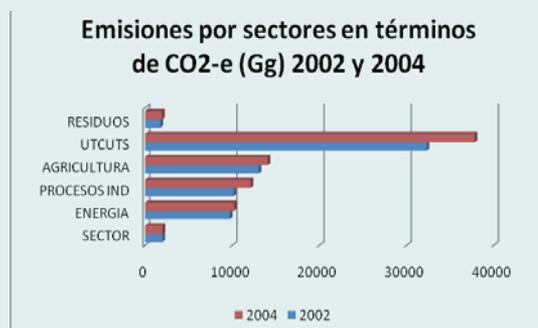
**Tabla 3.3.**  
Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2002 y 2004 en términos de CO<sub>2</sub>-eq.

Sector	GEI	Potencial de calentamiento Global	2002	2004
Energía	CO <sub>2</sub>	1	8.603,30	9.146,54
	CH <sub>4</sub>	23	1.073,15	982,70
	N <sub>2</sub> O	296	68,61	72,67
Procesos	CO <sub>2</sub>	1	607,30	768,60
Industriales	SF <sub>6</sub>	22200	18,98	19,16
	HFC-125	3400	0,00	3.610,80
	HFC-134 <sup>a</sup>	1300	9.521,44	11.334,72
	HFC-143 <sup>a</sup>	4300	0	5.573,57
Agrícola	CH <sub>4</sub>	23	12.568,76	13.516,64
	N <sub>2</sub> O	296	464,54	546,12
UTCUTS	CO <sub>2</sub>	1	31.950,43	36.203,36
	CH <sub>4</sub>	23	277,44	1.263,94
	N <sub>2</sub> O	296	75,74	345,04
Residuos	CH <sub>4</sub>	23	1.630,20	1.803,10
	N <sub>2</sub> O	296	137,90	144,20
			66.997,78	85.331,17

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5 Contribución por sectores de las emisiones nacionales en términos de CO<sub>2</sub> eq.

Las emisiones de GEI de Bolivia en términos de CO<sub>2</sub>-e por sectores significaron para el año 2002 una preeminencia del sector Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra y la Silvicultura (UTCUTS) con el 48%, seguido del sector agricultura con el 19%. El sector de procesos industriales con el 15%, el sector energía con 15% y el sector residuos con el 3%. (Ver figura). En el año 2004 esta contribución no varió en términos de orden de importancia de sectores, pero si se incrementó la incidencia del sector UTCUTS que alcanzó el 50% de las emisiones en términos de CO<sub>2</sub>-e. El sector agrícola emitió el 18%, el sector industrial 16%, el sector energético se redujo a 13% y el de residuos 3%.



### 3.1.6 Comparación de Emisiones en términos de CO<sub>2</sub>eq respecto de la década 1990 – 2000

El comportamiento de los gases de efecto invernadero más importantes en los diferentes años ha tenido una tendencia creciente desde 1990 (ver Figura 3.2.).

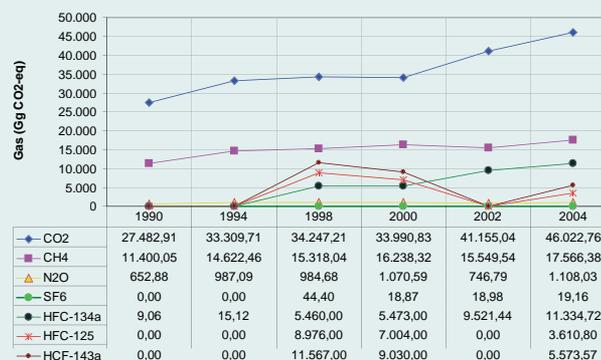


Figura 3.1 – Comportamiento de las emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en términos de CO<sub>2</sub>-eq en el periodo 1990 a 2004.

Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

### 3.1.7 Análisis de Fuentes clave

Bolivia ha hecho un esfuerzo adicional al incluir en sus inventarios el análisis de fuentes clave para los años 2002 y 2004 siguiendo la Evaluación de Nivel de Grado 1 y la Evaluación de Tendencia.

#### Evaluación de nivel

De acuerdo a la evaluación de Nivel de Grado 1, se ha visto que las tres categorías más importantes producidas en el 2002 fueron: 1) Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario (42%), 2) Fermentación entérica (17%), y 3) HFCs de equipos de refrigeración y aire acondicionado (14%). En el 2004, los tres más importantes han sido: 1) Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario (39%), 2) HFCs de equipos de refrigeración y aire acondicionado (24%), y 3) Fermentación entérica (14%).

#### Evaluación de la tendencia

Para esta evaluación de tendencia, en el 2002, se ha observado una mayor contribución a la tendencia (con 42%) a las *Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario*, seguida de las *Tierras que conservan su uso inicial* (21%). En el 2004, se ha observado una mayor contribución a la tendencia (con 44%) de las *Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario*; el segundo de mayor peso ha sido para la *Tierras que conservan su uso inicial* (20%)

### 3.1.8 Control de Calidad y Aseguramiento de la Calidad

Bolivia ha realizado un esfuerzo de garantizar un control de la calidad de la información para los inventarios de GEI, tanto a nivel de datos de actividad, como a nivel de los factores de emisión, respetando la información primaria y secundaria publicada por diversas instituciones y particularmente por la información generada en estos años por el Programa Nacional de Cambios Climáticos.

Reuniones sectoriales para la consecución de la información se han desarrollado periódicamente y la discusión de los datos de actividad y de factores de emisión se han desarrollado constantemente. De la misma manera, se ha socializado la información a nivel de resultados con las diversas instituciones vinculadas a los sectores.

Un sistema de archivo de la información y de los datos utilizados para todos los inventarios desarrollados en el país se encuentra bajo el control del PNCC, lo que permite una valoración comparativa constante.

## 4. PROGRAMAS QUE CONTENGAN MEDIDAS QUE POSIBILITEN LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

### 4.1. Clima y Escenarios Climáticos en Bolivia

En Bolivia se encuentran todos los climas de la zona intertropical desde el tropical en los llanos, hasta el polar; a medida que se asciende en las altas cordilleras. Las condiciones climáticas del país, dependen fundamentalmente de la latitud, la altitud, su ubicación entre los trópicos, la existencia de elevadas montañas, la presencia de zonas planas y la circulación de los vientos alisios. Presenta cinco unidades climáticas, seco tropical, húmedo tropical, semidesértico-árido, subtropical húmedo y seco.

#### 4.1.1 El Clima Actual

Michel (2006) del SENAMHI, establece, para el clima actual, una variación de  $-0.4^{\circ}\text{C}$  a  $0.8^{\circ}\text{C}$  en la llanura oriental en la temperatura media; por su parte, la precipitación presenta cambios no significativos ( $-0.17\%$  y  $0.98\%$ ). En la región Norte del país la temperatura media muestra incrementos entre  $0.2$  y  $1^{\circ}\text{C}$ ; no existiendo cambios en la precipitación ( $0.16$  a  $0.22\%$ ). Por otra parte, en la región de tierras bajas el incremento de la temperatura media está entre  $0.1$  y  $0.3^{\circ}\text{C}$ ; con precipitaciones constantes ( $0.07\%$  y  $-0.29\%$ ).

En la región de los valles, los cambios en la temperatura media son oscilantes entre  $-2.3^{\circ}\text{C}$  y  $2^{\circ}\text{C}$  y con precipitación entre  $-0.48\%$  y  $0.21\%$  consideradas constantes. Mientras que el altiplano presenta temperaturas en su mayoría incrementales con valores medios de entre  $1.1^{\circ}\text{C}$  y  $1.7^{\circ}\text{C}$  y a nivel de la precipitación con oscilaciones no significativas estadísticamente ( $-0.4\%$  a  $0.94\%$ ).

Estas observaciones son consistentes con la configuración de los ecosistemas con gradientes de altitud variables existentes en el país, donde los rangos en el comportamiento climático son amplios a lo largo de los últimos años, ya que el record considerado abarca períodos desde los años 40 hasta el 2004, en 23 estaciones analizadas.

Por otra parte, García M. *et al* (2006) en la “Evaluación de Tendencias del Balance Hídrico como indicador del Cambio Climático”, con el análisis de 28 estaciones meteorológicas, (excluyendo Beni y Pando) muestra tendencias en la variación de los patrones climatológicos en series de 30 años de observación. Las diferentes áreas áridas y semiáridas del país muestran tendencias ascendentes de temperatura, lo que se traduce en un incremento de la demanda de vapor de agua de la atmósfera, reflejada en la evapotranspiración de referencia. Por otra parte, los efectos del incremento o decremento de la precipitación no se verifican, ya que muestra moderada estabilidad. Sin embargo, se verificó, que en la mayoría de las estaciones consideradas, el período posterior a 1983 ha presentado precipitaciones inferiores a la media histórica. Estos estudios establecen que el Déficit Hídrico, es ascendente en gran parte de las estaciones analizadas, debido fundamentalmente al incremento en la evapotranspiración, más que al descenso de la precipitación.

#### 4.1.2 Generación de Escenarios Climáticos

Los cambios de temperatura observados bajo el modelo Regional B2-AIM<sup>4</sup>, generado por el Asian Pacific Integrated Model, presenta incremento de la temperatura superficial media hasta el año 2050 en aproximadamente  $1.5^{\circ}\text{C}$ , no existiendo mucha diferencia entre escenarios de referencia y escenarios de mejores supuestos de políticas. Lo que significaría que Bolivia en promedio también llegaría a este nivel de temperatura en los próximos 30 años.

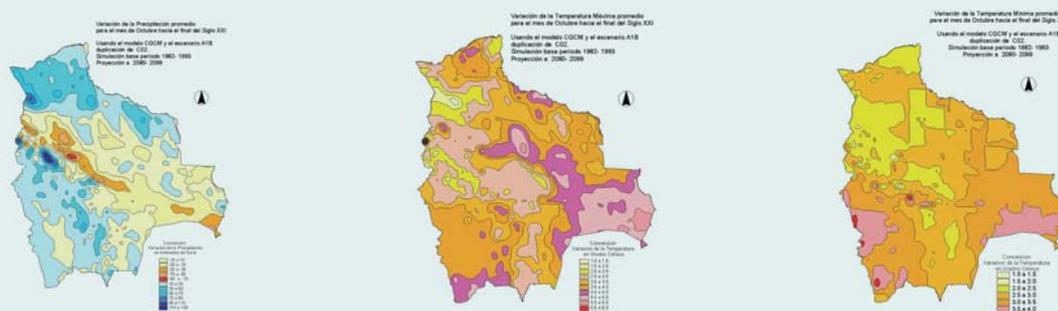


Figura 4.1 – Figura 4.2 – Figura 4.3 – Cambios en los Regímenes de precipitación y temperatura para fin de siglo (XXI), mes de octubre, bajo el escenario A1B de duplicación de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosféricos. (fuente Arana I).

4 Esta hace la familia de escenarios de emisiones del IPCC, B2 generados por el modelo Japonés Asian Pacific Integrated Model (AIM)

Respecto a las precipitaciones regionales existe un incremento de las probabilidades de ocurrencia de estas en todas las grillas generadas para Bolivia con una probabilidad de incremento de 80%. Sin embargo, la distribución temporal de las mismas, se muestra mucho más crítica para las actividades productivas y de servicios relacionadas con la disponibilidad de precipitación factor que incide fuertemente en la recarga de acuíferos. Se muestran los mayores registros de precipitación tendiendo a expandirse hacia el área integrada del departamento de Santa Cruz con probabilidades más bajas de incremento en la precipitación. El Simulador de la Tierra presenta estos escenarios de precipitación y temperatura para Bolivia para el año 2100, para el mes de octubre, como señalan las figuras 4.1, 4.2 y 4.3.

Una aproximación con toda la información gruesa del simulador de la tierra se presenta en la tabla 4.1.

**TABLA 4.1**  
Variaciones de Temperatura y Precipitación para escenarios futuros

Region	Incremento del promedio 2030*			Incremento del promedio 2080		
	T máx	T mín	pp	T máx	T mín	pp
Altiplano	1,5	0,556	0 a -15	4 a 4,5	2 a 2,5	- 20 a -45
Valles	1,35	0,49	0 a -45	1,5 a 2	2 a 2,5	- 35 a -70
Trópico	1,35	1,2	0 a - 60	2 a 3	2,5 a 3	-60a -90

Fuente: Simulador de la Tierra. Trabajado por Arana I.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Bolivia ha iniciado un trabajo de generación de escenarios climáticos en el país con la finalidad de establecer los niveles de variación que se presenten en el futuro. Para tal efecto, el SENAMHI generó su análisis a través de un trabajo en coordinación con el equipo que maneja el Earth Simulator en Japón. Sin embargo, el SENAMHI está aún en proceso de elaborar resultados a nivel de escala más pequeñas.

Un estudio realizado por la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) denominado Implementación y Validación de un Modelo Climático regional para Bolivia, utilizando el modelo PRECIS, establece que los datos observados y los modelados muestran un ciclo estacional y una correlación espacial. Con respecto a la temperatura, el modelo estima valores correctos en las Tierras Bajas, pero subestima la temperatura en la Vertiente Oriental y Valles Interandinos y el Altiplano. En cuanto a la precipitación, el modelo estima valores significativamente distintos en las Tierras Bajas y sobreestima precipitación en la Vertiente Oriental y en el Altiplano.

Se trabajaron los escenarios de cambio climático para A2 y B2 para los años 2001-2030 y 2071 al 2100 en base al modelo ECHAM4 con una resolución de 25km x 25 km y se obtuvieron los siguientes valores: la temperatura futura aumenta en toda Bolivia con incrementos más extremos en el Altiplano y la Amazonia; este incremento es de 1-2°C hasta 2030 y de 5-6°C hasta 2100, comparado con valores promedios entre 1961-1990. Los cambios en precipitación son más complejos todavía. Las Tierras Bajas muestran un ciclo de precipitación más intenso, con más precipitación durante la época lluviosa y menos precipitación durante la época seca (DEF y JJA respectivamente). Los cambios relativos máximos incluyen +53% y -36% hasta 2100. Este ciclo intensificado es también visible en la Vertiente Oriental donde una reducción más extrema ocurre en Agosto. Este patrón se invierte en el Altiplano en el año 2100 con incrementos y decrementos más extremos en la época seca y lluviosa respectivamente

### 4.1.3 Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos

La fisiografía de Bolivia y su posición con relación a la circulación regional atmosférica hace que periódicamente esté sometida a sequías o inundaciones de magnitud, determinando la mala distribución temporal y espacial del recurso. Por ello, se presentan zonas con muy diferentes regímenes de precipitación a pesar de pertenecer al mismo sistema atmosférico, coexistiendo a corta distancia áreas con precipitación por encima de los 3000 mm por año al mismo tiempo que otras con precipitación por debajo de los 300 mm en latitudes muy similares.

Eventos hidrometeorológicos extremos son frecuentes y tienden a incrementarse en magnitud e intensidad por el impacto del cambio climático, en plena coincidencia con el cuarto reporte de evaluación del IPCC que prevé mayor frecuencia e intensidad de los eventos extremos debido al calentamiento global. A nivel del país se ha acentuado la ocurrencia de tormentas tropicales en los últimos años, con vientos superiores a los 28 m/s según la escala Beaufort, con importantes daños, no observados en registros históricos de períodos largos en las regiones de Santa Cruz, Yungas de La Paz y Tarija. También se ha observado la presencia de movimientos convectivos violentos con granizo de magnitud, como las registradas en la ciudad de La Paz en febrero de 2002 y 2003.

Los cambios del clima no se expresarán solamente en la intensidad de los eventos meteorológicos extremos, sino que también podrían exacerbar la escasez periódica y crónica de agua durante los períodos de estiaje en la zona baja y en los valles áridos y semiáridos del país y reducir la disponibilidad de agua en las zonas de ascendencia orográfica. Por otra parte, hay indicadores de mayor frecuencia de inundaciones en las zonas bajas, incrementando las necesidades de adaptación no sólo a las sequías y a la escasez crónica de agua, sino también a intensas precipitaciones que ocasionan inundaciones con daños significativos a la infraestructura. Estas emergencias ocurrirían con presencia de mazamoras, relaves, riadas, a lo que se suma la creciente vulnerabilidad por la falta de recursos y problemas relacionados con los asentamientos mal planificados.

A pesar de lo anterior, es razonable predecir que las zonas áridas al presente, conservarán e incluso intensificarán esta característica, mientras que muchas de las zonas húmedas elevarán sus tasas de precipitación en función de su ubicación geográfica y su compleja fisiografía.

La Tabla 4.2 refleja algunos ejemplos de impactos que podrían ocurrir, si se utiliza la experiencia de años de eventos extremos en Bolivia.

**TABLA 4.2**  
Impactos esperados por regiones debido al cambio climático

REGION	ESCENARIOS DE CAMBIOS	IMPACTOS ESPERADOS
Altiplano	Mayor concentración de la precipitación Mayor frecuencia de tormentas con menor número de días con lluvia Mayor frecuencia de granizo Reducciones en los caudales de los ríos	Mayor presencia de heladas Incremento de las necesidades de agua para riego por los largos períodos sin lluvia Problemas con la generación de energía Retroceso de los glaciares Destrucción de cultivos Inundaciones en época de lluvias Poca disponibilidad de agua para consumo humano y animal Poca recarga en los acuíferos, bofedales y otros similares Competencia por el uso de agua
Valles interandinos	Mayor concentración de la precipitación Mayor frecuencia de tormentas con menor número de días con lluvia Mayor frecuencia de granizo	Competencia por el uso de agua Pérdida de la biodiversidad Incremento de las necesidades de agua para riego por los largos períodos sin lluvia Riesgos incrementados de deslizamientos, mazamoras y otros relacionados Problemas con la generación de energía Erosión y desertificación de suelos
Chaco	Reducción del número de días con lluvia Incremento de períodos sin lluvia durante la época de cultivo Sequías recurrentes e intensas Bajos caudales en los ríos	Competencia por el uso de agua Pérdida de la biodiversidad Eventos de olas de calor durante el verano Erosión y desertificación de suelos Mayor contaminación de las fuentes de agua
Llanos y amazonía	Incremento en la cantidad de lluvia recibida por evento Mayor tasa de nubosidad Elevada humedad atmosférica en verano y fuertes sequías en invierno	Inundaciones frecuentes Pérdida de infraestructura vial Pérdida de cultivos de invierno y muerte de ganado por falta de agua Mayor presencia de plagas y enfermedades debido a la elevada humedad. Reducción de la biodiversidad Brotos de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua.

Fuente: Impacto de los cambios climáticos en Bolivia (PNCC, 2006)

## Los eventos extremos intensificados por el cambio climático

Un evento que muestra la influencia de un cambio climático en Bolivia es el impacto del fenómeno del Niño y de La Niña. Los resultados de estudios, reuniones y talleres a nivel global y nacional, mostraron que existe consenso en identificar al sector de los recursos hídricos como uno de los más vulnerables al cambio climático. Como efecto de los eventos extremos cuando ocurre un déficit o se presenta en exceso; el agua determina la posibilidad productiva y de supervivencia de la población.

Dentro de los impactos directos relacionados al clima, sin duda lo que ha llamado fuertemente la atención es la mayor intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos<sup>5</sup>, que a Bolivia le significa vidas humanas, consecuencias sanitarias y económicas, por ejemplo: el 2002 (Febrero negro), 70 personas murieron y cerca de 40 fueron declaradas desaparecidas. En 1997-1998 se ha tenido varios brotes epidémicos (malaria, dengue, cólera, EDAs, IRAs, etc) como consecuencias de la variabilidad climática. El 2007 las inundaciones costaron cerca de 453 millones de dólares y el 2008 superaron los 500 millones de dólares, cerca al 5% de su Producto Interno Bruto.

Sin embargo, los eventos clásicos de la variabilidad climática no pueden ya ser considerados como eventos cíclicos naturales, enteramente responsables de las emergencias o desastres, dado que los cambios en el comportamiento habitual del clima; la variación interanual o interdecadal y los cambios en los regímenes de precipitación, no explican del todo la magnitud de los impactos.

## La retracción de glaciares el impacto más trascendental



Figura 4.4 – Evolución de la retracción de glaciar Chacaltaya (Fuente Ramirez E)

De manera sistemática los glaciares de Bolivia están ingresando en procesos de retracción, como consecuencia del cambio climático. Estos glaciares de características tropicales se constituyen en importantes fuentes de agua para diversos usos como la energía, la agricultura, el consumo y la recarga natural de acuíferos y de bofedales.

Estudios del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA (IHH) han determinado que los glaciares como el Chacaltaya (antiguo centro turístico de sky), prácticamente se ha extinguido, como lo reporta la última evaluación del IPCC. Lo propio sucede con el glaciar Charkini que ha perdido importante masa glaciar.

El PNCC, conjuntamente el IRD y el IHH han desarrollado un estudio sobre la retracción del glaciar Tuni Condoriri, ubicado en la Cordillera Real, habiéndose establecido que este glaciar, en los últimos 50 años ya se habría retraído en aproximadamente 35% con las implicancia sobre los sistemas de abastecimiento de agua para ciudades de El Alto y La Paz y para el riego y la generación de energía.

De seguir este proceso se considera que estos glaciares se agotarían, el Condoriri en el año 2045 y el Tuni en el año 2025 (Ramírez et Al 2006). **Asimismo, estudios recientes en una primera aproximación evidencian que el 80% de los glaciares en Bolivia estarían en proceso de retracción.**

5 Eventos Niña y Niño leves o moderados pero que han causado impactos mayores

La retracción glaciaria no solamente impactará sobre la falta de agua para el consumo humano, sino que generará stress con relación a su uso para la generación de energía y la agricultura. La mayoría de las poblaciones rurales del altiplano boliviano se hallan asentadas a los pies de importantes nevados y utilizan estas aguas para consumo y para la agricultura de subsistencia.

Otros estudios realizados en Bolivia mostraron que la Cuenca del Río La Paz y otras del Altiplano son susceptibles a conflictos entre oferta y demanda de agua, así como a agudizar los impactos de lluvias cortas y de gran magnitud especialmente en lo relacionado a la erosión. En la Cuenca del Río Piraí y gran parte de los Llanos, existe tendencia de que se incremente la probabilidad de inundaciones en época de lluvia.

Se han identificado como vulnerables las Cuencas del Río La Paz, Cuenca del Río Grande, Cuenca del Río Pilcomayo Bajo, Río Mamoré, Cuenca del Río Caine. Se tienen también identificados por las características de las regiones del Altiplano Sur, Altiplano Central y el Altiplano Norte, la Región de Chaco, la llanura Chiquitana y los valles mesotérmicos principalmente debido los déficit marcados de precipitación.

Un balance hídrico por cuencas para la época de estiaje, considerando un escenario de cambio climático de baja precipitación y elevación de la temperatura que influye sobre la evapotranspiración, muestra importantes déficits de agua en las diferentes cuencas del país. (Ver Tabla 4.3.).

**TABLA 4.3**  
Balance hídrico por cuencas bajo un escenario de cambio climático durante la época de estiaje.

Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitación (106m <sup>3</sup> )	ETR (106m <sup>3</sup> )	Uso de agua (106m <sup>3</sup> )	Déficit (106m <sup>3</sup> )
Amazonas	818.810	170.811	169.810	1.655	654
Río de la Plata	234.648	17.033	16.550	1.164	681
Endorreica	191.293	6.845	6.845	692,5	692,5

Fuente: Reich, et al, 1998

Al presente este déficit es cubierto con tomas de agua de ríos de cauce permanente provenientes de los deshielos, los que bajo un eventual cambio climático sostenido podría disminuir sustancialmente sus caudales o hasta desaparecer, por la elevación de la temperatura que está provocando un acelerado proceso de retracción de los glaciares.

Por otra parte, aunque los regímenes de precipitación en períodos lluviosos no muestren déficit significativos de precipitación, la concentración de los eventos de lluvia, podría hacer que las poblaciones enfrenten falta periódica de agua debido a la mala distribución de la precipitación.

### Escenarios de impacto del cambio climático sobre los servicios de agua y saneamiento en Bolivia

En algunas áreas la provisión del agua podría disminuir y sobreexplotar el agua de las napas freáticas, con costos incrementales para la provisión de agua (para cualquier uso) como resultado, de la necesidad de entregar agua de fuentes más profundas y lejanas. Adicionalmente la sobreexplotación de los depósitos de agua de la napa freática, podría llevar en algunos casos al deterioro de la calidad de agua.

El aumento de la escasez de agua, combinado con el incremento de la demanda de alimentos, y/o el uso de agua para la irrigación, como resultado de las altas temperaturas, harán que se potencialice la reutilización del agua. Áreas con bajas coberturas sanitarias podrían practicar un reuso incontrolado del agua, de aguas contaminadas e incluso de aguas servidas. El deterioro de la calidad del agua, como resultado de la variación del caudal, podría generar un incremento de la concentración de contaminantes, por disminución de la capacidad de dilución de los cuerpos de agua. Al mismo tiempo, el caudal incrementado de agua, desplazaría y transportaría sedimentos del suelo al agua, a través de la erosión hídrica.

También, un incremento de las tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedades hidroconducidas (tanto para los escenarios húmedos y secos) son esperados, en relación a una provisión insuficiente de agua potable y un incremento de los patógenos combinados con altos caudales de agua durante las precipitaciones extremas. El acceso al agua potable es muy deficiente para las poblaciones rurales de Bolivia, las que incrementarían su déficit bajo condiciones de cambio climático.

#### 4.1.4 Impactos del Cambio Climático en la Salud

Los efectos sanitarios del cambio climático en Bolivia, se desenvuelven sobre una base de vulnerabilidad e inequidad, con repercusiones potenciales que afectan más a algunos grupos de población que a otros, en virtud de su nivel de pobreza, educación, densidad demográfica, desarrollo económico, disponibilidad alimentaria, ingresos, condiciones ambientales locales, estado de salud, calidad y disponibilidad de servicios sanitarios y disponibilidad de sistemas de alerta temprana. Por ello, los efectos sanitarios del cambio climático en el país ya tienen una variante geográfica y contextual importante.

La salud humana, es afectada por el clima cambiante. La malaria, el Mal de Chagas, el dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores, presentan una tendencia creciente y pueden llegar a ser una amenaza substancial para la población en los próximos 5 a 10 años.

El comportamiento histórico de los eventos extremos, demuestra que las inundaciones son las más frecuentes y las que más producen pérdidas sanitarias y económicas. El 2002 (Febrero negro) en la capital de Bolivia, 70 personas murieron y cerca de 40 fueron declaradas desaparecidas, como consecuencia de 70 mm de lluvia y granizo que duró 45 minutos. Lo que representa, casi el doble de la precipitación pluvial que cae durante todo el mes.

De diciembre a febrero 2007/2008, el país entero fue afectado por las inundaciones por efectos acentuados de la variabilidad climática, sobre una base de cambio climático. Los departamentos severamente afectados fueron: el Beni y Santa Cruz. Este último, concentró al 70% de los enfermos de dengue clásico, con 400 confirmados. Se tuvo más de 1.300 sospechosos en todo el país, y se presentaron 18 casos de dengue hemorrágico

El Fenómeno del Niño 2007, anegó un tercio del territorio beniano, produjo rápidamente 1.000 casos de malaria, 90% producido por *Plasmodium vivax*, afectó a Pando con 212 enfermos, Tarija con 253 casos, y también se presentaron casos aislados en el trópico de Cochabamba. En el departamento del Beni, el 12 de febrero de 2008, 11.329 familias fueron damnificadas, 3.697 familias evacuadas a campamentos (albergues) y se atendieron 253 casos de Infecciones Respiratorias Agudas -IRAs: (con y sin neumonía), 216 casos de Diarreas – EDAs, 140 afecciones de la piel, 28 enfermedades osteomusculares y otras patologías en un número de 148 (OPS/OMS EDAN). La inundación ha sido valorada como la peor en 25 años, afectando 116.000 familias – y a más de medio millón de personas y matando a 54 personas. 75.000 familias fueron desplazadas, y 200.000 hectáreas de cosechas de alimento y cultivos principales han sido dañadas.

Las inundaciones ocurridas en la ciudad de Trinidad (capital del Beni) y alrededores, han favorecido la presentación de Leptospirosis, una enfermedad de reciente aparición en Bolivia

#### Cambio Climático, Malaria y Dengue

Los estudios realizados en Bolivia mostraron que la malaria es sensible a las variaciones y cambios en las tendencias del clima, presentando diferencias marcadas entre el periodo de la línea de base y la situación actual. El Paludismo producido por *Plasmodium falciparum*, es estacionalmente bimodal, con dos periodos incrementales que van de marzo a junio y de octubre a noviembre, con periodos de remisión en el resto de los meses. Sin embargo, los casos se presentan durante un mayor número de meses, lo que resulta particularmente importante dado el carácter de alta letalidad de la enfermedad producida por este agente.

El cambio climático puede favorecer en un 11.3% el desarrollo de nuevos casos de malaria producida por *Plasmodium vivax* y 43.6% de los casos producidos por *Plasmodium falciparum*, con un promedio del 30% para ambas (Aparicio M, Ortiz P.2000)

La proyección para el 2010 mostró que la malaria incrementara su canal endémico en 20% en las áreas de estudio y que su transmisión de bimodal se transformara en multimodal

El perfil epidemiológico nacional, se ha caracterizado por presentar enfermedades de carácter tropical como la malaria, leishmaniasis, dengue y otras, en las zonas orientales, bajas, cálidas y húmedas de Bolivia. Sin embargo los cambios ambientales globales y particularmente el cambio climático, está creando hábitats adecuados para el desarrollo vectorial, en zonas ubicadas en el occidente del país donde anteriormente no existían.

En ese marco, uno de los primeros signos de cambio, se presentó el año 1998, a 50 Km al este del lago Titicaca en la zona de Ambaná perteneciente a los Municipios de Carabuco y Mocomoco del Departamento de La Paz, con alturas que oscilan entre los 2615 - 3590 m.s.n.m. Ahí se presentó un brote de malaria en 9 comunidades: Tuntunani, Mollebamba, Caldera Sehuenquera, Huayk | ayapu, Locrohui, Huilacunca, Caranani, y Yawarquilla, de enero a mayo de ese año, con un pico en marzo.

La evaluación entomológica confirmó la presencia del vector en la zona, identificándose tanto larvas como adultos de *Anopheles pseudopuntipenni*, en Tuntunani, Huaycayapo y Mollibamba, a partir del mes febrero. Los hábitats identificados, se encuentran a orillas de los ríos, y en charcos de agua no muy cristalina con algas verdes poco frecuentes, y con poca vegetación circundante. Se identifica además que es una especie que tolera bajas temperaturas. Asimismo, los resultados confirmaron los casos de 1998 en las comunidades seleccionadas y corresponden a un ecosistema de montaña, a lo que se suma la presencia referida de casos esporádicos posteriores a esa fecha 1999-2005. Además, el monitoreo epidemiológico activo de la zona desde noviembre del pasado año permitió, detectar 10 casos confirmados de malaria por *Plasmodium vivax* el 2006.

El dengue, que no estaba presente en el país, ha rebrotado y se ha expandido desde Santa Cruz de la Sierra, a Cobija, Yacuiba, La Paz, Chapare y otras zonas. La leishmaniasis y el Mal de Chagas, que asociada a los procesos de deforestación está incrementando su incidencia y área endémica. Para esta última enfermedad, su vector *Triatoma infestans*, que está presente en 7 de los 9 departamentos del país, (84% del territorio nacional), debería esperarse por efecto del cambio climático que se expanda al resto del país, al ser los bosques húmedos reemplazados por bosques secos, hábitat adecuado para este vector.

#### 4.1.5 Impactos del Cambio Climático sobre la Agricultura y la Seguridad Alimentaria

Los agro-ecosistemas existentes en el país presentan particularidades diferentes en sus condiciones de vulnerabilidad. En algunas regiones se están haciendo recurrentes los cambios de vegetación. Por lo tanto, afectan a la producción por la emergencia de nuevas plagas y enfermedades que afectan a los cultivos.

Existe una eminente pérdida de la agrobiodiversidad en cultivos de ciclo largo reduciendo su superficie sembrada o convirtiéndose en cultivos marginales que reduce la posibilidad de su conservación In Situ, esto debido a la reducción de los ciclos de precipitación que permiten el inicio de la temporada de siembras más tarde de lo habitual.

La reducción de temporada de lluvias incide en la posibilidad de regeneración de la fertilidad de suelos y la pérdida en la cobertura vegetal dará lugar al incremento de la erosión de los mismos por agentes eólicos e hídricos; agravando la condición actual.

Bajo escenarios climáticos las tendencias de la temporalidad de heladas cambia y con los retrasos en la época de lluvias existe mayor probabilidad de pérdidas por heladas tardías en los cultivos sembrados tardíamente.

El acorte de los periodos de lluviosos con reducciones en probabilidad mostrados por los modelos de circulación general expone a los cultivos a los déficit de precipitación de la parte final del ciclo de cultivos, reduciendo los rendimientos y la calidad de la producción (situación particular del cultivo de trigo).

Las reducciones de la producción incidirán no solo en los ingresos de los productores en la agricultura de subsistencia; sino reducirán los precios por la calidad de la producción, factor que afectará significativamente en la posibilidad de acceder a otros alimentos incrementando la brecha alimentaria.

La reducción de las heladas dará lugar a dificultades en la transformación de los tubérculos de papa (*S. curtilobum* y *S. juzepcsukii*) en alimentos perecederos como la Tunta y el Chuño que depende de heladas al final del periodo de cosecha.

Eventos convectivos que dan lugar a fenómenos como tormentas que se harán mucho más frecuentes como indica el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007) amenazarán los cultivos por el incremento de granizadas, particularmente en el contexto del aumento de las sequías.

Se presenta riesgo de reducción de superficies cultivadas debido a la pérdida de manantiales en épocas de estiaje, en razón a que solo el 10% de la superficie dispone de riego permanente.

La reducción de los rendimientos en siembras de invierno por falta de agua y las pérdidas asociadas al incremento de la temperatura serán mayores por incremento en la demanda de agua para los cultivos.

Por otro lado, se evidencia que las reducciones en los periodos lluviosos están generando un incremento mayor en el riesgo, tanto para la producción como para la emergencia de enfermedades y plagas de cultivos, exacerbados por el cambio climático e incrementos por el uso mayor de agroquímicos.

Finalmente, se puede apreciar en Bolivia que el cambio climático paulatinamente afecta la reducción de la población económicamente activa en regiones productoras de alimentos por la carencia de oportunidades y pérdida de la capacidad productiva en los medios de vida.

#### 4.1.6 Impactos del Cambio Climático en los Ecosistemas

La velocidad con la que cambiarán las condiciones climáticas determinará la velocidad de desplazamiento necesarias de las especies de los ecosistemas y, por ende su capacidad de seguir existiendo (Watson *et al.*, 1996). La fuerte interrelación y dependencia de los ecosistemas hacia sus condiciones ambientales, (entre ellas las condiciones climáticas predominantes), los hacen sensibles a los impactos del cambio climático. Un estudio realizado por el PNCC (2007)<sup>6</sup> deduce que los bosques húmedos subtropicales existentes en el país son los que muestran mayor grado de vulnerabilidad al cambio climático, puesto que bajo condiciones de escenarios climáticos muestran una tendencia a convertirse en bosques secos subtropicales en el año 2100.

Los cambios observados en los diferentes ecosistemas bajo el escenario de cambio climático, según resultado del modelo Holdridge, muestran que el impacto del cambio climático puede ser variable de acuerdo al ecosistema. Así por ejemplo destaca que el ecosistema Desierto Templado Frío no presenta ninguna modificación para los escenarios de cambio climático en el 2010, 2030, 2050 y 2100. Sin embargo la zona de vida de bosque húmedo tropical llegará a incrementarse en más del 100 % el año 2100 posiblemente debido a que muchas corrientes de aire cargado de humedad no podrán atravesar la vertiente de Los Andes incrementando la cantidad de precipitación en estas zonas y aumentando la extensión de este ecosistema.

La Tabla 4.4 presenta la tasa de reducción de las áreas de cada ecosistema prevista para el año 2050. En la segunda columna se menciona el porcentaje de reducción en orden descendente y en la tercera columna se indica el porcentaje del área que corresponde la zona de vida para el año base.

**TABLA 4.4**  
Magnitud de cambio de los ecosistemas bajo el escenario de cambio climático para el año 2050.

CATEGORÍA DE ZONAS DE VIDA	REDUCCION (%)	PROPORCIÓN DE LA ZONA DE VIDA RESPECTO AL TERRITORIO NACIONAL PARA EL AÑO BASE (%)
Zona de vida con mayor magnitud de cambio Bosque húmedo templado (4)	100	1.4
Zonas de vida con moderada magnitud de reducción		
Estepa espinosa templada fría (16)	94.1	2.3
Bosque húmedo subtropical (1)	78.3	28.9
Bosque húmedo templado frío (10)	50.4	0.4
Bosque seco templado (5)	40.8	3.9
Bosque muy húmedo subtropical (6)	40.1	1.5
Bosque seco subtropical (7)	33.0	12.9
Bosque pluvial subtropical (8)	31.0	0.4
Bosque muy húmedo tropical (9)	27.9	0.4
Zonas de vida sin reducción :		
Bosque seco tropical (2),	0	25.8
Bosque húmedo tropical (3),	0	1.6
Bosque muy seco tropical (12)	0	4.0
Desierto templado frío (15)	0	1.4
Otros	0	16.5

Fuente: Impactos del CC en Bolivia. (2007)

## Impactos del cambio climático sobre los humedales

Los humedales más vulnerables son los pertenecientes a los ambientes endorreicos, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña y ambientes dependientes de las aguas subterráneas tales como los que posee Bolivia. Este efecto se producirá debido al incremento de la estacionalidad prevista en las precipitaciones que provocará la disminución temporal y espacial de la superficie inundada y una menor recarga de los acuíferos, actualmente sometidos a una fuerte presión. Su fuerte dependencia de la disponibilidad de agua hace que cualquier modificación en el ciclo hidrológico de la cuenca a la que pertenecen puede alterar sensiblemente la configuración de estos.

Un estudio de variación de humedales, en base al Índice de Vegetación, realizado en el altiplano boliviano, presenta variaciones importantes por cambio en las condiciones meteorológicas. De los cuatro bofedales en estudio se pudo observar que en tres hubo cambios en la vegetación (Ucha Ucha, San Calixto – Suriquiña y Chojñapata), esto se pudo evidenciar mediante el análisis espacial realizado en los diferentes bofedales.

### 4.1.7 Resumen de impactos económicos por los últimos eventos extremos en Bolivia

Las Tablas 4.5 y 4.6 presentan el nivel de impactos económicos como resultado de los eventos extremos de El Niño y La Niña.

**TABLA 4.5**  
Impactos económicos del fenómeno de El Niño en Bolivia

AÑO	EVENTOS	IMPACTOS ECONOMICOS
2006-2007	Fenómeno de El Niño	El Niño moderado en el país representó pérdidas por un valor aproximado de US\$ 443 millones.
1997/98	Fenómeno de El Niño 97-98	El Niño fuerte 97-98 provoca desastres Económicos en Bolivia por un valor aproximado de \$US 530 millones equivalentes al 7% del PIB nacional.
1982/83	Fenómeno de El Niño 82-83	El Niño 82-83 provoca daños económicos por un valor de US\$ 837 millones (Niño clasificado como fuerte).

Fuente: CEPAL (2007).

**TABLA 4.6**  
Impacto económicos del fenómeno de La Niña en Bolivia

AÑO	EVENTOS	IMPACTOS ECONÓMICOS
2007-2008	Fenómeno de La Niña	Niña moderada con altos impacto sociales y económicos en todo el país, 26 decesos, pérdida de vivienda y de infraestructura. Daños \$us. 540 millones.
2001-02	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.
1988-89	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos inundaciones en la región del lago Titicaca sin cuantificación de pérdidas económicas.
1973/74	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.
1982/83	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.

Fuente: Elaboración propia (2007).

## 4.2. Proceso de adaptación al cambio climático

El concepto de Adaptación fue claramente entendido por el Estado Plurinacional de Bolivia que da prioridad sustantiva a la lucha contra la pobreza, para lo cual plantea el paradigma de “Vivir Bien”. Este proceso está siendo puesto en peligro por los impactos del cambio climático por lo que la prioridad nacional está ligada a las acciones de adaptación al cambio climático.

### 4.2.1 Esfuerzos propios de adaptación

Para garantizar la Política de Estado “Agua para Todos”, donde el acceso al agua es un derecho humano, legítimo, fundamental y de todos los seres vivos, y de esta manera consolidar el paradigma del “Vivir Bien”. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua de manera agresiva ha impulsado acciones relativas a la adaptación de los recursos hídricos ante los cambios climáticos implementando proyectos en ciudades como el Alto, La Paz, Cochabamba y Tarija.

Al presentarse de manera concluyente la retracción de glaciares por efecto del calentamiento global, que afectarán a estas dos ciudades, se ha aprobado la perforación de pozos de agua en la ciudad de El Alto, y se ampliará la planta de tratamiento de agua en la meseta y la planta de tratamiento de aguas servidas de Puchukollo. También se ha dispuesto un proyecto principal que es la construcción de una segunda represa de gran capacidad en Alto Hampaturi para la ciudad de La Paz,

Otra importante medida de adaptación al cambio climático y que pueda garantizar agua a una ciudad como Cochabamba, que se encuentra al centro del país, y que se ha caracterizado por mayores sequías y falta de agua es el proyecto de construcción de la Represa Mísicuni, La construcción de las obras de Mísicuni incluyen, además de la represa la planta de tratamiento de agua.

El Gobierno Plurinacional, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), interviene con cinco programas de agua y alcantarillado en más de 100 comunidades rurales y periurbanas de las cinco provincias del Departamento de Tarija. Se busca dar soluciones estructurales a los efectos de las sequías periódicas que afectan la producción del Chaco tarijeño.

Los impactos del Fenómeno del Niño y La Niña, exacerbados por el cambio climático, han obligado al Estado Plurinacional de Bolivia a desarrollar un Plan de Rehabilitación y Reconstrucción encabezado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo en coordinación con los Ministerios de Salud, Educación, Desarrollo Rural y Tierras, Obras Públicas y Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Se busca como objetivo rehabilitar y reconstruir los sistemas productivos y la infraestructura afectada por los desastres naturales causadas por los eventos Niño y Niña, fortaleciendo las capacidades institucionales y sociales y reduciendo las vulnerabilidades.

#### **4.2.2 Aprendizaje institucional y social en proyectos piloto de adaptación**

Como parte de un proceso de aproximaciones sucesivas a la incorporación de la adaptación en todos los niveles y sectores impulsores del desarrollo, Bolivia desde el año 2004 plantea una serie de iniciativas concentradas en Planes y Proyectos que permitan enfrentar los impactos del cambio climático, los cuales se reimpulsan desde el año 2006 con una visión más participativa.

Entre las iniciativas más importantes se pueden citar: El Proyecto Estudios de Cambios Climáticos; el Plan Quinquenal del Programa Nacional de Cambios Climáticos; el Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático en áreas de retracción de glaciares (PRAA) y el Proyecto de Implementación del Mecanismo Nacional de Adaptación. Asimismo, se apoyan iniciativas de adaptación al cambio climático en el marco del Proyecto de Pequeñas Donaciones del PNUD.

### **4.3. Política pública y la adaptación al cambio climático a nivel nacional**

Bolivia al plantear en el año 2006 su Plan Nacional de Desarrollo (PND), que tiene un alcance estratégico de 10 años, establece claramente acciones vinculadas con el cambio climático. Para responder a estos lineamientos del PND, y en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional, al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, se le asigna el rol protagónico de implementar políticas relativas al cambio climático y fundamentalmente a la Adaptación, impulsando el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MNACC). Este Mecanismo Nacional de Adaptación prioriza sectores como recursos hídricos, agricultura, ecosistemas, salud, asentamientos humanos e infraestructura y riesgos climáticos. Asimismo, plantea acciones transversales referidas a la investigación, educación y recuperación de los conocimientos ancestrales.

Los objetivos estratégicos del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático son:

- Reducir la vulnerabilidad al cambio climático;
- Promover la adaptación planificada en el marco de los distintos programas sectoriales y
- Reducir riesgos a los impactos del cambio climático en los distintos sectores identificados como vulnerables.

#### **Los Objetivos de gestión del MNACC**

- Responder a las políticas del Plan Nacional de Desarrollo con acciones de adaptación al cambio climático de manera integral y multisectorial; que permita un alto grado de sustentabilidad.

- Consolidar mecanismos de participación de los diferentes actores sociales e institucionales.
- Coordinar de manera intersectorial las acciones de adaptación al cambio climático.
- Apoyar las gestiones del PNCC dentro de la estructura estatal para fomentar las acciones de adaptación al cambio climático.
- Apoyar el logro de mecanismos financieros orientados al desarrollo nacional para integrar en ellos las acciones de adaptación (ej. Fondos de inversión, apoyos programáticos, sectoriales, etc.).
- Articular las acciones de adaptación con otras acciones operativas que se plasman, ya sea en programas de desarrollo (Programas de Manejo de Cuencas, Programas y Proyectos de Riego, Programas de Salud, etc.) o en proyectos específicos de manera que estos integren y conciban la necesidad de incluir acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad nacional al cambio climático.
- Promover la integración de acciones de adaptación dentro del ámbito comunal, municipal y departamental
- Apoyar para que se considere el tema de la respuesta del país al cambio climático en espacios de discusión y planificación estratégica, tanto locales, municipales, departamentales como nacionales incluyendo éste en procesos como el Dialogo Nacional, Foros Municipales, Redes de Investigación, reflexión, etc.

## 5. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOLIVIA

Un estudio realizado por el PNCC (2001) establece que el potencial teórico nacional de reducción de emisiones que se podría alcanzar en el periodo 2001- 2012 como resultado de la aplicación de medidas de mitigación, asciende a 903 millones de t de CO<sub>2</sub>, de los cuales aproximadamente el 97,67% corresponden al sector Uso del Suelo y Cambio en el Uso del Suelo y la Silvicultura (LULUCF por su sigla en inglés) es decir 882 millones de t de CO<sub>2</sub> y 2,33% al sector energético es decir 21 millones de t de CO<sub>2</sub>.

El Estado Plurinacional ha empezado a implementar algunas de las medidas planteadas, especialmente en el sector energético y un conjunto de otras medidas están planteadas en los planes de desarrollo, especialmente aquellas que tienen costos incrementales negativos. Por ello desde el Ministerio de Hidrocarburos y Energía se viene impulsado diversos programas para el cumplimiento de esta estrategia:

PROGRAMAS
1.- Gas Natural Vehicular
2.- Implementación de focos ahorradores
3.- Hidroelectricidad

### El Programa Gas Natural Vehicular

Apunta a cambiar la matriz energética del país, para ello el Estado Plurinacional ha creado dos fondos de ayuda; el primero de Conversión de vehículos a gas y el segundo de recalificación y reposición de cilindros de gas natural.

Cerca a diez millones de dólares se pudieron obtener de estos fondos, lo que permitió que durante el 2008 15,000 vehículos hayan sido transformados y otros 18 mil recalificados.

Sin embargo, no se cuenta con información sobre el total de emisiones de gases de efecto invernadero que se ha reducido a través de la implementación de éste Programa.

### El Programa de focos ahorradores

Impulsado para mejorar la eficiencia del uso energético en el país, con la distribución gratuita de 7.9 millones de focos ahorradores, lo que significará hasta un 30% de ahorro en la facturación por consumo eléctrico y sobretodo una medida de mitigación realizada con esfuerzos nacionales.

## El Programa de hidroelectricidad,

Que impulsa el uso de recursos renovables ha iniciado la implementación de seis grandes hidroeléctricas que en los próximos 10 años generarán 3290 MW y una inversión de cerca a 5600 millones de dólares.

El PNCC, a través del Plan Quinquenal, impulsó también diferentes iniciativas de pequeñas comunidades, para desarrollar algunas medidas de mitigación que permitan reducir el uso de diesel y de biomasa en la generación de energía a través del apoyo a la construcción de varias pequeñas centrales hidroeléctricas.

También se han apoyado iniciativas de proyectos forestales para lo cual se han financiado varios proyectos de construcción de viveros, ligados a reforestación en la zona del norte de La Paz y el Beni, especialmente con comunidades locales. Asimismo, en Santa Cruz se apoyó un proyecto de defensivos forestales en las riberas del Río Piraí, que se caracteriza por sus constantes desbordes.

## 5.1. Potencial REDD en Bolivia

Más allá de que la Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de Bosques (REDD) sea una alternativa global para mitigar el cambio climático. El Estado Plurinacional de Bolivia plantea que estas actividades deben, necesariamente, respetar y promover los derechos e intereses de los Pueblos Indígenas y las comunidades locales, incluyendo su participación activa, el derecho a consentimiento libre, previo e informado (CLPI) en el diseño y la implementación de las mismas, en pleno cumplimiento con las Convenciones de los Derechos Humanos internacionales relevantes y leyes nacionales aplicables, al igual que otras leyes nacionales, constitucionarias e internacionales pertinentes.

Otro aspecto importante que el Estado Plurinacional de Bolivia plantea se refiere al mecanismo de financiamiento bajo el cual debería funcionar el mecanismo REDD, estableciendo una fuente alternativa de recursos, como aquellas provenientes de fondos multilaterales o fondos especializados y no así a través del mercado de carbono.

REDD debe asegurar un proceso transparente y soberano además de control nacional y local sobre estas actividades. El Estado Plurinacional Boliviano ha establecido con anterioridad, en el Plan Nacional de Desarrollo, la implementación de varios Programas destinados a la conservación de bosques y, asimismo, el desarrollo de proyectos de forestación y reforestación, todo esto bajo la participación de comunidades locales y municipios.

### 5.1.1 Experiencias comunitarias de REDD en Bolivia

El Programa Indígena de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques en la Amazonia Boliviana (REDD - Amazonía) está siendo apoyado como una experiencia piloto y se caracteriza por tener plena participación de grupos indígenas.

Diez Tierras Comunitarias de Origen (TCOs) participan del Programa: Takana-Cavineño; Cavineño; Chácobo-Pacahuara; Cayubaba; Movima II; Moré; Joaquiniano; Itonama y Baures que comprenden cerca de 18 mil habitantes. Asimismo 8 Municipios: Baures; Exaltación; Guayaramerin; Riberalta; Puerto Moreno; San Lorenzo; Villa Nueva y San Pedro, que conforman un total de 136000 habitantes.

Se estima con éste Programa, participativo con los actores locales, reducir la deforestación actual de la zona que es 15 a 20 mil hectáreas por año, a un poco más de 7 mil. Esta acción será posible a través del aprovechamiento sostenible de los productos del bosque, como el cacao silvestre y la castaña. También se ha planificado que otros elementos que ayudarán a la reducción de la deforestación serán el patrullaje, control y fiscalización indígena de sus propios territorios.

### 5.1.2 Proyecto Acción Climática Noel Kempff Mercado

El proyecto de Acción Climática Noel Kempff (PAC-NK) tiene una extensión aproximada de 634,000 hectáreas y está localizado en el área de expansión del Parque Nacional Noel Kempff Mercado, constituyéndose en el más grande proyecto forestal de mitigación de carbono en el mundo dentro la fase piloto de las Actividades AIC.

## 5.2. Participación de Bolivia en el MDL

Bolivia ha intentado participar en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, confiado en que el mismo iba a manejarse en un marco de equidad y que iba a ser un verdadero flujo de inversiones hacia todos los países en vías de desarrollo. Lamentablemente sólo sirvió para que algunos países se beneficien del mismo y que los países del Anexo I busquen solamente comprar Certificados de Reducción de Emisiones (CREs) y no realicen inversiones para la implementación misma de los proyectos.

Bolivia desarrolló varios proyectos a nivel de Ideas de proyecto y solamente cinco de éstos alcanzaron el nivel de Aprobación Nacional por su aporte al desarrollo sostenible del país, de los cuales sólo uno de ellos ha obtenido beneficios del MDL, tras haber terminado el ciclo de proyectos del MDL, todos los demás se caracterizaron por ser iniciativas e inversiones locales.

PROYECTOS MDL EN BOLIVIA QUE RECIBIERON LA CARTA DE APROBACIÓN NACIONAL
PROYECTO HIDROELECTRICO TAQUESI
PROYECTO DE COGENERACION GUARACACHI
PROYECTO RELLENO SANITARIO DE NORMANDIA
PROYECTO ELECTRICO COBEE
PROYECTO DE REFORESTACIÓN CETEFOR

## 6. INFORMACIÓN RELEVANTE PARA LA CONSECUCCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCION

Bolivia ha iniciado una serie de acciones internas para enfrentar las consecuencias del cambio climático que comprenden entre otras el desarrollo de inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero, estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, implantación de proyectos, desarrollo de capacidades y generación de conocimiento científico.

Desde el año 2006 la participación determinante de los movimientos sociales está incorporando variables del conocimiento ancestral para entender los impactos del cambio climático y buscar alternativas endógenas para enfrentarlo. Varias de estas actividades son descritas en este capítulo de la Segunda Comunicación Nacional.

Sin embargo, el hecho más trascendental es que el propio Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia ha tomado para sí la temática del Cambio Climático instando, como el primer mandatario indígena del planeta, la salvación de éste, al haber lanzado en la reuniones de las Naciones Unidas la tesis de salvar al planeta del capitalismo y luchar para cuidar la madre tierra (Pachamama).

### 6.1. El Consejo Plurinacional del Cambio Climático

El Estado Plurinacional de Bolivia ha determinado trabajar de manera ardua en la consolidación de un marco institucional consistente con los problemas que está generando en el país el cambio climático. Para ello el propio presidente del Estado Plurinacional, Evo Morales Ayma, ha iniciado acciones de carácter internacional, regional y local para salvar al planeta, lo cual ha sido de conocimiento de la comunidad internacional.

Por ello, Bolivia ha iniciado acciones de reflexión en todos los campos para enfrentar el cambio climático, con plena participación de los sectores sociales, principales actores y damnificados del cambio climático, con quienes se ha generado y discutido los posicionamientos nacionales en el marco de la Convención. El Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático ha iniciado la tarea de conformar un Consejo Plurinacional del Cambio Climático.

## 6.2. Capacidades para la Negociación

El Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, con la finalidad de jugar un rol más protagónico en los procesos de negociación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, ha iniciado una acción agresiva de conformar equipos de negociación.

Para ello se ha conseguido el apoyo de la cooperación bilateral, a través de países como Dinamarca, Reino de los Países Bajos y del Reino de Gran Bretaña, que han permitido que se desarrollen en el país una serie de talleres y seminarios, con la participación de negociadores internacionales y locales, que permitan una discusión abierta de los diferentes temas que abarca la CMNUCC.

Asimismo, viene llevando a cabo un proyecto denominado “Estrategia de Negociación y Fortalecimiento de Capacidades Institucionales sobre Cambio Climático”, bajo la conducción del PNCC y administración del PNUD, que busca como objetivo generar una adecuada participación de Bolivia en el proceso de negociación de la Agenda Internacional en cambio climático.

## 6.3. Estrategia Nacional de Educación

Uno de los objetivos de las actividades apoyadas en la preparación de la Segunda Comunicación Nacional, fue la de fortalecer el proceso de trabajar en Bolivia una Estrategia Nacional de Educación para el Cambio Climático. En ese contexto se ha trabajado a nivel de todo el país, el análisis de las implicaciones y necesidades de introducir la temática del cambio climático en el proceso educativo nacional.

La Estrategia de Educación busca como objetivo desarrollar y promocionar procesos de difusión, sensibilización, educación y concientización; con acciones planificadas de adaptación y mitigación, para la transformación y operativización del Cambio Climático en los procesos de formulación e implementación desarrollando la participación real y estratégica de las organizaciones sectoriales, sociales, territoriales y comunitarias.

### LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN

- 1) Generar dentro de la población boliviana en general procesos de sensibilización y conciencia crítica ante los impactos del cambio climático sobre su medio ambiente, y que sea capaz de enfrentar acciones de adaptación y mitigación.
  - i) Evaluar el nivel de conocimiento existente en la población sobre la temática de cambio climático.
  - ii) Campaña Masiva de Sensibilización y Comunicación sobre los impactos negativos de la temática del cambio climático, vulnerabilidad, adaptación y mitigación.
- 2) Desarrollar dentro del sistema educativo boliviano, procesos de sensibilización, concientización y capacitación que permitan de manera planificada y consensuada introducir la temática en la educación boliviana.
  - i) Difundir, sensibilizar y capacitar a profesores y autoridades educativas
  - ii) Desarrollar herramientas educativas y comunicacionales que permitan la enseñanza en la temática del cambio climático
  - iii) Introducir la temática de cambio climático en la educación boliviana educativa

## 6.4. Plan Integral de Investigación en Cambio Climático

El Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia, en coordinación con el Viceministerio de Ciencia y Tecnología ha iniciado una acción ordenadora de la Investigación del Cambio Climático en todos los ámbitos, con la finalidad de generar capacidades nacionales y de poder interpretar a cabalidad los impactos del cambio climático y buscar alternativas endógenas para su adaptación. Para ello ha elaborado el Plan Integral de Investigación del Cambio Climático.

Las estrategias del desarrollo nacional han incorporado políticas nacionales en el acápite Recursos Ambientales del Plan Nacional de Desarrollo, siendo el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático el brazo operativo de estas, que cuenta como uno de los programas transversales la investigación científica; a este programa responde el Plan Integral de Investigación en cambio climático.

Este Plan enfoca como prioridad la vulnerabilidad, impactos y adaptación. Sin embargo, no debe perderse de vista la necesidad de tener escenarios línea base para mitigación de gases de efecto invernadero.

Articular la ciencia al desarrollo es un gran desafío; por lo que Bolivia se planteó la necesidad de construir una red de investigación en cambio climático integrando un proceso de aprendizaje en los principales centros de investigación del país respondiendo a las políticas nacionales, el mismo que demanda continuidad. Esta Red se sustenta en una estructura que abarque todos los campos de la investigación del cambio climático.

### 6.4.1 Fortalecimiento de capacidades nacionales de sistematización

Desde 2008 en Bolivia se lleva adelante una iniciativa complementaria a las tareas que desarrolla el Estado Plurinacional, impulsada por el PNUD denominada “Fortalecimiento de Capacidades Nacionales de sistematización del conocimiento, información y difusión del cambio climático”, que apunta a fortalecer capacidades nacionales a actores locales relacionadas con la sistematización, información y difusión de la temática de cambio climático en escenarios de investigación e instituciones relacionadas con el ámbito académico centrado en el sistema público universitario con cobertura nacional. Se implementa con la asistencia de un Comité Técnico quien proporciona directrices generales y aprueba documentos relevantes para la implementación del proyecto. Este Comité está integrado por el Punto Focal de Cambio Climático Gubernamental, el donante y el PNUD.

## 6.5. Transferencia de Tecnología

La transferencia de tecnología entendida como un amplio conjunto de procesos que cubren flujos de conocimientos, prácticas, experiencias, equipamiento, metodología que es difundida entre diversos actores, con todos los elementos para su aplicación práctica; lamentablemente no han sido realizada por ningún país del Anexo I de la CMNUCC.

En un esfuerzo único, Bolivia el año 2003 publicó un documento de evaluación inicial de necesidades de tecnología en los Sectores: Energético, Industrial y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Este documento evalúa de manera preliminar las necesidades de tecnología existentes a nivel del país, identificando potenciales de transferencia que permitan generar capacidades de adaptación y mitigación del cambio climático.

## 6.6. Sensibilización Pública y Difusión del Cambio Climático

Bolivia ha venido realizando y desarrollando una serie de actividades de sensibilización y difusión con relación al cambio climático, sus causas, sus consecuencias y sus formas de enfrentarlo. Precisamente bajo el contexto del Plan Quinquenal del PNCC se ha desarrollado una serie de acciones en el componente de sensibilización y difusión, con el objetivo de Incorporar dentro de los valores y conocimientos de la sociedad boliviana, las acciones necesarias para reducir el efecto negativo que podría tener el cambio climático sobre el ecosistema y llevar adelante un adecuado control social que impida la degradación del ecosistema y, al mismo tiempo, coadyuve a su mantenimiento en forma autónoma y por principio propio.

Las principales actividades desarrolladas fueron:

- Capacitación de actores de decisión dentro del esquema institucional para incorporar el conocimiento del cambio climático, vulnerabilidad, adaptación, mitigación, etc., dentro de sus políticas de acción (decisores políticos, prefecturas, municipios, comunidades, entre otros).

- Promoción de espacios regulares de diálogo entre organizaciones sociales, conservacionistas, campesinos, organizaciones de base, industriales, ONG´s, etc., que establezcan la óptica generalizada del cambio climático y sus implicaciones, de manera que la capacitación también se produzca dentro de estos ámbitos.
- Fomento a la introducción de la temática del cambio climático dentro de la currícula educativa nacional.
- Creación de conciencia y sensibilidad social hacia la temática del cambio climático.

El PNCC ha generado una serie de publicaciones que orientan a la sociedad en los temas de cambio climático y un boletín trimestral que informa sobre los avances de las actividades del Estado en materia de cambio climático y además actualice sobre las corrientes de discusión internacional sobre el tema. Se ha fortalecido también espacios infantiles para la comprensión del cambio climático, a través de proyectos interactivos y participativos.

## **7. OBSTÁCULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO DE CAPACIDADES**

Bolivia requiere fortalecer sus capacidades humanas e institucionales para enfrentar el cambio climático, fundamentalmente para terminar de entender los impactos del cambio climático en todos los sectores de su economía, toda vez que la gran extensión de su territorio y la existencia de distintos pisos ecológicos requieren de esfuerzos y recursos adicionales muy grandes para cubrirlos.

### **7.1. Necesidades Institucionales**

Bolivia a lo largo de los últimos años ha trabajado intensamente en mejorar las capacidades institucionales, fruto de ello varios sectores han iniciado los análisis de las implicaciones del cambio climático. A su vez, los sectores sociales han iniciado una discusión abierta de lo que el cambio climático esta significado para su desarrollo y las organizaciones no-gubernamentales, de acuerdo a su ámbito de acción han iniciado experiencias incorporando la variable del cambio climático en los proyectos apoyados por ellos.

Sin embargo, aun resta desarrollar y profundizar mucho más en lo que se denomina el proceso de incorporación de la variable climática en la planificación – acción.

### **7.2. Necesidad de capacidades humanas e investigación**

Bolivia requerirá poner en práctica sus estrategias nacionales en materia de adaptación y de educación al cambio climático, para lo cual es trascendental poder generar centros de investigación multidisciplinaria de los impactos del cambio climático para las diferentes regiones del país, así como centros de análisis de tecnologías y de acciones de adaptación.

En ese contexto la transferencia de conocimientos hacia las universidades es de vital importancia, y en particular la generación de base humana científica y crítica para abordar las causas y las consecuencias del cambio climático en un contexto propio se hace de trascendencia vital.

El fortalecimiento de la investigación y de la educación sólo será plausible en la medida en que los centros de cuenten con las herramientas y los medios adecuados.

### **7.3. Necesidades de transferencia de tecnología para la mitigación del cambio climático**

Se han identificado una serie de necesidades en diferentes sectores que deberían ser apoyados para incursionar con tecnologías amigables ambientalmente y que a su vez reduzcan emisiones en un contexto de generar desarrollo. De allí que se pueden citar alguna necesidades en términos de tecnología en los sectores de la energía.

Las necesidades tecnológicas en el sector residencial e pueden clasificar en tres grupos: tecnología en la construcción de edificaciones residenciales; tecnología para el equipamiento de las edificaciones residenciales y el uso de fuentes renovables de energía.

En el sector de la cocción existe una necesidad imperante de transferencia real de tecnología que mejore estos sistemas para el sector rural y el sector periurbano, pero también es esencial la investigación de alternativas tecnológicas que puedan reducir emisiones, pero fundamentalmente mejorar las condiciones de salud en el área rural.

En el sector de la iluminación, Bolivia ha dado un paso trascendental en inducir el uso de los focos eficientes en las áreas urbanas y rurales, sin embargo, existe una necesidad muy grande para ampliar la cobertura en todo el país y fundamentalmente incorporar estos sistemas de iluminación a nivel del alumbrado público.

El sector transporte en el país ha dado saltos considerables en el cambio del uso de combustible habiéndose iniciado campañas de sustitución de combustibles, especialmente de diesel a GNC o a sistemas duales gasolina-GNC. Sin embargo, se requiere recursos en magnitud y tecnologías mejoradas y de bajo costo para que esta actividad pueda alcanzar índices considerables en Bolivia.

En el sector forestal los sistemas de control requieren de uso de herramientas tecnológicas para el monitoreo más eficaz especialmente para las áreas protegidas donde existe actividad ilegal en la extracción de madera y el poderío de los extractores supera la capacidad del control de estatal.

Se hace indispensable tecnología para mejorar la producción ganadera reduciendo emisiones de metano a través del manejo semi estabulado del ganado y mejoramiento de la digestibilidad a través del tratamiento de alimentos con alto contenido de fibra son acciones identificadas que van a requerir del apoyo para su implantación en el país.

#### **7.4. Necesidades de transferencia de tecnología potencial para la adaptación al cambio climático**

En el ámbito de la agricultura, los sistemas de riego demandan mejorar la eficiencia de aplicación, la superficie bajo riego en el país es muy reducida; por lo que demanda desarrollo tecnológico para ampliar la superficie, realizar el uso óptimo del agua de riego en diferentes regiones.

Existen potenciales cultivos, que a través de la biotecnología pueden lograr caracteres geno y fenotipicos que puedan tolerar periodos de sequías, o escapar a periodo secos tempranos a través de la precocidad considerando aspectos relacionados al foto periodo.

Para determinar estos potenciales de adaptación es pertinente establecer bancos de germoplasma en redes con objetivos claros para el uso de la biodiversidad. En este proceso es importante establecer el equipamiento de laboratorios y centros experimentales que ayuden a identificar estos potenciales para la adaptación a través del mejoramiento genético, utilización de marcadores moleculares para identificar los genes potenciales para la adaptación en programas de mejoramiento genético a mediano plazo.

Existe en el país una riqueza en conocimientos locales que permiten hacer predicciones del tiempo, por lo que es importante hacer esfuerzos de rescatar la sabiduría indígena para resolver los problemas derivados del cambio climático.

En términos de agua y saneamiento, es importante invertir en la fuentes de agua, dada la evidencia de que la pérdida de masas glaciares está incrementando el agua de escorrentía y con la consecuente pérdida de la misma; si bien la construcción de represas es una alternativa de alto costo, se considera urgente desarrollar tecnología para la construcción masiva de pequeños reservorios de agua en alta montaña para almacenar aguas en baterías subterráneas, desarrollar con alto grado de precisión inventarios de agua subterráneas, para lo cual se demanda de tecnología para las prospección en las áreas de influencia glaciar evitando la pérdidas por evaporación.

El país demanda tecnología de bio-remediación de fuentes de agua, sistemas eficientes de consumo de agua y plantas de tratamiento de aguas residuales que permita la reutilización y la reposición del caudal ecológico en calidad que permita la conservación de la biodiversidad que por efecto del cambio climático incrementa su vulnerabilidad.

#### **7.5. Necesidades de transferencia de tecnología para mejorar la observación sistemática**

El SENAMHI ha recibido importante apoyo para mejorar sus sistemas de observación, sin embargo por la magnitud

del país, Bolivia requiere una mayor y mejor tecnología para el fortalecimiento de la red de observación meteorológica en superficie. Una tecnología muy sentida en el país es la de los radares que permita estimar con mejor precisión las tormentas y las granizadas.

Asimismo, es imperativo la transferencia de tecnología para el desarrollo de escenarios climáticos regionalizados de alta resolución, así como herramientas y desarrollo de capacidades para el re-análisis de datos climáticos en zonas de alta vulnerabilidad al cambio climático.

Un tema relacionado a la red pluviométrica es la Red de observación hidrológica de caudales con estaciones de alerta de inundaciones en las principales cuencas con ríos peligrosos para los asentamientos humanos. En éste contexto, Bolivia tiene una carencia de equipos de última generación que permitan detectar en tiempo real crecidas excepcionales.

### **Necesidades de financiamiento**

El Estado Plurinacional de Bolivia ha decidido encarar la implementación del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático, como una medida estratégica que sirva para apoyar las medidas de desarrollo que se están llevando adelante. Para ello ha planteado la necesidad de crear un Fondo Nacional de Adaptación que permita cubrir los costos que significa el cambio climático ante la presencia cada vez mayor de eventos extremos, la pérdida de los glaciares, la pérdida de cultivos, la pérdida de infraestructura, los problemas de salud derivados de las nuevas circunstancias climáticas, las migraciones poblacionales, etc.

El Fondo requerirá de los aportes multilaterales y bilaterales que los países desarrollados deban generar a partir de cubrir la deuda climática en materia de adaptación que tienen con los países en vías de desarrollo y de esta manera cumplir con sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Hasta el momento Bolivia solamente ha recibido del Fondo Mundial del Medio Ambiente recursos para la preparación de sus comunicaciones nacionales y algo del Fondo Especial para el Cambio Climático, por lo que insta a una acción menos burocrática y más transparente y equitativa en la transferencia de recursos.

Reconoce, sin embargo, el apoyo que le presta la cooperación bilateral a través de varios países especialmente de la Unión Europea.



Plurinational State of Bolivia  
Second National Communication  
Executive Summary

Summary

## 1. CONTEXT

The Plurinational State of Bolivia ratified the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) in 1994 and recognizes it as an instrument that should provide the basis for fulfilling the responsibilities of all. States have elements in common but are also differentiated, and the UNFCCC can contribute to achieving important common objectives. In this context, Bolivia is pleased to present its Second National Communication with the firm conviction that it is advancing in implementing the Convention, within its capabilities.

In 2000 Bolivia presented its Initial National Communication to the Convention, at the Sixth Conference of the Parties, as an initial effort to assess the implications of climate change in a country with diverse national circumstances.

The Second National Communication (SCN) comes out of the support of multilateral cooperation established for all non-Annex I to the Convention, under the Global Environment Fund (GEF). Bolivia has made use of these resources to strengthen national capacities. For instance, the SCN project was created under the National Program on Climate Change (PNCC), directly linked to the newly created Ministry of Environment, Biodiversity and Climate Change (MEBCC), which demonstrates the importance assigned by the Government to the issue of climate change.

Bolivia is designing and implementing a new economic model in which the state plays a strategic leadership role aimed at generating a surplus for the national benefit of the majority. At the same time Bolivia, through this document, reaffirms its position in relation to the international negotiating process of the Convention, while emphasizing the need to strengthen the level of commitment, to the Convention, of the countries primarily responsible for climate change.

The document presents 2002 and 2004 GHG inventories and also a very detailed report of the evidence of climate change and climate scenarios for the main sectors of the economy of the country, reaffirming clear and scientific evidence of climate change, such as the shrinkage of glaciers, the increase in occurrences of extreme weather events that are causing major economic losses as well as negative impacts on health, agriculture, infrastructure and the economy.

This Second National Communication shows how the Plurinational State has been working on the generation of a National Mechanism for Adaptation to Climate Change, which plays a strategic role in tackling climate change in all sectors of national economy and must transcend the different territorial levels. The SNC also describes actions in capacity building, dissemination, awareness on climate change issues, and the proposal of an Education strategy at all levels to address climate change. Finally, the SNC presents the gaps that need to be addressed to manage climate change. Addressing these needs is recognized as a part of the Convention and are more fully described under Articles 4.3, 4.4 and 4.5.

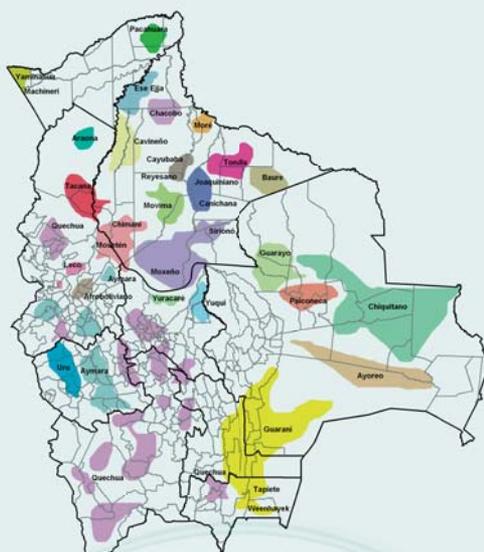
## 2. NATIONAL CIRCUMSTANCES

### 2.1. Territorial and Population Characteristics

The Plurinational State of Bolivia is located in the center of South America. It is a large country with an area of 1,098,581 square km. The country has a strong influence of the Eastern Cordillera of the Andes and, to a lesser extent, of the Cordillera Occidental.

The country identifies three major watersheds that divide the mountain water runoff: the River Plate, the Amazon and the "Altiplano" (high plateau) which is a closed basin or endoreic. Each presents diverse ecosystems with clear transition zones characterized by steep gradients and change of vegetation coverage. The watersheds typically begin with high snowy peaks, enter arid and semi-arid mountainous landscapes and descend into the subtropical lowlands of the Yungas.

The New Political Constitution recognizes 36 indigenous nations: Aymara, Araona, Baure, Besir, Canichana, Cavineño, Cayubaba, Chácobobo, Chiman, Ese,Ejja, Guarani, Guaru'suwe, Guarayu, Itonama, Leco, Machajuyai-Kallawaya, machineries, Maropa, Mojeno-Trinitarian Mojeno-Ignatian, More, Moseten, Movima, Pacawara, Puqina, Quechua, Siriono Tacana, Tapiete, Toromona, Uru-Chipaya, Weenhayek, Yaminawa, Yuky, Yuracare and Zamuco.



*Location Map of Bolivia's Native People*

Bolivia's population is 10,027,643 inhabitants (INE Data, 2008). Economically Active Population (PEA) is primarily in low-tech agriculture with limited access to inputs. Most high-tech, agro-industrial and export crops activities are located in Santa Cruz. This accounts for 80% of the conversion of forest to agricultural land and makes a significant contribution to Gross Domestic Product (GDP) from agriculture. Other economic activities, such as oil, mining, industrial also employ a large part of the economically active population.

## 2.2. Social Situation & National Response

Bolivia ranked 113 of 118 countries in the 2009 Human Development Index of the United Nations Development Programme (UNDP). Clearly, the country faces challenges in terms of achieving the Millennium Development Goals (MDG's) and, as such, has embarked on an ambitious plan to support the development of the under-privileged majority. In 2006, Bolivia began the process to nationalize natural resources and to redistribute national income. As part of this process a new and inclusive Constitution was drafted, laying the groundwork for the implementation of a new economic model.

The new "National Economic Model" defines as essential the state's participation in food production and in the industrialization of natural resources to supply both internal and external markets. The State now generates 22% of gross domestic product (GDP), of what is produced in the country. The small and medium producers account for 35 percent of GDP. Together the two have 56% of GDP constituting a new power bloc: the state with resources and small and medium producers.

The National Economic Model has five pillars: 1) Expansion of the National State; 2) Industrialization of Natural Resources; 3) Modernization and professionalization of the Medium and Small Enterprises (urban and rural production); 4) Satisfaction of the Domestic Market and Export of residual production; and 5) Redistribution of wealth. In this context, the vision of Plurinational State established in the National Development Plan (NDP)<sup>1</sup>, strives to achieve economic, social and community development through application of the following development principles: Dignity in Bolivia, Democratic Bolivia, Sovereign and Productive Bolivia, and Bolivia with macroeconomic sustainability.

## 2.3. Economic Situation

The Bolivian Gross Domestic Product (GDP) grew from Bs.51.9 million in 2000 to Bs 95.7 million in 2008. The projected real growth in 2009 is between 3 and 4% (IMF)<sup>2</sup>. This growth has taken place despite the global financial crisis, thanks to

<sup>1</sup> *National Development Plan, approved by Supreme Decree No. 29,272 dated 12 September 2007.*

<sup>2</sup> *Gilbert Terrier, Assistant Director Western Hemisphere Department International Monetary Fund (IMF)*

prudent economic policies implemented in the country. For instance, tax revenue and accumulated international reserves from the period 2005-2007 were utilized to soften the impact of global financial crisis.

Bolivia increased per capita GDP from US\$ 1,010 (2005) to US\$ 1,651 (2009). Public investment increased from US\$629 million in 2005 to US\$1.8 million in 2009. External debt declined from US\$ 4.4 to US\$ 2.4 million. In December 2007, net international reserves (NIR) were US\$ 1.7 million; in 2009 they exceeded US\$ 8.4 million.<sup>3</sup> The improved NIR is based on the positive trade balance and the nationalization of hydrocarbons and of the economy, as well as from remittances from Bolivians abroad.

Between 2005 and 2008, public spending in Bolivia grew 9% annually, while revenue increased 18% per year. Fiscal policy in Bolivia, including an increase in public investment to increase domestic demand and increased spending on social protection programs. GDP growth, understood as the statistical indicator that measures the total value of final goods and services produced within the geographical boundaries of an economy in a period of time, shows a positive development, compared to previous years.

### 2.3.1 Analysis of the Economy

The trade balance showed a surplus 38.5% higher than observed in 2007, supported by favorable external conditions. The export sector had a positive performance in all areas. Emphasize the export of mineral products at 43.7%, 53.3% oil, so that the extractive industry in the last two sectors covering 72.4% of total export value. You can see a concentration of exports in products such as natural gas, zinc and soybeans, which account for over 60% of total exports. Despite significant declines in international prices of commodities in the second half of 2008 were obtained due to higher revenues than the average raw material prices was higher in 2008 than 2007. It is applicable to oil and gas. For these reasons the terms of trade had again a positive change for the country in 2008, growing by 5.7% from 3.6% in 2007.

In the following subsections, we analyze the critical sectors from a strictly climate change perspective:

#### Energy sector

Hydrocarbons were nationalized in 2006 bringing in significant revenues for the state sector. Overall, natural gas production grew by 6.0% since then. The Bolivian electricity system is mostly self-sufficient and sensitivity to external shocks is almost nonexistent. The government's goal is to turn Bolivia into an energy powerhouse in the region. The combination of hydroelectric generation and the use of natural gas are very positive from a climate change perspective.

#### The mining sector

Has been an important traditional sector for GDP growth. Annual production of minerals such as tin, lead, zinc, antimony, silver and wolfram continue to be significant. In 2008 growth was 56.3%, compared to 2007 and its contribution to GDP growth was 6.15%.

#### In agriculture

The area under cultivation was increased by 19%, especially rice, wheat and corn. Unfortunately, "el Nino" and "la Nina" came into play in the productive periods from 2006 – 2008 and had serious negative impact on agricultural production in the country, resulting in an estimated loss of \$72 million. The production most affected included potato, quinoa and coffee bean in the provinces of La Paz, Oruro, Potosí and Cochabamba.

---

3 After the International Monetary Fund (IMF) has assigned the country 192 million Special Drawing Rights (SDRs).

## Livestock

In Bolivia is estimated at 6.5 million head of cattle, with a growth rate of 2.5% to 3% annually. The population density is distributed in 312 thousand units of production throughout the country. Livestock (including cattle, sheep, camels, pigs, poultry, etc..) contributes to 4% of GDP, of which 50% is cattle.

## Industrial sector

Bolivia has begun a process of industrialization in large, small and micro scale. The manufacturing industry recorded a growth rate in the third quarter of 2008 of 4.5%. Industrial activities with the highest growth rates were food processing, manufacture of non-metallic mineral products and manufacture of soaps and cleaning products and toiletries, with growth rates of 30.9%, 29.0% and 25.5% respectively.

## Construction

The importance of construction in GDP is small but cement production is growing significantly in 2008 compared with 2007, with a growth rate of 14.2%. Cement consumption is concentrated in Santa Cruz, with a 31% share of the total in 2008.

## The transport and storage sector

Had a positive growth rate of 4.6%. The Bolivian fleet in 2008 grew 20% compared to the year 2007. In 2008, gasoline was the fuel most used by the fleet (79%) while diesel followed (19%). Natural gas is emerging slowly powering 1.44% of the fleet followed by alcohol with only a 0.01% stake.

## 2.4. Biogeographic scenarios

Bolivia is in the neo-tropical ecozone or in the bio-geographic empire stretching from North America to southern South America. It is characterized by really different regions such as Amazon, Andean and sub-Brazilian (Drude and Diels, 1902). The convergence of these regions is associated with high altitudinal gradients. Bolivia is a complex mosaic of ecosystems, where the influence of the Eastern Cordillera of the Andes creates transition zones that host significant diversity of regions with high endemism.

For these reasons, it is among the 15 mega-diverse countries on the planet. Bolivia has approximately 30 to 40% of global biodiversity represented. Its physiographic setting has 4 types of biomes, 32 eco-regions and 199 ecosystems. The flora and fauna is typical of the bio-geographic empire in which Bolivia is situated. Nevertheless the diversity in flora and fauna has a high percentage of endemic species. The greatest concentrations of endemic plants are found in the Andes, more specifically in the Yungas (transition to tropical valleys and lowlands) and in the dry inter-Andean valleys. Bolivia is one of the relatively small countries that has significant portions of its territory that are virtually undisturbed by human action.

The Bolivian Amazon region covers about half of Bolivia's territory (475,278 km<sup>2</sup>) and consists of a variety of ecosystems including tropical rainforests, savannah, semi-moist forests, transition into the "Cerrado" and Chaco, and sub-Andean tropical forests characterized by high biodiversity. About 24% of the Bolivian Amazon is under protection: 16% are under national protection and 8% are under provincial protection. 25% are communal lands, in some cases with overlapping protected areas, which correspond to the territories of over 25 Indigenous Peoples.

The sub Brazilian bio-geographic region covers a dry region of Chiquitanía in Bolivia and the Chaco region in the south. These regions are characterized by xerophytic species and by rainfall deficits. Depending on weather conditions and soil, the flora of Bolivia can be grouped into eight provinces: Amazon Basin, Grasslands Beni, Yungas, Savannas East, Park Chaco, Estepa Valluno, Front Subandean and Altiplano.

## 2.5. Bolivia's position on the Convention and on International Climate Change negotiations

The State's position in international climate change negotiations is based on the letter submitted by President Evo Morales to the General Assembly of the United Nations on 28 November 2008. This letter postulates that the development models and

economic policies adopted and promoted by developed countries since the industrial revolution, are the structural causes of climate change and of its harmful effects nature and humanity. The development patterns are characterized by accumulation and excessive consumption, energy wastage and a vision of exploitation of nature by man.

From these general ideas, flows a series of proposals which were developed based on a collective process of the government with social organizations and civil society. In particular the views and proposals of indigenous peoples are integrated part of the proposals. Indigenous groups should also be a part of the global negotiation process.

An underlying principle of these proposals is that human beings have not recognized that they are part of a larger system with which they must live in harmony and balance. For this reason Bolivia has raised the need for a declaration of the Rights of Mother Earth, which goes beyond climate change negotiations, and would have to be further elaborated at the United Nations.

Some specific elements of Bolivia's position include:

### **2.5.1 Past industrial models have created a Climate Debt**

Industrial models of the developed countries inhabited by 20% of the world's population are responsible for nearly three quarters of historic emissions of these gases. This translates into an "emissions debt" or "climate debt" This concept was introduced by Bolivia and has been supported by many countries including the Group of Least Developed Countries. The climate debt should be paid by a combination of reducing emissions and through funding of effective technology transfer and capacity building.

### **2.5.2 Agro-fuels are not the answer**

Bolivia is clear that agro-fuels are not an alternative for food production and that priority should be given to production of grain for human consumption as opposed to transportation needs. Agricultural production for fuel purposes contributes to mono-cultures, depletion of soils, and promotes the concentration of land ownership.

### **2.5.3 Reduction of emissions**

Bolivia supports strict compliance to 2012 commitments of developed countries to reduce emissions of greenhouse gases, according to the provisions of the Kyoto Protocol, i.e. at least 5% below levels 1990. Bolivia also calls for the establishment of commitments to minimum emissions for the second period (2013 and 2017). In this scenario, Bolivia's emissions are reduced by 49% compared to 1990, as partial payment of the climate debt. However, these reductions must take place in the developed countries and not through the carbon market that allows the purchase of emission reductions that are actually made in other countries while developed countries continue to pollute in their own country. Bolivia believes in the establishment of mechanisms for monitoring, reporting and verification that are transparent and accessible to the public, to ensure compliance with these commitments.

### **2.5.4 A comprehensive financial mechanism**

Should be created with public sector financial resources from developed countries, reaching the levels needed to cover the climate debt they have with the planet. This fund will support developing countries in implementing their programs for adaptation and mitigation including innovation, development and technology transfer. Funding should be on top of Official Development Assistance (ODA), bilateral aid and it should be channeled through agencies other than the United Nations.

### **2.5.5 Intellectual property rights**

The transfer and development of environmentally friendly technologies from developed countries to developing countries is essential for establishing adaptation measures and to enable mitigation actions. However, intellectual property rights constitute a barrier to technology transfer. For these reasons, Bolivia supports the G77 in that property protection should be excluded from future patents for this type of technology. Even existing patent protection should be reconsidered for

relevant technologies. Furthermore, since climate change is an emergency for humanity as a whole and especially the people living in developing countries, Bolivia proposes that the option must be enabled to use all the flexibilities developed in the “Aspects of Intellectual Property Rights Trade-related, “including compulsory licensing.

### 2.5.6 Participation of Indigenous Peoples

All action in the framework of the UNFCCC should be taken with the active participation indigenous peoples, with full respect and implementation of the United Nations Declaration on the Rights of the Indigenous Peoples. Bolivia postulates that Indigenous People have been the best caretakers of Mother Earth even while they are the most vulnerable to the impacts of climate change.

### 2.5.7 Carbon Market

Bolivia does not support the carbon market concept or the possibility of developing new flexibility in this area. Addressing climate change requires dealing with the root problem, i.e. developed countries must reduce their emissions through domestic action or within their territories and not through the carbon market. The carbon market allows developed countries to continue to pollute at home while developing countries face unfair restrictions.

### 2.5.8 The REDD mechanism

Should support adaptation activities related to forests and comprehensive management of forests, to ensure sustainable protection of these ecosystems and the effective reduction of deforestation to mitigate climate change. Reducing emissions from deforestation and forest degradation REDD should be based on a mechanism of direct compensation from developed to developing countries. The objective should be to ensure wide and effective participation of indigenous peoples and local communities through an open and transparent process.

## 3. INVENTORY OF GREENHOUSE GASES

In this National Communication and through implementation of decisions 17/CP.8 and 13/CP.9 of the UNFCCC, Bolivia presents inventories of GHG emissions for 2002 and 2004. This Communication has also recalculated the inventories for 1990, 1994, 1998 and 2000, in order to provide a clear idea of the base level of emissions in the country. GHG inventories were developed following the methodology proposed by the IPCC in order to ensure the accuracy, comparability and completeness of the inventory.

The GHG inventory includes estimates of net emissions of greenhouse gases such as carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>). The inventory also considers indirect greenhouse gases: carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and volatile organic compounds other than methane (NMVOC). Also considered in the GHG inventory: Energy, Industrial Processes, Agriculture, Land Use, Land Use and Forestry and Waste sector.

Representatives of the technical units of various government institutions provided information that was assessed and then agreed for use in the GHG inventory. To achieve results, an institutional exchange was conducted through workshops both at the beginning and the end of the process.

### 3.1. 2002 and 2004 Total emissions

The overall results of national emissions of greenhouse gases for 2002 and 2004 can be seen in Tables 3.1 and 3.2 respectively. These tables look at the national GHG emissions, direct (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC and SF<sub>6</sub>) and indirect (NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC) and SO<sub>2</sub> as a precursor of sulfate. Emissions were calculated by emission category emission for each of the sectors proposed by the IPCC methodology, which are Energy, Industrial Processes, Solvent use and other products, Agriculture, LULUCF and Waste. They also expressed the corresponding memo items.

**TABLE 3.1**  
Bolivia's Total Greenhouse gas emissions for 2002 in Gg

GHG Emissions by Sources and Sinks	Emissions CO2	Sinks CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVNM	SO2	HCFs	PFCs	SF6
Total Emissions by sources and sinks	59.539,70	18.378,67	676,07	2,52	86,16	1656,18	62,76	11,63	8,18		0,00
1. Energy	8.603,30		46,66	0,23	53,52	368,36	55,63	11,58			
A. Combustion Activities	8.482,40		10,86	0,23	53,43	368,22	48,21	10,16			
Reference Method	9.286,93										
Method by sector	8.482,40		10,86	0,23	53,43	368,22	48,21	10,16			
B. Fugitive Emissions	120,90		35,80	0,01	0,09	0,14	7,42	1,42			
2. Industrial Processes	607,30		NO	NO	0,01	0,014475	7,13	0,06	8,18	NO	0,00085
4. Agriculture			546,47	1,57	8,24	428,99					
5. Land Use. Land Use Change and Forestry	50.329,09	18.378,67	12,06	0,26	24,39	858,81					
6. Waste			70,88	0,47							
Partidas informativas											
International Bunkers	216,45		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	NA			
Aviación	216,45		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	NA			
CO2 emissions from biomass	3.260,00										

**TABLE 3.2**  
Bolivia's Total Greenhouse gas emissions for 2004 in Gg

GHG Emissions by Sources and Sinks	Emisiones de CO2	Remociones de CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVNM	SO2	HCFs	PFCs	SF6
Total Emissions by sources and sinks	64.383,74	18.265,25	763,76	3,74	95,73	1.983,18	69,93	12,48	17,99		0,00
1. Energy	9.146,54		42,73	0,25	57,91	396,17	58,51	12,41			
A. Combustion Activities	9.038,72		11,73	0,24	57,82	396,03	51,09	10,99			
Reference Method	9.774,49										
Method by sector	9.038,72		11,73	0,24	57,82	396,03	51,09	10,99			
B. Fugitive Emissions	107,81		31,00	0,0066	0,09	0,14	7,42	1,42			
2. Industrial Processes	768,60		NO	NO	0,01	0,02	11,42	0,07	17,99	NO	0,00
4. Agriculture			587,68	1,84	13,43	728,18					
5. Land Use. Land Use Change and Forestry	54.468,61	18.265,25	54,95	1,17	24,39	858,81					
6. Waste			78,40	0,49							
Memo Items											
International Bunkers	80,45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	NA			
Aviación	80,45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	NA			
CO2 emissions from biomass	1.346,34										

Source: Own

### 3.1.1 Carbon dioxide emissions

The results of emission estimates show that the largest greenhouse gas emission in Bolivia come mainly from exchange activities in land use and forestry (net emissions - accounting for removals) and which brought the total to 77.6% and 78.45% for 2002 and 2004 respectively. Subsequently, the energy sector is one of the most important, which accounted for 20.90% and 19.90% respectively and then the industrial processes sector with 2.0% in 2002 and 2004.

### 3.1.2 Methane emissions

The CH<sub>4</sub> emissions in all years examined are primarily from the agricultural sector, mainly emissions from enteric fermentation, this sector contributes 78% in 2002 and 77% in 2004. Then the waste sector contributed to total methane emissions with 11% in 2002 and 10% in 2004, followed by the energy sector, with 9% in 2002 and 6% in 2004.

### 3.1.3 Nitrous oxide emissions

Similarly, emissions of N<sub>2</sub>O mainly come from the agricultural sector which contributed to the total nitrous oxide with 61% in 2002 and 50% in 2004. The waste sector follows with 19% and 13% for 2002 and 2004 correspondingly. The sector LULUCF has occupied the third place with 11% and 31% in 2002 and 2004, respectively.

### 3.1.4 National emissions in terms of CO<sub>2</sub> equivalent

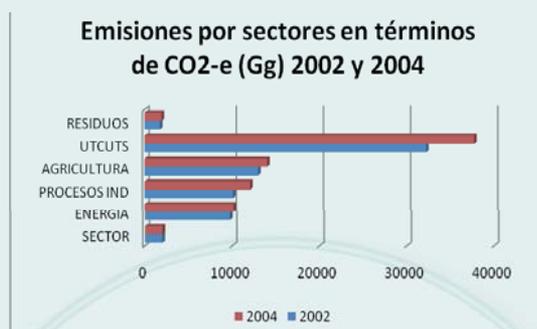
The results obtained in these calculations at the national level can be seen in Table 3.3 which shows the emissions of different gases in terms of CO<sub>2</sub>-eq for 2002 and 2004. These results show in terms of CO<sub>2</sub>-eq that the main greenhouse gas, CO<sub>2</sub> has contributed with 61.63% in 2002 and 53.99% in 2004 compared to total emissions. Then CH<sub>4</sub>, with 23.21% in 2002 and 20.61% in 2004, ranking third in this year. The joint contributions of HFCs reached third place in 2002 with 14.72% and second place with 23.93% in 2004. The N<sub>2</sub>O, has contributed 1.11% in 2002 and 1.30% in 2004, ranking fourth and finally, the SF<sub>6</sub> is the gas that has contributed to a lesser extent in both years to the total of emissions equivalent: 0.03% in 2002 and 0.02% in 2004.

**TABLE 3.3**  
Bolivia's Total Greenhouse gas emissions for 2002 y 2004 in CO<sub>2</sub>-eq

Sector	GHG	Potencial calentamiento Global	2002	2004
Energy	CO <sub>2</sub>	1	8.603,30	9.146,54
	CH <sub>4</sub>	23	1.073,15	982,70
	N <sub>2</sub> O	296	68,61	72,67
Industrial Processes	CO <sub>2</sub>	1	607,30	768,60
	SF <sub>6</sub>	22200	18,98	19,16
	HFC-125	3400	0,00	3.610,80
	HFC-134 <sup>a</sup>	1300	9.521,44	11.334,72
	HFC-143 <sup>a</sup>	4300	0	5.573,57
Agriculture	CH <sub>4</sub>	23	12.568,76	13.516,64
	N <sub>2</sub> O	296	464,54	546,12
LULUCF	CO <sub>2</sub>	1	31.950,43	36.203,36
	CH <sub>4</sub>	23	277,44	1.263,94
	N <sub>2</sub> O	296	75,74	345,04
Waste	CH <sub>4</sub>	23	1.630,20	1.803,10
	N <sub>2</sub> O	296	137,90	144,20
			66.997,78	85.331,17

### 3.1.5 Contribution by sectors of national emissions in terms of CO<sub>2</sub> eq.

The GHG emissions for Bolivia in terms of CO<sub>2</sub>-e by sector show for the year 2002 a prominence of the sector of Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) with 48%, followed by the agriculture sector with 19%, the industrial processes sector with 15%, the energy sector with 15% and the waste sector with 3%. (See Figure). In 2004 this contribution did not vary in terms of order of importance of sectors, but if they increase the incidence of the LULUCF sector to 50% of emissions in terms of CO<sub>2</sub>-e, the agricultural sector reached 18%, industry industrial 16%, the energy sector decreased to 13% and the waste sector remained unchanged with 3%.



### 3.1.6 Comparison of emissions in terms of CO<sub>2</sub>eq for the decade 1990 to 2000

The behavior of the main greenhouse shows an increasing trend since 1990 (see Figure 3.1).

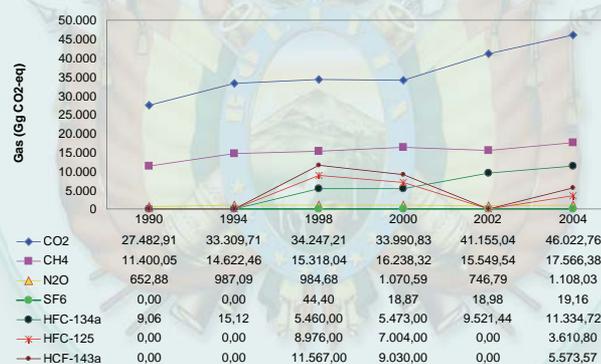


Figure 3.1 – Comparison of emissions in terms of CO<sub>2</sub>eq for the decade 1990 to 2000.

### 3.1.7 Analysis of key sources

Bolivia has made an extra effort to include in their inventories, the key source analysis for the years 2002 and 2004 following Tier 1 and Trend Assessment.

#### Level Assessment

According to Tier 1 the three major categories in 2002 were: 1) Land Use Change in the inventory year (42%), 2) enteric fermentation (17%), and 3) HFCs from refrigeration and air conditioning (14%). During 2004, the three most important were: 1) Land Use Change during the inventory year (39%), 2) HFCs from refrigeration and air conditioning (24%), and 3) enteric fermentation (14%).

#### Evaluation of the trend

The trend assessment in 2002, shows major contribution to the trend (42%) from Land Use Change during the inventory year, followed by Land Use (21%).

In 2004, there has been a major contribution to the trend (44%) from Land Use Change during the inventory year, and the second contributor was Land Use (20%)

### 3.1.8 Quality Control and Quality Assurance

Bolivia has made efforts to ensure quality control of information for its GHG inventories, for both activity data and at the level of emission factors, while respecting the primary and secondary information published by various institutions and particularly information generated during both years by the National Climate Change Program.

Sectoral meetings for the attainment of information have been developed and regularly discussion on the activity data and emission factors were carried out. Similarly, the results were socialized level with the various institutions involved in the process.

An information file system for all data developed during the inventory process in the country is under the control of the PNCC, which will allow a constant comparative assessment.

## 4. PROGRAMS TO FACILITATE ADEQUATE ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

### 4.1. Climate and Climate Scenarios in Bolivia

Bolivia has virtually all climates from tropical in the plains to polar, as one ascends the high mountain ranges. The climatic conditions of the country mainly depends on latitude, altitude, location within the tropics, the existence of high mountains, the presence of flat areas and the movement of trade winds. Weather has five units, dry forest, tropical moist, semi-desert-arid, and subtropical moist and dry.

Michel (2006) SENAMHI suggests changes from in average temperature from  $-0.4^{\circ}\text{C}$  to  $0.8^{\circ}\text{C}$  in the eastern plains. Precipitation presents no significant changes ( $-0.17\%$  and  $0.98\%$ ). In the Northern region of the country the average temperature shows an increase between  $0.2^{\circ}\text{C}$  and  $1^{\circ}\text{C}$ , with no change in precipitation ( $0.16$  to  $0.22\%$ ). In the lowlands increase on average temperature is between  $0.1$  and  $0.3^{\circ}\text{C}$ , with no expected changes in rainfall ( $0.07\%$  and  $-0.29\%$ ).

In the valley region the changes in average temperature are oscillating between  $-2.3^{\circ}\text{C}$  to  $2^{\circ}\text{C}$  and precipitation between  $-0.48\%$  and  $0.21\%$  considered constants. While the high plateau shows an increment in temperatures with values between  $1.1^{\circ}\text{C}$  and  $1.7^{\circ}\text{C}$  and change on precipitation levels that are not statistically significant ( $-0.4\%$   $0.94\%$ ).

These observations are consistent with the configuration of ecosystems and taking into account the elevation gradients in the country, where the ranges in climate behavior are broad over the past years. The record cover periods from the 1940s to 2004 in 23 hydrometeorological stations.

Moreover, Garcia M. et al (2006) in “Evaluación de Tendencias del Balance Hídrico como indicador del Cambio climático”. The analysis of 28 weather stations (excluding Beni and Pando provinces) shows trends in the variation of weather patterns for 30 years of observed series. The arid and semiarid areas of the country show increasing trends in temperature, which translates into increased demand for water vapor in the atmosphere, reflected as evapo-transpiration. It was observed that in most of the stations considered, during the period following 1983 the rainfall has decreased in than the historical average. Nevertheless, these studies conclude that the water deficit is rising primarily due to increased evapotranspiration, rather than the decrease in precipitation.

#### 4.1.1 Generation of Climate Scenarios

The Regional Model B2-AIM4 generated by the Asian Pacific Integrated Model, suggests an increase in average surface temperature to 2050 by about  $1.5^{\circ}\text{C}$ . There was little difference between the baseline scenario and the scenarios with the best policy assumptions. This would suggest that Bolivia would retain its average temperature at this level over the next 30 years.

<sup>4</sup> This makes the family of IPCC emission scenarios, B2 generated by the model Japanese Asian Pacific Integrated Model (AIM)

Regarding regional precipitation there is a 80 % probability of an increase in the rainfall occurrence in all the grids generated for Bolivia. However, the temporal distribution is a critical aspect for productivity activities because of its role in the recharge of aquifers.

Santa Cruz has the strongest record of precipitation but with lower odds of an increase in precipitation.

The Earth Simulator generated precipitation and temperature scenarios for Bolivia for the year 2100 and for the month of October as indicated by the figures 4.1, 4.2 and 4.3.

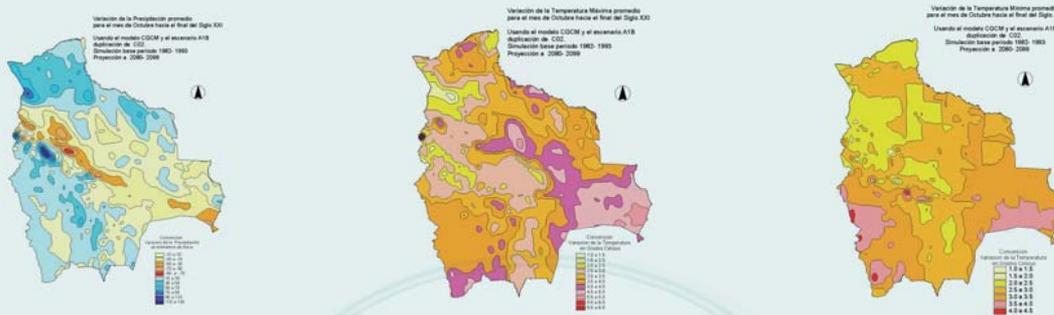


Figure 4.1 – Figure 4.2 – Figure 4.3 – Changes in patterns for Precipitation and Temperature under the Scenario A1B for the end of the XXI Century. (Source Arana I).

An approach with all the information from the Earth Simulator is presented in Table 4.1 below.

**TABLE 4.1**  
Temperature and Precipitation –Future Scenarios

Region	Average Increase to 2030*			Average Increase to 2080		
	T máx	Tmín	pp	T máx	Tmín	pp
Highplains	1,5	0,556	0 a -15	4 a 4,5	2 a 2,5	- 20 a -45
Valleys	1,35	0,49	0 a -45	1,5 a 2	2 a 2,5	- 35 a -70
Tropics	1,35	1,2	0 a - 60	2 a 3	2,5 a 3	-60a -90

Source: Earth Simulator. (Arana I)

The National Service of Meteorology and Hydrology (SENAMHI) of Bolivia has begun to generate climate scenarios in the country in order to assess future variations. The SENAMHI analysis was done in coordination with the team that manages the Earth Simulator in Japan. However SENAMHI is still working to develop outcomes at a much smaller scale.

A study by the Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) called “Implementation and validation of a regional climate model for Bolivia using PRECIS” found that the observed data and models show a seasonal cycle and spatial correlation. With respect to the temperature, the model estimates correct values in the Lowlands, but underestimates the temperature in the eastern slope and the valley and the highlands. As for precipitation, the model estimates significantly different values in the Lowlands and overestimates precipitation in the eastern slope and in the highlands.

Climate change scenarios A2 and B2 for the years 2001-2030 and 2071 to 2100 based on ECHAM4 model with a resolution of 25km x 25 km produced the following results: the temperature increases in all of Bolivia the highest increase will be in the Highlands and the Amazon. The temperature increase could be in the range of 1-2 ° C until 2030 and 5-6 ° C up to 2100, compared with average values from 1961-1990.

The study worked the climate change scenarios A2 and B2 for the years 2001-2030 and 2071 to 2100 based on ECHAM4 model with a resolution of 25km x 25 km and obtained the following values: the future temperature increases in all of Bolivia with the most extreme in the Altiplano and the Amazon, an increase of 1-2 ° C until 2030 and 5-6 ° C up to 2100, compared with average values from 1961-1990.

Changes in precipitation are more complex. The Lowlands show a cycle of more intense rainfall, with more precipitation during the rainy season and less precipitation during the dry season (JJA DJF, respectively). The maximum relative changes include an increase of 53% and -36% until 2100. This cycle is also enhanced on the eastern slope where extreme reductions occur in August. The pattern is reversed in the Highlands for 2100 with more extreme increases or decreases in the dry and rainy seasons respectively.

#### 4.1.2 Climate Change Impacts on Water Resources

Bolivia is regularly subjected to drought or floods of magnitude due to poor temporal and spatial distribution of the water resource. Thus, there are areas with very different rainfall regimes despite the fact that they belong to the same weather system. Coexisting within walking distance are areas with rainfall above 3000 mm per year with others that have precipitation below 300 mm.

Extreme hydro-meteorological events are frequent and tend to increase in magnitude and intensity as a result of climate change. At the country level the occurrence of tropical storms has increased in recent years, with winds in excess of 28 m / s according to the Beaufort scale, with significant damage, not observed in historical records over long periods of time for Santa Cruz, Yungas of La Paz, and Tarija. It has also been detected convective motions in the atmosphere causing violent hail storms such as those recorded in the city of La Paz in February 2002 and 2003.

Changes in climate are expressed not only in the intensity of extreme weather events, but also in exacerbated periodic and chronic shortages of water during periods of drought in the lowlands and valleys of the arid and semiarid parts of the country and generally by reducing the availability of water. Moreover, there are indicators of increased frequency of flooding in downstream areas, increasing the need to adapt not only to droughts and chronic water shortages but also to heavy rainfall to prevent flood damage to infrastructure.

It is reasonable to predict that arid regions will retain this contradictory pattern of chronic water shortage and significant flood damage from more intense rains even while many of the wetlands will see increased precipitation. Table 4.2 shows some examples of impacts that might occur using the experience of years of extreme events in Bolivia.

**TABLE 4.2**  
Expected impacts by region due to climate change

REGION	STAGES OF CHANGE	EXPECTED IMPACTS
High Plateau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased concentration of precipitation</li> <li>Increased frequency of storms with less number of rainy days</li> <li>Increased frequency of hail</li> <li>Reductions in river flows</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased presence of frost</li> <li>Increased water needs for irrigation by long periods without rain</li> <li>Problems with power generation</li> <li>Retreating glaciers</li> <li>Destruction of crops</li> <li>Floods in the rainy season</li> <li>Low water availability for human and animal consumption</li> <li>Little recharge into aquifers, bogs and similar</li> <li>Competition for water use</li> </ul>
Valleys	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased concentration of precipitation</li> <li>Increased frequency of storms with less number of rainy days</li> <li>Increased frequency of hail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competition for water use</li> <li>Loss of biodiversity</li> <li>Increased water needs for irrigation by long periods without rain</li> <li>Increased risks of landslides, porridges and related</li> <li>Problems with power generation</li> <li>Soil Erosion and Desertification</li> </ul>
Chaco	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducing the number of days with rain</li> <li>Increased periods without rain during the growing season</li> <li>Recurrent droughts and intense</li> <li>Low flows in rivers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competition for water use</li> <li>Loss of biodiversity</li> <li>Events heatwaves during the summer</li> <li>Soil Erosion and Desertification</li> <li>Increased pollution of water sources</li> </ul>
Llanos and Amazonian	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased rainfall received by event</li> <li>Higher rate of cloudiness</li> <li>High humidity in summer and severe drought in winter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frequent Flooding</li> <li>Loss of road infrastructure</li> <li>Loss of winter crops and livestock died from lack of water</li> <li>Major pests and diseases due to high humidity.</li> <li>Reduction in biodiversity</li> <li>Outbreaks of infectious diseases related to water.</li> </ul>

Source: *Impact of climate change in Bolivia (PNCC, 2006)*

### Extreme events intensified by climate change

An event that shows the influence of climate change in Bolivia is the impact of El Niño and La Niña. The results of studies, meetings and workshops at national and global level, showed that there is consensus in identifying the water sector as one of the most vulnerable to climate change.

As noted, one of the direct impacts related to climate change is the increased intensity and frequency of extreme weather events [5]. In Bolivia such events have serious consequences, for example: 2002 (February black), 70 people died and about 40 were reported missing, 1997-98 had outbreaks of malaria, dengue and cholera. In 2008, it is estimated that the cost of floods exceeded \$ 500 million, about 5% of GDP.

However, classic climate variability can no longer be considered as natural cyclical events, entirely responsible for emergencies or disasters. Changes in the normal behavior of the climate and changes in precipitation do not fully explain the magnitude of impacts.

### The shrinkage of glaciers the most significant impact of climate change



Figure 4.4 – Chacaltaya Glacier retreat 1982-2005 (Source Ramirez E)

Bolivia’s glaciers are definitely receding as a result of climate change. These tropical glaciers are crucial sources of water for uses such as energy, agriculture, consumption and the natural recharge of aquifers and bogs. For example, studies show that the Chacaltaya glacier (former ski resort) is nearly extinct. The PNCC, with the IRD and the HHI have done a study on the shrinkage of the Condoriri Tuni glacier located in the Cordillera Real. The study concludes that this glacier has retreated about 35% in the last 50 years with serious future implications for water supply for the cities of El Alto and La Paz and for irrigation and power generation. These glaciers would be exhausted in 2045 and 2025 (Condoriri & the Tuni, respectively; Ramirez et al 2006). In addition to these studies of specific glaciers, surveys show that 80% of glaciers in Bolivia are in the process of receding.

Glacier shrinkage has a direct impact on river basins as well. The river basins of La Paz, Rio Grande Basin, Lower Pilcomayo River Basin, Rio Mamore River Basin Caine are vulnerable to serious impact from disappearing glaciers.

A water balance of watersheds for the dry season considering a climate change scenario of low rainfall and elevated temperature influences evapotranspiration water deficits are important in different watersheds of the country. (See Table 4.3.).

**TABLE 4.3**  
Fall Water balance by basins under a scenario of climate change

Basin	Área (Km2)	Precipitación (106m3)	ETR (106m3)	Water Usage (106m3)	Deficit (106m3)
Amazonas	818.810	170.811	169.810	1.655	654
Río de la Plata	234.648	17.033	16.550	1.164	681
Endoreic	191.293	6.845	6.845	692,5	692,5

At the present this deficit is covered with water intakes from rivers with a permanent channel of ice thaw. Clearly, climate change and glacier shrinkage would substantially reduce the river water wealth, and river basins might even disappear.

Moreover, although precipitation patterns in rainy periods show no significant rainfall deficit, the concentration of rainfall events, could cause people to face a periodic lack of water due to the poor distribution of the rainfall.

Scenarios of climate change impacts on water and sanitation services in Bolivia.

In some areas the water supply might decrease leading to over-exploitation of underground water with incremental costs for the provision of water (for any use) as a result of the need to extract water from far deeper sources. Additionally, over-exploitation of the water table, in some cases could lead to deteriorating water quality.

Increasing water scarcity, combined with increasing demand for food, and / or use of water for irrigation, as a result of high temperatures, will increase opportunities for the re-use of water. Areas with low water supply could practice reuse water, contaminated water and even sewage, but control of health risks is crucial. The deterioration of water quality as a result of the varying flow could lead to increased concentrations of pollutants by decreasing the dilution capacity of water bodies. At the same time, the increased flow of water, will cause erosion due to water/

Also, increased morbidity and mortality from water borne disease is expected in relation to an insufficient supply of potable water and increased pathogens combined with high water flows during rainfall extreme. Access to potable water is very poor for rural populations in Bolivia, which would increase under conditions of climate change.

### 4.1.3 Climate Change Impacts on Health

The health effects of climate change in Bolivia disproportionately affect vulnerable populations, by virtue of their poverty, education, population density, economic development, food availability, income, local environmental conditions, health status, quality and availability of health services and availability of early warning systems. Therefore, the health effects of climate change in the country and have an important contextual and geographic variation.

Human health is affected by the changing climate. Malaria, Chagas, dengue and other vector-borne diseases, show a growing trend and can become a substantial threat to the population in the next 5 to 10 years.

From December to February 2007/2008, the entire country was affected by floods exacerbated by the effects of climate variability, on the basis of climate change. The Provinces severely hit were Beni and Santa Cruz. Santa Cruz had 400 patients with classic dengue. Eventually, there were more than 1,300 suspected cases across the country, including 18 cases of dengue hemorrhagic.

El Niño 2007, flooded a third of Beni Province, producing 1,000 cases of malaria, 90% caused by *Plasmodium vivax*, with 212 affected patients. Other provinces such as Pando, Tarija presented 253 cases, and there were also isolated cases in the tropics of Cochabamba. On February of 2008 the same province was affected by floods affecting 11,239 families and 3,697 families were evacuated to shelters. As a result of the floods some cases of Acute respiratory diseases, Diarrhea, skin diseases and musculoskeletal were treated. (PAHO/WHO DANA)

The flooding has been rated as the worst in 25 years, affecting 116,000 families - over half a million people and killing 54 people. 75,000 families were displaced and 200,000 hectares of food crops and main crops have been damaged.

### Climate Change, Malaria and Dengue

Studies in Bolivia showed that malaria is sensitive to variations and changes in climate trends, showing marked differences between the period of the baseline and the current period. Malaria caused by *Plasmodium falciparum*, is seasonally bimodal, with two incremental periods ranging from March to June and October to November, with periods of remission in the remaining months. However, cases occur over a larger number of months.

Climate change may increase new cases of malaria caused by *Plasmodium vivax* in 11.3% and 43.6% increase of malaria cases caused by *Plasmodium falciparum*,. (Aparicio M, Ortiz P.2000)

Projections for 2010 showed a 20% increase in endemic cases of Malaria in the study areas and transmission is being transformed from bimodal into multimodal.

The epidemiological profile has been characterized by tropical diseases such as malaria, leishmaniasis, dengue that occur in the low, hot and humid regions of Bolivia, mainly in the eastern region, but global environmental changes, particularly climate change, is creating habitats suitable for vector development in western areas.

In this context, one of the first signs of change, was presented in 1998, 50 km east of Lake Titicaca in the area belonging to Amban Carabuco Municipalities and Mocomoco Department of La Paz, with heights ranging between the 2615 - 3590 meters, where there was an outbreak of malaria from January to May in 9 communities. The entomological evaluation confirmed the presence of the vector *Anopheles pseudopuntipenni* in the area, both larvae and adults. In addition, active epidemiological monitoring of the area since November of last year detected 10 confirmed cases of *Plasmodium vivax* in 2006.

Dengue, which was not present in the country, has sprung up again and expanded from Santa Cruz de la Sierra, Cobija, Yacuiba, La Paz, Chapare and elsewhere. Leishmaniasis cases associated with deforestation is increasing. Chagas and endemic disease in Bolivia shows an increase in area, its vector *Triatoma infestans*, now is present in 7 of the 9 provinces of the country (84% of national territory), and it is expected to expand affecting the rest of the country, as the rainforest is replaced by dry forests, creating a suitable habitat for the vector.

#### 4.1.4 Impacts of Climate Change on Agriculture and Food Security

The agro-ecosystems in the country have different characteristics in terms of their vulnerability. Some regions are witnessing significant vegetation changes; production has been affected by the emergence of new pests and diseases.

There is an imminent loss of agro-biodiversity in long-cycle crops or reducing their acreage and becoming marginal crops reducing the possibility of in situ conservation, this is due to reduced and changes in the precipitation cycles.

Reduction of rains cycles will affect the possibility of regeneration of soil fertility and the subsequent loss in vegetation cover leading to increases in erosion by wind and water agents, aggravating the situation.

Under climate scenarios there is a change in the temporal trends of frosts and delays in the rainy season, and a greater likelihood of losses by *late season frost on late crops. The frost reduction will cause difficulties for processing of potato tubers.*

The circulation models show a shortening of the rain periods and a reduction in probability exposes crops to rainfall deficit during their final cycle and thus causing reduction in yields and quality particularly for wheat.

The production deficit will affect not only the income of producers but will also the quality of the crops causing a decrease in prices and affecting significantly the ability to purchase other foods increase and increasing the food gap and malnourishment.

There is also the risk of shrinkage of cultivated areas due to loss of water sources during the dry season, given that only 10% of the area has access to irrigation.

Finally, climate change is affecting Bolivia gradually reducing the economically active population in food-producing regions, affecting the livelihood in already marginal areas.

#### 4.1.5 Climate Change Impacts on Ecosystems

The strong interrelation and dependency of ecosystems to environmental conditions, (including the prevailing climatic conditions), make them susceptible to climate change impacts. A study by the PNCC (2007)<sup>6</sup> shows that the subtropical rain forests in the country are showing greater vulnerability to climate change, and climate scenarios show a tendency to become a subtropical dry forest in 2100.

---

6 Impacts of Climate Change in Bolivia

The changes observed in different ecosystems under climate change scenarios, according to Holdridge model output show that the impact of climate change can be variable according to the ecosystem. For example highlights that the cold temperate desert ecosystem will present no change for the climate change scenarios in 2010, 2030, 2050 and 2100. However, the zone of tropical rainforest could see an increase of 100% by 2100 possibly because many streams of moisture-laden air can not penetrate the slope of the Andes, increasing the amount of precipitation in these areas and increasing the extent of this ecosystem.

**TABLE 4.4**

Presents the reduction rate of each ecosystem areas scheduled for 2050. In the second column reports the percentage reduction in descending order and in the third column shows the percentage of area corresponding life zone for the base year.

LIFE ZONES CATEGORIES	REDUCTION (%)	PROPORCIÓN DE LA ZONA DE VIDA RESPECTO AL TERRITORIO NACIONAL PARA EL AÑO BASE (%)
Life Zone with the highest change Temperate rainforest (4)	100	1.4
Life Zones with moderate magnitude of reduction		
Cool Temperate Steppe (16)	94.1	2.3
Subtropical rainforest (1)	78.3	28.9
Cool temperate forest (10)	50.4	0.4
Temperate dry forest (5)	40.8	3.9
Subtropical very humid forest (6)	40.1	1.5
Subtropical dry forest (7)	33.0	12.9
Subtropical rainforest (8)	31.0	0.4
Very humid tropical rainforest (9)	27.9	0.4
Life Zones with no reduction:		
Tropical dry forest (2)	0	25.8
Tropical rainforest (3)	0	1.6
Tropical very dry forest (12)	0	4.0
Cold desert (15)	0	1.4
Others	0	16.5

### Climate Change impacts on Wetlands

Wetlands are the most vulnerable members of endoreic environments, lakes, lagoons, rivers and mountain streams and dependent environments from groundwater for recharge as is the case of Bolivia. The effect will occur due to expected seasonal increase in precipitation causing the decrease of flooded surfaces and the subsequent reduction in groundwater recharge, currently under severe pressure.

A study of variation of wetlands, based on the Vegetation Index, conducted in the Bolivian highlands, showed significant variations due to change weather patterns. Of the four bogs under study three of them showed changes in vegetation (Ucha Ucha, San Calixto - Suriquiña and Chojñapata), this was evident became after the spatial analysis of the different bogs.

#### 4.1.6 Summary of economic impacts of recent extreme events in Bolivia

Tables 4.5 and 4.6 give the level of economic impacts resulting from extreme events caused by El Niño and La Niña.

**TABLE 4.5**

Economic impacts caused by El Niño in Bolivia

YEAR	EVENTS	Economic Impacts
2006-2007	El Niño	Moderate El Niño causing monetary losses amounting US\$ 443 millones.
1997/98	El Niño 97-98	Strong El Niño causing monetary losses amounting US\$ 530 millions equal to 7% of the national GDP.
1982/83	El Niño 82-83	El Niño 82-83 causing monetary losses amounting US\$ 837 millions (Strong El Niño).

Source: CEPAL (2007).

**TABLE 4.6**  
Economic impacts caused by La Niña in Bolivia

YEAR	EVENTS	Economic Impacts
2007-2008	La Niña	Moderate La Niña, with high social and economic impacts in the country 26 deaths, loss of infrastructure and housing. Estimate damage US\$. 540 millions.
2001-02	La Niña	Strong La Niña with no significant Economic Impact.
1988-89	La Niña	Strong La Niña with no significant Economic Impact. Floods around the region of Lake Titicaca. No estimation of the losses.
1973/74	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.
1982/83	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.

Fuente: *Elaboración propia (2007)*.

## 4.2. Process of adaptation to climate change

Bolivia has given substantive priority to the fight against poverty and as this is being jeopardized by the impacts of climate change, national priorities have been linked to the actions for adaptation to climate change.

### 4.2.1 Self adapt efforts

Access to water is “a human right, legitimate, essential for all living beings” in order to ensure this Bolivia has affirmed a State Policy ‘Water for All’. The Ministry of Environment and Water has aggressively promoted action on adaptation of water resources to climate change by implementing projects in cities like El Alto, La Paz, Cochabamba and Tarija.

Global warming has had a major impact on Bolivian glacier’s that clearly show a receding process that is affecting two cities, La Paz and El Alto. In order to prevent water shortages some measures have been approved such as drilling of water wells an expansion of the water treatment plant, on the highlands and also the plant’s wastewater treatment Puchukollo. It has also approved a project to build a second dam of large capacity that will provide services to the city of La Paz,

Another important measure of adaptation to climate change is the construction of a Dam that can provide water to a city like Cochabamba, located in the central of Bolivia. Misicuni works include, besides the dam a water treatment plant.

The impacts of El Niño and La Niña, exacerbated by climate change, have forced Bolivia to develop a rehabilitation and reconstruction plan led by the Ministry of Development and Planning in coordination with the Ministries of Health, Education, Rural Development , Agriculture, Public Works and Water Ministry. The objective of the plan is to **rehabilitate** and rebuild the infrastructure and productive systems affected by natural disasters caused by El Niño and La Niña and also to strengthen the institutional and social capacities and thus reducing the vulnerability to climate change.

### 4.2.2 Pilot Adaptation Projects -Institutional and social learning

Bolivia since 2004 and as part of the process of mainstreaming adaptation to climate change at all levels and sectors has supported initiatives focused on plans and projects to address impacts of climate change, this initiative was re-launched in 2006 with a more participatory approach, such as : The Climate Change Research Project, the Five-Year Plan of National Climate Change Program, the Andean Regional Project for Adaptation to Climate Change in areas of retraction of glaciers (PRAA) and the Project Implementing National Adaptation Mechanism, and also the “Community Based Adaptation project ” under the UNDP Small Grants Programme.

## 4.3. Public policy and climate change adaptation at national level

Bolivia on its 2006 National Development Plan (NDP), which has a 10-year strategic outreach, clearly established actions related to climate change. To meet these guidelines of the NDP, and in the framework of the New Constitution of the Bolivia,

assigned the Ministry of Environment and Water with the leading role in implementing climate change policies and ultimately the National Mechanism for Adaptation to Climate Change (MNACC). This National Adaptation Mechanism has prioritized the following sectors: water resources, agriculture, ecosystems, health, human settlements and infrastructure and climate risks. It has also raised /cross-sectoral actions relating to research, education and recovery of ancestral knowledge.

The strategic objectives of the National Mechanism for Adaptation to Climate Change are:

- To reduce vulnerability to climate change;
- To promote planned adaptation under various sectoral programs and
- To reduce the risks to climate change impacts in different sectors identified as vulnerable.

### NMACC Management Objectives

- To respond to the National Development plan policies with adaptation measures to climate change in a comprehensive and cross-sectorial approach, to achieve a high degree of sustainability
- To strengthen mechanisms allowing the participation of different social and institutional actors.
- To coordinate cross-adaptation actions to climate change.
- To support the efforts of the PNCC encouraging climate change adaptation actions.
- To support the achievement of financial mechanisms that prompts national development and integrates adaptation actions (e.g. Investment funds, programmatic support, sectoral, etc).
- To articulate adaptation actions with other operational measures which are reflected either in development programs (Programs Watershed Management, Irrigation Projects and Programs, Health Programs, etc.), or on specific projects so that they integrate and devise the need to include actions to reduce national vulnerability to climate change.
- To promote the integration of adaptation actions at community, municipal and departmental level.
- To support the country's response to climate change transforming the responses into opportunities for discussion and strategic planning at all levels: local, municipal, departmental and national. Including the climate change issue in processes such as the National Dialogue, community and municipal forums, research networks, think tanks, etc.

## 5. CLIMATE CHANGE MITIGATION IN BOLIVIA

A study by the PNCC (2001) established a potential for emissions reduction in the country for the period 2001 to 2012 as a result of the implementation of mitigation measures. The reduction could reach 903 million tons of CO<sub>2</sub>, Land Use, Land Use Change and Forestry accounted for the 97.67% of the emissions reduction and the reduction on the energy sector could reach 2.33%.

The Plurinational State of Bolivia has begun implementing some of the measures proposed, particularly in the energy sector and a set of other measures are put into development plans, especially those with negative incremental costs. Therefore the Ministry of Hydrocarbons and Energy is promoted various programs for the implementation of this strategy:

### PROGRAMS

- 1) Program to promote the use of *natural gas vehicles* aimed at changing the country's energy matrix, in order to achieve this Bolivia has established two relief funds, the first for gas vehicle conversion and the second for the upgrade and replacement of gas cylinders. Nearly ten million dollars were used from these funds, allowing the conversion of 15,000 vehicles during 2008 and 18 thousand reclassified. However, no information is available on the reduction of total emissions achieved through the implementation of this program.

- 2) The Light Bulbs Program driven to improve the efficiency of energy use in the country, with the free distribution of 7.9 million light bulbs, which could save up to 30% in electricity consumption.
- 3) The hydropower program, which encourages greater use of renewable resources has begun implementing six large hydro plants in the next 10 years and will generate 3290 MW the investment will cost around US\$ 5,600 million.

The PNCC through the Five Year Plan has also developed various initiatives in small communities to develop mitigation measures to reduce the use of diesel and biomass in power generation through support to the construction of several small hydroelectric plants.

## 5.1. REDD in Bolivia

Beyond that Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD) is a global alternative to mitigate climate change. Bolivia argues that these activities must necessarily respect and promote the rights and interests of Indigenous and local communities that includes their active participation and the right to consent in designing and implementing them in full compliance with international human rights conventions and other relevant and applicable national and international laws.

Bolivia also highlights other important aspect regarding the funding mechanism which should operate under the REDD mechanism, stating that REDD should establish an alternative source of resources, such as those from multilateral funds or special funds and not through carbon market.

### 5.1.1 REDD Community Experiences in Bolivia

The Indigenous Program Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in the Bolivian Amazon (REDD - Amazon) is being executed as a pilot experience in Bolivia and is characterized by full participation of indigenous groups.

It has been estimated that this programme with participation of the local stakeholders, could reduce the current area of deforestation from 15 to 20 thousand hectares per year to a little over 7 thousand. This action will be possible through the sustainable use of forest products such as cocoa and wild chestnuts. The programme also plans other policies that will help reduce deforestation such as patrolling, monitoring and control of their own indigenous territories.

### 5.1.2 Noel Kempff Mercado Climate Action Project

The project Noel Kempff Climate Action (PAC-NK) covers an area of 634,000 hectares and is located at the Noel Kempff Mercado National Park. This project is the largest forestry project for carbon mitigation in the world. By protecting forests and reducing emissions from deforestation and degradation (REDD), the Noel Kempff project simultaneously addresses climate change, conserves biodiversity and brings sustainable benefits to local communities.

## 5.2. Participation of Bolivia in the CDM

Bolivia has sought to participate in the Clean Development Mechanism (CDM) under Kyoto Protocol, confident that it would be handled in a framework of equity and would be a real investment flows to all developing countries. Unfortunately the initiative only served for some countries to benefit from it and Annex I countries seeking purchase only Certified Emission Reductions (CERs) and not investing in projects.

Bolivia has developed several projects at the Project Ideas and only five of them reached the level of National Approval for their contribution to sustainable development of the country, of which only one has profited from the CDM, having completed the project cycle CDM, all the rest were characterized as local initiatives and investments.

CDM PROJECTS IN BOLIVIA THAT RECEIVED THE NATIONAL APPROVAL LETTER
TAQUESI HYDROPOWER PROJECT GUARACACHI CO GENERATION PROJECT
NORMANDY LANDFILL PROJECT
COBEE ELECTRIC PROJECT
CETEFOR REFORESTATION PROJECT

## 6. INFORMATION RELEVANT TO THE ACHIEVEMENT OF THE OBJECTIVES OF THE CONVENTION

Bolivia has initiated a series of internal actions to tackle the impacts of climate change which include among others the development of greenhouse gas, climate change vulnerability and adaptation assessments, project implementation, capacity building and generation of scientific knowledge on the issue of climate change.

The President of Bolivia, the first indigenous president in the world, has giving priority to the subject of climate change by urging to save the planet Earth. Bolivia has initiated actions at all levels using ancestral knowledge and coping mechanisms.

Bolivia has initiated discussion in all fields to tackle climate change, with full participation of social sectors, main actors and victims of climate change, with whom he has generated and discussed the national positions in the framework of the Convention. The Ministry of Environment, Biodiversity and Climate Change has begun the task of forming a Plurinational Council on Climate Change.

The Ministry of Foreign Affairs, in order to play a greater role in the negotiations processes of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and in coordination with the Ministry of Environment and Water, has initiated aggressive action to form teams that will be involved in the negotiations processes. To achieve this has seek supports of countries like Denmark, Kingdom of the Netherlands and the Kingdom of Great Britain, which have enabled the country to develop a series of workshops and seminars with the participation local and international negotiators, allowing an open discussion of different topics covered by the UNFCCC.

At the same time is carrying out a project entitled “Negotiating Strategy and Institutional Capacity Building on Climate Change”, under the leadership of the PNCC and UNDP management, the project aims to strengthening and enhancing the capacity of the e Bolivian delegates to the Climate Change Convention.

### 6.1. National Education Strategy

One of the objectives of the activities supported under the preparation of the Second National Communication was to strengthen the process for the development of educational strategies on climate change. In this context the SNC has worked across all levels in the country to analyze the needs and implications of introducing the theme of climate change on the national education system.

The Climate Change Strategy on Education seeks to develop and promote awareness campaigns with adaptation and mitigation activities that will encourage the participation of all sectors.

#### THE NATIONAL STRATEGY FOR EDUCATION AND COMMUNICATION ACTION LINES

- 1) To generated in the Bolivian population an awareness process on the impacts of climate change on their environment in order to be able to face adaptation and mitigation actions.
  - i) Assessing levels of knowledge on the issue of climate change.
  - ii) Mass Communication and Awareness Campaigns on the negative impacts of climate change and other issues such as vulnerability, adaptation and mitigation.
- 2) To Develop within the Bolivian educational system, awareness process and training that enable a planned and agreed capacity building process to introduce the topic in education at all levels.
  - i) To disseminate, increase awareness and to build the capacities of teachers and Education Authorities on the issue of climate change.
  - ii) To develop educational and communications tools for teach the issue of Climate Change
  - iii) Introduction of the Climate Change theme on the Bolivian education programs

## 6.2. Comprehensive Plan for Climate Change Research

The National Climate Change Program of Bolivia, in coordination with the Vice Minister of Science and Technology has initiated actions for Climate Change Research in all areas, in order to build national capacity and to be able to fully interpret the impacts of climate change and other national alternatives for adaptation. In order to achieve this the PNCC has developed the Comprehensive Plan for Climate Change Research.

National development strategies have been incorporated into national policies in the section on environmental resources of the National Development Plan, being the National Mechanism for Adaptation to Climate Change the operative arm.

This plan has as a priority vulnerability, impacts and adaptation assessments. However, it should not lose sight of the need for baseline scenarios for greenhouse gas mitigation.

Articulating science to development is a big challenge. However, Bolivia considers necessary to build a research network on climate change by integrating a learning process in major research centers in the country in response to national policies and could create a sustainable process. This network is based on a structure that covers all areas of climate change research.

### 6.2.1 Strengthening national capacity for systematization

Since 2008 Bolivia pursues a complementary initiative driven by UNDP “Strengthening National Capacity of systematization of knowledge, information and dissemination of climate change”, aimed to strengthen national capacities for systematization, information and dissemination of the issue of climate change. The initiative is being implemented with the assistance of a Technical Committee who provides general guidelines and approves documents relevant to the implementation of the project. This Committee consists of the Government Focal Point for Climate Change, donors and UNDP.

## 6.3. Technology Transfer

Technology transfer is understood as a broad set process covering knowledge flows, practices, experiences, equipment, technologies and methodologies that are widespread among various actors with all the elements for its practical application. Unfortunately this activity has not been carried out by any UNFCCC country listed in Annex I.

Bolivia in 2003 published a document on technology needs assessment for the following sectors: energy, industrial and LUCF. The paper evaluates preliminarily existing technology needs at the country level, to enable capacity building for adaptation and mitigation of climate change.

## 6.4. Public Awareness and Dissemination of Climate Change

Bolivia has been making and developing a series of awareness and dissemination activities related to climate change, its causes, its consequences and ways to tackle it. Precisely in the context of the PNCC five Year Plan has developed a series awareness and education campaigns.

### The main activities were

- Training for decision makers (policy makers, prefectures, municipalities, communities, etc.) within the institutional framework that will allow them to incorporate knowledge on climate change vulnerability, adaptation, mitigation, etc. within their action policies · Promotion of regular spaces for dialogue between civil society organizations, conservationists, farmers, grassroots organizations, industry, NGOs, etc., Placing an optical widespread climate change and its implications, so that training also occurs within these areas.
- Promoting the introduction of the theme of climate change into national educational curricula.
- Creating social awareness and social sensitivity towards the issue of climate change.

The PNCC has produced a series of publications to guide society in climate change issues and has also produced a quarterly newsletter to report on the progress of state activities on climate change and further to update on the current

international discussions on the topic. It has also strengthened children's spaces for understanding climate change, through interactive and participatory projects.

## **7. CONSTRAINTS, GAPS AND FUNDING NEEDS, TECHNOLOGY AND CAPACITY BUILDING**

Bolivia requires strengthening the human and institutional capacities to address climate change, primarily to understand the impacts of climate change on all sectors of its economy; given the size of its territory and the existence of different ecological systems this process will require additional efforts and resources.

### **7.1. Institutional needs**

Bolivia over the past few years has worked hard on improving institutional capacities; as a result several sectors have begun to assess the implications of climate change. Some social sectors have initiated an open discussion on what climate change meant for their development. Non-governmental organization has also begun incorporating the variable of climate change into the projects supported by them.

However, there is a long way to go on what is called the process of incorporation of the variable climate in the planning – action activities in the country.

### **7.2. Capacity needs and research**

Bolivia will require developing national strategies for adaptation and education to climate change, to accomplish this it will need to create multidisciplinary research centers in different regions. At the same time it will need to create centers for technology analysis for mitigation and adaptation.

In this context knowledge transfer to the universities is vital, and in particular the generation of scientific and critical capacities to address the causes and consequences of climate change. Strengthening research and education will only be plausible to the extent that the centers have the tools, means and capacities.

### **7.3. Technology transfer needs for climate change mitigation**

The technology requirements in the residential sector can be classified into three groups: technology for the construction of residential buildings, technology to equip residential buildings and for the use of renewable energy.

In the area of cooking there is a pressing need for actual transfer of technology for enhancing systems in rural and peri-urban areas, an at the same time will improve health conditions in rural areas.

In the lighting sector, Bolivia has taken a bold step in introducing the use of energy efficient light bulbs in urban and rural areas; nevertheless there is still a strong need to expand coverage throughout the country and primarily to incorporate these lighting systems in street public lighting.

The transport sector in the country has taken significant steps in using fuel alternatives Bolivia has initiated campaigns to encourage fuel switching, particularly from diesel to compressed natural gas (CNG) or gasoline-CNG dual systems. However, it requires improvement in cost and technologies to achieve better results.

In forestry sector some new technologies could be introduced for a more effective monitoring of the protected areas, especially where there is illegal logging and the resources of the loggers exceeds the control capacity of the state.

Some other technologies could be introduced to reduce methane emissions from cattle.

### **7.4. Technology transfer needs for adaptation to potential climate change**

In the field of agriculture, improved irrigation systems are required. The area under irrigation in the country is very low, new technologies will allow the expansion of croplands, making optimum use of irrigation water in different regions.



There is also the potential to improve the quality of the crops through biotechnology. To determine the adaptation potential is relevant to establish plant genebanks in networks with clear objectives for the use of biodiversity.

There is a wealth of local knowledge in the country to predict the weather, so it is important to make efforts to rescue indigenous knowledge to solve some of the problems caused by climate change.

In terms of water and sanitation, is important to invest on alternative water sources, given the evidence of glacier mass loss, there is an increase of the runoff and the consequent losses. Dam construction is a high cost alternative. It is urgent to develop technology for construction of small water reservoirs that will store high mountain ground water.

The country's demands technologies for bio-remediation of water sources, for creating efficient systems for water consumption and treatment plants, and also for wastewater treatment.

### **7.5. Technology transfer needs to improve the systematic observation**

The SENAMHI has received important support to improve their monitoring systems; however given the size of the country Bolivia needs more and better technology for strengthening the network of weather observation systems. A technology required in the country is radar, to allow the estimation of storms and hailstorms with greater precision.

It is also imperative to transfer technology for the development of regionalized climate scenarios with high resolution. There is also the need for capacity building for re-analysis of climate data in areas of high vulnerability to climate change.

A related issue is the rain gauge network of hydrological observation network flows with flood warning stations in major river basins that threatens human settlements. In this context, Bolivia lacks of equipment to detect real-time floods.

### **7.6. Funding Needs**

The Plurinational State of Bolivia has decided to face the implementation of the National Mechanism for Adaptation to Climate Change as a strategic measure that will support development efforts being carried forward. This has raised the need for a National Adaptation Fund that would cover the costs of extreme weather events that are increasing in time and space, and the subsequent loss of glaciers, crops, infrastructure, and other difficulties that will arise from new weather conditions.

The Fund will require multilateral and bilateral contributions from developed countries generated to cover the climate debt owed to developing countries and thus meet its commitments to the UN Framework Convention on Climate Change.

So far Bolivia has only received funds from the Global Environment Facility for the preparation of national communications and some of the Special Fund for Climate Change, and calls for a less bureaucratic and more transparent and equitable transfer of resources.

Bolivia recognizes, however, the bilateral support and cooperation through various countries especially the European Union.

# Introducción

# Capítulo 1

## 1.1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO

El consenso científico existente respecto a la evidencia del cambio climático, corroborado por el cuarto reporte de evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (IPCC) y la serie de impactos que Bolivia está siendo objeto por este fenómeno, generado por el desarrollo irracional de los países desarrollados, pone en riesgo su estrategia de desarrollo denominada para “Vivir Bien”; concepto milenario que demanda de una acción interna muy esforzada y que reconoce a la madre tierra como un elemento central a proteger.

En ese contexto, el nuevo Estado Plurinacional de Bolivia, reconociendo la ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) realizada en el año 1994, como el instrumento que debe servir de base para el cumplimiento de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas de los Estados que la conforman, con la finalidad de cumplir con el objetivo último de la Convención, presenta su Segunda Comunicación Nacional con el firme convencimiento de que ha estado avanzando, en el marco de sus posibilidades, en la implementación de la misma.

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 Convención, apoyándose en la guías para la preparación de comunicaciones nacionales establecidas en la Decisión 10/CP.2 de 1996 y en aquellas que fueron aprobadas en la Octava Conferencia de las Partes en el año 2002, a través de la Decisión 17/CP.8.

Bolivia hace notar que estos documentos metodológicos aprobados por la Convención y que son los que deben utilizar los países en vía de desarrollo (denominados No Anexo I) son referenciales y ordenadores de las temáticas que debe contener, pero no restrictivos.

En el año 2000 Bolivia presentó su Comunicación Inicial ante la Convención, en ocasión de la Sexta Conferencia de las Partes, cumpliendo con un primer esfuerzo de valorar las implicaciones del cambio climático en un país con circunstancias nacionales tan diversas y con muchas necesidades de información. En esta oportunidad un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el año 1994 fue presentado, así como los primeros análisis de vulnerabilidad al cambio climático en sectores importantes y se plantearon las potenciales medidas de mitigación que se podrían implementar.

La Segunda Comunicación Nacional (SCN) surge con el apoyo de la Cooperación Multilateral, establecida en los recursos existentes para todos los países No Anexo I, de la Convención, bajo el Fondo Global del Medio Ambiente (GEF), de los cuales Bolivia hace uso para una serie de actividades que le permitan avanzar en el fortalecimiento de capacidades nacionales, en el mejor entendimiento de las causas y consecuencias del cambio climático, en ampliar los análisis que valoren el nivel de vulnerabilidad que Bolivia sufre por efecto del cambio climático y sumar nuevas herramientas y estrategias para enfrentar al cambio climático.

Por ello se crea el Proyecto de la Segunda Comunicación Nacional, bajo el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), dependiente hoy del recientemente creado Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos (VMABCC), lo que muestra el nivel de importancia que el Estado Plurinacional de Bolivia, le asigna a esta temática, por ser esta generadora de potenciales impactos que pueden inclusive poner en riesgo los elementos sustentadores del Plan Nacional de Desarrollo que busca garantizar una mejor calidad de vida en base a la soberanía y seguridad alimentaria, el acceso a los recursos hídricos, la salud y la educación.

## 1.2. ESTRUCTURACION DE LA SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL

La Segunda Comunicación Nacional que Bolivia, pone en consideración de la comunidad internacional fundamentalmente las nuevas circunstancias nacionales existentes que le permiten al Estado marcar un quiebre en el tipo de proceso de desarrollo, entendido como un nuevo modelo económico, donde el Estado juega un rol protagónico estratégico significativo, con la finalidad de generar excedentes para el beneficio nacional y de las mayorías. Asimismo, se refuerza y reafirma, a través de éste documento, su posición con relación al proceso de negociación internacional de la Convención, en la búsqueda de un acuerdo que no haga que se desvirtúen los principios de la Convención y que por el contrario esta sea profundizada en el nivel de compromiso de los países responsables del cambio climático. Realza el concepto vertido por el Estado Plurinacional de

Bolivia, con relación a la deuda climática de los países desarrollados, que reclama de ellos no sólo la obligación de reducciones de gases de efecto invernadero sustantivas, sino de aquellas emisiones históricas utilizadas y que forman parte del “espacio atmosférico” usurpado a los países en vías de desarrollo; sumándose también la deuda para la adaptación, ya que los países en vías de desarrollo como Bolivia están sufriendo y sufrirán pérdidas considerables por los efectos del cambio climático.

Asimismo, se presenta una relación muy amplia de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero para los años 2002 y 2004, haciendo además una comparación con aquellos realizados en los años anteriores 1990, 1994, 1998 y 2000, en una muestra de esfuerzo y de aplicación de las mejores herramientas existentes en el país y siguiendo las guías metodológicas propuestas por el IPCC, además de las guías de buenas prácticas.

El documento presenta también un reporte muy detallado de las evidencias de cambio climático y de los escenarios climáticos, así como de los impactos del cambio climático en los principales sectores de la economía del país, poniéndose de relieve evidencias tan claras como la retracción de glaciares, el impacto por eventos extremos cada vez más recurrentes por el cambio climático, lo que está generando pérdidas económicas importantes, el impacto sobre la salud, la agricultura, la infraestructura y la economía en general.

Esta Segunda Comunicación Nacional también muestra de que manera el Estado Plurinacional de Bolivia, ha estado trabajando en la generación de un 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 que debe trascender los diferentes niveles territoriales. Asimismo, pone de relieve otro tipo de esfuerzos que se están desarrollando y que surgen directamente del esfuerzo propio del Estado Plurinacional al implementar una serie de programas de adaptación que vayan a garantizar el acceso de agua en el país a todos los pobladores y que también sirva para posibilitar la soberanía alimentaria.

Asimismo, se presenta los avances con algunos programas propios del Plan Nacional de Desarrollo que apuntan a mitigar emisiones, surgiendo de una iniciativa nacional, con recursos propios del Estado y aquellos apoyados por el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) con el apoyo de la Cooperación Internacional.

Se describen también los esfuerzos que se han estado desarrollando para el fortalecimiento de capacidades, la difusión, la concientización sobre el cambio climático y la propuesta de una Estrategia de Educación en todos los niveles para enfrentar el cambio climático.

Finalmente, se presenta un capítulo de carencias y necesidades, que se plantean para que la comunidad internacional considere su apoyo al país, pero no como una forma de alzar la mano para recibir recursos, sino como algo que se inscribe y se reconoce en su aplicabilidad por parte de los países desarrollados y que se establece bajo el artículo 4.3, 4.4 y 4.5 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Circunstancias Nacionales y posición  
Boliviana ante la Convención Marco de las  
Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

*Capítulo 2*

## 2.1. CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES Y POBLACIONALES

El Estado Plurinacional de Bolivia se encuentra ubicado en el centro de Sud América, entre 9° 38' punto extremo al Norte denominado Nueva Esperanza y Las Juntas de San Antonio a 22° 53' en el extremo Sur de Latitud Sur y entre 57° 26' en la laguna Rouguago al Oriente a 69° 38' en el punto de Apolobamba en el occidente de Longitud Oeste.

Abarca un vasto territorio con una superficie de 1.098.581 Km<sup>2</sup> con una fuerte influencia de la Cordillera Oriental o de Los Andes y en menor proporción la Cordillera Occidental. El país cuenta con cerca del 10% de los glaciares tropicales de mundo, la gran mayoría experimenta reducciones de la masa glaciaria anualmente y con mayor intensidad en condición de la ocurrencia de eventos como El Niño Oscilación Sur (ENOS).

Por otra parte, en el país se identifican tres grandes cuencas que dividen la distribución de aguas de escorrentía, estas son: la del Plata, del Amazonas y la cuenca cerrada del altiplano o endorreica; cada uno presenta mosaicos de ecosistemas diversos, siendo las zonas de transición con gradientes muy pronunciadas de cobertura vegetal partiendo de los nevados de altura, entrando a paisajes de montañas áridas y semi áridas descendiendo hacia las tierras bajas subtropicales de los Yungas. Las pendientes en estas zonas de transición son variables, llegando de los llanos tropicales caracterizados por diferentes regímenes de precipitación, predominantemente planicies con leves ondulaciones que abarcan una gran variedad de vegetación.

Geológicamente el macizo andino está conformado por la Cordillera Oriental, Real o de Los Andes y la Cordillera Occidental, entre ambas se extiende una meseta de tierras áridas y semiáridas formando el Altiplano que varía en altitud de los 3700 a los 4600 msnm, desde principios del Pleistoceno inferior al cuaternario, el altiplano ha sido ocupado por lagos que no han tenido la extensión de los lagos actuales (Lavenu,1991), en la parte norte se distingue la influencia de la cordillera y la presencia del Lago Titicaca; en el Altiplano Central y Altiplano Sur se evidencia la presencia de paisajes de colinas, montañas nevadas y planicies; los suelos son de formación aluvial-coluval y pluvio-lacustre con suelos de reciente formación, con restos del sedimentos del cuaternario y residuos de trilobites y restos marinos.

En la región de transición entre la Cordillera Oriental o de Los Andes, se forman zonas de punas húmedas, en algunas regiones de transición existen bosques nublados, tipo montano húmedo y algunas zonas de transición presentan vegetación de tundra.

La formación de los Yungas en la región norte se caracteriza por las altas precipitaciones con períodos secos cortos, vegetación exuberante, zonas con potencial de producción frutícola importante, alta incidencia de degradación forestal por la ocupación de tierras y cambio de uso de la tierra, con alta incidencia de degradación de tierras y prácticas de la agricultura de corta y quema. Ésta región que se encuentra en el Departamento de La Paz comprende las provincias de Nor Yungas, Sud Yungas, Caranavi, Larecaja tropical y la provincia Inquisivi. Las zonas del Chapare entre otras en la departamento de Cochabamba, Huacareta y otras en la región del departamento de Chuquisaca y Tarija también cuenta con este tipos de ecosistemas.

Los valles se caracterizan por varias formaciones morfológicas: las planicies fluvio-aluviales de ciertos valles recogen altos niveles de fertilidad actual y potencial<sup>1</sup>, producen la erosión hídrica en ciertas regiones y se depositan en la partes bajas formando valles fértiles ricos en nutrientes, como los valles cerrados del norte clasificado, los valles del norte; los valles centrales y valles del sur.

Las zonas bajas presentan una formación de llanuras con formaciones diversas, suelos con afloramientos de aluminio intercambiable; en la llanura Beniense se presenta la formación de suelos con capas lateríticas en áreas de inundación como las sabanas inundables del norte del departamento de La Paz y el centro del departamento del Beni. Al este y noreste la formación del Escudo precámbrico que da lugar a formaciones morfológicas de colinas, sabanas y cerrados como el Bosque Amazónico y Chiquitano de alta precipitación el primero y el segundo con mejor precipitación.

---

<sup>1</sup> La fertilidad actual está definida como el Porcentaje de Bases Cambiables en el suelo y la Fertilidad Potencial por la Capacidad de Intercambio Catiónico.

Las formaciones vegetales del mosaico de ecosistemas que conforma Bolivia, inciden sobre la circulación regional dando lugar a ésta configuración, también contribuida por la compleja fisiografía, por la influencia de las Cordilleras Occidental y de Los Andes, con una variedad de microclimas y una riqueza exuberante en biodiversidad, formando zonas de transición entre la cordillera, los valles y llanos. La cordillera Real o de Los Andes en Bolivia, constituye la columna vertebral que divide el país en dos zonas, la parte oriental baja, cálida y húmeda; y la parte occidental alta, fría y seca.

Finalmente, se tiene la región del Chaco que comprende un amplio territorio con zonas predominantemente ganaderas, con múltiples culturas, déficit de precipitación marcada y sequías recurrentes. En esta región se encuentra una gran parte de la riqueza petrolera.

El macizo andino cubre el 38% del territorio nacional con una superficie de 414.574 Km<sup>2</sup> y comprende las cordilleras Occidental, Oriental y la meseta altiplánica con una altitud de 8.000 msnm del pico más elevado hasta 4000 msnm en la parte más baja del altiplano; asimismo esta superficie comprende todos los valles, yungas y el sub-andino que es la región intermedia entre la cordillera Oriental y los llanos orientales. Los llanos abarcan el 62% del territorio nacional con una superficie de 684.007 Km<sup>2</sup>. Estas unidades mayores se van subdividiendo en otras menores caracterizadas por peculiaridades propias que forman las seis provincias fisiográficas (Montes de Oca, 2005).

La Población Económicamente Activa (PEA) tiene como actividad económica predominante la agricultura, gran parte con bajo acceso a tecnología y está limitada en insumos agropecuarios, la mayoría de la agricultura está distribuida en superficie para cultivos agroindustriales y de exportación ubicada mayormente en el departamento de Santa Cruz actividad que contribuye alrededor de 80 % de la conversión de bosque a tierras agrícolas con una importante contribución al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario. Por otra parte, actividades económicas, como la petrolera, minera, industrial, etc., son el sustento del país empleando un importante contingente de la Población Económicamente Activa.

Bolivia cuenta con una población de 10,027,643 habitantes (Dato proyectado del INE al 2008), el cual se desglosa en 5,001,071 hombres y 5,026,572 mujeres. Asimismo se muestra en la tabla No. 2.1 los principales indicadores demográficos proyectados.

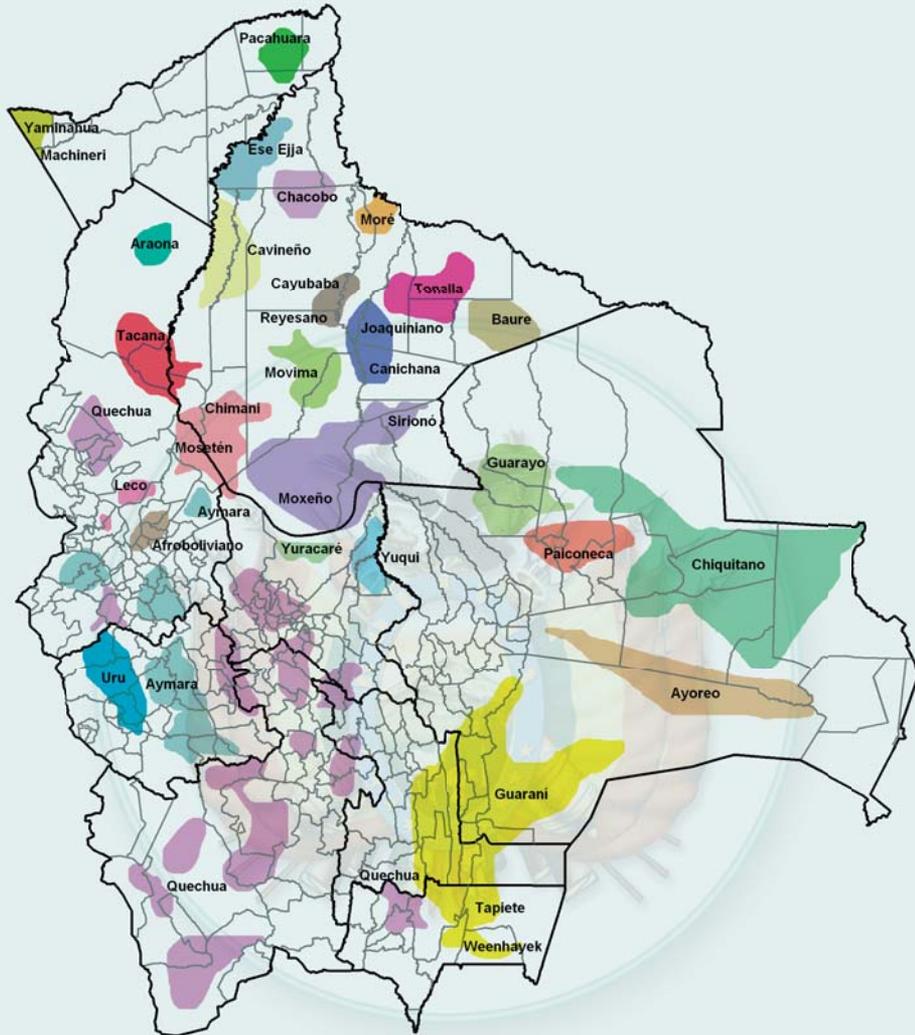
**TABLA 2.1**

**BOLIVIA: INDICADORES DEMOGRÁFICOS, POR AÑOS CALENDARIO, 2005 - 2010**

INDICADORES	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Tasa Media Anual de Crecimiento (En porcentaje)</b>						
Exponencial	2,15	2,10	2,06	2,02	1,97	1,93
Geométrico	2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,94
<b>Tasa de Crecimiento natural (Por mil)</b>	21,20	20,76	20,33	19,90	19,45	19,02
<b>Tasa Bruta de Natalidad (Por mil)</b>	29,03	28,47	27,93	27,39	26,84	26,31
<b>Tasa Bruta de Mortalidad (Por mil)</b>	7,84	7,72	7,60	7,49	7,39	7,29
<b>Tasas de Reproducción (por mujer)</b>						
Bruta	1,82	1,77	1,73	1,69	1,65	1,61
Neta	1,63	1,60	1,56	1,52	1,49	1,46
<b>Tasa de Fecundidad</b>						
Global (Por mujer)	3,73	3,63	3,54	3,46	3,37	3,29
General (Por mil mujeres)	117,36	114,55	111,77	109,06	106,43	103,86
<b>Edad Media de la Fecundidad (Años)</b>	28,69	28,64	28,59	28,55	28,50	28,45
<b>Esperanza de vida al nacer</b>						
Hombres	62,62	62,94	63,27	63,59	63,91	64,24
Mujeres	66,85	67,19	67,53	67,87	68,21	68,54
Total	64,68	65,01	65,34	65,68	66,01	66,34
<b>Tasa de mortalidad infantil</b>						
Total	50,36	48,40	46,51	44,78	43,18	41,65
Hombres	54,78	52,81	50,92	49,13	47,43	45,80
Mujeres	45,73	43,77	41,90	40,23	38,73	37,30

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

La Nueva Constitución Política del Estado, reconoce 36 naciones indígenas: aymara, araona, baure, bésiro, canichana, cavineño, cayubaba, chácobobo, chiman, ese eija, guaraní, guaru'suwe, guarayu, itonama, leco, machajuyai-kallawayaya, machineri, maropa, mojeño-trinitario, mojeño-ignaciano, more, mosetén, movima, pacawara, puqina, quechua, sirionó, tacana, tapiete, toromona, uru-chipaya, weenhayek, yaminawa, yuky, yuracaré y zamuco.



Mapa de ubicación de los Pueblos Originarios de Bolivia

## 2.2. ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS

A fines de la década de los 80 fue introducido en el país, el modelo económico neoliberal (D.S. 21060) que generó la “Privatización y Capitalización” de Empresas Públicas, favoreciendo el direccionamiento de importantes cantidades de recursos públicos a empresas transnacionales o al sector privado. La situación desigual y desventajosa para los intereses nacionales, entró en crisis el año 2000, cuestionada por movimientos sociales en La Paz y Cochabamba, que intentaban reivindicar el derecho a la tierra y al agua.

Por ello desde el 2006, se inició en Bolivia un proceso tendiente a recuperar los recursos naturales, redistribuir los ingresos nacionales, redactar y aprobar una nueva e incluyente “Constitución Política del Estado” y sentar las bases para la aplicación de un nuevo modelo económico.

La política económica nacional, esta abandonando el modelo privado y potencializando la dependencia del Estado. El nuevo “*Modelo Económico Nacional*”, define como esencial la participación del Estado para la producción de alimentos, la industrialización de los recursos naturales y el suministro al mercado interno y la exportación. El Estado participa ahora con el 21,7 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB), de lo producido en Bolivia; los pequeños y medianos suman el 35 por ciento del PIB, y conjuntamente tienen el 56 por ciento del PIB, constituyendo un nuevo bloque de poder: el Estado con recursos y los pequeños y medianos productores.

La antigua pirámide del bloque de poder, estaba formada por la empresa petrolera extranjera en la cúpula, con base en la gran minería privada, la agroindustria y la banca; después estaba el Estado, la empresa privada nacional, y el pequeño productor.

### 2.3. EL MODELO ECONÓMICO

El modelo económico planteado se denomina “*Modelo Económico, Productivo, Social y Comunitario*”, que cuenta con cinco pilares: 1.- Expansión del Estado Nacional Productor, 2.- Industrialización de los Recursos Naturales, 3.- Modernización y Tecnificación de la Mediana y Pequeña Empresa (producción urbana y rural), 4.- Satisfacción del Mercado Interno y Exportación Residual 5.-Redistribución de las Riquezas. En este contexto, la visión del Estado Plurinacional, establecido en el Plan Nacional del Desarrollo (PND)<sup>2</sup>, muestra al desarrollo económico, social y comunitario, apoyado en las siguientes estrategias nacionales de desarrollo:

- a) Estrategia Socio comunitaria o Bolivia Digna: que busca erradicar la pobreza y la inequidad, y desarrollar un patrón equitativo de distribución y/o redistribución del ingreso, la riqueza y las oportunidades.
- b) Estrategia del Poder Social o Bolivia Democrática: en base a la constitución de una sociedad y un Estado Plurinacional y Social Comunitario.
- c) Estrategia Económica Productiva o Bolivia Productiva: que busca transformar, y buscar el cambio integrado y diversificado de la matriz productiva, generando excedentes, ingresos y empleo.
- d) Estrategia de Relacionamento Internacional o Bolivia Soberana: consiste en la interrelación con el resto del mundo a partir de nuestra identidad, autodeterminación y soberanía.
- e) Sostenibilidad Macroeconómica: que garantizará la estabilidad en los sectores real, fiscal, externa y monetario-cambiaria y coadyuva a implementar las anteriores estrategias.

El Estado Plurinacional, a través de la articulación de los sectores generadores de excedentes, ingreso y empleo, prioriza las políticas y estrategias del PND, considerando los ejes transversales de equidad, innovación, medio ambiente y gestión de riesgos.

Desde la gestión 2006, el Estado garantiza la diversidad y articulación de economías (Estatil, Privada, Mixta y Comunitaria) respetando la diversidad cultural existentes en el país, además el Estado es promotor y protagonista de desarrollo productivo, con la recuperación, administración e industrialización de los recursos naturales (Nacionalización de Hidrocarburos - YPFB, Telecomunicaciones – ENTEL y VINTO), y la creación de empresas nacionales y estratégicas como ser: COMIBOL, EMAPA, BOA, PAPELBOL, LACTEOSBOL, CARONBOL, ECEBOL, AZUCARBOL, Empresa de comercialización EDCO y Depósitos Aduaneros (Figura 2.1)

2 Plan Nacional del Desarrollo, aprobado por Decreto Supremo N° 29272 de fecha 12 de septiembre de 2007.



Figura 2.1 – Modelo Económico Social Comunitario  
Articulación de las Economías  
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas

En el marco de la estabilidad macroeconómica con responsabilidad fiscal, se están distribuyendo los excedentes de forma equitativa, procedentes de los sectores de hidrocarburos, minería, electricidad y recursos ambientales, para garantizar la generación de ingresos y empleo a través de la industria manufacturera, artesanía, turismo, desarrollo agropecuario, vivienda, comercio, servicios de transporte y otros. (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Modelo Económico Social Comunitario  
Generación y Redistribución de Excedentes  
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas

La Política Económica del Estado Plurinacional, busca generar mayores ingresos, mayor producción y empleo, por lo que el Presupuesto General de la Nación (PGN – 2009), prioriza la inversión pública con \$us1.851 millones respecto a \$us1.047 millones de la gestión 2008, con importante participación de los sectores agropecuario, vivienda, recursos ambientales, electricidad y otros. Además, se ha asegurado una inversión adicional de \$us1.000 millones por YPFB, a través de un crédito interno con el Banco Central de Bolivia (BCB).

La Inversión Pública en Bolivia, ha cambiado respecto a la fuente de financiamiento, dado que desde el año 2006, la Inversión Pública se financia en más del 69%, con recursos propios del país. (Figura 2.3).

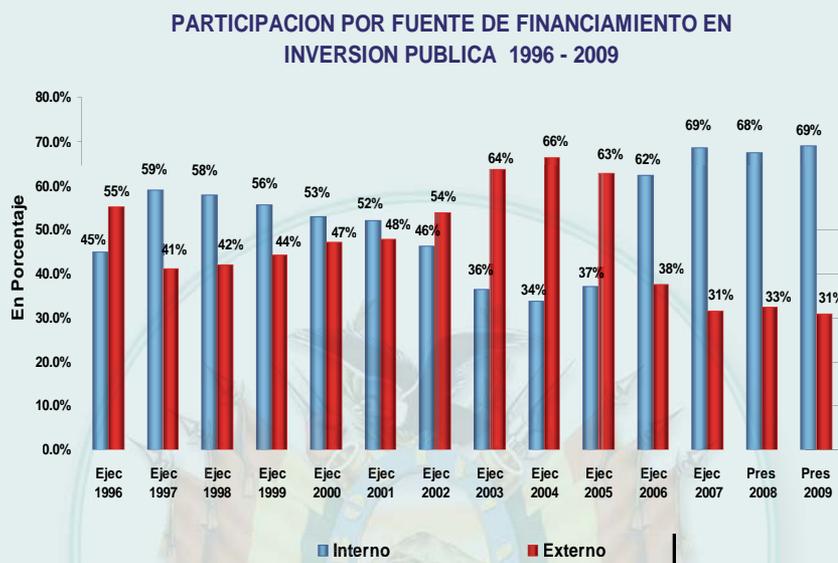


Figura 2.3 – Participación por Fuente de Financiamiento en Inversión Pública 1996-2009  
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas

A partir del año 2006, los actores del modelo económico son el pequeño y el microempresario, junto con los empresarios grandes, los cooperativistas de toda índole y la economía comunitaria, que forman un conjunto importante del nuevo modelo económico, fortaleciendo la infraestructura productiva, manufactura e industrial y los servicios básicos, que tienden a la transformación de la matriz y del patrón de desarrollo.

La Nueva Constitución Política del Estado, establece la competencia del nivel central y de las entidades territoriales, de acuerdo al siguiente orden:

- Privativas, aquellas cuya legislación, reglamentación y ejecución no se transfiere ni delega, y están reservadas para el nivel central del Estado.
- Exclusivas, aquellas en las que un nivel de gobierno tiene sobre una determinada materia las facultades legislativas, reglamentarias y ejecutivas, pudiendo transferir y delegar estas dos últimas.
- Concurrentes, aquellas en las que la legislación corresponde al nivel central del Estado y los otros niveles ejercen simultáneamente las facultades reglamentarias y ejecutivas.
- Compartidas, aquellas sujetas a una legislación básica de la Asamblea Legislativa Plurinacional, cuya legislación de desarrollo corresponde a las entidades territoriales autónomas, de acuerdo a su característica y naturaleza. La reglamentación y ejecución corresponderá a las entidades territoriales autónomas.

## 2.4. INDICADORES MACROECONÓMICOS

La evolución de la economía boliviana a partir del año 2000 con un Producto Interno Bruto (PIB) de Bs.51.928,5 millones, llegó el año 2008 a Bs. 95.673,5 millones y una proyección de crecimiento en términos reales del 3 al 4% (FMI)<sup>3</sup> para el 2009. Este crecimiento, se debe a que Bolivia soportó bien la crisis financiera internacional, gracias a las prudentes políticas económicas anti cíclicas aplicadas en el país: acumuló ingresos fiscales y reservas internacionales, en tiempos de bonanza (2005-2007) que suavizaron el impacto de la crisis global.

Se aumentó el PIB per cápita de 1.010 a 1.651 dólares y la inversión pública de 629 millones en 2005 a 1.851 millones de dólares en 2009. La deuda externa disminuyó de 4.400 a 2.400 millones de dólares. A diciembre de 2007, las Reservas Internacionales Netas (RIN) llegaron a \$us. 1.714 millones de dólares, el 2009 éstas superaron los \$us. 8.460 millones<sup>4</sup>, es decir un incremento de \$us. 6.600 millones en tres años y medio, que tiene su asidero en el saldo positivo de la balanza comercial, la nacionalización de los hidrocarburos, la bolivianización de la economía y remesas de los bolivianos en el extranjero.

Entre el 2005 y el 2008, el gasto público en Bolivia creció en 9% anual, mientras que los ingresos aumentaron 18% al año. La política fiscal boliviana, incluyó un aumento en la inversión pública para incrementar la demanda interna y también existe un aumento del gasto en programas de protección social. El crecimiento del PIB, entendido como el indicador estadístico que mide el valor total de los bienes y servicios finales producidos dentro de los límites geográficos de una economía, en un período de tiempo determinado, muestra una evolución positiva, respecto a años anteriores. Figura N° 2.4.

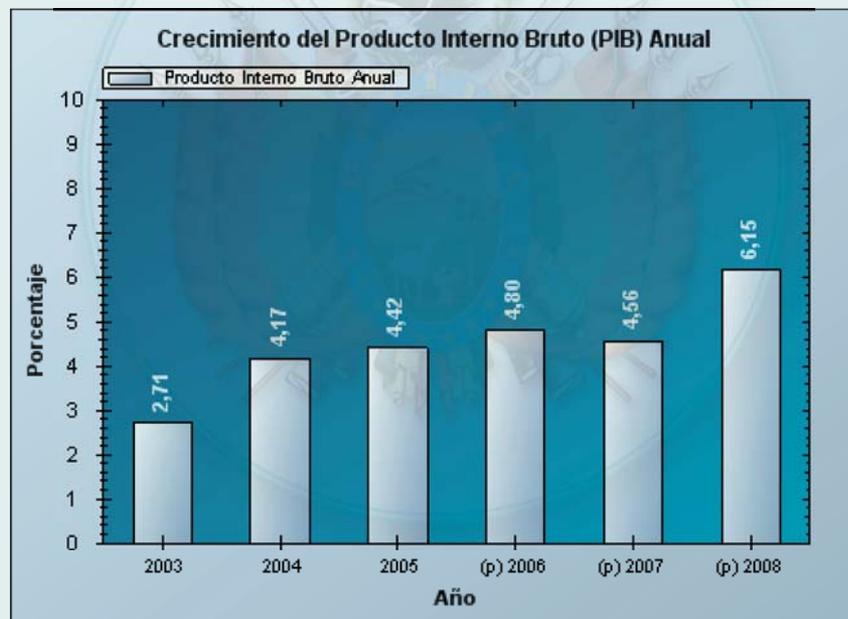


Figura 2.4 – Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Si bien, el valor de las exportaciones disminuyó, producto de una desaceleración de la demanda externa de productos y por la fluctuación de los precios internacionales, la economía boliviana sigue creciendo, lo que se debe a que el modelo de crecimiento económico cambió.

El modelo neoliberal establecía un crecimiento en base a la demanda externa, proscribiendo la demanda interna. En el primer semestre del 2009, el crecimiento de las exportaciones fue de -17,9%, explicado especialmente por la disminución en las

<sup>3</sup> Gilbert Terrier: Subdirector del departamento del Hemisferio Occidental del Fondo Monetario Internacional (FMI)

<sup>4</sup> Luego de que el Fondo Monetario Internacional (FMI) asignó al país 192 millones en Derechos Especiales de Giro (DEG).

ventas de hidrocarburos. En la lógica neoliberal, la economía debería estar en recesión. Sin embargo, el Gobierno desde 2006 ha desmontado el modelo neoliberal y ha reactivado el segundo motor de crecimiento económico que es la demanda interna, a través de incrementos salariales, aumento del salario mínimo, bonos redistributivos del ingreso como el bono Juancito Pinto, Renta Dignidad y Juana Azurduy, que generaron un importante crecimiento de la demanda interna.

Así, el 2005 el consumo de las familias crecía en 3,3% cuando el PIB sólo creció al 4,4%; el año 2008 la demanda interna creció en 5,5% principalmente por el incremento en el consumo de las familias de servicios básicos, lo que se traduce en una mejora en la calidad de vida. Analizando el primer trimestre del 2009, el crecimiento a marzo era del 2,1% mientras que el crecimiento del consumo privado llegó al 3,1%, es decir mayor al del PIB. Es razonable pensar que el crecimiento económico de 3,11% a junio de este año, medido por indicadores líderes, tenga también un fuerte componente de crecimiento del consumo privado. Así, el crecimiento del mercado interno explica el crecimiento de la economía boliviana.

Por otra parte, aunque disminuyeron las exportaciones en valor, en el caso de minerales y varios productos no tradicionales, se evidenció un incremento en el volumen de exportación.

Es de remarcar que Bolivia no devaluó su moneda y mantuvo estable el tipo de cambio nominal, (Tabla 2.2) debido principalmente a que las condiciones previas a la crisis mostraban una fortaleza macroeconómica y una baja vulnerabilidad externa, bancaria y fiscal.

El BCB estabilizó el mercado cambiario, contuvo la dolarización inicial y la política cambiaria evitó una innecesaria apreciación, abrupta depreciación y nueva apreciación de la moneda extranjera, en este sentido se afirma que “Con reservas internacionales altas y alta dolarización, no se requeriría depreciar el tipo de cambio en Bolivia durante la crisis, y esa fue la decisión de las autoridades nacionales” (Terrier FMI 2009).

**TABLA N° 2.2**  
Serie de Indicadores Macroeconómicos

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 (p)	
PIB (%)		5,03	0,43	2,51	1,68	2,49	2,71	4,17	4,42	4,80	4,56	6,15	3,89	
PIB (m. Bs)		46.822	48.156	51.928	53.790	56.682	61.904	69.626	77.024	91.748	103.009	120.694	115.940	
PIB (m. US\$)		8.505	8.297	8.412	8.154	7.917	8.093	8.784	9.574	11.521	13.215	16.790	16.634	
Inflación IPC (% fin de periodo)	4,39		3,13		3,41	0,92	2,45	3,94	4,62	4,91	4,95	11,73	11,85	3,00
Inflación IPC (% promedio)	7,67		2,16		4,60	1,60	0,92	3,34	4,44	5,40	4,28	8,70	14,01	4,01
Depreciación (%)	5,21		6,19		6,67	6,72	9,81	4,53	2,81	0,25	-0,62	-4,48	-7,82	-0,28
T.C. venta fin de periodo	5,65		6,00		6,40	6,83	7,50	7,84	8,06	8,08	8,03	7,67	7,07	7,05
T.C. compra promedio	5,51		5,80		6,17	6,60	7,16	7,65	7,93	8,05	7,96	7,80	7,19	6,97
T.C. compra fin de periodo	5,64		5,98		6,38	6,81	7,48	7,82	8,04	8,00	7,93	7,57	6,97	6,95
T.C. compra fijo		5,50		5,84	6,23	6,58	7,03	7,73	8,03	8,15	7,99	7,98	7,35	6,97
UFV fin de periodo	0,00000		0,00000		0,00000	1,00069	1,00845	1,04064	1,08593	1,14429	1,19326	1,28835	1,46897	1,54154
UFV promedio		0,00000		0,00000	0,00000	1,00035	1,00420	1,02323	1,06283	1,11492	1,16861	1,23368	1,37525	1,52244
UFV fijo		0,00000		0,00000	0,00000	1,00035	1,00420	1,02323	1,06283	1,11478	1,16868	1,21785	1,35571	1,55461

Fuente: Asesoría de Política Económica BCB

## Programas de protección social

Los sólidos fundamentos macroeconómicos de la economía boliviana que garantizan su estabilidad, fueron la base para el incremento de la demanda interna y la promoción del crecimiento económico con un fuerte componente social, que se traduce principalmente en:

### Seguro de Salud para el Adulto Mayor (SSPA4M)

Se puso en vigencia el Seguro de Salud para el Adulto Mayor (SSPAM) beneficiando a 247.766 personas mayores de 60 años, financiado íntegramente con recursos de Coparticipación Tributaria y el Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH).

### Renta Universal de Vejez (Renta Dignidad)

En cumplimiento a la Ley 3791, que aprueba la Renta Dignidad, el VPCF a partir del 2008, prevé la asignación de recursos para pagar este beneficio a todas las personas que hayan cumplido 60 años: 200 bolivianos al mes si no cuentan con jubilación alguna y 150 bolivianos las que tienen este beneficio.

### Bono Juancito Pinto (Decreto Supremo N°28899 26 de octubre de 2006)

Se prevé cada año, recursos en el Presupuesto General de la Nación (PGN) a objeto de incentivar el ingreso, permanencia y culminación de niñas y niños en las escuelas públicas, especialmente en el área rural y zonas periurbanas.

En la gestión 2006, se otorgó el bono a los alumnos de 1ro. a 5to. de primaria, el 2007 se amplió la cobertura a 6to. Grado, con un costo de 293.90 millones de bolivianos, para una población de 1.411.091 niños, el 2008 el costo se incrementó a 375.4 millones de bolivianos, debido a que se amplió su cobertura de alumnos hasta el 8vo. de primaria, a nivel nacional.

El financiamiento de este Bono, fue posible gracias a la nacionalización de los Hidrocarburos y los recursos del Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH), que provienen de los recursos obtenidos por la exportación de gas a Brasil y Argentina.

### Creación de Ítems de Salud y Educación

Con el objeto de disminuir la brecha deficitaria de ítems en los sectores de salud y educación en la gestión 2008, se ha incrementado la cobertura de maestros (4.500), médicos y enfermeras (910), que permite mejorar los servicios de educación y salud, para las bolivianas y bolivianos, particularmente asentados en el área rural. (Figuras 2.5 y 2.6)



Figura 2.5 – Evolución de Ítems SEDUCAS

Fuente: Ministerio de Educación

Dirección General de Programación y Gestión Presupuestaria



Figura 2.6 – Evolución de Ítems SEDES  
Fuente: Ministerio de Salud y Deportes  
Dirección General de Programación y Gestión Presupuestaria

### Incremento al Salario Mínimo Nacional

En los últimos tres años, el salario mínimo nacional se incrementó de Bs.440. (congelado en gobiernos anteriores), a Bs. 500 - en 2006, Bs. 525 - en 2007, Bs. 577,5 en el 2008 y a Bs. 647 el 2009. Este incremento está beneficiando el subsidio de lactancia de todos los funcionarios públicos y también el seguro a corto plazo de los trabajadores del Sector Público, además de que estos incrementos están por encima de la tasa de inflación.

### SALARIO MINIMO NACIONAL 1997 - 2009 (En Bolivianos)

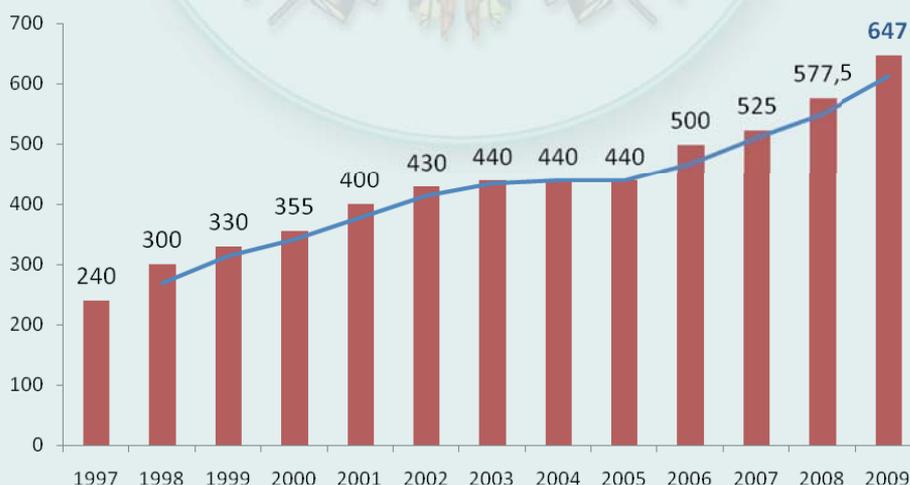


Figura 2.7 – SALARIO MINIMO NACIONAL 1997 - 2009  
(En Bolivianos)  
Fuente.- Instituto Nacional de Estadística – INE  
Dirección General de Programación y Gestión Presupuestaria

### El Bono Juana Azurduy de Padilla

El bono Madre Niño-Niña “Juana Azurduy”, creado por Decreto Supremo del 3 de abril de 2009, cubre al 74% de la población. Beneficiando a mujeres gestantes y niños hasta los 2 años de edad, que contribuye a reducir los elevados índices de extrema pobreza en el país.

### Bono a los Servidores Públicos del Órgano Ejecutivo

El 2009, se emitió a través del VPCF el Decreto Supremo N° 0109, que otorga un bono único a los funcionarios que forman parte del Órgano Ejecutivo, con el fin de compensar la pérdida del valor adquisitivo.

## 2.4.1 Análisis Sectorial de la Economía

La economía boliviana está en proceso de transformación y crecimiento a pesar de la crisis mundial. En la actualidad, el Estado controla los sectores estratégicos de la economía. El gas y el petróleo ya no le pertenecen a la empresa extranjera. El 2009, la participación del Estado en la economía nacional oscila entre el 27% y el 28%

### Sector Energético

El litio es una reserva estratégica de Bolivia, con un potencial ínfimo de contaminación, será transformado, desde carbonato hasta litio metálico, para la producción de baterías y automóviles eléctricos. Lo que requiere una producción de 400 mil toneladas del mineral como mínimo. Hasta el momento existen cinco empresas internacionales interesadas y el Estado participará como accionista mayoritario en todos los proyectos de producción de este tipo de energía limpia.

### Sector Hidrocarburos

Bolivia desde el 2006, fruto del Decreto de Nacionalización de los hidrocarburos generó importantes ingresos en el sector para el Estado, lo cual provocó la existencia de importantes excedentes, que al momento superan los 8 mil millones de dólares. Estos recursos también le permiten al Estado fomentar los diferentes Bonos señalados anteriormente y por tanto mejorar la calidad de vida de los habitantes.

#### Producción de gas natural

La producción bruta de gas natural pasó de 15.6 MMmcd en 2000 a 40.2 MMmcd en 2005, con una expansión de 158.3%, equivalente a 24.7 MMmcd. En los últimos tres años se ha pasado de 40.2 MMmcd a 42.5 MMmcd o 5.7 %.

El índice de consumo de gas Licuado de Petróleo (GLP), presentó una caída de -7.2% en 2008. El 2007, dicha tasa fue de 4.1%. La caída del consumo de GLP, se debe en parte a la reducción del contrabando y adicionalmente a que el consumo de GLP ha sido sustituido por el consumo de Gas Natural.

#### Producción de Líquidos

La producción nacional de líquidos, pasó de 31,415 Bbld en 2000 a 50756 Bbld en 2005, una expansión de 19,341 Bbld equivalente a 61.5%. Sin embargo, en el último período la producción de líquidos se ha contraído a 47,017 Bbld, que representa un descenso de 7.4 %, que tendrá que ser compensado mediante otras opciones energéticas.

### Sector Minería

El sector minero, tradicionalmente aportó al crecimiento del PIB nacional, en función de la producción anual de minerales como el estaño, plomo, zinc, antimonio, plata y wólfram (Tabla N° 2.3).

El 2008 el sector, realizó un aporte fundamental al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Bolivia (6,15%). Su crecimiento fue del 56,3%, respecto al 2007. El valor de las exportaciones del sector de minería a septiembre 2008 creció en 70.1%, debido al incremento de los volúmenes exportados, que subieron en 93,9% por los mayores volúmenes de exportación del plomo (423,4% de incremento), plata (134%) y zinc (109,5%). La contribución de la minería al crecimiento de la economía nacional ha subido desde el 36% en el primer trimestre, hasta el 43% al tercer trimestre de 2008.

**TABLA N° 2.3**  
**BOLIVIA: Producción Nacional de Minerales por Año**  
**Toneladas Métricas Finas**

Descripción	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (p)	2007 (p)
Estaño	12.502,66	12.039,23	13.210,45	16.386,06	18.114,58	18.639,50	17.669,43	15.972,09
Plomo	9.523,00	9.090,42	9.268,19	9.353,12	10.252,41	11.231,42	11.954,88	22.797,53
Zinc	149.134,31	141.982,50	141.708,12	145.489,63	147.430,01	159.501,70	172.747,05	214.053,30
Wólfram	495,50	671,28	474,23	555,54	507,78	669,23	1.094,00	1.395,48
Plata	433,59	409,72	460,90	466,30	412,55	420,30	472,21	524,99
Antimonio	1.906,67	2.072,15	2.343,32	2.432,02	3.035,97	5.204,11	5.460,37	3.881,30
Oro (1) (2)	12.000,33	12.373,70	11.269,41	9.361,40	6.165,11	8.871,13	9.627,66	8.818,19
Cobre	109,65	18,32	119,63	344,35	576,37	34,74	218,04	606,22

(2): Kilos Finos

Fuente: Viceministerio de Minería y Metalurgia - Comibol - Minería Mediana - Fencomin - Vinto.

Instituto Nacional de Estadística

(P):Preliminar

El 2008 será recordado como un año muy positivo para la minería pero, al mismo tiempo, marca el quiebre de la tendencia sostenida al alza vigente en los últimos 6 años, ya que si bien los precios y la producción crecieron a tasas muy altas en el 2008, determinando que el alza del valor corriente de la producción minera llegó a 36%, afloraron al terminar el año, señales de recesión productiva y de empleo minero.

El valor de la producción minera en el 2008, fue de US\$ constantes 1,614.4 millones a precios del año 2000. Lo que significa cuatro veces el valor del 2004, y es un 30% superior al registrado en 2007 marcando un nivel inédito y record en los últimos dos siglos de historia de la minería.

En términos de minerales, la extracción de la plata contribuyó con 33%, el zinc con 32,83%, el estaño con el 12,10%, el oro el 10,31%, y el plomo con el 8,78%. De las recaudaciones, Potosí captó el 68,44% del total, Oruro el 19,71%, y el resto 11,85%.

De manera general, se aprecia que el sector minero, es con mucho la más importante de las actividades económicas, es superior en 3,5 veces a la contribución al crecimiento del sector manufacturero, 8 veces superior al aporte de los establecimientos financieros y 7 veces superior a la contribución al crecimiento de los sectores de agricultura y ganadería, comercio y transporte, en base a su desempeño del 2008

## Sector Agropecuario

Un resultado concreto de la reorientación económica en Bolivia, es la Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos (Emapa), que logró ampliar la superficie agrícola cultivada en 19%, especialmente de arroz, trigo y maíz. Lo que generará que la producción de trigo, que cubría el 20% del requerimiento nacional, se incremente a 30%.

Pese a la tendencia decreciente del aporte al PIB del sector agropecuario boliviano, el mismo está adquiriendo una importancia relevante en lo que se refiere a la exportación de productos no tradicionales como la soya, el algodón, castaña, aceites, maderas, etc., muchos de los cuales se desarrollan especialmente en Santa Cruz.

Las campañas de verano 2006/2007 y 2007/2008, se vieron impactadas por los impactos negativos del Niño y de la Niña y su impacto negativo sobre los caminos a comienzo de 2008, ocasionaron una pérdida de US\$ 72 millones.

En el área occidental de Bolivia, que abarca las zonas productoras de papa, quinua, haba y café de los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y Cochabamba, también se registraron impactos del Niño y la Niña.

## Ganadería

La población ganadera en Bolivia cuenta con 6,5 millones de cabezas de bovinos, con una tasa de crecimiento del 2,5% al 3% anual. La población ganadera está distribuida en 312 mil unidades productivas en todo el país. Santa Cruz, cuenta con 19 mil unidades productivas ganaderas, concentrando el mayor número de cabezas se encuentra en la zona Chiquitana, con 56% (potencial de exportación), seguida del Norte Integrado con 25%, de la Cordillera con 14% y los Valles con 5% del hato departamental. El Departamento del Beni tiene 8.300 unidades productivas, mientras que el resto del país tiene una ganadería familiar, se destaca que en el altiplano la ganadería bovina es complementaria a la agricultura, fundamentalmente utilizada para la tracción animal.

El Departamento de Santa Cruz tiene 2,1 millones de cabezas (32% del país), el Beni tiene 3 millones de cabezas (46%), Chuquisaca y Tarija (8%) concentrada en la región chaqueña y el 12% restante en los otros 5 departamentos.

El sector pecuario boliviano (incluye bovinos, ovinos, camélidos, porcinos, avicultura, etc.), que aporta con el 4% del PIB nacional, del cual el 50% es aporte de la ganadería bovina.

En cuanto a la generación de empleo, considerando las 312 mil unidades productivas en Bolivia, el sector genera trabajo para 312 mil personas, de la cual dependen (multiplicando por 5 personas por familia), 1,5 millones de personas. Adicionalmente, a lo indicado la cadena de carne de bovinos genera a nivel nacional, 75.000 empleos directos, en los eslabones de transformación, servicios veterinarios, comercialización, apoyo gremial (Federaciones y Asociaciones) y centros de remates.

A los empleos directos se suman los indirectos, generados a partir de la utilización de la carne y leche, como son los restaurantes, vendedores ambulantes de comidas en la repostería y panaderías, etc.

## Sector Industria

Bolivia, ha iniciado un proceso de industrialización en gran, pequeña y micro escala, el objetivo principal del gobierno es convertir a Bolivia en el centro energético de la región, con servicios básicos de educación, salud, telefonía y transporte, y vertebrada por carreteras, trenes y aeropuertos.

La industria manufacturera, registró una tasa de crecimiento al tercer trimestre de 2008 de 45%, que debe a la producción de alimentos, la fabricación de productos de limpieza y tocador. Las actividades industriales, que presentaron las mayores tasas de crecimiento fueron la elaboración de productos alimenticios, la fabricación de productos minerales no metálicos y la fabricación de jabones y preparados de limpieza y tocador, con variaciones relativas de 30.9%, 29.0 % y 25.5% respectivamente. Por otro lado, las actividades que contrajeron su crecimiento fueron la fabricación de joyas, panadería, aceites y grasas vegetales y animales.

El sector industrial boliviano, encaró mejor la crisis que sus similares de la Región, debido a que la economía nacional ha estado estable en los últimos años, a pesar de que la caída de los precios de exportaciones ha sido considerable. Las empresas no tienen endeudamientos considerables con el sistema bancario, no han entrado a procesos de quiebra, no se han cerrado industrias, al contrario se han mantenido abiertas a las posibilidades de seguir produciendo. Sin embargo, es necesario trabajar en el desarrollo tecnológico de las industrias.

## Sector Electricidad

El sistema eléctrico boliviano, en su mayoría se autoabastece y no depende del comercio exterior por lo que la sensibilidad a shocks externos es casi inexistente. Además en su conjunto es relativamente “limpio”, si se considera la importancia de la generación hidroeléctrica y el uso de gas natural, considerado el menos contaminante de todos los combustibles fósiles para la generación termoeléctrica.

El sector eléctrico se compone del SIN que representa casi el 80% de la generación y de sistemas aislados. Existen ocho generadoras en el SIN y un nivel de competencia creciente, que ha resultado en una capacidad de generación suficiente actualmente (incluso con una reserva mayor a la técnicamente recomendable),

El consumo residencial es preponderante frente a los otros consumos, lo que ocasiona una curva de carga con un pico desproporcionadamente alto respecto al promedio (factor de carga 53%), que incide en la necesidad de instalaciones de generación y transporte que permanecen ociosas durante buena parte del día, con los consiguientes costos económicos.

La electricidad es un insumo fundamental para la actividad de los demás sectores de la economía, requiriéndose un suministro continuo y de calidad. La interrupción en el suministro de energía eléctrica, produciría significativas pérdidas al sector productivo, con sus consecuencias en la economía. Sin embargo, esta importancia crucial no se expresa en participaciones significativas del sector en el PIB.

## Sector Construcción

La importancia del sector en el PIB es pequeña. Su aporte el 2008 fue de 2.7%. El año en que se registro el mayor nivel en la participación fue en 1998 con 3.8%. Por otra parte, la incidencia del sector en el crecimiento del PIB se redujo al 0.2 % el 2008, con un repunte importante el 2009.

La producción de cemento fue mayor el 2008 comparado con el 2007, con una tasa de crecimiento de 14.2%. El consumo se concentra principalmente en el departamento de Santa Cruz, con una participación de consumo total de 31% el 2008.

## Balanza comercial

La balanza comercial de US\$ 1,849,7 millones el 2008, mostro un superávit 38.5% superior al observado el 2007, apoyado por las favorables condiciones externas. La balanza comercial de Bolivia, medida como la suma de las exportaciones y las importaciones nacionales, presentó un significativo incremento en los ingresos de exportación que fueron superiores en US\$ 2.043,7 millones a los ingresos de 2007. Las importaciones, presentaron también un alza.

El sector exportador tuvo un comportamiento positivo en todos los rubros. Destacan la exportación de productos mineros en 43,7%, hidrocarburos 53.3%, por lo que la industria extractiva de estos dos últimos sectores cubren el 72,4% del valor total de las exportaciones. Se aprecia una concentración de las exportaciones en productos como gas natural, zinc y soya, que concentran más del 60% del total de las exportaciones del país.

A pesar de las significativas caídas en los precios internacionales de las materias primas en el segundo semestre del 2008, se obtuvieron mayores ingresos debido a que el promedio de precios de las materias primas fue mayor el 2008 que el 2007. Lo descrito se aplica al petróleo y al gas. Por lo expuesto los términos de intercambio tuvieron nuevamente una variación positiva el 2008 para el país, creciendo en 5,7% frente al 3,6% del 2007

## Transporte y almacenamiento

El sector de transporte y almacenamiento tuvo una tasa de crecimiento positiva de 4.6%. El índice general de transporte, muestra que la modalidad vía férrea el 2008 se recupero respecto al de 2007, con un valor del índice de 8.9 frente al índice de -3.6 del 2007. Sin embargo, cabe recalcar que la modalidad de transporte vía carretera interdepartamental registra una caída en el valor del índice de cantidad de - 21.4 de 2008, frente al 95 registrado en el 2007.

El parque automotor boliviano el 2008 estuvo compuesto por 842.857 vehículos, superior en 20,47% a la registrada el año 2007, cuando alcanzó a 699.646 vehículos. El número de vehículos del Servicio Particular se incrementó en 23,69% con relación a 2007, este aumento fue de 601.866 a 744.451 vehículos. Asimismo, el Servicio Oficial/Diplomático aumentó en 30,84%, de 9.033 a 11.819 vehículos, mientras que el Servicio Público decreció en 2,43%, de 88.747 a 86.587 vehículos. En cuanto a la participación, el Servicio Particular representó 88,32% de todo el parque automotor boliviano, constituyéndose en el más importante, en tanto que la participación del Servicio Público fue de 10,27% y del Oficial/Diplomático de 1,40%. (ver Tabla 2.4)

**TABLA N° 2.4**  
Bolivia: Parque Automotor, Por Tipo de Servicio, 2007 - 2008  
(En número de vehículos)

Tipo de Servicio	Número de Vehículos 2007		Número de Vehículos 2008		Variación en %
	Cantidad	%	Cantidad	%	
TOTAL	699.646	100	842857	100	20,47
Servicio Particular	601.866	86,02	744.451	88,32	23,69
Servicio Público	88.747	12,68	86.587	10,27	2,43
Servicio Oficial/Diplomático	9.033	1,29	11.819	1,40	30,84

Fuente: Registro Único para la Administración Tributaria Municipal. Instituto Nacional de Estadística

El 2008, la gasolina fue el combustible más utilizado por el parque automotor en 79,21% del total; le siguió el diesel en 19,34%. En Bolivia, aún es incipiente el uso de gas natural, solo 1,44% de todo el parque automotor seguido del alcohol con 0,01% de participación.

Entre 2007 y 2008, el número de vehículos que utilizó gasolina como combustible se incrementó en 21,87%, de 547.832 a 667.660 vehículos; los que utilizaron diesel aumentaron en 10,58%, de 147.394 a 162.990 vehículos y los que funcionaban a gas natural en 179,30%, de 4.344 a 12.133 vehículos

### Sector Comunicaciones

El sector de comunicaciones tuvo un crecimiento del 3,7% el 2008 respecto de la gestión anterior. En lo referente a la incidencia del sector comunicaciones en el crecimiento del PIB nacional se mantuvo en 0.1 por ciento respecto de 2007.

El desempeño del sector comunicaciones, se explica por el conjunto de políticas públicas aplicadas al sector, como ser la nacionalización de la principal empresa de telecomunicaciones, del país.

## 2.5. ESCENARIOS BIOGEOGRÁFICOS

Bolivia se encuentra en el imperio biogeográfico o ecozona Neotropical que abarca desde Norte América hasta la parte meridional de América del Sur, cuenta con las regiones biogeográficas como: Amazónica, Subbrasileña y Andina (Drude y Diels, 1902). La convergencia de éstas regiones, asociadas a la configuración fisiográfica con altos gradientes altitudinales y la variación de latitud, hacen de Bolivia un mosaico complejo de ecosistemas, donde la influencia de la cordillera Oriental o de Los Andes genera zonas de transición que aloja gran cantidad de la diversidad con importantes regiones de alto endemismo.

Por estas razones, se encuentra entre los 15 países más mega-diversos del planeta; cuenta con aproximadamente entre el 30 y 40% de la diversidad biológica mundial; su configuración fisiográfica hace que se distingan 4 tipos de biomas, 32 regiones ecológicas y 199 ecosistemas. La flora y la fauna son características del imperio biogeográfico mencionado. De esta diversidad en flora y fauna, un alto porcentaje corresponde a especies endémicas. La mayor concentración de plantas endémicas se encuentran en Los Andes, específicamente en los Yungas y en los Valles secos interandinos. Bolivia es uno de los pocos países que mantiene grandes áreas prácticamente inalteradas por la acción humana.

A lo largo del país se distribuye biocenosis terrestres enormes, estrechamente relacionadas con los patrones climáticos y sus variaciones predominantes. Sin embargo, estas biocenosis se han estudiado en relación al clima observado, sin atender la evolución de las especies propias de los grandes continentes, ni la dinámica de cambio climático producto de la alteración de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y relativamente los aislamientos que permiten a las especies adquirir su carácter exclusivo.

La región de la Amazonía boliviana abarca cerca de la mitad de la superficie del territorio boliviano (475.278 km<sup>2</sup>) y está constituida por una variedad de ecosistemas (bosques húmedos tropicales, sabanas inundables, bosques semihúmedos de transición hacia el Cerrado y el Chaco, y bosques tropicales subandinos, caracterizados por su elevada biodiversidad.

Aproximadamente el 24% de la Amazonía boliviana se encuentra bajo protección: 16% son áreas protegidas nacionales y 8% son departamentales. Un 25% son Tierras Comunitarias de Origen, en algunos casos con sobre posición a las áreas protegidas, que corresponden a los territorios de más de 25 Pueblos Indígenas. Esta región, con más de un millón de habitantes (Censo 2001), tiene como principales actividades económicas la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal y aprovechamiento de productos forestales no maderables, resaltando la almendra amazónica (*Bertholletia excelsa*), de la cual Bolivia es el principal exportador mundial.

Las áreas protegidas se sintetizan en la tabla No. 2.5 y en el mapa de la figura 2.8, a continuación:

**TABLA 2.5**  
Áreas protegidas de Bolivia y sus respectivas categorías

CATEGORIA	NOMBRE	Cuenta con zonificación	AREA Km2
Áreas Naturales de Manejo Integrado	Apolobamba	Si	4.897,00
	El Palmar	No	603,00
	San Matías	No	29.442,00
Parques Nacionales	Carrasco	Si	6.918,00
	Noel Kempff Mercado	Si	16.126,00
	Sajama	Si	989,00
	Toro Toro	No	168,00
	Tunari	No	3.292,00
Parques Nacionales y Áreas Naturales de Manejo Integrado	Aguarague	Si	1.111,00
	Amboro	Si	5.982,00
	Cotapata	Si	617,00
	Iñaño	No	2.628,00
	Kaa-íya del Gran Chaco	Si	19.258,00
	Madidi	Si	18.990,00
	Otuquis	Si	10.224,00
Parque Nacional y Territorio Indígena	Isiboro Secure	Si	12.363,00
Refugio de Vida Silvestre	Cavernas del Repechon	No	2,00
Reserva Biológica	Cordillera de Sama	Si	1.068,00
Reserva de la Biosfera	Estación Biológica del Beni	Si	1.352,00
Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena	Pilón Lajas	Si	2.628,00
Reserva Nacional de Fauna Andina	Eduardo Avaroa	Si	6.839,00
Reserva Nacional de Flora y Fauna	Tariquia	Si	2.466,00
Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazonica	Manuripi	Si	7.795,00

Fuente: Elaboración propia en base a datos SERNAP.

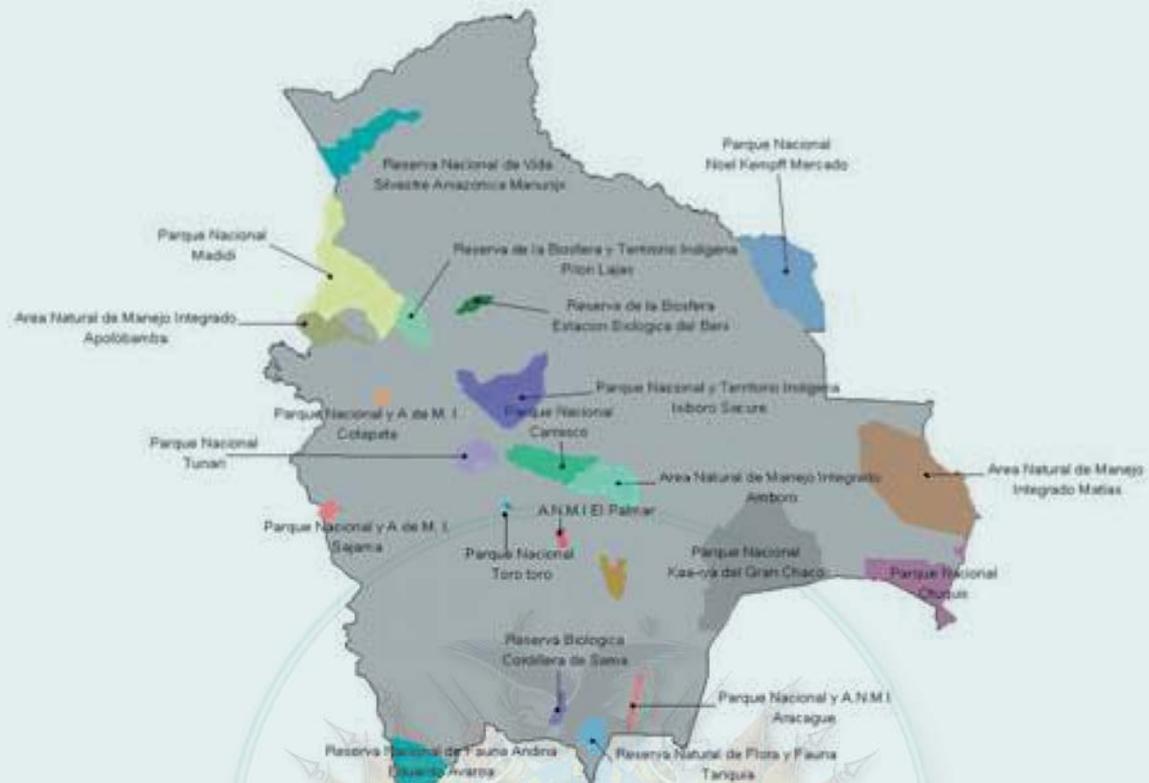


Figura 2.8 – Mapa que esquematiza la ubicación de cada una de estas áreas protegidas del territorio nacional.

La deforestación y los incendios son las principales amenazas para los ecosistemas amazónicos de Bolivia, anualmente se deforestan 400.000 ha para habilitar áreas agrícolas o ganaderas, mientras que la incidencia de los incendios es alta, llegando a registrarse más de 70.000 focos de calor anualmente.

Las regiones biogeográficas subbrasileña abarcan una región seca de la Chiquitanía en Bolivia y la región del Chaco en el sur predominantemente ocupado por especies xerofíticas y suculentas por los déficits de precipitación. Dependiendo de las condiciones climáticas y el suelo, la flora de Bolivia se puede agrupar en ocho provincias: Hylea Amazónica, Praderas Benianas, Yungas, Sabanas Orientales, Parque Chaqueño, Estepa Valluna, Frente Subandino y Altiplano.

### Hylea Amazónica

Ocupa el departamento de Pando y el norte del Beni, y se adentra hacia el sur hasta el Chapare y Yapacani, y a lo largo del Itenez. Es un bosque alto que cubre alrededor de 300.000 km<sup>2</sup>. Se cuentan cien especies de árboles maderables como la mara, palo maría, ochoó, balsa, catorce clases de palmeras y el motacú; y once variedades de árboles resinosos de caucho y castaña principalmente.

### Praderas Benianas

Se encuentran en el departamento de Beni. Son praderas que no han desarrollado un bosque alto debido a la existencia de un suelo impermeable y permanentemente húmedo. Hay gran variedad de pastos y gramíneas nativas. Los árboles típicos son la palmera real, el motacú, el totaí, el tajibo, el tukesis, también se encuentran cactáceas y arbustos espinosos. Además, se tiene dos plantas alimenticias autóctonas, como cacao y banano.

### Yungas

Se encuentran en las estribaciones orientales de Los Andes. La vegetación varía con la altura. En los yungas alto alto encontramos bosques de kehuíña y arbustos. En los yungas medio medio se tiene helechos y orquídeas. En los yungas verdadero aparecen las palmeras, y hay gran variedad de plantas nativas domesticadas: coca, quinua, bananos, yuca, cacao y otras muchas.

### Sabanas Orientales

En la sabanas se distinguen tres zonas, la del bosque alto con predominio de palmeras cusí, motacú, árboles de maderas duras como el colo, quina quina, yuayacán. En las sabanas propiamente dichas, además de los pastos, abundan árboles del género de las acacias. En las zonas pantanosas predominan los bambúes gigantes como la tacuara.

### Parque Chaqueño

Esta región presenta una vegetación xerófila de cactus, como la carahuata, el sipoi, árboles como el cupesi (algarrobo blanco), cupesicho (algarrobo negro), toborochi (palo borracho), quebracho, guayacán o palo santo, diversos tipos de palmeras, y arbustos como el mistol y tusca.

### Estepa Valluna

Es un ecosistema con una moderada humedad, pero la vegetación es de tipo xerófilo. Árboles típicos nativos son: el molle, el algarrobo, el churqui, el tarco y el chañar. Entre las cactáceas tenemos el cacto del calendabro, y entre las plantas alimenticias el maíz, la papa, tomate, el ají, el locoto; y frutas como la tuna y el tumbo.

### Frente Subandino

Se encuentra desde Santa Cruz hasta la frontera Argentina con una humedad relativamente baja. Dependiendo de la altitud se distinguen cinco pisos: de 450 a 800 m bosques de laurel tropical; de 800 a 1200 m bosques de mirtáceas; de 1.200 a 1.800 m bosques de nogal y pino; de 1.400 a 2.700 m bosques de aliso; y por encima de los 2.700 m bosques de kehuña.

### Altiplano

Es muy pobre en árboles, sólo se encuentra la kishuara, la kehuña y la cantuta. Entre los arbustos destacan la thola y la yareta.

La fauna en Bolivia es muy amplia y variada, tiene un alto grado de endemismo. La presencia de la cordillera de los Andes y de las extensas planicies orientales determina la distribución de la flora y fauna de Bolivia con grandes diferencias.

La fauna natural boliviana puede clasificarse en torno a cuatro regiones diferentes:

#### Distrito Andino

Constituido por los camélidos: guanaco, vicuña, llama y alpaca. Entre los roedores destacan viscachas y chinchillas. También se encuentran los ciervos andinos y los avestruces como el suri o ñandú. Entre las aves el cóndor, los flamencos y los colibríes y picaflores.

#### Distrito Subandino

Encontramos al zorro colorado, el jucumari u oso de anteojos, el anta o tapir y el gato montés. Entre las aves el guácharo.

#### Distrito Tropical

Donde muchas de sus especies están en peligro de extinción debido a la presión humana. Destacan el jaguar, el puma, el gato montés, el ocelote, el oso hormiguero, el perezoso, el tejón, el tatú, el puerco-espín, el taitetú, la urina, ciervos, antas, monos, etc. Así mismo existen una gran variedad de reptiles siendo famosa la sicuri y diversas especies de cocodrilos.

#### Distrito Chaqueño

Entre su fauna cabe mencionar el armadillo gigante (tatú), la urina o ciervo pequeño, el perezoso, chanco de monte o pecarí, y los avestruces ñandúes.

## 2.6. POSICIÓN BOLIVIANA ANTE LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES DENTRO LA CMNUCC

La posición del Estado Plurinacional en las negociaciones internacionales sobre cambio climático se basa en la carta presentada por el presidente Evo Morales en la Asamblea General de las Naciones Unidas, el 28 de noviembre de 2008. En esta carta se considera que los modelos de desarrollo y las políticas económicas adoptadas y promovidas por los países desarrollados, a partir de la revolución industrial, constituyen la causa estructural del cambio climático y de sus efectos nocivos sobre la Madre

Tierra y la humanidad. Estos modelos de desarrollo se caracterizan por patrones de acumulación y consumo excesivo, un derroche energético y una visión de explotación de la naturaleza por el hombre.

A partir de estas ideas generales planteadas en la carta del Presidente Morales, fluye una serie de propuestas presentadas por el Estado Plurinacional de Bolivia, las cuales fueron elaboradas en base a un proceso de construcción colectiva del gobierno con las Organizaciones Sociales y la sociedad civil en su conjunto donde se incluyeron los puntos de vista y propuestas de los pueblos indígenas que son una contribución esencial para el proceso de negociación, tomando en cuenta también, el control social de sus mecanismos de implementación.

### 2.6.1 Declaración de los Derechos de la Madre Tierra

El calentamiento global afecta no sólo a los seres humanos sino a todos los seres naturales, ecosistemas y al planeta en su conjunto. El incremento de la temperatura de la Tierra está produciendo irreversiblemente la desestabilización de los diferentes ecosistemas y en consecuencia la extinción de varias especies.

Por esta razón, Bolivia plantea que todas estas terribles consecuencias que sufrimos son el resultado de que los seres humanos no hemos reconocido que somos parte de un sistema mayor, con el que tenemos que vivir en armonía y equilibrio.

Los humanos somos sólo una parte de una comunidad más amplia de seres, y el bienestar de cada miembro de esa comunidad depende de que entre todos reconozcamos y respetemos los derechos de cada una de las partes y del sistema ecológico social interdependiente en su conjunto. Por lo tanto, “La tierra no pertenece al hombre, sino el hombre pertenece a la tierra.”

La Tierra no es un conjunto de cosas de las cuales nos podemos apropiar, sino que es un conjunto de seres naturales con los cuales debemos aprender a convivir en armonía y equilibrio respetando sus derechos. En este sentido, para vivir en armonía con la naturaleza debemos reconocer que no sólo los seres humanos tenemos derechos, sino también el planeta, los animales, las plantas, los ríos, los bosques, los glaciares y todos los componentes de este sistema. Por este motivo, el Estado Plurinacional de Bolivia, planteó la necesidad de establecer una declaración de los *Derechos de la Madre Tierra*, que va más allá de las negociaciones sobre cambio climático, pero además debe ser trabajada a nivel de las Naciones Unidas.

### 2.6.2 La deuda climática como la base para una solución justa y efectiva al cambio climático

Considerando la capacidad limitada que tiene la Madre Tierra para la absorción de los gases de efecto invernadero, los modelos industriales han provocado que los países desarrollados donde habita el 20% de la población mundial sean responsables de cerca de tres cuartas partes de las emisiones históricas de estos gases; privando de esta manera a los países en desarrollo del espacio atmosférico al que tienen derecho bajo los principios de equidad e igualdad, limitando así su potencial de desarrollo. Esta sobreutilización del espacio atmosférico se traduce en el concepto de la “*deuda de emisiones*”. (Ver Figuras 2.9, 2.10 y 2.11)

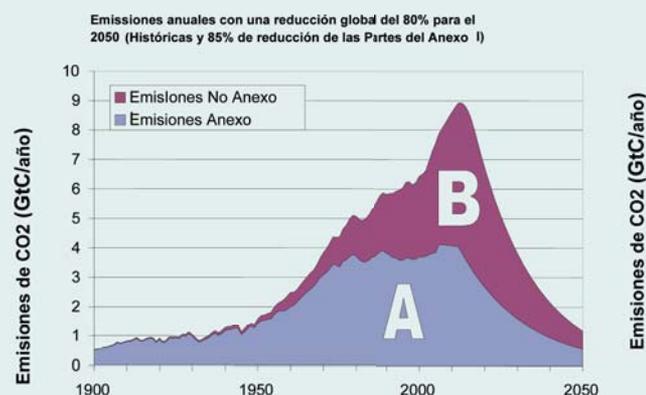


Figura 2.9 – Relación histórica actual de emisiones

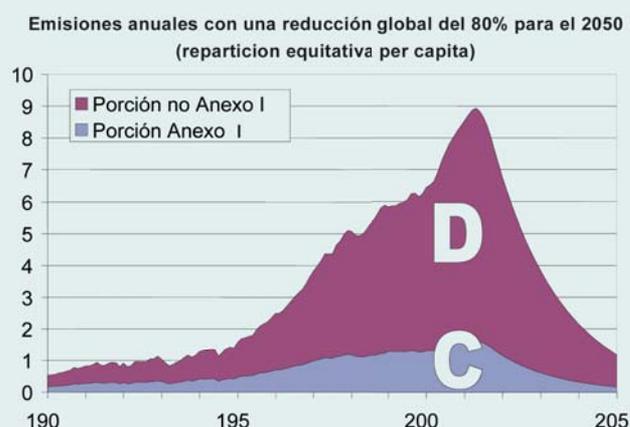


Figura 2.10 - Relación de emisiones que debió ser equitativa

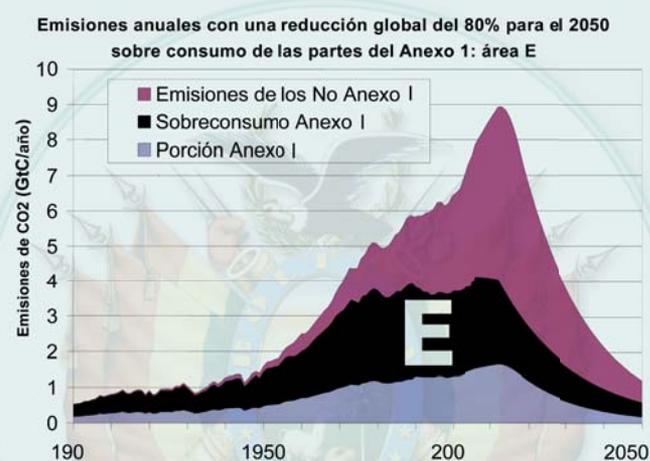


Figura 2.11 - Deuda existente por emisiones de los países Anexo I (Fuente VMABCC, 2008)

Debido a la desproporcionada emisión de gases de efecto invernadero, los países en desarrollo están condenados a enfrentar los efectos de los cambios climáticos y obligados a afrontar sus impactos, además de implementar medidas de adaptación aún sin ser responsables de su causa. Estas obligaciones emergentes significan el menoscabo de la capacidad de asegurar a su población un nivel de vida digna, en aras de conservar una frágil estabilidad. En consecuencia, los países desarrollados tienen una **“deuda de adaptación”** a favor de los países en desarrollo. La suma de ambas deudas, la deuda de emisiones y la deuda de adaptación, componen la denominada **“deuda climática”**, concepto que fue introducido por Bolivia y apoyado por una diversidad de países incluyendo el Grupo de los Países Menos Adelantados, algunos países del África, Asia y Latinoamérica, además de siendo impulsada por la sociedad civil de todo el mundo.

Esta deuda climática debe pagarse en términos de reducción de emisiones para la deuda histórica de emisiones y en términos de financiamiento, transferencia de tecnología efectiva y fortalecimiento de capacidades en cuanto se refiere a la deuda de adaptación. El pago de la deuda climática debe comenzar a ser realizada a través de los resultados a ser acordados en diciembre en la 15ª Conferencia de las Partes a realizarse en Copenhague, en Dinamarca para lograr una solución justa y efectiva al cambio climático.

### 2.6.3 Posición sobre las causas estructurales del Cambio Climático

Bolivia plantea y planteará como línea de conducta ante la humanidad, que mientras no se cambie el sistema capitalista por un sistema basado en la complementariedad, la solidaridad y la armonía entre los pueblos y la naturaleza, las medidas que se adopten, en el plano internacional, serán paliativos que tendrán un carácter limitado y precario. Considera, asimismo, que lo

que ha fracasado es el modelo del “vivir mejor”, del desarrollo ilimitado, de la industrialización sin fronteras, de la modernidad que desprecia la historia, de la acumulación creciente a costa del otro y de la naturaleza. Por eso se propone el “Vivir Bien”, en armonía con los otros seres humanos y con nuestra Madre Tierra.

En ese contexto, los países desarrollados necesitan controlar sus patrones consumistas —de lujo y derroche—, especialmente el consumo excesivo de combustibles fósiles. Es fundamental desarrollar energías alternativas como la energía solar, la geotérmica, la energía eólica y la hidroeléctrica en pequeña y mediana escala.

Es claro para Bolivia que los agrocombustibles no son una alternativa porque anteponen la producción de alimentos para el transporte frente a la producción de alimentos para los seres humanos. Los agrocombustibles amplían la frontera agrícola destruyendo los bosques y la biodiversidad, generan monocultivos, promueven la concentración de la tierra, deterioran los suelos, agotan las fuentes de agua, contribuyen al alza del precio de los alimentos y, en muchos casos, consumen más energía de la que generan.

#### **2.6.4 Posición sobre los niveles de reducción de emisiones de los países desarrollados**

Bolivia exige que se cumplan estrictamente hasta el 2012 los compromisos de los países desarrollados de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Kyoto, es decir, al menos 5% por debajo de los niveles de 1990, y reclama que se establezcan los compromisos mínimos para el segundo periodo, establecido entre el 2013 y 2017, donde Bolivia planteó que se reduzca más del 49% en relación a 1990, como parte del pago de la deuda climática. Este nivel debe ser alcanzado a través de acciones domésticas es decir, estos compromisos mínimos de reducción deben realizarse dentro los territorios de los países desarrollados y no a través del mercado de carbono que permite la compra de reducciones de emisiones que se realizan en otros países para seguir contaminando en su propio país. Asimismo, se deben establecer mecanismos de monitoreo, información y verificación transparentes, accesibles al público, para garantizar el cumplimiento de dichos compromisos.

El Estado Plurinacional de Bolivia recuerda que los países en desarrollo no son responsables de la contaminación histórica, sin embargo deben preservar el espacio necesario para implementar un desarrollo alternativo y sostenible que no repita los errores del proceso de industrialización salvaje que nos ha llevado a la actual situación. Para asegurar este proceso, los países en desarrollo requieren que los países desarrollados cumplan sus compromisos establecidos en la Convención sobre financiamiento y transferencia de tecnología.

#### **2.6.5 Posición sobre el Mecanismo Financiero Integral para atender la deuda climática**

Bolivia plantea que se debe crear un Mecanismo Financiero Integral con los recursos financieros del sector público de los países desarrollados, alcanzando los niveles necesarios para cubrir la deuda climática que tienen con el planeta. Este fondo servirá para apoyar a los países en desarrollo en la implementación de sus planes y programas de adaptación y mitigación del cambio climático; en la innovación, desarrollo y transferencia de tecnología; en la conservación y mejoramiento de sus sumideros y depósitos de carbono; en las acciones de respuesta a los graves desastres naturales provocados por el cambio climático; y en la ejecución de planes de desarrollo sostenibles y amigables con la naturaleza.

El financiamiento que aporten los países desarrollados debe ser adicional a la Ayuda Oficial al Desarrollo (ODA), a la ayuda bilateral y/o canalizada a través de organismos que no sean los de Naciones Unidas. Cualquier financiamiento fuera de la CMNUCC no podrá ser considerado como la aplicación de los compromisos de los países desarrollados bajo la Convención. El financiamiento tiene que ir a los planes o programas nacionales de los Estados y no a proyectos que están bajo la lógica del mercado.

El financiamiento no debe concentrarse sólo en algunos países en vías de desarrollo sino que tiene que priorizar a los países que menos han contribuido a las emisiones de gases de efecto invernadero, aquellos que preservan la naturaleza y/o que más sufren los impactos del cambio climático.

El Mecanismo de Financiamiento Integral debe estar bajo la cobertura de las Naciones Unidas y no del Fondo Global del Medio Ambiente (GEF) o de sus intermediarios como el Banco Mundial o los Bancos Regionales; su administración debe ser colectiva, transparente y no burocrática. Sus decisiones deben ser tomadas por todos los países miembros, en especial los países en desarrollo, y no sólo por los donantes o las burocracias administradoras.

### 2.6.6 Posición sobre la transferencia de tecnología a los países en desarrollo

Aún cuando la transferencia y el desarrollo de tecnologías ambientalmente amigables de los países desarrollados a los países en desarrollo, es esencial para el establecimiento de medidas de adaptación, así como, para posibilitar las acciones de mitigación en los países en desarrollo, los derechos de propiedad intelectual se han mantenido hasta el momento, representando así una barrera para la transferencia y acceso a tecnologías, así como también conocimientos prácticos o “know-how”.

Por estas razones, el Grupo G77 y China (grupo de países en desarrollo), sostiene que se debe excluir la protección de las futuras patentes, y el Estado Plurinacional de Bolivia, plantea que incluso se deben revocar las patentes existentes para éste tipo de tecnologías.

Asimismo, considerando que el cambio climático representa una emergencia para la humanidad en su conjunto y sobre todo de la población que habita en los países en desarrollo, Bolivia propone que se debe habilitar la posibilidad de usar todas las flexibilidades desarrolladas en los “Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio”, incluyendo el licenciamiento obligatorio.

Para asegurar el desarrollo de nuevas tecnologías y el acceso a ellas, los países desarrollados deben invertir fondos públicos para la investigación y el desarrollo de las mismas, las cuales posteriormente deben ser de dominio público y estar disponibles para los países en desarrollo.

### 2.6.7 La participación de los pueblos indígenas en la CMNUCC

El Estado Plurinacional de Bolivia, considera que se debe impulsar acciones, programas y planes de mitigación y adaptación con la participación activa de las comunidades locales y pueblos indígenas en el marco del pleno respeto e implementación de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

Los indígenas siempre han sido los mejores guardianes de la Madre Tierra, y a la vez son los más vulnerables ante los impactos del cambio climático. Por estas razones se debe tomar en cuenta la voz de los pueblos indígenas en cada uno de los capítulos y de los espacios de trabajo que genera la CMNUCC.

### 2.6.8 Posición sobre el mercado de carbono

Como se mencionó anteriormente, Bolivia no está de acuerdo en continuar impulsando el mercado de carbono y menos en la posibilidad de desarrollar nuevos mecanismos flexibles puesto que si realmente se desea atacar el cambio climático, se necesita atacar el problema de raíz y esto sólo se logrará cuando los países desarrollados reduzcan sus emisiones a través de acciones domésticas o dentro sus territorios y no a través del mercado de carbono que permite la compra de reducciones de emisiones que se realizan en otros países para continuar contaminando en su propio país.

Por otro lado, así como el mercado es incapaz de regular el sistema financiero y productivo del mundo, el mercado tampoco es capaz de regular las emisiones de gases de efecto invernadero y sólo generará un gran negocio para los agentes financieros y las grandes corporaciones.

La lógica de mercado solamente ha promovido que los países desarrollados desvíen sus reducciones que deberían ser domésticas, hacia acciones baratas en los países en desarrollo a través del MDL.

La lógica capitalista promueve la paradoja de que los sectores o países que más contribuyeron a deteriorar el medio ambiente son los que más se benefician de los programas vinculados al cambio climático.

### 2.6.9 Mecanismo de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)

El Estado Plurinacional de Bolivia, plantea que el mecanismo REDD debería apoyar actividades de adaptación relacionadas con los bosques y el manejo integral de bosques, que garanticen la protección duradera de estos ecosistemas y la reducción efectiva y sostenida de la deforestación y degradación como una medida efectiva para mitigar el cambio climático.

La reducción de las emisiones de la deforestación y degradación de bosques REDD, debe estar basada en un mecanismo de compensación directa de países desarrollados a países en desarrollo, a través de una implementación soberana que asegure una participación amplia y efectiva de comunidades locales y pueblos indígenas a través de un proceso libre y transparente durante todas las fases de implementación de este mecanismo, es decir, desde la planificación, monitoreo, verificación hasta la ejecución misma de este mecanismo.



# Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Capítulo 3

### 3.1. INTRODUCCION

Bolivia en cumplimiento de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desarrollo sus primeros inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para los años 1990 y 1994 siguiendo las Guías Metodológicas revisadas de 1996 del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Dichos inventarios fueron realizados en 1997 y 1999, respectivamente.

En el año 2000 Bolivia al presentar la Comunicación Inicial incluyó, de acuerdo a las directrices de la CMNUCC, el inventario de emisiones de GEI del año 1994. Posteriormente en el año 2003 Bolivia decidió realizar un esfuerzo adicional elaborando un documento que permita evaluar el nivel de emisiones de GEI de la década comprendida entre los años 1990 y 2000, habiendo desarrollado los inventarios de los años 1990, 1994, 1998 y 2000, para lo cual se utilizaron las Guías revisadas de 1996 del IPCC y se aplicaron las recomendaciones del IPCC para mejorar la calidad de los inventarios que se presentan en la Guía de Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres en Inventarios de GEI (IPCC, 2000). El documento de emisiones de GEI de la década 1990-2000 se halla publicado en [www.minagua.gov.bo](http://www.minagua.gov.bo)

En la presente comunicación nacional y en cumplimiento de las decisiones 17/CP.8 y 13/CP.9 de la CMNUCC, el Estado Plurinacional de Bolivia presenta los inventarios de emisiones de GEI de los años 2002 y 2004 conjuntamente el análisis de incertidumbres y de las fuentes clave, así como el recálculo de los inventarios 1990, 1994, 1998 y 2000, lo que permitirá tener una idea clara del nivel base de emisiones del país.

### 3.2. METODOLOGIA

Los inventarios de GEI de los años 2002 y 2004, así como de aquellos años de referencia anteriores (1990, 1994, 1998 y 2000) fueron desarrollados siguiendo las metodologías propuesta por el IPCC con la finalidad de garantizar en el nivel de las emisiones, la transparencia, la comparabilidad, la exhaustividad y la exactitud.

Las Guías Revisadas de 1996 del IPCC con sus tres volúmenes, las Guías de Buenas Prácticas y gestión de las Incertidumbres del IPCC del año 2000, las Guías para las Comunicaciones Nacionales no incluidas en el Anexo I de la Decisión 17/CP.8, y las Orientaciones del IPCC sobre Buenas Prácticas en el sector Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura (2004), sirvieron de base para el desarrollo de los inventarios.

Los Inventarios de GEI incluyen estimaciones de las emisiones netas de gases de efecto invernadero de aquellos gases considerados directos como el anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y los hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). Asimismo, considera los GEI indirectos: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes al Metano (COVDM).

Asimismo, se consideraron en el inventario de GEI, en términos de exhaustividad, todos los sectores recomendados en las directrices: Energía, Procesos Industriales, Agricultura, Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura y el sector Residuos.

Las estimaciones están desagregadas por sectores y por categorías de fuentes de emisión y sumideros en el caso de la absorción. Además, el panorama general de las estimaciones de emisiones se halla complementado con la presentación de las partidas informativas de los inventarios y los resultados en términos de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ), lo que permite comparar la contribución de todos los gases de efecto invernadero directos a los totales nacionales de todos los inventarios nacionales. Complementariamente, se presenta en este capítulo, el análisis de categorías de fuentes clave de los inventarios 2000 y 2002.

En términos de niveles Bolivia ha realizado el esfuerzo de trabajar, en la medida en que la información así lo ameritaba, con los niveles 1 y 2 en los diferentes sectores, siendo que en alguno de ellos, por la falta de información se ha trabajado solamente con el nivel 1 y con el uso de factores de emisión por defecto. Para el caso de fuentes claves el esfuerzo fue trabajar con el nivel 2.

En la actualidad, el PNCC cuenta con una base de datos que establece la información obtenida a nivel de datos de actividad y de factores de emisión, las fuentes de las mismas, los cálculos realizados y la hoja resumen de emisiones, para cada uno de los sectores.

### 3.2.1 Arreglos Institucionales

La Segunda Comunicación Nacional de de Bolivia, fue liderada por el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), institución dependiente en la actualidad del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático, del Ministerio de Medio Ambiente y Agua e involucró a muchas instituciones que fueron consultadas para la obtención de datos de actividad en algunos casos y factores de emisión en otros.

Representantes de las unidades técnicas de varias instituciones de gobierno proporcionaron información que fue evaluada y luego consensuada para su utilización en el inventario de GEI. Para la consecución de ésta información un proceso de intercambio institucional, a través de talleres fue llevado a cabo, tanto al inicio del trabajo de los inventarios, como a medio del proceso y posteriormente la presentación al cierre del mismo para su correspondiente aprobación. Las instituciones involucradas para la obtención de los datos de actividad por sectores fueron:

#### **Energía:**

- a) Ministerio de Hidrocarburos y Energía.
- b) Superintendencia de Hidrocarburos.
- c) Superintendencia General (Sistema de Regulación Sectorial).
- d) Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea (AASANA).
- e) Instituto Nacional de Estadística (INE).
- f) Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE).
- g) Proyecto “Sistema de Información Energético y Balance Energético Nacional” del Ministerio de Hidrocarburos.
- h) Cámara Boliviana de Hidrocarburos.
- i) Superintendencia de Electricidad.
- j) Comité Nacional de Despacho de Carga.

#### **Procesos Industriales**

- a) Instituto Nacional de Estadística
- b) Superintendencia de Hidrocarburos.
- c) Comisión Gubernamental del Ozono.
- d) Aduana Nacional.
- e) Dirección General de Sustancias Controladas.
- f) Administradora Boliviana de Caminos.

#### **Agricultura:**

- a) Superintendencia Agraria.
- b) Superintendencia Forestal.
- c) Aduana Nacional de Bolivia.
- d) Dirección de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Prefectura de Santa Cruz.
- e) Instituto Nacional de Estadísticas
- f) Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente: Unidad de Promoción Económica, Financiera y Rural (Ex Unidad de Estadística Agropecuaria).
- g) Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE).
- h) Consorcio Interinstitucional Fundación TIERRA, Fundación ACLO, CEDLA, CIPCA, QHANA e IDRC.
- i) FDTA – Trópico Húmedo, Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria (SIBTA) y Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente (MDRAMA).

### Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura:

- a) Superintendencia Forestal.
- b) Superintendencia Agraria.
- c) Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado.
- d) Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF).
- e) Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN).
- f) Instituto Nacional de Estadística.
- g) Unidad de Análisis de Políticas Económicas y Sociales (UDAPE).
- h) Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente: Dirección Forestal.
- i) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO): Departamento Forestal.
- j) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): estadísticas de la FAO (FAOSTAT).
- k) Corporación Andina de Fomento (CAF) y Sistema Boliviano de Productividad y Competitividad (SBPC)
- l) Conservación Internacional.
- m) Programa Manejo de Bosques de la Amazonia Boliviana (PROMAB).
- n) Fundación Centro Técnico Forestal (CETEFOR).
- o) Universidad Mayor de San Simón: Escuela Forestal (ESFOR).
- p) Proyecto Bolfor I y II.
- q) Cámara Forestal de Bolivia.

### Residuos:

- a) Ministerio del Agua – Viceministerio de Servicios Básicos.
- b) SISAB.
- c) EPSAs

## 3.3. RESULTADOS DE LAS EMISIONES TOTALES AÑOS 2002 Y 2004

Los resultados generales de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero para los años 2002 y 2004 pueden apreciarse en las tablas 3.1 y 3.2 respectivamente. En estos cuadros se observan las emisiones nacionales de GEI tanto directos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HCF y  $\text{SF}_6$ ) como indirectos ( $\text{NO}_x$ , CO, COVDM) y el  $\text{SO}_2$  como precursor de sulfatos, clasificadas por categorías de emisión para cada uno de los sectores propuestos por la metodología del IPCC, que son: energía, procesos industriales, uso de solventes y otros productos, agricultura, cambio en el uso de la tierra y silvicultura y residuos. Están también expresadas las partidas informativas correspondientes.

### 3.3.1 Emisiones de dióxido de carbono

Los resultados de las estimaciones de emisiones nos muestran que el gas de efecto invernadero más importante en Bolivia es el  $\text{CO}_2$ , el cual principalmente proviene de las actividades de cambio en el uso de la tierra y silvicultura (emisiones netas - contabilizando las absorciones) y que aportó al total con el 77.6%, y 78.45% para los años 2002 y 2004 respectivamente. Posteriormente, se sitúa el sector energético con un aporte del 20.90% y 19.90% respectivamente y luego el sector de procesos industriales con el 2.0% tanto el año 2002 como el 2004. (ver Figuras 3.1 y 3.2.)

### 3.3.2 Emisiones de metano

Las emisiones de  $\text{CH}_4$  en todos los años analizados provienen principalmente del sector agrícola, principalmente de las emisiones debidas a la fermentación entérica; este sector aportó un 78% en el 2002 y 77% en el 2004. Luego se sitúa el sector residuos que aportó al total de metano con el 11% en el 2002 y 10% en el 2004, seguido por el sector energético con el 9% en el 2002 y 6% el 2004. (ver figura 3.1. y 3.2.)

### 3.3.3 Emisiones de óxido nitroso

De manera similar, las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  principalmente provienen del sector agrícola el cual aportó al total de óxido nitroso con el 61% en el 2002 y 50% el 2004. Luego se sitúa en el 2002 el sector residuos con el 19% el 13% el 2004. El sector de uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra y silvicultura ha ocupado el tercer puesto con un 11% y 31% el 2002 y 2004, respectivamente. (ver figuras 3.1 y 3.2.)



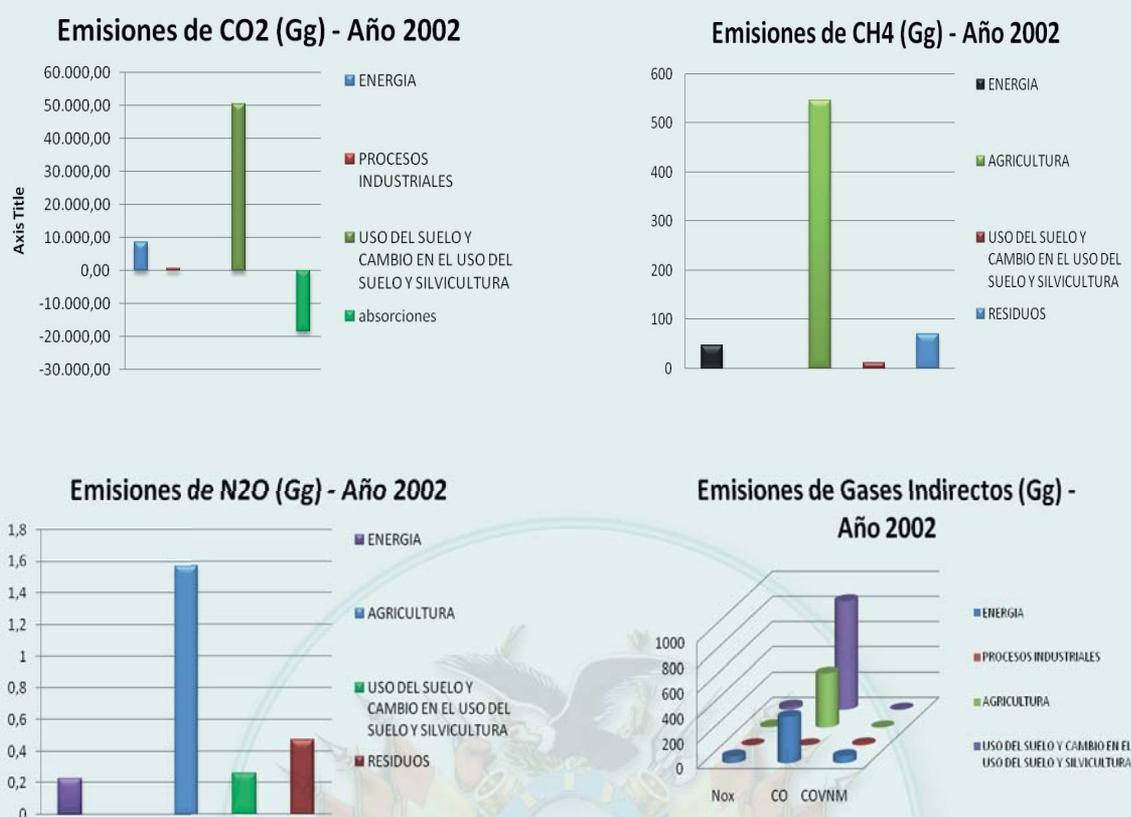


Figura 3.1 – Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y gases indirectos Año 2002.

### 3.3.4 Emisiones de gases indirectos

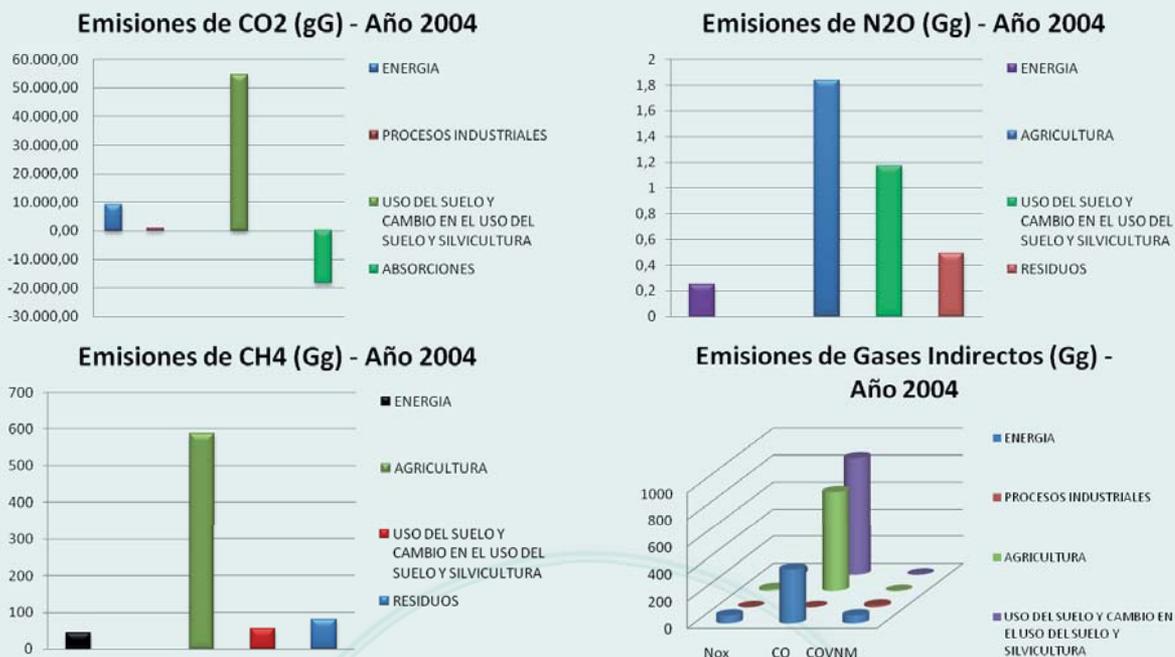
Las emisiones de NO<sub>x</sub> provienen principalmente del sector de *energía*, cuyo aporte a las emisiones totales es de 62,12% en el 2002 y 60,49% en el 2004. El segundo sector en importancia es el *uso de la tierra y cambio de uso de la tierra y silvicultura* que aportó con el 28,31% en 2002 y el 25,48% el 2004, seguido por el sector *agrícola* con el 9,56% el 2002 y 14,03% el 2004, respectivamente.

En el caso del CO, el sector que mayor aporte tiene a los totales nacionales es el *uso de la tierra y cambio de uso de la tierra y silvicultura* con el 51,85% en el 2002 y el 43,30% en el 2004. Posteriormente, se sitúa el sector *agrícola* en el 2002 con un aporte del 25,90% y 36,72% en el 2004. Finalmente el sector *energético* aporta el 22,24% el 2002 y 19,98% el 2004.

En el caso de los COVDM, el sector *energético* es el principal contribuyente a las emisiones nacionales, con el 88,63% en el 2002 y el 83,68% en el 2004. Con mucha menor importancia se sitúan los *procesos industriales* con un aporte entre del 11,37% el 2002 y 16,32% el 2004.

El SO<sub>2</sub> casi exclusivamente es emitido por el uso de combustibles en el sector *energético*, el cual aporta al total nacional con el 96% el 2002 y 98% el 2004, mientras que los *procesos industriales* representan tan sólo el 1% el 2002 y 3% el 2004.

Finalmente, los HFCs y el SF<sub>6</sub> provienen exclusivamente por el uso de estos gases en el sector de *procesos industriales*, siendo que la estimación de estas emisiones solo muestra el potencial de las mismas y no las emisiones reales, de acuerdo a la metodología de Grado 1 del IPCC.

Figura 3.2 – Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y gases indirectos Año 2004.

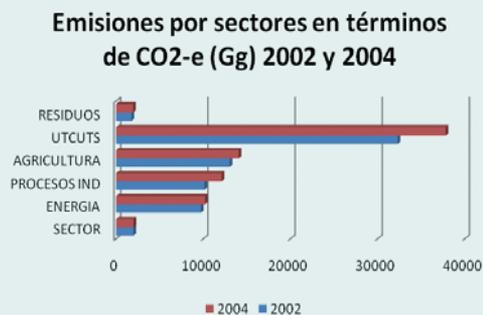
### 3.3.5 Emisiones nacionales en términos de CO<sub>2</sub> equivalente

Para expresar las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero de los inventarios nacionales, en términos de CO<sub>2</sub> equivalente se han utilizado los valores de los *potenciales de calentamiento global* con horizonte de tiempo de 100 años especificados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC (Climate Change 2001: The Scientific Basis. IPCC, 2001), ver figura 3.3. a continuación.

Los resultados obtenidos en estos cálculos a nivel nacional se pueden observar en la tabla 3.3. que muestra las emisiones de los diferentes gases en términos de CO<sub>2</sub>-eq del inventario de GEI de los años 2002 y 2004. Dichos resultados muestran en términos de CO<sub>2</sub>-eq que el principal gas de efecto invernadero, el CO<sub>2</sub>, ha contribuido en un 61,63% en el 2002 y 53,99% en el 2004 respecto de las emisiones totales. Luego el CH<sub>4</sub>, con 23,21% el 2002 y 20,61% en el 2004 ocupando el tercer lugar en éste año. Las contribuciones conjuntas de los HFCs alcanzan el tercer lugar en el 2002 con el 14,72% y el segundo lugar con 23,93% en el año 2004. El N<sub>2</sub>O, ha contribuido con 1,11% en el 2002 y 1,30% en el 2004, ocupando el cuarto lugar y finalmente el SF<sub>6</sub> es el gas que ha contribuido en menor cantidad en ambos años al total de las emisiones equivalentes: 0,03% en el 2002 y 0,02% en el 2004.

### 3.3.6 Contribución por sectores de las emisiones nacionales en términos de CO<sub>2</sub> equivalente

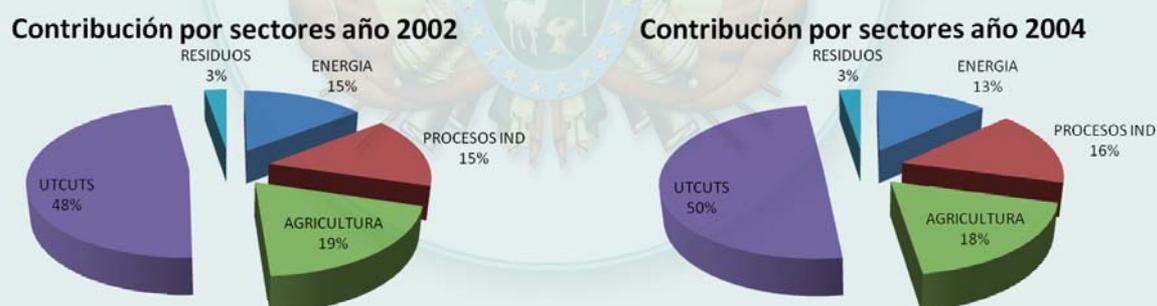
Las emisiones de GEI de Bolivia en términos de CO<sub>2</sub>-e por sectores significaron para el año 2002 una preminencia del sector Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS) con el 48%, seguido del sector agricultura con el 19%, el sector de procesos industriales con el 15%, el sector energía 15% y el sector residuos con el 3%. (Ver figura 3.3.).

Figura 3.3 – Emisiones por sectores en términos de CO<sub>2</sub>-e (Gg) 2002-2004

**TABLA 3.3**  
Resumen general del inventario de emisiones de GEI de Bolivia del año 2002 y 2004 en términos de CO<sub>2</sub>-eq.

Sector	GEI	Potencial de calentamiento Global	2002	2004
Energía	CO <sub>2</sub>	1	8.603,30	9.146,54
	CH <sub>4</sub>	23	1.073,15	982,70
	N <sub>2</sub> O	296	68,61	72,67
Procesos Industriales	CO <sub>2</sub>	1	607,30	768,60
	SF <sub>6</sub>	22200	18,98	19,16
	HFC-125	3400	0,00	3.610,80
	HFC-134 <sup>a</sup>	1300	9.521,44	11.334,72
	HFC-143 <sup>a</sup>	4300	0	5.573,57
Agrícola	CH <sub>4</sub>	23	12.568,76	13.516,64
	N <sub>2</sub> O	296	464,54	546,12
UTCUTS	CO <sub>2</sub>	1	31.950,43	36.203,36
	CH <sub>4</sub>	23	277,44	1.263,94
	N <sub>2</sub> O	296	75,74	345,04
Residuos	CH <sub>4</sub>	23	1.630,20	1.803,10
	N <sub>2</sub> O	296	137,90	144,20
			66.997,78	85.331,17

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.4** – Contribución por sectores a las emisiones de GEI en términos de CO<sub>2</sub>-e. Años 2002 y 2004.

El año 2004 esta contribución no varió en términos de orden de importancia de sectores, pero si se incremento la incidencia del sector UTCUTS que alcanzo el 50% de las emisiones en términos de CO<sub>2</sub>-e, el sector agrícola emitió el 18%, el sector industrial 16%, el sector energético se redujo a 13% y el de residuos 3%. (Figura 3.4).

### 3.3.7 Comparación de Emisiones nacionales en términos de CO<sub>2</sub> equivalente respecto de la década 1990 – 2000

El comportamiento de los gases de efecto invernadero más importantes en los diferentes años ha tenido una tendencia creciente desde 1990 (ver Figura 3.5.). Desde 1990 se ha visto que la mayor contribución a las emisiones totales ha sido del CO<sub>2</sub>, seguido del CH<sub>4</sub> y los HFCs.

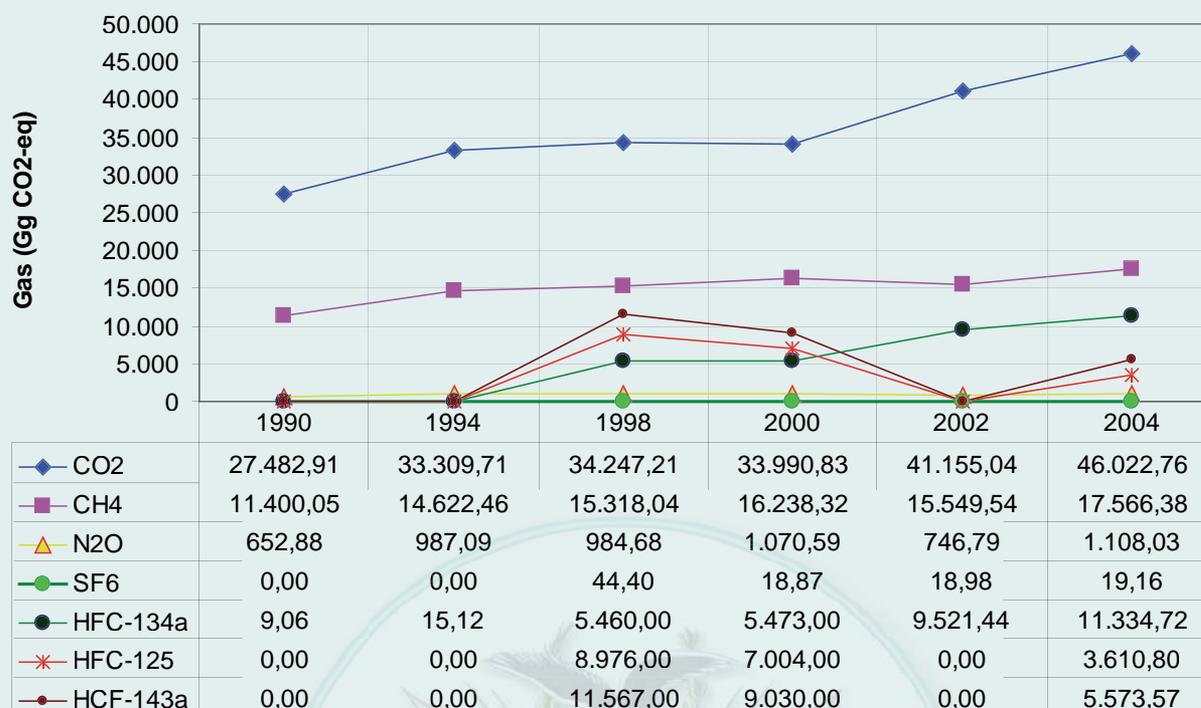


Figura 3.5 - Comportamiento de las emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en términos de CO<sub>2</sub>-eq en el periodo 1990 a 2004. Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

El incremento más importante respecto del año 2000 ha sido para el CO<sub>2</sub> con el 21,08% para el 2002 y 35,40% para el 2004. Respecto de 1990 ha significado crecimientos más pronunciados. El incremento respecto del 1990 representa 49,75% el 2002 y 67,46% para el 2004. En términos de CH<sub>4</sub> se produjo un decremento del 4,24% en el 2002 respecto del año 2000 y un aumento del 8,18% para el 2004. El incremento respecto del 1990 ha tenido un peso del 36,40% para el 2002 y 54,09% para el 2004.

Con relación al N<sub>2</sub>O las emisiones decrecieron el año 2002 en 30,25% respecto del 2000 y aumentaron 3,50% el 2004 con relación al año 2000. Respecto de 1990 incrementos de 14,38% y 69,71% se produjeron en el 2002 y 2004, respectivamente.

### 3.3.8 Partidas informativas

Las partidas informativas de los inventarios nacionales corresponden a dos categorías de fuentes de emisión: las emisiones provenientes del uso de combustibles en el transporte aéreo internacional (llamados búnkeres internacionales) y las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de biomasa en el sector energético. Estas dos categorías son calculadas de acuerdo a la metodología recomendada por el IPCC y sus resultados no se incluyen en los totales nacionales.

Por el momento, todas las emisiones provenientes del uso de combustibles en el transporte aéreo internacional (como también de la marina internacional) son excluidos de los totales nacionales y son reportados separadamente, debido a que las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático no han decidido de manera final sobre la inclusión de estas emisiones en los inventarios nacionales de GEI.

Las emisiones provenientes por el uso de biomasa se calculan en el sector energético, pero las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de esta categoría no se contabilizan, debido a esta se refleja en los cálculos que se realizan en el sector de Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura. Los resultados obtenidos para ambas partidas informativas desde 1990 al 2004 se observan en la tabla 3.4 siguiente.

**TABLA 3.4**  
Emisiones de las partidas informativas. Años 2002 y 2004.

Categorías de fuentes de Gases de Efecto Invernadero	Año	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Búnkeres Internacionales de Aviación	1990	120,82	0,01	0,00	0,61	0,25	0,15	NA
Emisiones de CO2 Provenientes del Uso de Biomasa		3.756,80						
Búnkeres Internacionales de Aviación	1994	149,74	0,00	0,00	0,77	0,27	0,14	NA
Emisiones de CO2 Provenientes del Uso de Biomasa		4.019,46						
Búnkeres Internacionales de Aviación	1998	310,55	0,00	0,01	1,62	0,54	0,27	NA
Emisiones de CO2 Provenientes del Uso de Biomasa		3.552,39						
Búnkeres Internacionales de Aviación	2000	238,62	0,00	0,01	1,24	0,41	0,20	NA
Emisiones de CO2 Provenientes del Uso de Biomasa		3.445,89						
Búnkeres Internacionales de Aviación	2002	216,45	0,0015	0,0061	0,9201	0,3067	0,1534	NA
Emisiones de CO2 Provenientes del Uso de Biomasa		3.260,00						
Búnkeres Internacionales de Aviación	2004	303,28	0,0006	0,0023	0,9201	0,1140	0,0570	NA
Emisiones de CO2 Provenientes del Uso de Biomasa		3.483,66						

### 3.3.9 Fuentes clave

Bolivia ha hecho un esfuerzo adicional al incluir en sus inventarios el análisis de fuentes clave para los años 2002 y 2004 siguiendo la Evaluación de Nivel de Grado 1 y la Evaluación de Tendencia con el objeto de identificar aquellas categorías cuyo nivel de emisiones tiene un significativo efecto en el total de emisiones nacionales. La metodología que se siguió para esta evaluación es la recomendada por la Guía de Buenas Prácticas del IPCC y permite identificar las *categorías de fuentes clave* usando un umbral acumulativo de emisiones predeterminado.

#### Evaluación de nivel

De acuerdo a la evaluación de nivel de grado 1, se ha visto que las tres categorías más importantes producidas en el 2002 fueron: 1) Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario (42%), 2) Fermentación entérica (17%), y 3) HFCs de equipos de refrigeración y aire acondicionado (14%). En el 2004, los tres más importantes han sido: 1) Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario (39%), 2) HFCs de equipos de refrigeración y aire acondicionado (24%), y 3) Fermentación entérica (14%). (ver tablas 3.5 y 3.6).

#### Evaluación de la tendencia.

Para la evaluación de tendencia, en el 2002, se ha observado una mayor contribución a la tendencia (con 42%) a las *Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario*, seguida de las *Tierras que conservan su uso inicial* (21%). En el 2004, se ha observado una mayor contribución a la tendencia (con 44%) de las *Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario*; el segundo de mayor peso ha sido para la *Tierras que conservan su uso inicial* (20%). (Tabla 3.7).

**TABLA 3.5**

Categorías de fuentes principales observadas: análisis de categorías de fuentes de grado 1, evaluación de nivel del 2002.

1	UTCUTS	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO2	31.583,03	28.384,46	0,42	0,42
				AÑO BASE	AÑO EN CURSO		
	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	Emisiones del año base 1990	Emisiones del año 2002	Evaluación de nivel	Total acumulativo
				Gg CO2-eq	Gg CO2-eq		
2	Agrícola	Fermentación Entérica	CH4	8.344,24	11.433,16	0,17	0,59
3	Procesos Industriales	HFCs de Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado	Varios	9,06	9.521,44	0,14	0,74
4	Energía	Combustión Móvil: Terrestre	CO2	1.769,65	3.582,21	0,05	0,79
5	UTCUTS	Tierras que conservan su uso inicial	CO2	-9.487,02	3.559,98	0,05	0,84
6	Energía	Emisiones de CO2 de la Combustión Estacionaria – Gas Natural	CO2	1.877,72	3.059,83	0,05	0,89
7	Energía	Emisiones de CO2 de la Combustión Estacionaria – Petróleo	CO2	1.045,57	1.294,45	0,02	0,91
8	Residuos	Disposición de Residuos Sólidos en Tierra	CH4	55,20	844,49	0,01	0,92
9	Energía	Emisiones Fugitivas del Petróleo y Gas Natural	CH4	818,00	823,37	0,01	0,93
10	Residuos	Manejo de Aguas Residuales	CH4	43,01	785,71	0,01	0,94
11	Procesos Industriales	Producción de Cemento	CO2	308,00	594,90	0,01	0,95

**TABLA 3.6**

Categorías de fuentes principales observadas análisis de categorías de fuentes de grado 1: evaluación de nivel del 2004.

				AÑO BASE	AÑO EN CURSO		
	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	Emisiones del año base 1990	Emisiones del año 2004	Evaluación de nivel	Total acumulativo
				Gg CO2-eq	Gg CO2-eq		
1	UTCUTS	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO2	31.583,03	32.921,63	0,39	0,39
2	Procesos Industriales	HFCs de Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado	Varios	9,06	20.519,10	0,24	0,63
3	Agrícola	Fermentación Entérica	CH4	8.344,24	11.958,44	0,14	0,77
4	Energía	Combustión Móvil: Terrestre	CO2	1.769,65	3.867,88	0,05	0,81
5	UTCUTS	Tierras que conservan su uso inicial	CO2	-9.487,02	3.185,99	0,04	0,85
6	Energía	Emisiones de CO2 de la Combustión Estacionaria – Gas Natural	CO2	1.877,72	3.090,68	0,04	0,89
7	Energía	Emisiones de CO2 de la Combustión Estacionaria – Petróleo	CO2	1.045,57	1.576,15	0,02	0,90
8	UTCUTS	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CH4	1.157,81	1.263,94	0,01	0,92
9	Residuos	Disposición de Residuos Sólidos en Tierra	CH4	55,20	984,71	0,01	0,93
10	Residuos	Manejo de Aguas Residuales	CH4	43,01	818,40	0,01	0,94
11	Procesos Industriales	Producción de Cemento	CO2	308,00	751,49	0,01	0,95

**TABLA 3.7**

Categorías de fuentes principales observadas: análisis de categorías de fuentes de grado 1: evaluación de tendencia del 2002.

	Sector	Categoría de fuente del IPCC	Gas	AÑO BASE	AÑO EN CURSO	EVALUACION DE LA TENDENCIA		
				Emisiones del año base 1990	Emisiones del año 2002	Evaluación de la tendencia	% de contribución a la tendencia	Total acumulativo
				Gg CO2-eq	Gg CO2-eq			
1	UTCUTS	Tierras convertidas a otro uso en el año de inventario	CO2	31.583,03	28.384,46	0,27	42,35	0,42
2	Agrícola	Fermentación Entérica	CH4	8.344,24	11.433,16	0,10	16,10	0,58
3	Procesos Industriales	HFCs de Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado	varios	9,06	9.521,44	0,00	0,02	0,58
4	Energía	Combustión Móvil: Terrestre	CO2	1.769,65	3.582,21	0,03	3,90	0,62
5	UTCUTS	Tierras que conservan su uso inicial	CO2	-9.487,02	3.559,98	0,13	20,90	0,83
6	Energía	Emisiones de CO2 de la Combustión Estacionaria - Gas Natural	CO2	1.877,72	3.059,83	0,03	4,17	0,87
7	Energía	Emisiones de CO2 de la Combustión Estacionaria - Petróleo	CO2	1.045,57	1.294,45	0,02	2,39	0,90
8	Residuos	Disposición de Residuos Sólidos en Tierra	CH4	55,20	844,49	0,00	0,13	0,90
9	Energía	Emisiones Fugitivas del Petróleo y Gas Natural	CH4	818,00	823,37	0,01	1,88	0,92
10	Residuos	Manejo de Aguas Residuales	CH4	43,01	785,71	0,00	0,10	0,92
11	Procesos Industriales	Producción de Cemento	CO2	308,00	594,90	0,00	0,71	0,93

### 3.4. EMISIONES POR SECTORES

#### 3.4.1 Sector energético

##### Breve descripción del consumo de energía en Bolivia.

El sector energético ha tenido procesos de transformación profunda, que no necesariamente le ha redituado beneficios al país, iniciada a mediados de los años 80, a través de la transferencia de las diferentes empresas estatales al sector privado. Esta transformación continuó en 1995, con la capitalización de las 6 empresas más importantes del país, por lo que las actividades que implican la utilización de fuentes de energía primaria, secundaria y la participación de éstos en los centros de transformación, y su consumo final total, cambiaron sustancialmente a tal punto que el Estado no tenía control sobre estos recursos estratégicos, lo que derivó en una ausencia total del Estado en el control de la energía. La Nacionalización de los Hidrocarburos, en el año 2006, impulsada por el Estado, permitió que el sistema de control de la oferta y la demanda de energía puedan ser supervisados directamente por el Estado.

En general en Bolivia la oferta de energía proviene de la generación local en un 98% y un 2% de la importación. De la oferta total de energía más del 60% es constituida por energía primaria, oferta bruta menos los volúmenes exportados y no aprovechados, y está compuesta por petróleo condensando (11.337.640 barriles el año 2002 y 14.192.230 barriles el año 2004) y gasolina natural (1.907.688,05 barriles el año 2002 y 2.759.694,15 barriles el año 2004), gas natural (229.790,58 millones de pies cúbicos el año 2002 y 362.229,95 millones de pies cúbicos el año 2004), biomasa (compuesta por leña, estiércol animal y bagazo) e hidroenergía.

Los sectores más representativos en el consumo final de la energía producida en el país, han sido los sectores transporte e industrial; el primero ha representado un 34% en el 2000 y un 36% en el 2005. El sector de las industrias energéticas ha representado un 34% en el 2000 y un 31% en el 2005, representando una baja de un 3% aproximadamente (UDAPE, 2005).

## Metodología

Siguiendo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996) la metodología para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector energético se basó en una metodología que está entre el Nivel 1 y el Nivel 2 de dichas guías.

## Resultados y discusión

### Método de referencia

Las emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas a partir del método de referencia, ha provenido en su mayoría de los combustibles líquidos (mayor al 40% en los años 2002 y 2004), el cual es la principal fuente de energía en el país (ver figura No.3.6). La segunda fuente está constituida por los fósiles gaseosos, el cual es 10% menos que los fósiles líquidos (mayor a 31% para los años 2002 y 2004). El tipo de combustible que menos ha emitido, por su menor volumen de utilización, ha sido de los fósiles sólidos (entre 2 y 9 Gg en los años 2002 y 2004, respectivamente). Existe un incremento alrededor del 3% en el consumo aparente de los fósiles líquidos del 2002 al 2004, y del 0,3% de incremento de los fósiles gaseosos, para el mismo periodo.

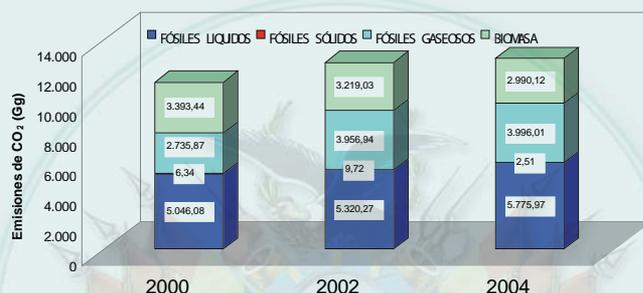


Figura 3.6 - Emisiones de CO<sub>2</sub> en el año 2000, 2002 y 2004 provenientes de fuentes energéticas utilizando el Método de Referencia. Fuente: Elaboración propia.

### Método por Sectores

El uso de combustibles por diferentes sectores de Bolivia está dividido en: Industrias energéticas, industrias de la manufactura y construcción, transporte, residencia, comercial e institucional, agricultura, silvicultura y pesca, y minería y metalurgia. En este sector las emisiones del CO<sub>2</sub> provenientes del uso de la biomasa no se incluyen en los totales del sector.

La Fig. 3.7 muestra un resumen de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del sector energético. El subsector que mayor emisión ha generado ha sido el Transporte, con 48% aproximadamente respecto del total de emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector, en los años 2002 y 2004, seguido del subsector Industrias Energéticas con 21%, seguido del subsector Industrias de la Manufactura y la Construcción con 18% aproximadamente, ambos en los mismos periodos.

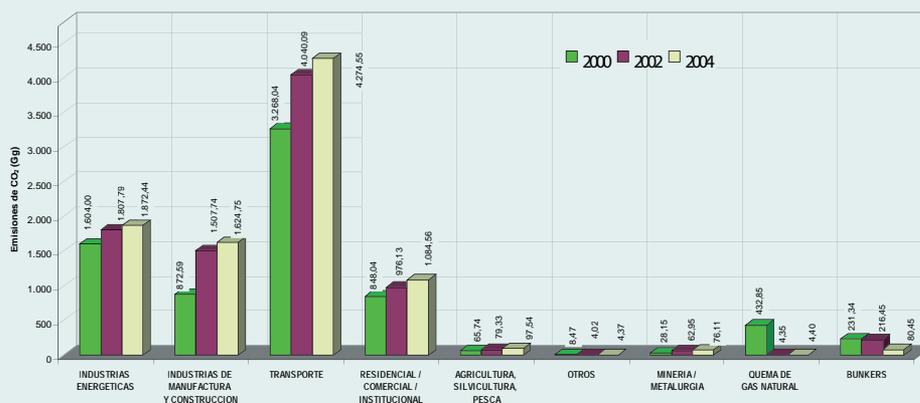


Figura 3.7 - Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg) en el sector energético estimadas a través del Método por Sectores para los años 2002 y 2004. Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

### Industrias energéticas

Las contribuciones de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector energético alcanzan a 1.807,79 Gg, lo que representa un 21,31%, en el año 2002. En el 2004 se ha emitido 1.872,44 Gg (20.72% en relación al total emitido por este sector). Lo cual representa el segundo emisor más importante en el sector después del sector de Transporte.

### Manufactura y Construcción

Las contribuciones de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector energético alcanzan a 1.507,74 Gg, lo que representa un 17,77%, en relación al total de CO<sub>2</sub> emitido en el 2002 y 1.624,75 Gg, que representa un 17,98% en relación al total emitido en el 2004 en este sector.

### Transporte

Esta categoría de fuente agrupa el transporte aéreo (aviación domestica), terrestre (incluyendo el vehicular y ferroviario) y acuático (englobando al fluvial y lacustre). La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector fue de 4.040,09 Gg en el 2002, y 4.274,55 Gg en el 2004 lo que representa un 47% para ambos años en relación al total emitido en el sector energético. Esto determina que el subsector transporte es el emisor más importante en el sector energético.

En este subsector, la categoría transporte terrestre ha sido el que más ha contribuido en las emisiones (74% en el 2002 y 77% en el 2004), seguido del transporte por ductos (11% para el 2002 y 2004), y transporte aéreo (9% para el 2002 y 7% en el 2004), en relación al total del subsector (Figura 3.8).

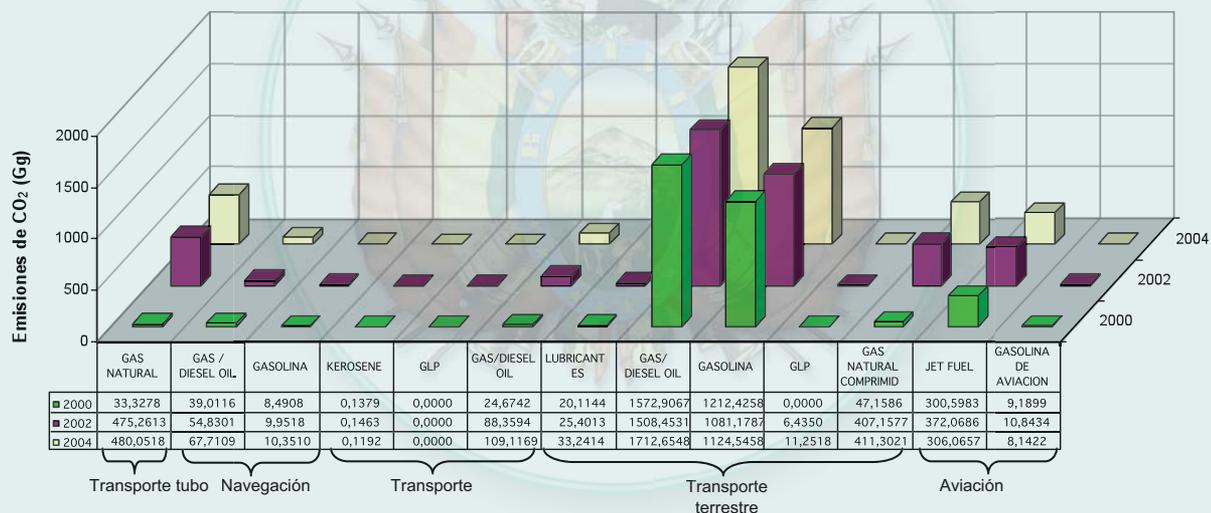


Figura 3.8 – Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg) del sub-sector transporte del sector energético utilizando el Método por Sectores.  
Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

### Residencial, Comercial e Institucional

La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector fue de 976,13 Gg que representa un 11,51% en el 2002 y de 1.084,76 Gg que representa un 12% en el 2004, en relación al total emitido en el sector energético. Esto significa que es el cuarto emisor más importante del sector energético.

### Agricultura, Silvicultura y Pesca

La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector energético fue de 79,33 Gg en el 2002 lo que representa un 0,94% y de 97,54 Gg en el 2004 lo que representa un 1,08% en relación al total emitido en el sector energético.

### Minería/Metalurgia

En esta categoría de fuente se ha agrupado el uso de fuentes de energía en todas las actividades de explotación minera y metalúrgica. La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector energético fue de 62,95 Gg en el 2002 lo que representa un 0,74% y de 76,11 Gg en el 2004 lo que representó un 0,84%, ambas en relación al total emitido en el sector energético.

### Quema de gas natural en campos

La contribución de esta categoría de fuente a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector fue de 4,35 Gg en el 2002 y de 4,40 Gg en el 2004, lo que representa un 0,05%, en ambos casos, respecto al total emitido en el sector energético.

### Comparación del método de referencia y el método por sectores

En la tabla 3.8 se puede observar las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético en una comparación de los dos métodos utilizados: el de referencia y el de sectores.

**TABLA 3.8**

Comparación de los resultados de la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> para el año 2002 y 2004 por el Método de Referencia y el Método por Sectores

Tipos de combustibles	Método de referencia		Método por sectores		Diferencia		
	Año 2002	Consumo de energía (TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)	Consumo de energía (TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)	Consumo de energía (%)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (%)
Combustibles líquidos		80.194,35	5.320,27	66.637,05	4.530,44	20,34	17,43
Combustibles sólidos		93,11	9,72	93,01	9,71	0,10	0,06
Combustibles Gaseosos		78.315,97	3.956,94	78.323,33	3.942,25	-0,01	0,37
<b>Total año 2002</b>		<b>158.603,42</b>	<b>9.286,93</b>	<b>145.053,39</b>	<b>8.482,40</b>	<b>9,34</b>	<b>9,48</b>
Año 2004							
Combustibles líquidos		88.463,26	5.775,97	74.240,11	5.054,19	19,16	14,28
Combustibles sólidos		24,89	2,51	24,08	2,51	3,37	-0,03
Combustibles Gaseosos		79.089,19	3.996,01	79.113,66	3.982,03	-0,03	0,35
<b>Total año 2004</b>		<b>167.577,34</b>	<b>9.774,49</b>	<b>153.377,84</b>	<b>9.038,72</b>	<b>9,26</b>	<b>8,14</b>

Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

### Emisiones de gases diferentes del CO<sub>2</sub>

La figura 3.9 sintetiza estas emisiones evidenciándose un nivel mayor de emisiones de CO, NOx y COVNM, respectivamente.

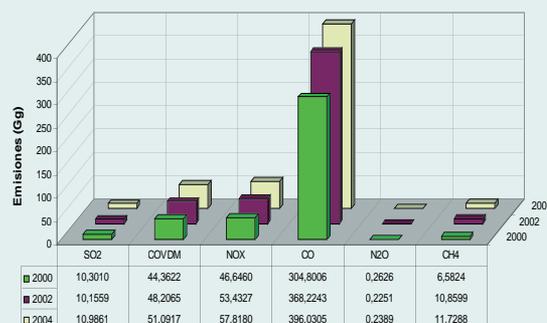


Figura 3.9 – Resumen general de emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> del sector energético del país. Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

## 3.4.2 SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES

### Breve reseña del comportamiento histórico de la Industria en Bolivia

Una serie de concepciones de política industrial se implantaron en Bolivia desde la década de los 70´s hasta las actuales, pasando desde posiciones extremadas de libre mercado que acabaron prácticamente con la industria nacional, hasta posiciones estatales de los años 70 que no tuvieron la eficiencia, la eficacia y la transparencia respectivas. En la actualidad se busca reencaminar al nuevo Estado Plurinacional por un senda de empresas estatales fuertes y competitivas que puedan encarnar procesos productivos transparentes y eficientes, con el añadido de ser empresas que no generen impactos ambientales irreversibles.

Las actividades de Industria Manufacturera han tenido una participación de alrededor del 13% en el Producto Interno Bruto (PIB) en el 2002 y de 12% en el 2004, con una incidencia de 0,12% y 0,84%, y un crecimiento de 0,69% y 5,10%, en ambos años respectivamente; respecto a similar periodo del año anterior, esto es explicado por el incremento de Alimentos, Bebidas y Tabaco de 2,11% en el 2002 y 3,23% en el 2004.

### Metodología

Para el cálculo de las emisiones provenientes del sector de procesos industriales se ha considerado las Guías del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996), y la Guía de Buenas Prácticas y el Manejo de Incertidumbres (IPCC, 2000). Las actividades tomadas en cuenta para este sector han sido las mismas tomadas en cuenta para los inventarios de 1990 a 2000 (MDS-VRNMA-PNCC, 2003), con la adicionalidad de la producción de pan, para lo cual se ha realizado también el recálculo de este para los anteriores inventarios, observándose en los resultados finales un peso específico poco considerable.

Los factores de emisión empleados provienen de datos empíricos aportados por el IPCC (valores por defecto). En el cálculo de emisiones provenientes de los halocarburos, se ha aplicado el método de abajo hacia arriba parcialmente por la falta de información.

### Resultados y discusión

#### Producción del cemento y cal

La Tabla 3.9 a continuación muestra los niveles de producción de cemento y cal en Bolivia para los años del inventario 2002 y 2004

**TABLA 3.9**  
Producción de cemento y cal para los años 2002 y 2004.

Año	Cantidad de cemento producido (ton)	Cantidad de cal producido (ton)
2002	1.276.411,00	15.700,80
2004	1.010.446,00	21.665,00

Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

#### Emisiones de CO<sub>2</sub>

La emisión de CO<sub>2</sub> en el 2002 en la producción de cemento ha sido casi similar a la emitida en el 2000 (593 y 595 Gg de CO<sub>2</sub>, respectivamente) (MDS-VRNMA-PNCC, 2003), significado un crecimiento del 0,25%. En el 2004, respecto del 2002 se ha observado un crecimiento del 26,32% de las emisiones (de 595 Gg a 751 Gg de CO<sub>2</sub>). La producción de cal también ha sufrido una variación en sus emisiones en ambos años (con una reducción del 14,36% respecto del 2000 y un incremento del 37,98% respecto del 2002).

### Emisiones de COVDM

La utilización de asfalto en carreteras, la producción de vidrio, producción de papel y producción de alimentos (Azúcar, café tostado, margarina, producción de carne vacuna, producción de carne de aves, pan) y bebidas (producción de cerveza, vinos y singanis), en conjunto, han originado 11,58 Gg de Compuestos Volátiles Diferentes al Metano (COVDM) en el 2002 y 15,19 Gg de COVDM en el 2004. Las mayores emisiones se han debido a la utilización de asfaltos en carreteras con 51,18% (5,92 Gg) en el 2002 y el 59,94% (9,11 Gg) en el 2004.

### Emisiones de SO<sub>2</sub>

Las emisiones de los SO<sub>2</sub> han resultado de las actividades de la producción de cemento, asfalto, producción de papel y producción de ácido sulfúrico. Las mayores emisiones, en el 2002 y el 2004, se han debido a la producción de cemento (0,30 Gg de SO<sub>2</sub> en el 2002 que representa el 87,18% y 0,38 Gg de SO<sub>2</sub> en el 2004 que represento 86,75%), seguido de la producción de ácido sulfúrico (0,026 Gg de SO<sub>2</sub> en el 2002 que representa el 7,50% y 0,038 Gg de SO<sub>2</sub> en el 2004 que representa 8,54%)

### Emisiones de NO<sub>x</sub>

Las emisiones de NO<sub>x</sub> han resultado de las actividades de la producción de pulpa de papel y utilización de asfalto y acetileno. Las mayores emisiones, en el 2002 y el 2004, se han debido a la producción de papel (0,0039 Gg de NO<sub>x</sub> en el 2002 que representa el 92,66% y 0,0043 Gg de NO<sub>x</sub> en el 2004 que representa 90,27%), seguido de la utilización de asfalto (0,0003 Gg de NO<sub>x</sub> en el 2002 que representa el 6,42% y 0,0004 Gg de NO<sub>x</sub> en el 2004 que representa 8,61%)

### Emisiones de CO

Las emisiones de CO han resultado de las actividades de la producción de pulpa de papel y utilización de asfalto. La mayor emisión se ha debido a la producción de papel (0,0145 Gg de CO en el 2002 que representa el 99,23% y 0,0162 Gg de CO en el 2004 que representa 98,95%).

## 3.4.3 SECTOR USO DE SOLVENTES Y OTROS

Aunque no pudieron incluirse en este inventario las emisiones de manera desglosada, pues no se pudo obtener el consumo de las mismas, ni del lavado en seco de textiles y prendas de vestir con solventes orgánicos no acuosos, se considera que las emisiones procedentes de esas actividades en el país, son muy pequeñas.

### Metodología

En las Guías Revisadas del IPCC (IPCC, 1997) y en las Guías de Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres (IPCC, 2000) no se incluyó ningún método para calcular las emisiones de GEI procedentes de la utilización de solventes. Por este motivo, en el inventario, se utilizan en lo fundamental los métodos y factores de emisión utilizados en el inventario de 1990 al 2000 (MDS-VMARN-PNCC, 2003). De la misma forma, en la utilización de solventes y otros productos, se ha utilizado la metodología que indica la utilización del consumo por tipo de solvente multiplicada por su factor de emisión específico.

### Resultados y discusión

#### Utilización de solventes

La utilización de solventes han representado 0,79 Gg de COVDM emitidos en el 2002 y 1,91 Gg en el 2004 (6,2% y 11,30% respectivamente, respecto del total de COVDMs producido en el sector Procesos Industriales y Utilización de Solventes). El solvente con mayor potencial emisor ha sido el tinner con 65,25% el 2002 (0,52 Gg) y 86,91% el 2004 (1,66 Gg) respecto al total emitido por solventes, seguido por el metil etil cetona con 25,80% el 2002 (0,20 Gg) y 11,73% (0,22 Gg), respecto a los 0,79 y 1,91 emitidos en el 2002 y 2004, respectivamente.

## 3.4.4 SECTOR AGRÍCOLA

### Breve descripción del sector agrícola en Bolivia

#### Producción ganadera

La población ganadera boliviana (bovina) está principalmente localizada en el oriente boliviano, con alrededor de 7 millones de cabezas (MDRAyMA-VDEA, 2006). El sistema ganadero boliviano tiene el manejo del hato casi tradicional debido a

un escaso uso de tecnología y/o de capital. El sistema de producción es básicamente extensivo en un 90%, mientras que el 10% restante corresponde a los sistemas semi-intensivo e intensivo. Por otro lado, la actividad ganadera en el altiplano boliviano, toma formas variadas en lo que concierne a la importancia que tiene en el sistema de producción, esto es, por las especies animales criadas (ovinos, bovinos, llamas, alpacas). Uno de los grandes problemas que enfrenta Bolivia es la pérdida de ganado por efecto de eventos extremos exacerbados por el cambio climático en las zonas bajas.

### Producción agrícola

La producción agrícola del 2002 y 2004 ha estado basada principalmente en el cultivo de cereales (36,7% de la superficie cultivada), productos para destino industrial (47,6%), tubérculos (7,8%), frutas (3,1%). Los estimulantes, hortalizas y forrajes han tenido una proporción relativamente baja (1,19%, 2,55%, y 1,07% en promedio, respectivamente). La participación del PIB agrícola ha representado en el tiempo un valor algo superior al 15% del PIB total. Sin embargo, en el periodo 1998 al 2001, bajó su participación hasta situarse alrededor del 13%. Esto se debe a la incidencia de factores complejos múltiples, entre los que se destaca el factor climático (i.e. Fenómeno del Niño y Niña) (MACA, 2004). El cambio más significativo que se registró en la agricultura boliviana, es la que cobró el cultivo de la soya, el cual de representar un 3,2% de la superficie cultivada en 1990, en el año 2002, pasó a 28%.

### Producción arrocerera

La mayor parte del arroz se produce en condiciones anaeróbicas. La producción de arroz lo realizan diferentes actores, desde campesinos o colonizadores y empresarios y van desde los niveles mínimos (0,5 hectáreas) hasta los grandes productores (2.000 hectáreas) (TROPICO-SIBTA-MACA, 2003a). La región Norte de Santa Cruz (incluyendo parte de departamento de Beni) representa el 80% de la producción arrocerera, sin embargo esta producción ha percibido grandes altibajos tendenciales que han afectado al rubro y c) condiciones climáticas favorables (MACA-UCPSA, 2004).

### Quemas agrícolas

Parte de las actividades en el sector agrícola son las quemas. En general, las quemas se lo realizan en las praderas y el rastrojo en los campos de cultivo. La quema prescrita de sabanas es una actividad para habilitar tierras de pastoreo, con la inducción de rebrotes de especies gramíneas. La biomasa quemada está constituida generalmente por paja de rápida combustión. Las áreas de mayor quema corresponden a los departamentos de Beni, Santa Cruz, norte de La Paz y Pando siendo la de mayor incidencia la llanura chaco – beniana, donde se encuentra la mayor cantidad de pastizales (Superintendencia Agraria, 2006).

## Metodología

Como un esfuerzo adicional de Bolivia y una buena práctica se ha determinado el método apropiado para estimar las emisiones procedentes de cada categoría de fuentes, y luego se ha caracterizado en un detalle apropiado cada especie de ganado existente en el país (IPCC, 2000). De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996) la metodología para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector agrícola se ha dividido en actividades ganaderas y agrícolas: En la ganadería: Fermentación Entérica y Sistemas de Manejo del Estiércol; y en las actividades agrícolas, el manejo de suelos, el cultivo del arroz y la quema en campo de residuos agrícolas. Se ha tomado los Factores de Emisión desarrollados por el equipo del PNCC. En general se aplicaron niveles Tier 1 y Tier 2 para este sector del inventario de GEI.

## Resultados y discusión

### Emisiones de metano debidas a la fermentación entérica

Los resultados del cálculo de las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica en el Altiplano, Valles y Trópico se pueden observar en las Fig. 3.10, y 3.11. El mayor emisor de metano debido a la fermentación entérica, ha sido la ganadería localizada en las zonas bajas de Bolivia (58,20% en el 2002 y 57,92% en el 2004, respecto del total de emisiones del subsector ganadero). Estas emisiones han estado relacionadas con la población ganadera, que ha ido variando desde 1990, especialmente por los eventos extremos como el Niño y la Niña.

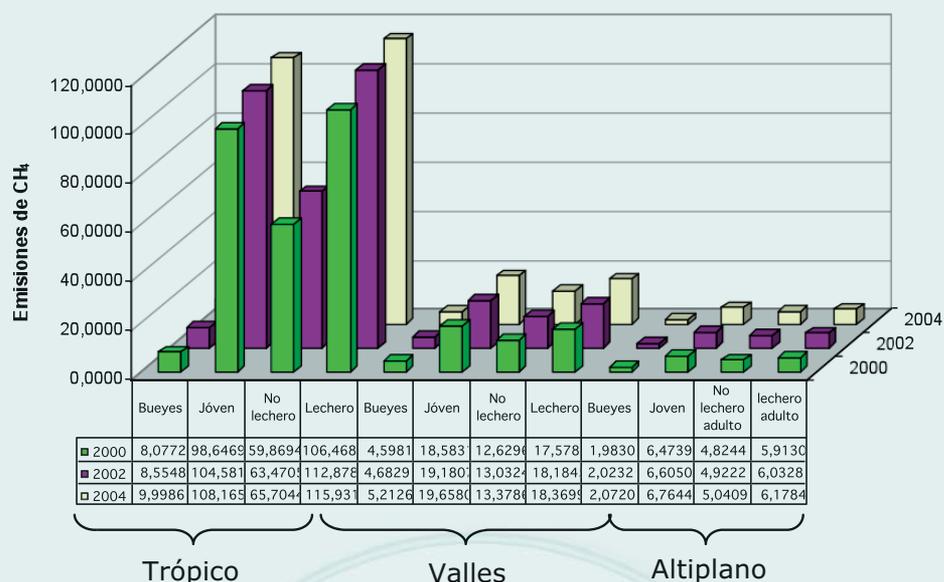


Figura 3.10 – Emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la fermentación entérica de bovinos (Gg).  
Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

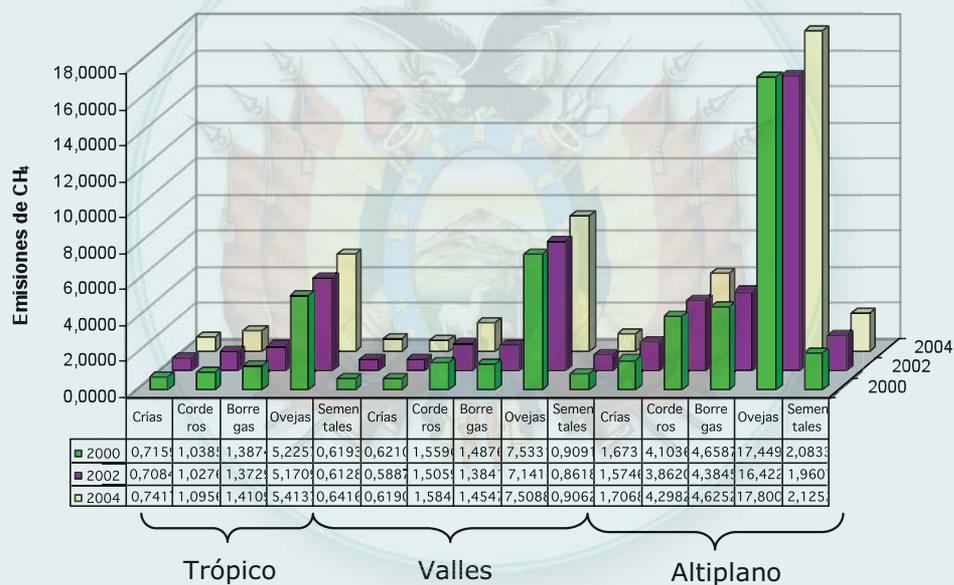


Figura 3.11 – Emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la fermentación entérica de ovinos (2000 = Inventario de Gases de Efecto Invernadero –IGE del 2000; 2002 y 2004 = IGEI de los años 2002 y 2004, respectivamente) (Gg). Fuente: Elaboración propia y en base a MDS-VRNMA-PNCC (2003).

### Emisiones de metano debidas al sistema de manejo del estiércol

Las emisiones de CH<sub>4</sub> debidas al sistema de manejo del estiércol han totalizado 12,19 Gg de CH<sub>4</sub> en el 2002 y 21,58 Gg de CH<sub>4</sub> en el 2004, valores que se han diferenciado de la encontrada en el inventario del 2000 (18,60 Gg de CH<sub>4</sub>).

### Emisiones de óxido nitroso debidas al sistema de manejo de estiércol

El conjunto de emisiones de óxido nitroso debidas al sistema de manejo de estiércol ha totalizado 0,0642 Gg de N<sub>2</sub>O el 2002 y 0,0639 Gg de N<sub>2</sub>O el 2004, esta última 10,75% mayor a la obtenida en el inventario del 2000 (0,0577 Gg de N<sub>2</sub>O).

Las emisiones más importantes en este actividad se han debido a los realizados por el *Almacenamiento Sólido* con el 49,69% (0,0319 Gg de N<sub>2</sub>O) el 2002 y 49,85% (0,0319 Gg de N<sub>2</sub>O) el 2004, seguido de *Otros tipos de Sistemas de Manejo de*

*Estiércol* con el 39,07% (0,0251 Gg de  $N_2O$ ) el 2002 y 39,19% (0,0251 Gg de  $N_2O$ ) el 2004, y *Pasturas y Potreros* con 10,85% (0,0070 Gg de  $N_2O$ ) el 2002 y 10,56% (0,0068 Gg de  $N_2O$ ) el 2004.

#### Emisiones de metano debidas al cultivo del arroz.

El conjunto de emisiones de metano debidas al cultivo del arroz ha totalizado 12,59 Gg de  $CH_4$  el 2002 y 18,17 Gg de  $CH_4$  el 2004, este último, 33,67% más a la emitida en el inventario del 2000 (13,59 Gg de  $CH_4$ ).

#### Emisiones provenientes de los suelos agrícolas.

El conjunto de emisiones de  $N_2O$  debidas a los suelos agrícolas ha totalizado 3,18 Gg de  $N_2O$  el 2002 y 3,56 Gg de  $N_2O$  el 2004, esta última 92,43% mayor a la obtenida en el inventario del 2000 (1,85 Gg de  $N_2O$ ).

#### Emisiones directas de óxido nitroso de los suelos agrícolas

Las emisiones directas totales de óxido nitroso de los suelos agrícolas debidas a todas las actividades identificadas en este subsector han sumado 1,21 Gg  $N_2O$ -N/año el 2002 y 1,36 Gg  $N_2O$ -N/año el 2004, este último, ligeramente superior a la obtenida en el inventario del 2000 (1,31 Gg  $N_2O$ -N/año), aunque en el 2002 se ha observado una menor estimación.

#### Emisiones indirectas de óxido nitroso de los suelos agrícolas

Los procesos más importantes en la emisión indirecta de óxido nitroso son la *deposición atmosférica* de  $NH_3$  y  $NH_4$ , la *lixiviación* y las emitidas en *tierras de pastura y potreros*. Las emisiones indirectas totales de óxido nitroso de los suelos agrícolas debidas a todas las actividades identificadas en este subsector han sumado 2,19 Gg  $N_2O$  el 2002 y 1,97 Gg  $N_2O$  el 2004, este último, 19% superior a la obtenida en el inventario del 2000, aunque en el 2002 se ha observado solo un 10% superior respecto del 2000 (1,79 Gg  $N_2O$ -N/año).

#### Emisiones provenientes de la quema prescrita de sabanas.

Los resultados de la estimación de las emisiones debidas a la quema prescrita de sabanas en el sector agrícola han representado en el 2002: 0,19 Gg de  $N_2O$ ; 6,89 Gg de  $NO_x$ ; 15,41 Gg de  $CH_4$  y 404,45 Gg de CO y en el 2004: 0,33 Gg de  $N_2O$ , 11,94 Gg de  $NO_x$ , 26,70 Gg de  $CH_4$  y 700,94 Gg de CO.

#### Emisiones provenientes de la quema de residuos agrícolas

Las emisiones han representado 0,04 Gg de  $N_2O$ , 1,35 Gg de  $NO_x$ , 1,17 Gg de  $CH_4$  y 24,54 Gg de CO en el 2002, y 0,04 Gg de  $N_2O$ , 1,48 Gg de  $NO_x$ , 1,30 Gg de  $CH_4$  y 27,24 Gg de CO en el 2004.

### 3.4.5 SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA

#### Breve descripción del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura en Bolivia

Según la Superintendencia Agraria (2004) la cobertura actual de los suelos se ha conformado de: a) Bosques, b) Matorral, c) Herbácea graminoide, d) Cultivos, e) Dispersa, f) Descubierta, y g) Otras (MDRAMA-VDRA, 2006), como muestra la tabla 3.10. La predominancia de categoría de bosques es evidente. Del total de la superficie boscosa de Bolivia (53,4 millones de hectáreas), 41,2 millones de Ha corresponden a tierras de producción forestal permanente, el 70% de este total se encuentran en tierras bajas del norte y 30% está en tierras bajas del sur. La superficie bajo manejo forestal sostenible representa aproximadamente el 28% del total de bosque disponible para producción. De los 8 millones de Ha bajo manejo forestal sostenible, más de 1,9 millones de Ha (5% del total disponible y casi 20% del total explotado) se encuentran certificadas, bajo estándares internacionales. (MDSP, 2002).

**TABLA 3.10**  
Categorías de uso de la tierra en Bolivia.

Categoría de uso	Area (Km2)	Proporción (%)
Bosques	600.872	54,70
Matorral	24.732	2,25
Herbácea graminoide	254.555	23,17
Cultivos	36.964	3,36
Dispersa	119.779	10,90
Descubierta	22.048	2,01
Otras	39.634	3,61
<b>Total</b>	<b>1.098.581</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia en base a MDRAMA-VDRA, 2006.

Con referencia a su vinculación con el desarrollo económico regional, el sector forestal en Bolivia ha tenido un crecimiento promedio del 3,5% durante los últimos 10 años y una participación promedio del 1,9% respecto al PIB. Hasta el año 2002, la tasa de crecimiento anual del sector forestal fue del 2,1% mostrando la incidencia de este sector en el desarrollo nacional en los últimos años y los efectos positivos de la nueva Ley Forestal (Nueva Economía, 2006).

Existen tres diferentes fuentes de deforestación en Bolivia: a) inmigración que produce agricultura de subsistencia, b) agricultura mecanizada, y c) establecimiento de pasturas para la producción ganadera. Según varios autores, el mayor cambio en la cubierta vegetal ha sido en las sabanas y el cerrado, seguido de los húmedos y semi-húmedos bosques en la parte oriental del país. Muestra además, que en el país, en Santa Cruz existe un mayor cambio en la cobertura.

Dentro del sector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF por siglas en inglés), el subsector agrícola, está relacionado principalmente a las actividades de los sistemas agroforestales, los cuales están distribuidos en la mayoría de los ecosistemas del país. Se diferencian por el tipo de manejo que tienen, generalmente de tipo intensivo, y se llevan por lo regular en superficies pequeñas.

En lo concerniente a las praderas predomina la vegetación perenne utilizada sobre todo para pastar, y se diferencia de los bosques por tener un dosel arbóreo inferior al umbral utilizado para la definición de bosque. El pastoreo, sobre todo para la producción ganadera bovina, es realizado en todo el territorio nacional, sin embargo, la región de los llanos del oriente es donde adquiere mayor significación por su magnitud y valor.

En el caso de los humedales, dentro de una misma región geográfica coexisten humedales muy diferentes, sin embargo, en Bolivia los humedales altoandinos o de tierras altas más importantes están en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí; los humedales de la zona tropical o de tierras bajas están ubicados principalmente en Beni, Santa Cruz, Pando, Cochabamba y Norte de La Paz, y que son mayormente dependientes de las condiciones bioclimáticas de la región. Sin embargo, cabe hacer notar que, para propósitos de los inventarios, los humedales antropizados se refieren a la construcción y posterior utilización de las presas y diferentes cuerpos de agua que son utilizados para diferentes actividades.

### Metodología

La metodología aplicada para el cálculo de las emisiones en el sector Uso de la Tierra y Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés), se ha basado, por un esfuerzo alto de Bolivia, en la Guía de Buenas Prácticas para el sector LULUCF (IPCC, 2003).

En cada uno de los subsectores se ha identificado el cambio anual de carbono, según sea proveniente de la permanencia del uso o el cambio de uso de la tierra definidos anteriormente. En algunos sub-sectores no se ha identificado actividad alguna por lo que el cambio anual de carbono en éstas ha sido nula.

## Resultados y discusión

### Cambio anual de existencias de carbono en bosque que sigue siendo bosque

El cambio de existencias de carbono en *tierras forestales que siguen siendo tierras forestales* han estado predominadas por las absorciones, con una variación de reservas de carbono anual debidas a la biomasa viva de -31.277,81 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2002 y -32.146,53 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2004; el cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta ha dado lugar a 27.465,65 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2002 y 31.884,52 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2004; el cambio anual en existencias de carbono en suelos ha dado lugar a 107,57 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2002 y 132,77 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2004. (ver figura 3.12).

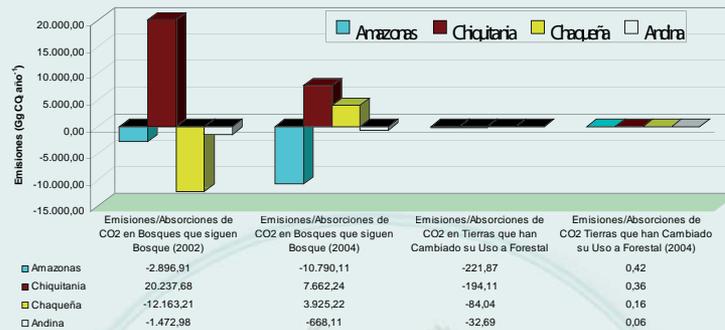


Figura 3.12 – Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de bosques que sigue siendo bosques Fuente: Elaboración propia

### Emisiones de gases distintos de CO<sub>2</sub>, procedentes de incendios de la vegetación

Las emisiones de gases de efecto invernadero diferentes al CO<sub>2</sub> se han producido por la conversión de tierras, básicamente las tierras que han pasado por el efecto de las quemas. La estimación en las cuatro regiones utilizadas para el inventario ha dado lugar en el 2002 a 194.142,91 Ton de CH<sub>4</sub>, 3.251.893,73 ton de CO, 4.853,57 ton de N<sub>2</sub>O, y 24.267,86 ton de NO<sub>x</sub> y en el 2004 a 411.963,50 Ton de CH<sub>4</sub>, 6.900.388,61 ton de CO, 10.299,09 ton de N<sub>2</sub>O, y 51.495,44 ton de NO<sub>x</sub>. (ver fig 3.13).

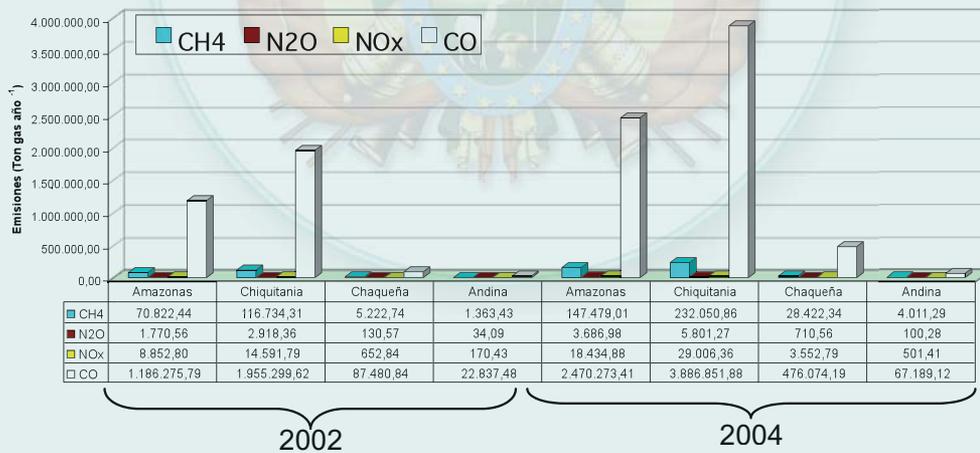


Figura 3.13 – Emisiones de gases distintos de CO<sub>2</sub> procedentes de los incendios de la vegetación en el sector de Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Fuente: Elaboración propia.

### Cambio anual de existencias de carbono en tierras convertidas a bosques

La conversión de tierras agrícolas y praderas a tierras forestales, como tal, no se han reportado oficialmente, ni el 2002 ni en el 2004; sin embargo, existen prácticas agroforestales que se han llevado a cabo regularmente en los valles interandinos, valles y en esta última década en la zona de los trópicos. Este tipo de conversiones se refiere a la implementación de sistemas agroforestales. Por lo tanto, se asume un 0,05% de conversión de este tipo de tierras a sistemas agroforestales; para los otros tipos de tierras, no se ha identificado la conversión de tierras de humedales, asentamientos u otras tierras a tierras forestales.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de éste subsector se resumen en la tabla 3.11 a continuación:

**TABLA 3.11**  
Emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a las tierras que siguen manteniendo su uso inicial y tierras convertidas a otro tipo de uso para el año 2002 y 2004.

Uso de la tierra inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación	Emisiones CO <sub>2</sub> 2.002	Emisiones CO <sub>2</sub> 2.004
Tierras forestales	Tierras forestales	3.704,59	129,24
Otros Usos	Tierras forestales	281,32	4.349,60
	Sub-Total de Tierras forestales	3.985,91	4.478,84
Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	18.105,36	21.396,46
Otros Usos	Tierras agrícolas	28.237,83	28.722,55
	Sub-Total de Tierras agrícolas	46.343,18	50.119,01
Praderas	Praderas	-18.121,89	-18.121,89
Tierras agrícolas	Praderas	-134,69	-150,51
	Sub-Total de Praderas	-18.256,58	-18.272,40
Humedales	Humedales	-122,09	-122,09
Otros Usos	Humedales	0,00	0,00
	Sub-Total de Humedales	-122,09	-122,09
Asentamientos	Asentamientos	0,00	0,00
Otros Usos	Asentamientos	0,00	0,00
	Sub-Total de Asentamientos	0,00	0,00
Otras tierras	Otras tierras	0,00	0,00
Otros Usos	Otras tierras	0,00	0,00
	Sub-Total de Otras tierras	0,00	0,00
	Total	31.950,43	36.203,36
	Emisiones	50.329,09	54.468,61
	Absorciones	-18.378,67	-18.265,25

Fuente: *Elaboración propia.*

### Cambio anual de existencias de carbono en tierras convertidas a agrícolas

En este subsector se ha identificado superficies convertidas a tierras agrícolas básicamente debido a la deforestación y la expansión de la frontera agrícola y ganadera. La variación anual en las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas a tierras agrícolas ha sido de -7.757.542,28 ton C año<sup>-1</sup> en el 2002 y -7.892.911,12 ton C año<sup>-1</sup> en el 2004, es decir, una absorción neta debida a la relación de las reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión a tierras agrícolas y las reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión a tierras agrícolas. El nivel de emisiones de éste subsector se puede apreciar en la figura a continuación.

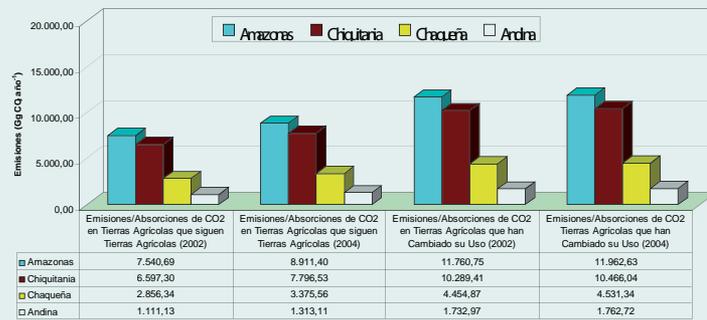


Figura 3.14 – Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes las Tierras Agrícolas que siguen siendo Tierras Agrícolas y de Tierras convertidas a Tierras Agrícolas del sector de Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Fuente: Elaboración propia.

### Cambio anual de existencias de carbono en tierras de pradera que siguen siendo tierras de pradera

Las emisiones de este subsector se han caracterizado en realidad por absorciones tanto en tierras de pradera que siguen siendo pradera, como en tierras de pradera han cambiado de uso, como se muestra en la figura 3.15.

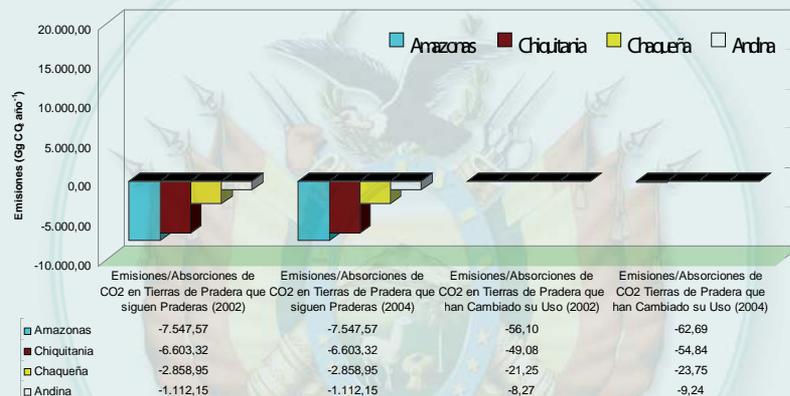


Figura 3.15 – Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de Tierras de Pradera que siguen siendo Tierras de Pradera y de Tierras convertidas a Praderas.

### Cambio anual de existencias de carbono en tierras convertidas a praderas

La variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva debido a estas actividades han dado como resultado 38.089,21 ton C año<sup>-1</sup> en el 2002 y 42.562,85 ton C año<sup>-1</sup> en el 2004. Se ha identificado un cambio anual en las reservas de carbono en suelos minerales de -1.355,17 ton C año<sup>-1</sup> en el 2002 y -1.514,34 ton C año<sup>-1</sup> en el 2004. No se ha identificado actividad en suelos orgánicos, ni encalado, tampoco tierras quemadas por estas conversiones.

### Cambio anual de existencias de carbono en tierras de humedales que sigue siendo tierras de humedales

Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de tierras inundadas ha dado como resultado 377,33 ton C año<sup>-1</sup>. En base a esta superficie y un periodo de anegamiento de 90 días, las emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de tierras anegadas ha sido 6,13 Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>, las emisiones totales de N<sub>2</sub>O procedentes de estas tierras ha dado 1,08 Gg N<sub>2</sub>O año<sup>-1</sup>. Se asume que un 48% de esta región está inundado los 3 meses completos.

### Cambio anual de existencias de carbono en tierras de asentamientos que sigue siendo tierras de asentamientos

Para las tierras con asentamientos reportados al año del inventario se ha estimado que la superficie total de la cubierta de copas es 0,179 Ha para el año 2002 y 0,180 Ha para el 2004. En base al anterior área y la tasa de crecimiento basada en la superficie de la cubierta de copas, la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva ha dado lugar a 0,00165 ton C año<sup>-1</sup>.

### Análisis de resultados con los inventarios 2000, 2002 y 2004

En síntesis (Figura 3.16) las emisiones totales fueron de 50.329,09 Gg CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> en el 2002 y 54.468,61 Gg CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> en el 2004. Las absorciones fueron 18.378,67 Gg CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> en el 2002 y 18.265,25 Gg CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> en el 2004. El flujo neto totalizo 31.950,43 Gg CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup>.

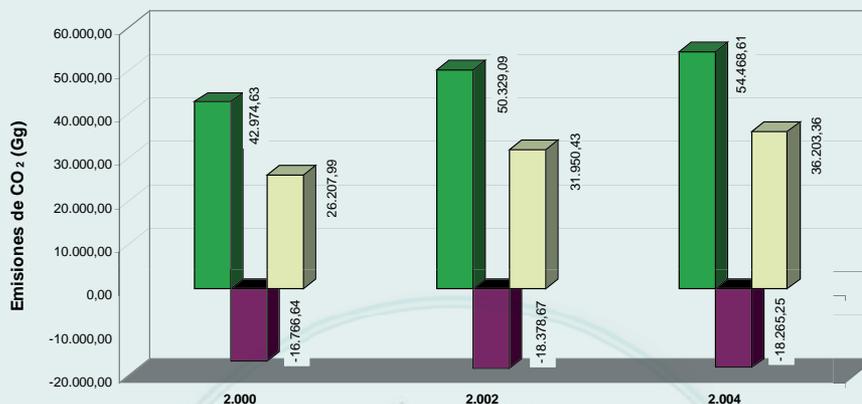


Figura 3.16 – Resumen de emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector Uso de la Tierra y Cambio de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS o LULUCF por sus siglas en inglés) del año 2002 y 2004. Fuente: Elaboración propia.

## 3.4.6 SECTOR RESIDUOS

### Breve descripción del sector residuos en Bolivia

Los problemas del sistema de recolección, transporte y disposición final de la basura en muchas ciudades de Bolivia, particularmente centros poblados rurales y periurbanos son de alta importancia. No todas las ciudades intermedias cuentan con sistemas por lo que se hace complicada su valoración para la estimación de las emisiones de éste sector.

En el caso del tratamiento de las aguas residuales, Bolivia cuenta con un número reducido de plantas de tratamiento de aguas. Las principales características de aguas recibidas en estas plantas indican que contienen de medias a bajas concentraciones de materia orgánica y el contenido de coliformes fecales supera las directrices de la OPS/OMS para uso de la agricultura (MDS-VRNMA-PNCC, 2003). La cobertura urbana y rural ha variado fuertemente. Hasta el 2002 se tenía como dato una cobertura del Servicio de Alcantarillado Sanitario de 51,91% (SISAB, 2002).

### Metodología

Para el cálculo de las emisiones provenientes del sector de residuos se han utilizado las Guías revisadas 1996 y aplicado las buenas prácticas del IPCC (IPCC, 1997; IPCC, 2001).

Las emisiones de metano para los residuos en líquidos municipales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto de IPCC, 1996.

Las emisiones de óxido nítrico de las aguas cloacales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto (IPCC, 1997) en base al consumo anual de proteínas per cápita y la fracción de nitrógeno en las proteínas.

## Resultados y discusión

### Rellenos sanitarios.

El nivel de generación de residuos sólidos se sintetiza en la tabla 3.12 y son las ciudades principales las de mayor producción.

**TABLA 3.12**  
Generación de residuos en ciudades principales de Bolivia.

Ciudad	Población proyectada	Producción per cápita PPC (Kg/hab/día)	Generación domésticos (t/día)	Generación otros (t/día)	Generación total (t/día)
Santa Cruz	1.318.489	0,54	663	133	795
La Paz	838.400	0,57	460	92	552
Cochabamba	569.277	0,6	325	65	390
El Alto	768.587	0,37	262	52	315
Sucre	252.836	0,4	83	12	96
Tarija	177.384	0,46	68	10	78
Oruro	216.693	0,33	68	10	78
Potosí	158.881	0,33	46	7	53
Riberalta	86.038	0,55	38	6	44
Yacuiba	102.609	0,52	38	6	44
Montero	89.007	0,45	38	6	43
Trinidad	87.903	0,41	32	5	37
Bermejo	36.745	0,29	8	0,78	8,8
Warnes	46.238	0,35	7	0,67	7,7
Rurrenabaque	15.658	0,31	3	0	3
Challapata	26.685	0,15	1	0	1
Machacamarca	4.083	0,15	0,32	0	0,32

Fuente: En base al documento de la: "Estrategia Nacional para la Gestión Integral de residuos sólidos: Situación actual de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia". MSB-VSB-PCDSMA (2003).

Las emisiones de los rellenos sanitarios han sido los más importantes en este sector, dentro de las emisiones de metano en el sector de residuos dando lugar a 36,72 Gg de CH<sub>4</sub> por la disposición de 661.512 ton en el 2002 y 38,42 Gg de CH<sub>4</sub> por la disposición de 771.562 ton en el 2004 de residuos sólidos en los rellenos sanitarios (ver Fig.3.17).

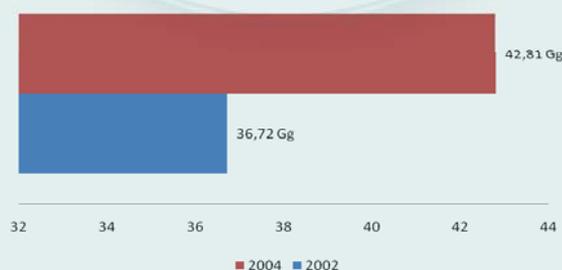


Figura 3.17 – Emisiones de CH<sub>4</sub> debidas a la actividad en los rellenos sanitarios para el año 2002 y 2004.

#### Tratamiento de aguas residuales.

El tratamiento de aguas residuales ha sido el segundo emisor más importante dentro del sector de residuos. Las emisiones han dado lugar, el 2002, a 34,16 Gg de CH<sub>4</sub> por 9.749.212,84 Kg DBO/año de producto orgánico total existentes en aguas residuales; el 2004, a 35,58 Gg de CH<sub>4</sub> por 10.154.795,82 Kg DBO/año de producto orgánico total existentes en aguas residuales.

**Desechos humanos.**

Las emisiones  $N_2O$  para los años 2002 y 2004 sin evidenciarse una variación sustantiva entre ambos años que oscila en promedio los 0,48 Gg de  $N_2O$  por 21 Kg/hab/año de consumo per cápita de proteína.

**3.5. ANALISIS INCERTIDUMBRES**

Las principales incertidumbres introducidas en la determinación de los gases de efecto invernadero fueron estimadas en base a la metodología recomendada por la Guía de Buenas Prácticas del IPCC (IPCC, 2000) grado 1. Para esto se ha agrupado los datos en la matriz que considera las incertidumbres de los datos de entrada y de los factores de emisión, datos que fueron tomados en el rango que se indica en la Guía citada y en base a juicio de expertos. Se ha considerado el análisis en términos de  $CO_2$  equivalente de los gases:  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$ . Así mismo, se han utilizado el análisis de sensibilidad de Tipo A y de Tipo B, de acuerdo a la Guía de Buenas Prácticas (IPCC, 2000) tomado como año base el año 1990.

**Resultados****Sector energético**

Los resultados del análisis de incertidumbre muestran que en el 2002 existe una incertidumbre total de 7,46% y una incertidumbre en la tendencia de 9,89%. Para el 2004 se ha observado una incertidumbre total de 7,63% y una incertidumbre en la tendencia de 10,47%.

**Sector procesos industriales**

Los resultados del análisis de incertidumbre para el  $CO_2$  muestran que en el 2002 existe una incertidumbre total de 3,09% y una incertidumbre en la tendencia de 8,04%. Para el 2004 se ha observado una incertidumbre total de 3,09% y una incertidumbre en la tendencia de 10,16%.

**Sector agrícola**

El análisis de incertidumbre total muestra que en el año de inventario 2002 existe una incertidumbre total de 4,14% y una incertidumbre en la tendencia de 22,36%, y en el 2004 una incertidumbre total de 4,17% y una incertidumbre en la tendencia de 23,23%.

**Sector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura**

El análisis de incertidumbre muestra que en el 2002 existe una incertidumbre asociada a la variación de las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales de 36,82%. La incertidumbre total relativa a la variación del carbono almacenado en la biomasa de tierras forestales convertidas a tierras agrícolas, en la que se combina la incertidumbre de los cambios de carbono en el carbono almacenado por hectárea con una incertidumbre de la estimación de la superficie convertida ha sido 29,83%. La incertidumbre general para este año ha dado un total de 37,38%.

En el 2004 existe una incertidumbre asociada a la variación de las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales de 41,82%. La incertidumbre total relativa a la variación del carbono almacenado en la biomasa de tierras forestales convertidas a tierras agrícolas, ha sido 35,52%. La incertidumbre general para este año ha dado un total de 42,42%.

El año 2002, las incertidumbres en tendencias del sector alcanzan 30,92% donde la mayor contribución tiene las emisiones de  $CO_2$  con 30,69%, siendo éste además el gas de mayor volumen emitido por el sector. El año 2004, las incertidumbres en tendencias del sector alcanzan 36,74% donde la mayor contribución tiene las emisiones de  $CO_2$  con 35,66%, siendo éste además el gas de mayor volumen emitido por el sector.

**Sector residuos**

Las incertidumbres combinadas como porcentaje del total de las emisiones sectoriales en el año 2002 muestran un 6,05% para el metano y 2,92% para el óxido nitroso, totalizando 6,72%. Las incertidumbres en las tendencias en las emisiones nacionales totales en el mismo año han dado 22,24% para el metano y 4,77% para el óxido nitroso, totalizando 22,74%.

### 3.6. CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Bolivia ha realizado un esfuerzo de garantizar un control de la calidad de la información para los inventarios de GEI, tanto a nivel de datos de actividad, como a nivel de los factores de emisión, respetando la información primaria y secundaria publicada por diversas instituciones y particularmente por la información generada estos años por el Programa Nacional de Cambios Climáticos.

Reuniones sectoriales para la consecución de la información se han desarrollado periódicamente y la discusión de los datos de actividad y de factores de emisión se han desarrollado constantemente.

De la misma manera, se ha socializado la información a nivel de resultados con las diversas instituciones vinculadas a los sectores.

Un sistema de archivo de la información y de los datos utilizados para todos los inventarios desarrollados en el país se encuentra bajo el control del PNCC, lo que permite una valoración comparativa constante.

Se presenta finalmente el resumen detallado de los inventarios de GEI de los años 2002 y 2004.



Programas que Contengan Medidas que  
posibiliten la Adecuada Adaptación al  
Cambio Climático

*Capítulo 4*

## 4.1. CLIMA Y ESCENARIOS CLIMATICOS EN BOLIVIA

En Bolivia se encuentran todos los climas de la zona intertropical, desde el tropical en los llanos, hasta el polar, a medida que se asciende en las altas cordilleras. Las condiciones climáticas del país, dependen fundamentalmente de la latitud, la altitud, su ubicación entre los trópicos, la existencia de elevadas montañas, la presencia de zonas planas y la circulación de los vientos alisios. Presenta cinco unidades climáticas: seco tropical, húmedo tropical, semidesértico-árido, subtropical húmedo y seco.

Las *lluvias*<sup>1</sup> dependen de los alisios que llevan aire húmedo del Atlántico, de la cuenca amazónica y de los mecanismos: la convección. Dentro de la ZITC más activa que en verano y de los frentes fríos de latitud alta más activos en invierno. Ambos mecanismos actúan e interactúan en las partes bajas. En cambio el Altiplano depende más de ZITC más activa en verano y de los frentes fríos pueden atravesar el obstáculo que constituyen los Andes y producir nevadas. La estación lluviosa coincide con el verano, donde el 60 a 80 % de las precipitaciones se presentan de diciembre a marzo. La estación seca, donde puede llover de 0 al 20 %, es el otoño, invierno y primavera con un mínimo de mayo a julio. Dos períodos de transición separan estas dos épocas, uno en abril y otro de septiembre a noviembre.

Existe un gradiente norte sur de precipitaciones. Las cantidades varían de 2000 mm/año en Pando, hasta 600 mm/año en el Chaco. Las irregularidades de las lluvias y de las temperaturas de congelamiento, aún alrededor del lago Titicaca, son responsables de la pérdida casi total de las cosechas en un promedio de una cada cinco años. También, existe un gradiente oeste-este, que hace que llueva más en el Llano que en el Altiplano. En el Chapare, es corriente una precipitación de 3 000 mm y excepcionalmente 8 000 mm y con lluvias hasta 200 días del año.

La distribución de las *temperaturas* medias es una función de la altitud; varía anualmente desde cerca de 25° en los llanos y en el suroeste de Bolivia (Chaco), hasta 18° en los valles y 10° C en el altiplano. La amplitud térmica anual tiene poco cambio ya que la duración del día y el ángulo de los rayos solares, es casi similar entre verano e invierno.

### 4.1.1 El Clima Actual

El Estado Plurinacional de Bolivia a pesar de las limitaciones en materia de bases de datos para el análisis del clima regional y local, ha realizado un análisis de tendencias.

Michel (2006) del SENAMHI, establece, para el clima actual, una variación en la temperatura media de -0.4°C a 0.8°C en la llanura; por su parte, la precipitación presenta cambios no significativos (-0.17% y 0.98%). En la región Norte del país la temperatura media muestra incrementos entre 0.2 y 1°C; no existiendo cambios en la precipitación (0.16 a 0.22%). Por otra parte, en la región de tierras bajas el incremento de la temperatura media es entre 0.1 y 0.3°C; con precipitaciones constantes (0.07% y -0.29%).

En la región de los valles, los cambios en la temperatura media son oscilantes entre -2.3°C y 2°C y con precipitación entre -0.48% y 0.21% consideradas constantes. Mientras que el altiplano presenta temperaturas en su mayoría incrementales con valores medios de entre 1.1°C y 1.7°C y a nivel de la precipitación con oscilaciones no significativas estadísticamente (-0.4% a 0.94%).

Estas observaciones son consistentes con la configuración de los ecosistemas con gradientes de altitud variables existentes en el país, donde los rangos en el comportamiento climático son amplios a lo largo de los últimos años, ya que el record considerado abarca períodos desde los años 40 hasta el 2004, en 23 estaciones analizadas.

---

<sup>1</sup> Existe una variabilidad interanual de las precipitaciones en Bolivia que se debe a dos aspectos: una variabilidad parcialmente ligada al fenómeno El Niño - Southern Oscillation (ENSO) y una variabilidad probablemente ligada a la variación pluridecenal de la temperatura de superficie del océano atlántico.



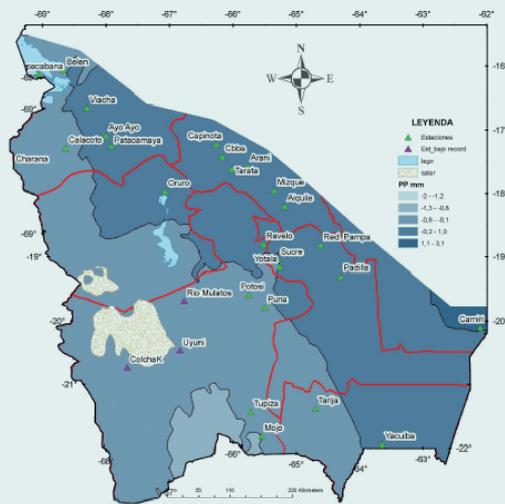


Figura 4.2 – Mapas de análisis de las tendencias de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación acumulada.  
Fuente: MPD-UMSA. Evaluación de Tendencias de balance Hídrico (García et al. 2006)

### 4.1.2 Generación de escenarios climáticos

Los cambios de temperatura observados bajo el modelo Regional B2-AIM<sup>2</sup> generado por el Asian Pacific Integrated Model, presenta incremento de la temperatura superficial media hasta el año 2050 en aproximadamente 1.5 °C, no existiendo mucha diferencia entre escenarios de referencia y escenarios de mejores supuestos de políticas. Lo que significaría que Bolivia en promedio también llegaría a este nivel de temperatura en los próximos 30 años.

Respecto a las precipitaciones regionales, existe un incremento de las probabilidades de ocurrencia de estas en todas las grillas generadas para Bolivia con una probabilidad de incremento de 80%. Sin embargo, la distribución temporal de las mismas, se muestra mucho más crítica para las actividades productivas y de servicios relacionadas con la disponibilidad de precipitación factor que incide fuertemente en la recarga de acuíferos. Se muestran los mayores registros de precipitación tendiendo a expandirse hacia el área integrada del departamento de Santa Cruz con probabilidades más bajas de incremento en la precipitación.

El Simulador de la Tierra presenta estos escenarios de precipitación y temperatura para Bolivia para el año 2100 para el mes de octubre como señalan las figuras 4.3, 4.4 y 4.5.

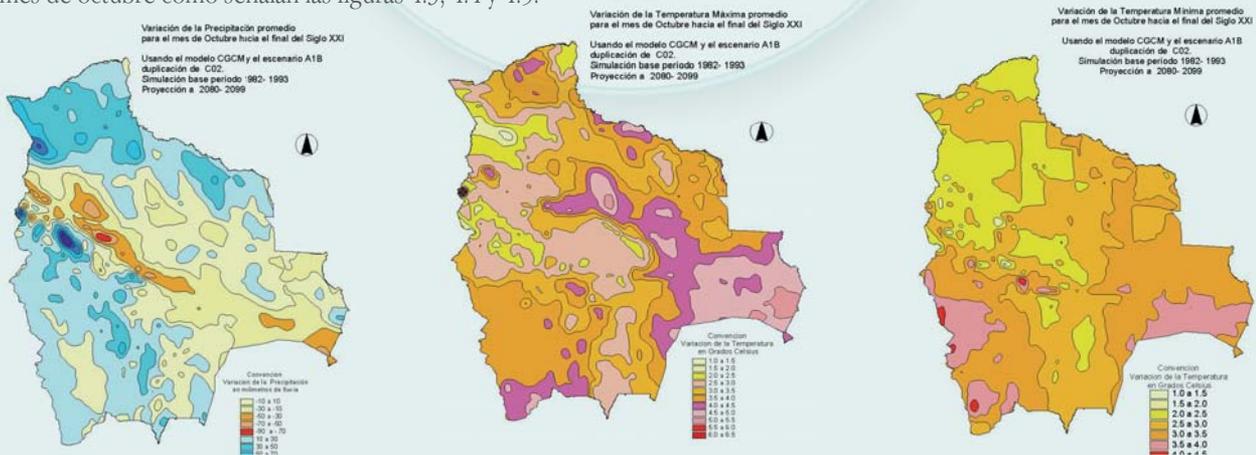


Figura 4.3 – Figura 4.4 – Figura 4.5 – Cambios en los Regímenes de precipitación y temperatura para fin de siglo (XXI), mes de octubre, bajo el escenario A1B de duplicación de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosféricos. (fuente Arana I).

2 Esta hace la familia de escenarios de emisiones del IPCC, B2 generados por el modelo Japonés Asian Pacific Integrated Model (AIM)

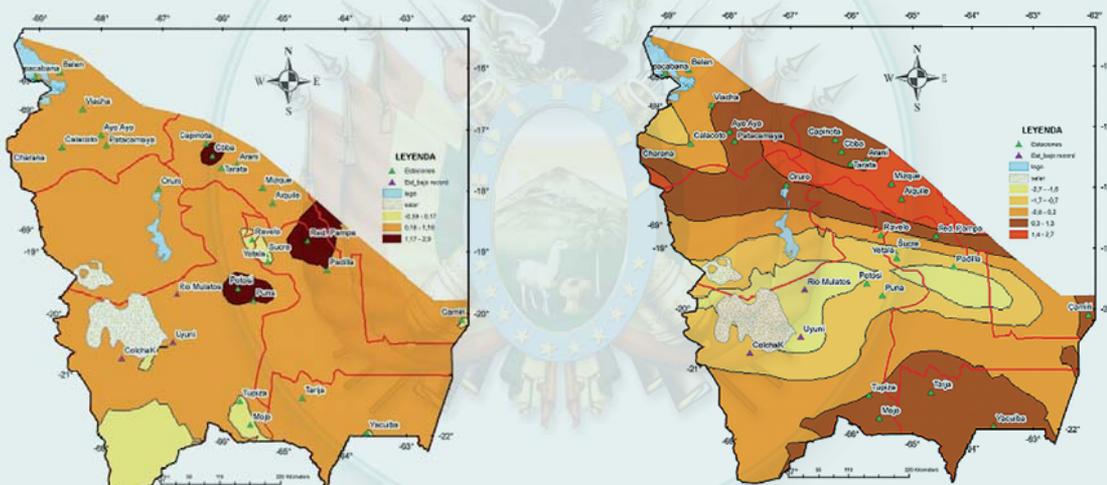
Una aproximación con toda la información gruesa del simulador de la tierra se presenta en la tabla 4 a continuación.

**TABLA 4.1**  
Variaciones de Temperatura y Precipitación para escenarios futuros

Region	Incremento del promedio 2030*			Incremento del promedio 2080		
	T máx	T mín	pp	T máx	T mín	pp
Altiplano	1,5	0,556	0 a -15	4 a 4,5	2 a 2,5	- 20 a -45
Valles	1,35	0,49	0 a -45	1,5 a 2	2 a 2,5	- 35 a -70
Trópico	1,35	1,2	0 a - 60	2 a 3	2,5 a 3	-60a -90

Fuente: Simulador de la Tierra. Trabajado por Arana I.

Complementariamente, García M., *et al* (2006) en un análisis de tendencias al 2050, muestra que las Temperaturas Máximas tienen una variación homogénea en el área estudiada a diferencia de las Mínimas. Esto implica que los incrementos oscilarán en rangos de 0,18 a 1,16 °C hasta el año 2050. Las temperaturas mínimas según el reporte, son heterogéneas y las áreas de mayor incremento son en el Departamento de Cochabamba y mayores reducciones en el Departamento de Potosí. “Si las tendencias de cambio se mantienen hasta el año 2050, bajo los registros analizados se concluye que en las zonas circunlacustres y más fuertemente en el Altiplano y Valles altos de Potosí y Chuquisaca se espera mayor amplitud térmica, consecuente mayor aridez asociada a la desertificación”. (Ver mapas en figura 4.6).



**Figura 4.6** – Estimación de la Variación de la Temperatura Máxima Anual (°C/año) y de la Variación de la Temperatura Mínima (°C/año) (2050)

Fuente: MPD-UMSA. Evaluación de Tendencias de Balance Hídrico (García et al. 2006)

De lo anterior se concluye que el cambio climático es evidente en Bolivia, al demostrarse que se han presentado cambios en los patrones de temperatura y precipitación y que estos cambios serán de mayor incidencia a fines del 2050 posiblemente mucho mayores al final del 2080, como muestran los diferentes escenarios.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Bolivia ha iniciado un trabajo de generación de escenarios climáticos en el país con la finalidad de establecer los niveles de variación que se presenten en el futuro. Para tal efecto el SENAMHI generó su análisis a través de un trabajo en coordinación con el equipo que maneja el Earth Simulator en Japón. Sin embargo el SENAMHI está aún en proceso de elaborar resultados a nivel de escala más pequeñas.

### Generación de escenarios climáticos con PRECIS

Un estudio realizado por la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) denominado Implementación y validación de un modelo climático regional para Bolivia utilizando el modelo PRECIS establece que los datos observados y los modelados

muestran un ciclo estacional y una correlación espacial. Con respecto a la temperatura, el modelo estima valores correctos en las Tierras Bajas, pero subestima la temperatura en la Vertiente Oriental y Valles Interandinos y el Altiplano. En cuanto a la precipitación, el modelo estima valores significativamente distintos en las Tierras Bajas y sobreestima precipitación en la Vertiente Oriental y en el Altiplano.

El estudio estableció un diseño experimental basado en el uso de escenarios A2, B2 y A1B y se construyó la comparación con una línea de base de los años 1961 al 1990, como muestra la tabla 4.2. a continuación.

**TABLA. 4.2**  
Línea base y escenarios utilizados para PRECIS

LBC	1961-1990	2001-2030			2071-2100		
	línea base	A2	B2	A1B	A2	B2	A1B
ECHAM4	x	x	x	-	x	x	-
HadAM3P	x	-	-	-	x	x	-
HadCM3Q	x	-	-	x	-	-	x
ERA40	x	-	-	-	-	-	-

Se trabajaron los escenarios de cambio climático para A2 y B2 para los años 2001-2030 y 2071 al 2100 en base al modelo ECHAM4 con una resolución de 25km x 25 km y se obtuvieron los siguientes valores de variación en temperatura y precipitación para las zonas de tierras bajas, la vertiente oriental y el altiplano., como se muestran en la tabla 4.3 a continuación:

**TABLA 4.3**  
Variaciones de Temperatura y Precipitación

ECHAM4 (25km)	cambio	2001-2030		2071-2100	
		A2	B2	A2	B2
Tierras Bajas	$\Delta T_{mean}$ (°C)	1.3	1.2	5.5	3.9
Vertiente O.	$\Delta T_{mean}$ (°C)	1.3	1.1	4.8	3.5
Altiplano	$\Delta T_{mean}$ (°C)	1.6	1.3	6.0	4.4

ECHAM4 (25km)	Cambio	2001-2030		2071-2100	
		A2	B2	A2	B2
Tierras Bajas	max. neg. $\Delta P$ (%)	-39	-17	-36	-36
	max. pos. $\Delta P$ (%)	16	18	53	37
Vertiente O.	max. neg. $\Delta P$ (%)	-8	-14	-12	-18
	max. pos. $\Delta P$ (%)	11	6	50	26
Altiplano	max. neg. $\Delta P$ (%)	-26	-12	-37	-26
	max. pos. $\Delta P$ (%)	26	23	49	22

Con relación al clima futuro mantiene la estructura básica del ciclo estacional. Sin embargo, la temperatura futura aumenta en toda Bolivia con incrementos más extremos en el Altiplano y la Amazonia, con un incremento de 1-2°C hasta 2030 y de 5-6°C hasta 2100, comparado con valores promedios entre 1961-1990. Los cambios en precipitación son más complejos todavía. Las Tierras Bajas muestran un ciclo de precipitación más intenso, con mas precipitación durante la época lluviosa y menos precipitación durante la época seca (DEF y JJA respectivamente). Los cambios relativos máximos incluyen +53% y -36% hasta 2100. Este ciclo intensificado es también visible en la Vertiente Oriental donde una reducción más extrema ocurre en Agosto. Este patrón se invierte en el Altiplano en el año 2100 con incrementos y decrementos más extremos en la época seca y lluviosa respectivamente.

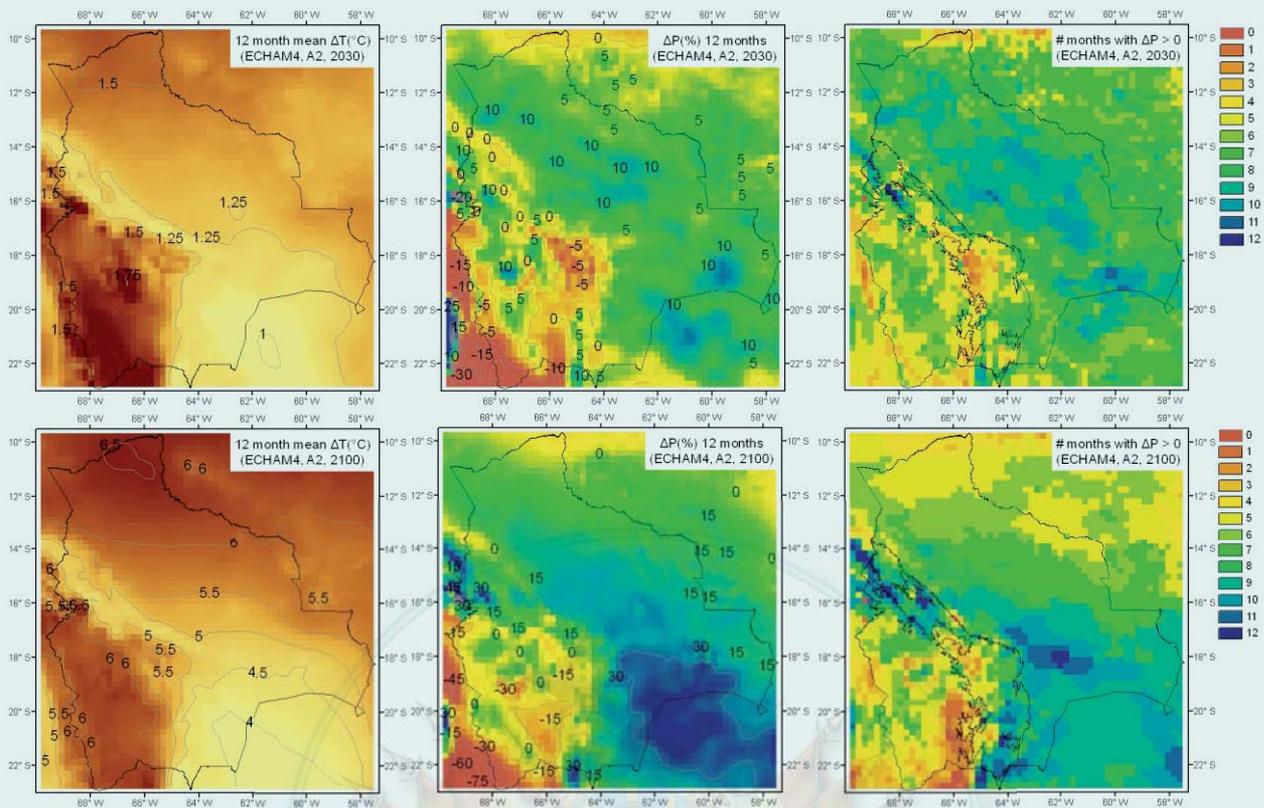


Figura 4.7 – Salidas de PRECIS de  $T^\circ$  y Precipitación, con el modelo ECHAM4 para escenario A2 para Bolivia  
Fuente: FAN-Bolivia (Seiler C. 2009) Implementación y validación de un modelo climático regional para Bolivia

Por la baja exactitud de la interpolación espacial de precipitación observada, el estudio recomienda mejorar este dato con imágenes satelitales. Además sugiere que se necesita una revisión de la aplicabilidad del modelo para los Andes.

Se puede resumir los resultados alcanzados en el estudio, salvando los errores que aun se deben ajustar en investigaciones futuras, en el siguiente cuadro:

- Temperatura
  - Aumento en todo el país (1-2°C en 2030, 5-6°C en 2100)
  - Aumento más extremo en Altiplano y Amazonia
- Precipitación
  - Intensificación del ciclo de precipitación
  - Más precipitación en época de lluvia ( $\Delta P_{max}$  +53% Tierras Bajas, 2100)
  - Menos precipitación en época seca. ( $\Delta P_{max}$  -36% Tierras Bajas, 2100)
  - Decremento anual neto de precipitación en
    - Altiplano y
    - extremo norte (Amazonia)

### Otros Análisis

Un estudio realizado por Burgoa A. (2008), del Instituto de Investigaciones Físicas de la UMSA, denominado “ESCENARIOS CLIMATICOS PARA EL MONZON SUDAMERICANO: DETERMINADOS POR LOS MODELOS DE ACOPLAMIENTO DEL IPCC AR4” establece que en cinco modelos de cambio climático establecidos por el IPCC AR4, fueron analizados los cambios en la precipitación y su estacionalidad sobre la amazonía boliviana-brasileña, Bajo el escenario SRES A2, dos de estos modelos

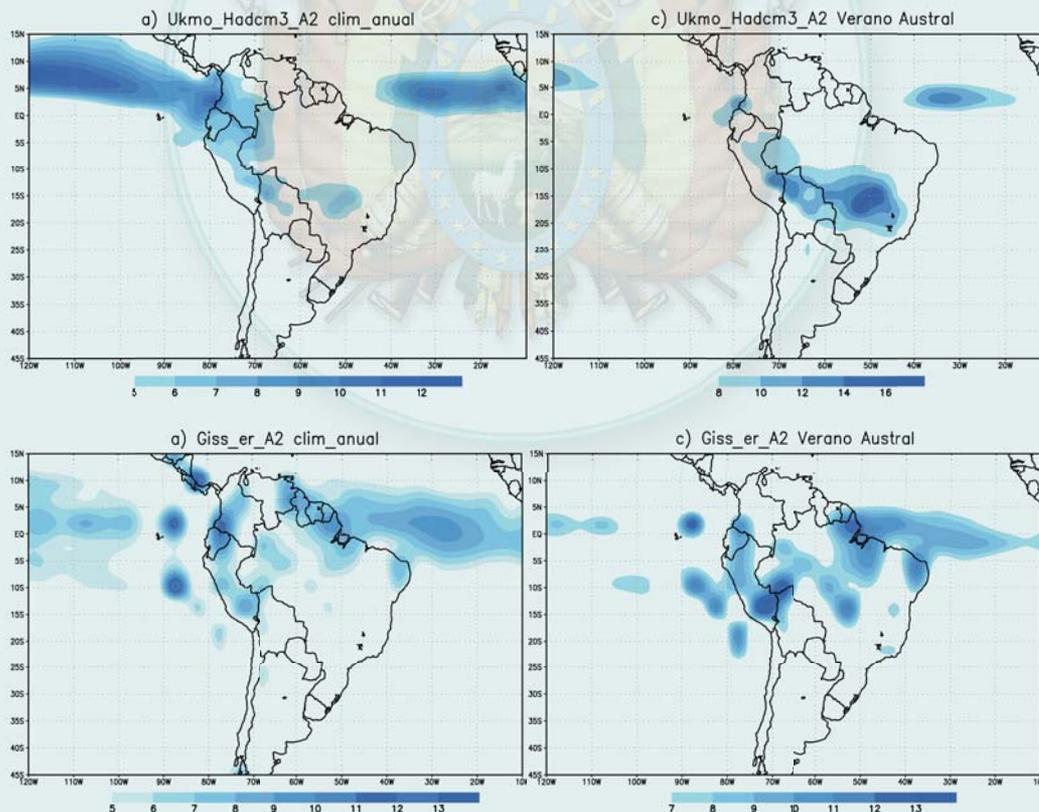
(UKMO-HadCM3 y GISS ER) predicen incrementos en la precipitación anual y mayor variabilidad; tres modelos (CSIRO, GFDL y MPIECHAM5) predicen disminuciones en la precipitación.

El estudio menciona que el modelo UKMO-HadCM3 para el siglo XXI, evidencia una longitud para la época seca de los meses de mayo a septiembre con una tasa media de precipitación del orden de los 21, 3 [mm]. Su ascenso hacia la estación húmeda muestra una precipitación media de 228,0 [mm]. El descenso en la actividad convectiva en el norte de la región amazónica parece estar causada por el calentamiento de las aguas en el Atlántico tropical. Estos cambios climáticos externos intensifican la subsidencia de masas de aire cálido y, consecuentemente, se produce una estabilización en la troposfera media, la cual reduce la nubosidad sobre la cuenca amazónica.

Esto implicaría, señala el estudio, que la superficie del suelo absorbe mayor cantidad de calor y por ende, se genera un flujo de calor sensible superficial bastante intenso. Esto reduciría la humedad relativa en las cercanías de la superficie e incrementaría el nivel de la convección libre, lo que podría en parte explicar el acortamiento de la estación húmeda (lluviosa) y el flujo de calor latente superficial y un mayor alargamiento de la estación seca.

El modelo GISS ER incrementa la tasa media de precipitaciones para el siglo XXI en el orden de los 270, 6 [mm] para la estación húmeda, mientras que la estación seca proporciona unos 34, 0 [mm]. Durante la estación húmeda, el calentamiento oceánico a ambos lados del continente favorecería el transporte de humedad e intensificaría las precipitaciones en la cuenca amazónica y la Cordillera Central de los Andes.

Comparativamente, una reducción en la cantidad de precipitaciones predicha por el modelo UKMO-HadCM3 sugiere un peligro bastante elevado en la reducción de la cobertura selvática en el amazonas, en especial por la quema intensiva que sufre ésta. Esto podría cambiar drásticamente las condiciones de selva húmeda tropical a una de sabana, en virtud de la longitud de la estación seca en la parte norte de la cuenca amazónica.



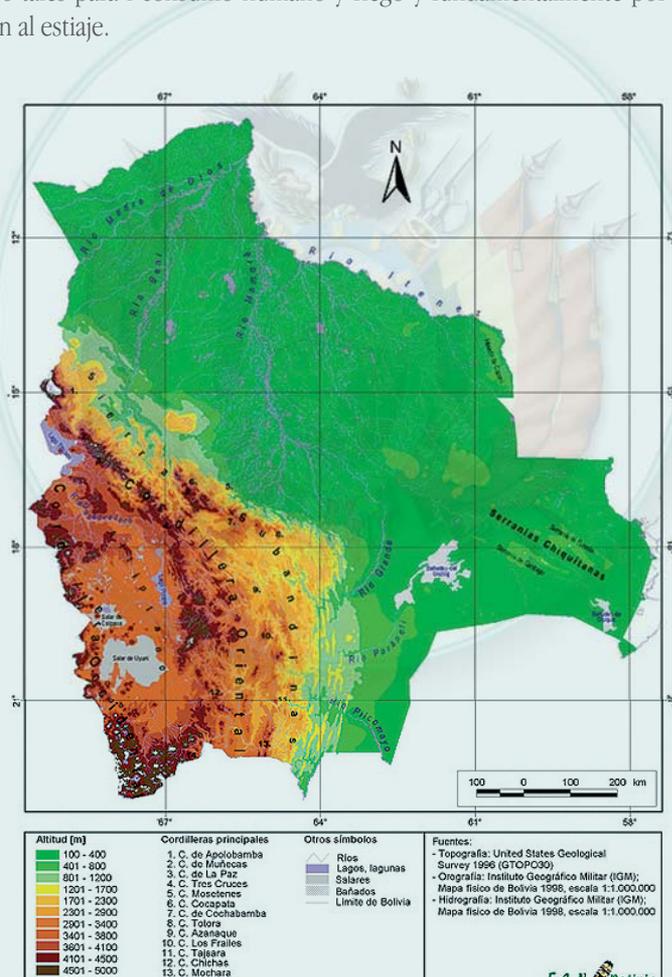
**Figura 4.8** – La figura explica la diferencia existente entre los modelos UKMO-HadCM3 y GISS ER sobre el campo de precipitaciones en el continente sudamericano. UKMO-HadCM3 muestra sequía en el extremo norte de la cuenca amazónica e inundaciones en la amazonía boliviano-brasileña. GISS ER, por su parte, evidencia bastante actividad convectiva en la cuenca amazónica, la cordillera central andina y ambos flancos de los océanos Pacífico y Atlántico.  
(Fuente: Revista Boliviana de Física, 2008)

El modelo GISS ER por su parte, contrasta con el UKMO-HadCM3: el primero predice un mejor clima en la cuenca amazónica, con mayor afluencia de los ríos y expansión de áreas verdes, y por tanto se evidenciaría una autoregeneración de la selva amazónica; el segundo predice que la vorticidad anticiclónica para el siglo XXI se localiza entre el Parque Nacional del Madidi y el Bosque de Reserva Quimera del Aten (14 S – 66 W), el cual concuerda con la ubicación geográfica de las precipitaciones dadas por el mismo modelo (415,3 [mm]). El modelo MPI-ECHAM5CM3, por su parte, predice un desfase entre la posición geográfica del anticiclón en los niveles altos y el dado por el de las precipitaciones, en especial, la alta boliviana se ubica entre el escudo chiquitano y los llanos chaqueños, mientras que la actividad convectiva se distribuye a lo largo y ancho de la Cordillera Oriental.

### 4.1.3 Impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos

#### Contexto

La disponibilidad de agua dulce en Bolivia es importante alcanzando a 50.000 m<sup>3</sup>/habitante/año (Mattos, 1997), proveniente de sus tres cuencas hidrográficas (Amazónica, del Plata y Altiplánica – ver la figura). Esta disponibilidad es, sin embargo, aparente por la desigualdad distribución espacial del recurso, la falta de tratamiento de aguas para consumo humano, la ineficiencia y mala distribución en los usos tales para el consumo humano y riego y fundamentalmente por la fuerte concentración de la estación de lluvias en relación al estiaje.



La fisiografía de Bolivia y su posición con relación a la circulación regional atmosférica hace que se halle periódicamente sometida a sequías o inundaciones de magnitud, determinando la mala distribución temporal y espacial del recurso. Por ello, se presentan zonas con muy diferentes regímenes de precipitación a pesar de pertenecer al mismo sistema atmosférico, coexistiendo a corta distancia áreas con precipitación por encima de los 3000 mm por año con otras con precipitación por debajo de los 300 mm en latitudes muy similares. La Cordillera de Los Andes constituye una barrera que dificulta el paso de

las masas de aire caliente húmedas provenientes de la Cuenca Amazónica y del Atlántico. Este factor determina una zona de ascendencia con elevada precipitación especialmente de tipo orográfico con lluvias casi permanentes, pero de intensidad variable según el tipo de año hidrológico. También determina la presencia de otra zona de tierras bajas con precipitación concentrada en los períodos en que el país recibe la influencia de la Zona de Convergencia InterTropical (ZCIT) y una zona árida o sub-árida al otro lado de la cordillera que recibe una baja cantidad de agua, que es la que logra sobrepasar la cordillera, sumada a la poca generación de humedad local.

Eventos hidrometeorológicos extremos son frecuentes y tienden a incrementarse en magnitud e intensidad por el impacto del cambio climático, en plena coincidencia con el cuarto reporte de evaluación del IPCC que prevé mayor frecuencia e intensidad de los eventos extremos debido al calentamiento global. A nivel del país se ha acentuado la ocurrencia de tormentas tropicales en los últimos años, con vientos superiores a los 28 m/s según la escala Beaufort, con importantes daños, no observados en registros históricos de períodos largos en las regiones de Santa Cruz, Yungas de La Paz y Tarija. También se ha observado la presencia de movimientos convectivos violentos con granizo de magnitud como las registradas en la ciudad de La Paz en febrero de 2002 y 2003.

Los cambios del clima no se expresarán solamente en la intensidad de los eventos meteorológicos extremos, sino que también podrían exacerbar la escasez periódica y crónica de agua durante los periodos de estiaje en la zona baja y en los valles áridos y semiáridos del país y reducir la disponibilidad de agua en las zonas de ascendencia orográfica. El limitado desarrollo productivo y ambiental del país incrementa la vulnerabilidad al cambio climático, ya que muchas áreas productivas y urbanas están situadas en zonas áridas o semiáridas y la población obtiene el agua de puntos de abastecimiento únicos como pozos o ríos. Estos sistemas de suministro son, por naturaleza vulnerables, ya que carecen de reservas alternativas en caso de necesidad. Además, dada la escasez de recursos técnicos, financieros y de gestión, acomodarse a las situaciones de escasez y/o implementar medidas de emergencia sin planificación constituye una pesada carga para la economía nacional y es casi imposible para las economías locales.

Por otra parte, hay indicadores de mayor frecuencia de inundaciones en las zonas bajas, incrementando las necesidades de adaptación no sólo a las sequías y a la escasez crónica de agua, sino también a intensas precipitaciones que ocasionan inundaciones con daños significativos a la infraestructura. Estas emergencias ocurrirían con presencia de mazamoras, relaves, riadas, a lo que se suma la creciente vulnerabilidad por la falta de recursos y problemas relacionados con los asentamientos mal planificados.

Todos estos impactos coinciden con la evaluación científica a nivel mundial, que muestra escenarios regionales con reducción de los períodos de lluvias pero con incremento sustancial de la probabilidad de presencia de precipitaciones intensas en corto tiempo. En este sentido, el país todavía no cuenta con sistemas que permitan estudiar estos aspectos a través de sistemas de alerta temprana y desafortunadamente también se percibe un incremento en la vulnerabilidad de las poblaciones por los asentamientos no planificados. Gran parte de las cuencas en el país no cuentan con un manejo integral, que incorpore actividades orientadas a la protección de la cuenca, y que articule los diversos tipos de aprovechamiento de los recursos naturales. Esto se traduce en la degradación biofísica de los suelos, disminución de la recarga de los acuíferos, reducida disponibilidad de agua, elevando los índices de pobreza, generando conflictos sociales y reduciendo de la productividad e ingresos económicos de los habitantes de estas cuencas.

La directa evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos es compleja dada su directa dependencia de la precipitación, que a su vez es extremadamente variable en tiempo y espacio. Aunque los niveles de confianza en las estimaciones del incremento de la temperatura futura, debido al cambio climático son elevados, dada la complejidad de la dinámica de la circulación general atmosférica global, los niveles de incertidumbres todavía son altos en la predicción de la magnitud del cambio en la precipitación de la que no se conoce con certeza si se incrementará ó por el contrario se reducirá.

A pesar de lo anterior, es razonable predecir que las zonas áridas al presente, conservarán e incluso intensificarán esta característica, mientras que muchas de las zonas húmedas elevarán sus tasas de precipitación en función de su ubicación geográfica y su compleja fisiografía. La Tabla 4.4 refleja algunos ejemplos de impactos que podrían ocurrir en Bolivia, si se utiliza la experiencia de años de eventos extremos.

**TABLA 4.4**  
Impactos esperados por regiones debido al cambio climático

REGION	ESCENARIOS DE CAMBIOS	IMPACTOS ESPERADOS
Altiplano	Mayor concentración de la precipitación Mayor frecuencia de tormentas con menor número de días con lluvia Mayor frecuencia de granizo Reducciones en los caudales de los ríos	Mayor presencia de heladas Incremento de las necesidades de agua para riego por los largos periodos sin lluvia Problemas con la generación de energía Retroceso de los glaciares Destrucción de cultivos Inundaciones en época de lluvias Poca disponibilidad de agua para consumo humano y animal Poca recarga en los acuíferos, bofedales y otros similares Competencia por el uso de agua
Valles interandinos	Mayor concentración de la precipitación Mayor frecuencia de tormentas con menor número de días con lluvia Mayor frecuencia de granizo	Competencia por el uso de agua Pérdida de la biodiversidad Incremento de las necesidades de agua para riego por los largos periodos sin lluvia Riesgos incrementados de deslaves, mazamorras y otros relacionados Problemas con la generación de energía Erosión y desertificación de suelos
Chaco	Reducción del número de días con lluvia Incremento de periodos sin lluvia durante la época de cultivo Sequías recurrentes e intensas Bajos caudales en los ríos	Competencia por el uso de agua Pérdida de la biodiversidad Eventos de olas de calor durante el verano Erosión y desertificación de suelos Mayor contaminación de las fuentes de agua
Llanos y amazonía	Incremento en la cantidad de lluvia recibida por evento Mayor tasa de nubosidad Elevada humedad atmosférica en verano y fuertes sequías en invierno	Inundaciones frecuentes Pérdida de infraestructura vial Pérdida de cultivos de invierno y muerte de ganado por falta de agua Mayor presencia de plagas y enfermedades debido a la elevada humedad. Reducción de la biodiversidad Brotos de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua.

Fuente: Impacto de los cambios climáticos en Bolivia (PNCC, 2006)

### Los eventos extremos intensificados por el Cambio Climático

Un evento que muestra la influencia de un cambio climático en Bolivia es el impacto del fenómeno del Niño y de La Niña.

Los resultados de estudios, reuniones y talleres a nivel global y nacional, mostraron que existe consenso en identificar al sector de los recursos hídricos como uno de los más vulnerables al cambio climático. Como efecto de los eventos extremos tanto cuando ocurre un déficit o se presenta en exceso; el agua determina la posibilidad productiva y de supervivencia de la población. El agua por naturaleza tiene una elevada sensibilidad a las variaciones climáticas, pues casi todos los componentes del ciclo hidrológico están en función de las variables climáticas y las acciones de adaptación que podrían plantearse para mejorar la gestión de este recurso influirían directamente sobre sectores relacionados y dependientes como la agricultura, salud, ecosistemas, turismo, etc.

El cambio climático, está reforzando la intensidad y frecuencia de la variabilidad climática, la misma que se expresa mayormente en el Fenómeno del Niño Oscilación del Sud (ENOS), y la Niña se puede manifestar por inundaciones (Más frecuente en Bolivia Figura 4.9.), sequías, áreas de avalanchas, y otros, condicionando una serie de enfermedades dependiendo cual sea el fenómeno presente.



Figura 4.9 - Frecuencia de Eventos Meteorológicos Extremos por Tipo, Bolivia 1998 -2007

Fuente: Aparicio M. En base a datos del INE y Defensa Civil

En Bolivia, las características geográficas (Altiplano, Valles y Tierras bajas) y su posición latitudinal (Tropical y Subtropical) y la presencia de la cordillera de los Andes, condicionan los efectos asociados al ENOS, por lo que es frecuentemente azotado por fenómenos meteorológicos tales como sequías, inundaciones, granizadas, temperaturas extremas etc. que pueden o no tener relación con “El Niño” o la Niña. Sin embargo, es innegable que el impacto de este fenómeno climatológico macroescalar tiene importancia mundial y nacional y también tiene impactos sanitarios de consideración.

Dentro de los impactos directos relacionados al clima, sin duda lo que ha llamado fuertemente la atención es la mayor intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos<sup>3</sup>, que a Bolivia le significa vidas humanas, consecuencias sanitarias y económicas, por ejemplo: el 2002 (Febrero negro), 70 personas murieron y cerca de 40 fueron declaradas desaparecidas, el 97-98 se ha tenido varios brotes epidémicos (malaria, dengue, cólera, EDAs, IRAs, etc) como consecuencias de la variabilidad climática, el 2007 las inundaciones costaron cerca de 453 millones de dólares y el 2008 superaron los 500 millones de dólares, cerca al 5% de su Producto Interno Bruto.

Sin embargo, los eventos clásicos de la variabilidad climática no pueden ya ser considerados como eventos cíclicos naturales, enteramente responsables de las emergencias o desastres, dado que los cambios en el comportamiento habitual del clima; la variación interanual o interdecadal y los cambios en los regímenes de precipitación, no explican del todo la magnitud de los impactos.

El índice multivariado de “El Niño Oscilación del Sur”(ENOS), desarrollado por la NOAA y aplicado localmente, muestra que los últimos eventos en Bolivia han sido moderados<sup>4</sup>, sin embargo, los impactos han sido severos, tanto cualitativamente como cuantitativamente<sup>5</sup>. El Índice Multivariado ENOS relacionado con el número de declaratorias de emergencias y desastres en Bolivia, del periodo 1989 – 2004, mostró una reducida correlación, a partir de 1997, mientras que la correlación fue mayor con los incrementos de la temperatura superficial del planeta reportado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y del Modelo Japonés (Simulador de la Tierra), lo que estaría señalando que los impactos en el territorio nacional, están asociados ya al cambio climático, independientemente de la presencia o no de “El Niño o La Niña. Figura 4.10.

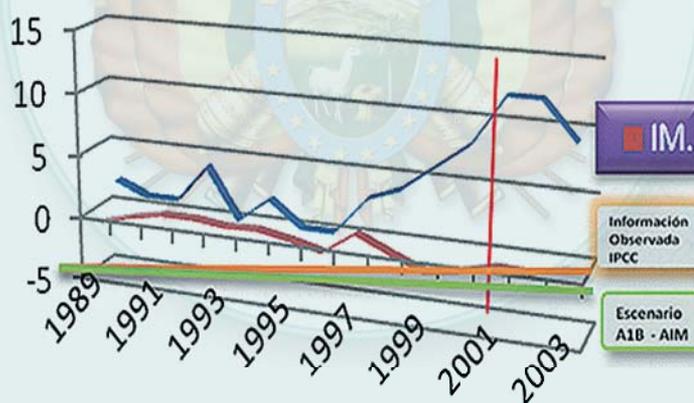


Figura 4.10 – Comparación del Índice multivariado ENOS respecto a Emergencias y Desastres en Bolivia  
Fuente: Aparicio M. Con valores del Índice Multivariado ENOS de la NOAA, 2008.

Las inundaciones y sequías, ocurren regularmente en Bolivia. La amenaza grave de los eventos extremos y la urgencia de la adaptación fue enfatizada en Bolivia durante los meses de diciembre 2007 a – febrero 2008, cuando el país entero fue

3 Eventos Niña y Niño leves o moderados pero que han causado impactos mayores

4 Actualmente, se considera que no es pertinente catalogar los eventos de la variabilidad climática como Moderados, débiles e intensos en términos de cuantificar o esperar impactos moderados, débiles, o intensos

5 El comportamiento registrado en ambos fenómenos (el Niño en 2006/2007 y la Niña 2007/2008), tienen indicadores ENOS moderados. Sin embargo, han producido un record histórico de hasta 1.5 m. de agua en las áreas de inundación

afectado por las inundaciones. Los departamentos más severamente inundados fueron el Beni y Santa Cruz. La inundación ha sido valorada como la peor en 25 años, (pérdidas de 4,5% del PIB) afectando 116.000 familias – y a más de medio millón de personas y matando a 54 personas. 75.000 familias fueron desplazadas, y 200.000 hectáreas de cosechas de alimento y cultivos principales han sido dañadas. (Ver figura 4.11).

### PERDIDAS POR EL NIÑO Y LA NIÑA 2007/2008

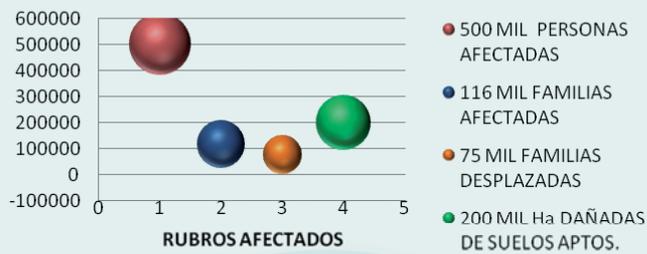


Figura 4.11 – Impactos de eventos extremos  
Fuente: Elaboración propia

Los eventos extremos están determinados por aumentos en la precipitación en el pie de monte de la Amazonía, lo cual ha generado importantes inundaciones en Trinidad que comprometen el logro de las metas de desarrollo (Ver Mapa de Precipitaciones en pleno Fenómeno de La Niña en Figura 4.12)

La infraestructura en operación, se halla expuesta a la fuerza de los eventos extremos con aguas de desborde, que incrementa los riesgos para la salud de la población. Además de proveer avisos a las autoridades y comunidades sobre la inoperancia de los sistemas de evacuación de aguas de lluvia y poner de manifiesto las vulnerabilidades del modelo de urbanismo que tampoco responde a criterios de ordenamiento territorial.

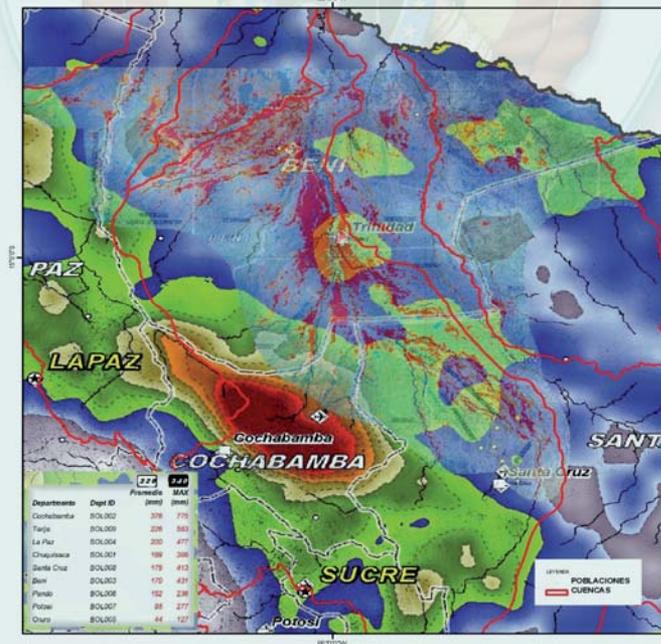


Figura 4.12 – Precipitaciones pluviales producidas durante el mes de Enero de 2008, con coloraciones que van desde el azul hasta el rojo, donde el rojo implica volúmenes de precipitación de hasta 775 mm de agua. Las áreas inundadas se señalan en manchas rojas y anaranjadas distribuidas en los departamentos de Santa Cruz y Beni. Estas áreas responden a la imagen satelital tipo RADAR del 14 de Febrero de 2008. Fuente: UNOSAT y PNCC.

Las lluvias intensas también han ocasionado emergencias en ciudades como la Paz, donde los fenómenos extremos de lluvias muy intensas y concentradas en poco tiempo, así como las granizadas fuertes han puesto en peligro y de hecho han determinando pérdidas humanas y materiales de gran consideración.

Por otra parte las sequías anunciadas para regiones del altiplano ya se han hecho presentes comprometiendo el suministro de agua para aquellos que disponen del servicio (Reducciones en la precipitación del altiplano en un % para los próximos años) y debido a su mayor recurrencia van a retardar las soluciones para aquellos que no lo tienen.

### La retracción de glaciares el impacto más trascendental



Figura 4.13 – Evolución de la retracción de glaciar Chacaltaya (Fuente Ramirez E)

De manera sistemática los glaciares de Bolivia están ingresando en procesos de retracción, como consecuencia del cambio climático. Estos glaciares de características tropicales se constituyen en importantes fuentes de agua para diversos usos como la energía, la agricultura, el consumo y la recarga natural de acuíferos y de bofedales.

Estudios del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA (IHH) han determinado que los glaciares como el Chacaltaya (antiguo centro turístico de sky) prácticamente se ha extinguido, como lo reporta la última evaluación del IPCC. Lo propio sucede con el glaciar Charkini que ha perdido importante masa glaciar.

El Programa Nacional de Cambios Climáticos, conjuntamente el IRD y el IHH han desarrollado un estudio sobre la retracción del glaciar Tuni Condoriri, ubicado en la cordillera real, habiéndose establecido que este glaciar, en los últimos 50 años ya se habría retraído en aproximadamente 35% con las implicancia sobre los sistemas de abastecimiento de agua para ciudades de El Alto y La Paz y para el riego y la generación de energía. El mapa muestra de la figura 4.14 el proceso de retracción del glaciar Tuni Condoriri entre 1956 y el 2006.

De seguir éste proceso se considera que el Condoriri se agotaría en el año 2045 y el Tuni el 2025. (Ramírez et Al 2006). Asimismo, estudios recientes en una primera aproximación evidencian que el 80% de los glaciares en Bolivia estarían en proceso de retracción.

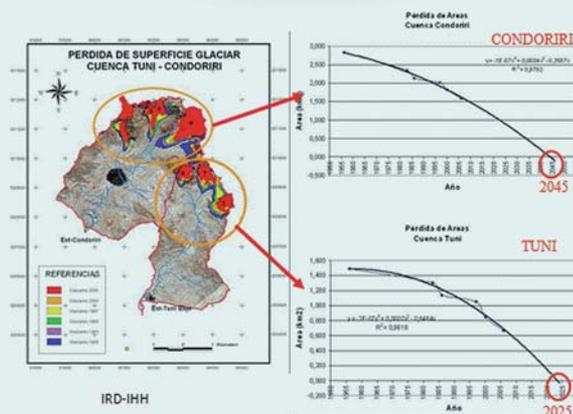


Figura 4.14 – Retracción de glaciares Tuni y Condoriri (Fuente: Ramirez E.)

Es importante remarcar que en Bolivia, existen dos grupos de investigación (GREATICE y GRANT). Básicamente desde la década del 90, Unidades de Investigación conformadas por científicos bolivianos del Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) de la Universidad Mayor de San Andrés y científicos franceses del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), han desarrollado estudios en los glaciares de la Cordillera Real de Bolivia, específicamente en los glaciares de Zongo, Charquini Sur y Chacaltaya (16° S), que forman parte del listado de benchmark glaciares del WGSN. Entre los resultados más relevantes de los estudios glaciológicos, se destacan:

- La temperatura, precipitación, humedad relativa, nubosidad, radiación solar y albedo son los principales factores del complejo sistema glaciares-atmósfera que gobierna el comportamiento de los glaciares. En base a la información de estaciones meteorológicas y el análisis de datos de NCEP-NCAR<sup>6</sup>, la temperatura media en los Andes Tropicales se incrementó en una tasa de 0,1°C por década en los últimos 50 años y por encima de los 0,2 °C por década durante los últimos 30 años (Vuille et al. 2003).
- La observación sistemática mensual en los glaciares montañosos y el análisis de correlación con la ocurrencia de fenómenos ENSO demuestran una predominante influencia de estos fenómenos hidrometeorológicos en el comportamiento de los glaciares andinos: Durante fenómenos El Niño, las tasas de deshielo se incrementan significativamente y sucede lo contrario en Fenómenos Niña, vale decir que en la fase fría del ENSO existe más bien cortos períodos de ganancia de las masas nivales. Consecuentemente, los glaciares tropicales de los Andes son indicadores por excelencia de la variabilidad climática global (Francou et. al, 2005).
- En la década de 1992-2002 el balance de masa de los glaciares a nivel regional tiene una fuerte tendencia de retroceso y las tasas de ablación superan entre tres a cinco veces al de las décadas precedentes, principalmente como resultado de la intensificación y mayor frecuencia de los fenómenos El Niño. En los casos de Zongo y Antizana la pérdida de la columna de agua es equivalente a 3-5m, En el caso del Chacaltaya el retroceso es más dramático, presenta déficits mayor de 13 metros de columna de agua equivalente por década y una tasa promedio anual de retroceso de superficie del 14.4 %. (B. Francou et. al, 2003).
- El otrora glaciar Chacaltaya ha prácticamente desaparecido, ubicado muy cerca de la ciudad de La Paz, fue reconocido como la pista de esquí más alta del mundo y por ello fue uno de los sitios emblemáticos para el turismo en Bolivia. Llega a ser el glaciar tropical mejor estudiado y mejor equipado a nivel mundial constituyéndose para los científicos en un verdadero laboratorio de investigación a escala real por su alta representatividad entre los glaciares de la Cordillera Real.

La retracción glaciaria no solamente impactará sobre la falta de agua para el consumo humano, sino que generará stress con relación a su uso para la generación de energía y agricultura. La mayoría de las poblaciones rurales del altiplano boliviano se hallan asentadas a los pies de importantes nevados y utilizan estas aguas para consumo y para la agricultura de subsistencia.

Adicionalmente, los niveles de almacenamiento son sensibles a la reducción de la precipitación en este tiempo, esto probablemente se deba al cambio de formas de precipitación en alta montaña, donde se pierde gran cantidad de agua por escorrentía superficial lo que genera que en la Cuenca Amazónica se presente el mayor aporte en sedimento por el acelerado proceso de erosión en la hídrica y en las gradientes de descenso de la cordillera.

Otros estudios realizados a fines de 1998 por el Programa Nacional de Cambio Climáticos (PNCC) y el Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA, utilizando modelos de simulación, demuestran la vulnerabilidad del recurso hídrico en las cuencas del río Choqueyapu y del río Pirai, en las ciudades de La Paz y Santa Cruz respectivamente. Se encontró que en los periodos de bajos caudales, ya sea por ser época de estiaje o por periodos de baja precipitación anómala, un evento de elevada precipitación provoca una sensibilidad mucho más alta que cuando los caudales son normales ó elevados.

Los resultados mostraron que la cuenca del río La Paz y otras del altiplano son susceptibles a conflictos entre oferta y demanda de agua, así como a agudizar los impactos de lluvias cortas y de gran magnitud especialmente en lo relacionado

6 NCEP-NCAR National Centers for Environmental Prediction and National Center for Atmospheric Research

a la erosión. En la cuenca del río Pirai y gran parte de los Llanos, existe tendencia de que se incremente la probabilidad de inundaciones en época de lluvia.

Se han identificado como vulnerables las Cuencas del Río La Paz, Cuenca del Río Grande, Cuenca del Río Pilcomayo Bajo, Río Mamoré, Cuenca del Río Caine. Se tienen también identificados por sus características las regiones del Altiplano Sur, Altiplano Central y el Altiplano Norte, la Región de Chaco, la Llanura Chiquitana y los Valles Mesotérmicos principalmente debido a los déficit marcados de precipitación.

Un balance hídrico por cuencas para la época de estiaje, considerando un escenario de cambio climático de baja precipitación y elevación de la temperatura que influye sobre la evapotranspiración, muestran importantes déficits de agua en las diferentes cuencas del país. (ver Tabla 4.5. a continuación).

**TABLA 4.5**  
Balance hídrico por cuencas bajo un escenario de cambio climático durante la época de estiaje.

Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitación (106m <sup>3</sup> )	ETR (106m <sup>3</sup> )	Uso de agua (106m <sup>3</sup> )	Déficit (106m <sup>3</sup> )
Amazonas	818.810	170.811	169.810	1.655	654
Río de la Plata	234.648	17.033	16.550	1.164	681
Endorreica	191.293	6.845	6.845	692,5	692,5

Fuente: Reich, et al, 1998

Al presente este déficit es cubierto con tomas de agua de ríos de cauce permanente provenientes de los deshielos, los que bajo un eventual cambio climático sostenido podrían disminuir sustancialmente sus caudales ó hasta desaparecer, debido a la elevación de la temperatura que está provocando un acelerado proceso de retracción de los glaciares.

Por otra parte, aunque los regímenes de precipitación en períodos lluviosos no muestren déficit significativos de precipitación, la concentración de los eventos de lluvia, podría hacer que las poblaciones enfrenten falta periódica de agua debido a la mala distribución de la precipitación.

### Efectos del Cambio Climático sobre la generación de energía

Aunque al momento es difícil cuantificar el efecto de la reducción ó incremento súbito de los caudales de los ríos, otro sector fuertemente afectado por la variación hidrológica es el sector energético.

Las cuatro empresas de generación más antiguas: Guaracachi, Corani, Valle Hermoso y COBEE cuentan con centrales de generación hidroeléctrica y/o termoeléctrica. COBEE es básicamente hidroeléctrica, ya que cuenta con quince centrales hidroeléctricas y una sola central termoeléctrica (Central Kenko). Las centrales Corani y Santa Isabel de la empresa Corani, son ambas únicamente hidroeléctricas. Guaracachi cuenta con cuatro centrales termoeléctricas: Guaracachi, Aranjuez, Sucre y Karachipampa. Al igual que Guaracachi, las centrales de Valle Hermoso son termoeléctricas: Valle Hermoso y Carrasco.

Entre las empresas más recientes, la empresa Río Eléctrico cuenta con tres plantas hidroeléctricas: Kilpani, Landara y Punutuma. La Empresa Hidroeléctrica Boliviana cuenta con una planta hidroeléctrica: Chojlla, Synergia cuenta con una planta hidroeléctrica, la central Kanata, y la empresa CECBB con una planta termoeléctrica, la central Bulu Bulu. De esta manera se puede apreciar que gran parte del consumo energético del país depende de fuentes hidrológicas, la mayor parte dependientes del caudal de los ríos generados en las montañas.

En este sentido, la reducción de los glaciares reducirá los niveles de agua en las represas la misma que conducirá a una mayor demanda de otras fuentes de energía. Si no se planifica podría generar una crisis energética de consideración especialmente en áreas de ciudades grandes durante el periodo de estiaje. Por lo mencionado, será necesario considerar medidas de adaptación basadas inicialmente en una adecuada valoración de la vulnerabilidad de este sector y en el estudio de opciones orientadas a reducir esta.

## El cambio climático en los lagos Poopó y Titicaca



Figura 4.15 – Sistema TDPS

El Sistema TDPS (Titicaca – Desaguadero – Poopó – Salar de Coipasa) se compone principalmente de la red hidrográfica de la cuenca del Lago Titicaca por el Norte, y las zonas de las cuencas del Alto y Medio Desaguadero, del Mauri, Lago Poopó y del Salar de Coipasa por el Sur (ver figura 4.15).

El aporte anual total de los tributarios al Lago Titicaca es de 201 m<sup>3</sup>/s. Si a ello se agregan 270 m<sup>3</sup>/s correspondientes principalmente a las precipitaciones sobre el lago y se sustraen las pérdidas por evaporación estimadas en 436 m<sup>3</sup>/s, despreciando otras fugas o pérdidas, queda un promedio anual de 35 m<sup>3</sup>/s de excedentes a ser evacuados por el Río Desaguadero, el que durante su recorrido recibe diversos aportes. Antes de bifurcarse para llevar sus aguas al Lago Poopó, tiene un caudal medio anual de 89 m<sup>3</sup>/s.

Las sequías y las inundaciones han constituido los riesgos naturales de mayor impacto ambiental, social y económico en la región del TDPS. Históricamente hay registros de por lo menos 12 grandes sequías y 10 inundaciones. Durante los años 80 ocurrieron sequías muy importantes en 1982-83 y 1988-89 y, en los años 1986-87, la mayor inundación del presente siglo. Las sequías del decenio pasado produjeron pérdidas económicas estimadas en US\$216,5 millones, mientras que la gran inundación anegó 46.000 hectáreas en las riberas del Lago Titicaca y ocasionó pérdidas en todo el Sistema TDPS por US\$125 millones. En total, las pérdidas por estos conceptos sumaron cerca de US\$341,5 millones.

Tanto las sequías como las inundaciones están ligadas a los regímenes naturales de lluvias y caudales (UNEP - *Diagnostico Ambiental del Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopo-Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Bolivia-Perú*).

Un estudio reciente (Pillco&Bengston 2006) refleja una total correspondencia en los niveles de los lagos Titicaca y Poopó y señala que desde los años 90 el nivel de agua cayó por debajo de la cota de vertedero lo que provocó impactos sobre el lago Poopó. Estas variaciones están relacionadas con el fenómeno de El Niño y también a la variabilidad interanual del clima.

### EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN EL TITICACA Y POOPÓ

Según el estudio de Pillco se analizaron dos escenarios: a) Doblamiento de CO<sub>2</sub> que para el 2050 establece en la zona altiplánica un incremento de temperatura de 1.6°C y 20% de incremento en la media de la precipitación; y b) una tendencia de elevación de la temperatura de 1.5°C. Bajo el primer escenario (C=1.6°C y P=+20%) incrementaría en 2 m el nivel del agua en el Lago Titicaca lo que significaría generar una descarga de 100 m<sup>3</sup>/s, lo que provocaría se

sobrepase el nivel de excedencias e inclusive el lago Poopó y el Uru – Uru podrían formar un solo lago que podría incluso inundar la ciudad de Oruro (Pillco & Bengtsson, 2007; Pilco 2007) . Bajo el segundo escenario, ( $C=1.5^{\circ}\text{C}$ ) el nivel del Lago Titicaca podría descender 6 m por debajo de la cota de excedencias y generaría la desaparición del Lago Poopó generando el peligro de estabilidad hídrica en los ríos Desaguadero y Mauri.

### Escenarios de impacto del Cambio Climático sobre los servicios de agua y saneamiento en Bolivia

Existe dificultad para identificar los efectos a nivel local, pero los efectos observados combinados con proyecciones proveen bases útiles para preparar el futuro.

La reducción en la disponibilidad de agua puede darse debido a:

- a) Disminución de los caudales en cuencas por la retroceso de los glaciares y estaciones secas más largas y más frecuentes
- b) Disminución de la precipitación del verano, que reduce el agua almacenada en los embalses alimentados por ríos de curso estacional.
- c) Variabilidad interanual de las precipitaciones y cambios estacionales en los caudales de las corrientes superficiales.
- d) Reducción de agua subterránea
- e) Incremento en la evapotranspiración, como resultado de altas temperaturas del aire.
- f) Incrementos en el uso del agua para la irrigación.



En algunas áreas la provisión del agua podría disminuir y sobreexplotar el agua de las napas freáticas, con costos incrementales para la provisión de agua (para cualquier uso) como resultado, de la necesidad de entregar agua de fuentes más profundas y lejanas.

Adicionalmente la sobreexplotación de los depósitos de agua de la napa freática, podría llevar en algunos casos al deterioro de la calidad de agua.

El aumento de la escasez de agua, combinado con el incremento de la demanda de alimentos, y/o el uso de agua para la irrigación, como resultado de las altas temperaturas, harán que se potencialice la reutilización del agua. Áreas con bajas coberturas sanitarias podrían practicar un reuso incontrolado del agua, de aguas contaminadas e incluso de aguas servidas. El deterioro de la calidad del agua, como resultado de la variación del caudal, podría generar un incremento de la concentración de contaminantes, por disminución de la capacidad de dilución de los cuerpos de agua. Al mismo tiempo, el caudal incrementado de agua, desplazaría y transportaría sedimentos del suelo al agua, a través de la erosión hídrica.

También, un incremento de las tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedades hidroconducidas (tanto para los escenarios húmedos y secos) son esperados, en relación a una provisión insuficiente de agua potable y un incremento de los patógenos combinados con altos caudales de agua durante las precipitaciones extremas. El acceso al agua potable es muy deficiente para las poblaciones rurales de Bolivia, las que incrementarían su déficit bajo condiciones de cambio climático.

#### 4.1.4 Impactos del Cambio Climático en la Salud

Las enfermedades tienen diferente grado de sensibilidad a los parámetros climáticos, por lo que su respuesta a estos fenómenos ya sea a la variabilidad o a los cambios climáticos, dependerá de su alta, mediana o ninguna sensibilidad a los mismos<sup>7</sup>.

7 Entre los grupos de enfermedades alta y medianamente sensibles al cambio climático tenemos: Enfermedades transmitidas por vectores,

Los efectos sanitarios del cambio climático en Bolivia, se desenvuelven sobre una base de vulnerabilidad e inequidad. Las repercusiones potenciales afectan más a algunos grupos de población que a otros, en virtud de su nivel de pobreza, educación, densidad demográfica, desarrollo económico, disponibilidad alimentaria, ingresos, condiciones ambientales locales, estado de salud, calidad y disponibilidad de servicios sanitarios y disponibilidad de sistemas de alerta temprana. Por ello, los efectos sanitarios del cambio climático en el país ya tienen una variante geográfica y contextual importante.

### Características de importancia sanitaria

Las características, geográficas, demográficas, el nivel de ingresos, los tipos de ecosistemas, el clima, las características étnicas, el nivel de nutrición entre otros, condicionan el perfil epidemiológico de un país. Bolivia, por sus características topográficas muy particulares tiende a los desastres, por lo que la ocurrencia regular de fenómenos naturales relacionados con la variabilidad climática, como las inundaciones, sequías granizadas y heladas es inherente al país y por ende a factores de salud. (Ver figura 4.16)

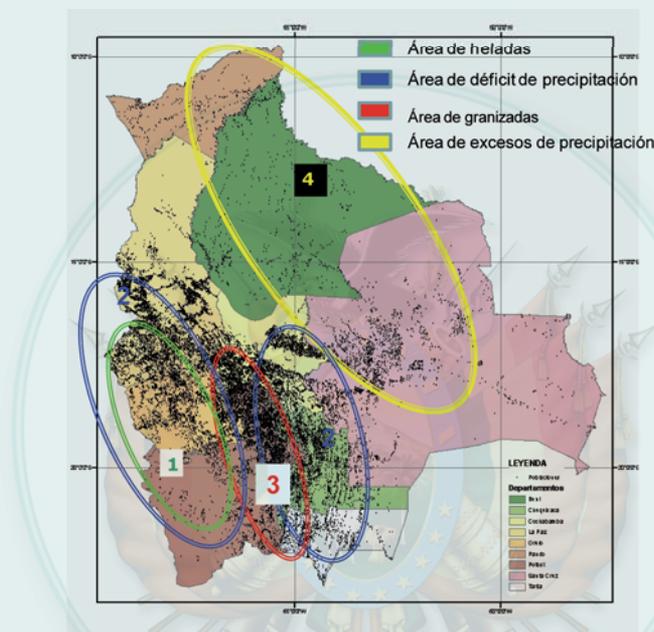


Figura 4.16 – Áreas de Mayor Riesgo a Eventos Meteorológicos Extremos, Bolivia 1989 -2007  
Fuente SENAMHI

### Vulnerabilidad sanitaria a los impactos del Cambio Climático

La salud humana, es afectada por el clima cambiante. La malaria, el chagas, el dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores, presentan una tendencia creciente y pueden llegar a ser una amenaza substancial para la población en los próximos 5 a 10 años.

Cada año mueren 623 mujeres por complicaciones del embarazo, parto y posparto; 222 pierden la vida por cada 100.000 nacidos vivos, y 27 niños fallecen por cada 1.000 nacidos vivos. El 50 por ciento de la mortalidad infantil está representada por las muertes neonatales (menores de un año), y el 40 por ciento restante por niños menores de cinco años.

Uno de los más serios problemas para la salud en Bolivia, es la desnutrición. (Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas -PMA). Lo que representa más de 28.000 casos de desnutrición en la población menor de 5 años, y un 26% de desnutrición en el país (PMA 2009). A cuya consecuencia, los costos públicos y privados en salud, se incrementaron en 14 millones de dólares, por la mayor atención de patologías derivadas de la desnutrición infantil.

*enfermedades relacionadas con temperaturas extremas, enfermedades infecciosas, enfermedades transmitidas por el agua, enfermedades nuevas, emergentes y re-emergentes, efectos sobre la salud humana provocados por los desastres*

El análisis de la desnutrición, refuerza el sentido de urgencia que debe darse a los esfuerzos por erradicar la desnutrición infantil, cuyos daños físicos y psicológicos son irreparables en niños y niñas y que por efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos y la inseguridad alimentaria está mostrando una tendencia incremental.

En general, los cambios en las condiciones climáticas pueden tener cinco tipos de repercusiones generales sobre la salud que ya están en mayor o menor grado presentes en Bolivia:

- Repercusiones más o menos directas, causadas en general por eventos meteorológicos extremos.
- Repercusiones sanitarias provocadas por la variabilidad climática sobre enfermedades sensibles al cambio climático
- Consecuencias para la salud de diversos procesos de cambio ambiental y perturbación ecológica resultantes del cambio climático, como la que se aprecia en enfermedades transmitidas por vectores.
- Diversas consecuencias para la salud (traumáticas, infecciosas, nutricionales, psicológicas y de otro tipo) que se producen en poblaciones desmoralizadas y desplazadas a raíz de perturbaciones económicas, degradaciones ambientales y situaciones conflictivas originadas por el cambio climático.
- Impactos que se suman a la vulnerabilidad institucional, relacionada con las instituciones del sector salud, las comunidades, gobiernos municipales, departamentales e instancias nacionales

Los eventos extremos, están incrementando la morbimortalidad de la población, produciendo un mayor número de muertes, lesionados y enfermos, o ampliar reactivamente la cantidad de casos de enfermedades sensibles al cambio climático. Además, están asociadas al surgimiento de cuadros infecciosos y enfermedades transmitidas por vectores, infecciones respiratorias agudas, enfermedad diarreica aguda, cólera, malaria y dengue, picaduras de ofidios, además de dermatitis en las zonas bajas del país.

Frente a las anomalías climáticas, las enfermedades sensibles al cambio climático, no siguen sus respectivos patrones estacionales, conllevando a la aparición de brotes, incrementos o reducciones en su incidencia, así como presentaciones fuera de su temporalidad habitual. A lo anterior se suma, el hecho que estas anomalías estarían condicionando la presentación en el país de enfermedades nuevas, reemergentes y emergentes. Este incremento, puede exceder las capacidades instaladas de atención y en ocasiones colapsar los servicios de salud, pese a todo el esfuerzo nacional para reducirlos.

El evento el Niño tipo 1 del 97/98 ha permitido la presentación de varios brotes epidémicos (malaria, dengue, cólera, EDAs, IRAs, etc) como consecuencias de los records de temperatura y precipitación pluvial como expresión de la variabilidad climática, presente en áreas del altiplano medio de Bolivia.

El comportamiento histórico de los eventos extremos, demuestra que las inundaciones son las más frecuentes y las que más producen pérdidas sanitarias y económicas; el 2002 (Febrero negro) en la capital de Bolivia, 70 personas murieron y cerca de 40 fueron declaradas desaparecidas, como consecuencia de 70mm de lluvia y granizo que duro 45 minutos. Lo que representa, casi el doble de la precipitación pluvial que cae durante todo el mes.

De diciembre a febrero 2007/2008, el país entero fue afectado por las inundaciones por efectos acentuados de la variabilidad climática, sobre una base de cambio climático. Los departamentos severamente afectados fueron: el Beni y Santa Cruz. Este último, concentró al 70% de los enfermos de dengue clásico, con 400 confirmados. Se tuvo más de 1.300 sospechosos en todo el país, y se presentaron 18 casos de dengue hemorrágico

El Niño 2007, anegó un tercio del territorio beniano, produjo rápidamente 1.000 casos de malaria, 90% producido por *Plasmodium vivax*, afectó a Pando con 212 enfermos, Tarija con 253 casos, y también se presentaron casos aislados en el trópico de Cochabamba.

En el departamento del Beni, el 12 de febrero de 2008, 11.329 familias fueron damnificadas, 3.697 familias evacuadas a campamentos (albergues) y se atendieron 253 casos de Infecciones Respiratorias Agudas -IRAs: (con y sin neumonía). 216 casos de Diarreas – EDAs, 140 afecciones de la piel, 28 enfermedades Osteomusculares y otras patologías en un número de 148 (OPS/OMS EDAN). La inundación ha sido valorada como la peor en 25 años, afectando 116.000 familias – y a más de medio

millón de personas y matando a 54 personas. 75.000 familias fueron desplazadas. 200.000 hectáreas de cosechas de alimento y cultivos principales han sido dañadas.

Las inundaciones ocurridas en la ciudad de Trinidad (capital del Beni) y alrededores, han favorecido la presentación de Leptospirosis, una enfermedad de reciente aparición en Bolivia. Ver Tabla 4.6.

**TABLA 4.6**  
Vigilancia Epidemiológica Trinidad – Febrero 2008

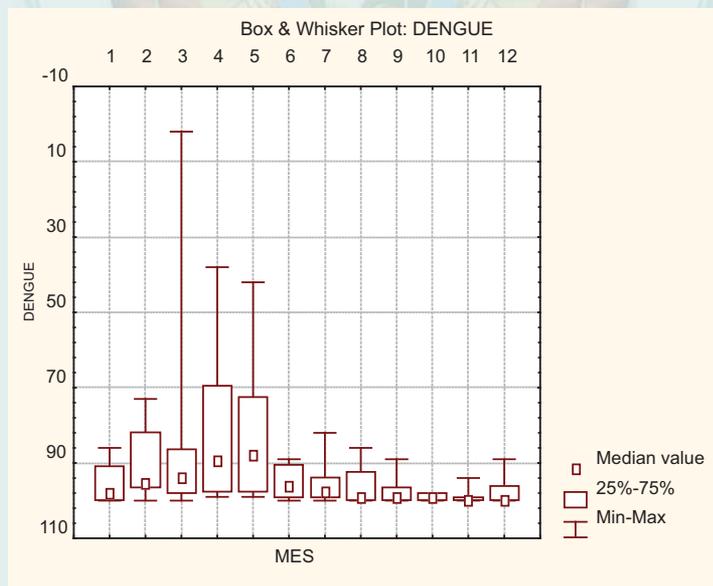
Enfermedad	Sospechosos	Positivos (14-2-2008)
Dengue	94	4
Leptospirosis	50	5
Rabia	16 casos de mordeduras	2 confirmados en canes
Fiebre hemorrágica	1(que falleció)	
Rubéola	1 (9 meses sin vacuna)	
Mordedura por ofidios		3

Fuente MSD

### El dengue, la variabilidad climática y el Cambio Climático

La variabilidad climática, y su expresión en enfermedades en Bolivia, tienen como ejemplo claro al Dengue, que luego de 50 años de silencio epidemiológico en el país, resurgió los años 1997 - 1998 en la ciudad de Santa Cruz, coincidente con un evento ENSO fuerte.

La presentación de casos en esa ciudad sigue desde esa fecha una presentación de carácter unimodal de enero a mayo, con un máximo en abril. Figura 4.17.



**Figura 4.17** – Patrón Estacional del Dengue Santa Cruz de la Sierra 1998-2007  
Fuente: Aparicio Marilyn, 2009

Lo anterior, coincide con valores (+) del IB1<sup>8</sup> y que responde a una elevada precipitación pluvial, alta humedad relativa y elevadas temperaturas, asociada a una importante oscilación térmica. El descenso de los casos en 1998 coincidió estacionalmente con una disminución de la precipitación pluvial e inicio del invierno, señaladas por el IB2 en esta zona. Figura 4.18

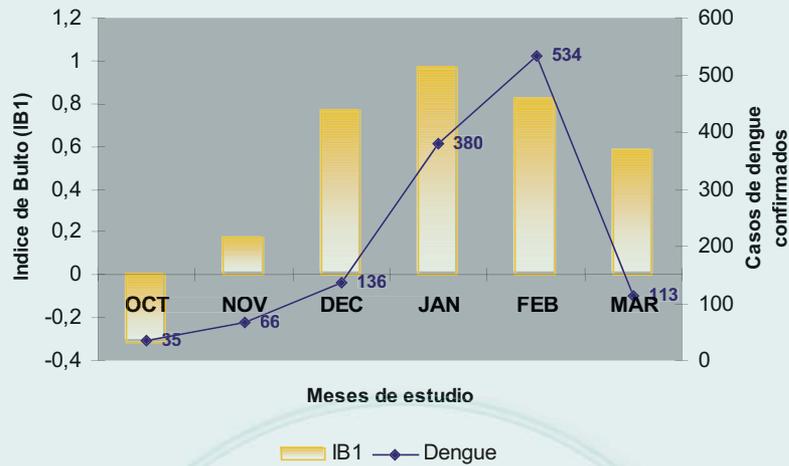


Figura 4.18 – Estacionalidad del Dengue Coincidente con Valores Positivos del IB  
Fuente: Aparicio M. Aparicio James, Ríos Ninón

Al analizar la relación entre la incidencia de casos de dengue reportados por el Subsistema Nacional de Información en Salud (SNIS) de Bolivia de 1996 al 2007, con el Índice Multivariado ENOS, se aprecia una importante correlación de 1996 al 2001, con un pico importante el año 1997. Sin embargo, a partir de 1999, el Dengue en el país muestra una clara tendencia incremental y ya no está siguiendo la oscilación del índice ENSO, lo que mostraría que esta enfermedad ya no es dependiente de la variabilidad climática y que otros factores dependientes del cambio climático están ejerciendo un efecto mayor sobre la presentación de casos. Lo que coincide con los incrementos de la temperatura del planeta reportados por el IPCC y los escenarios A1B AIM. Figura 4.19

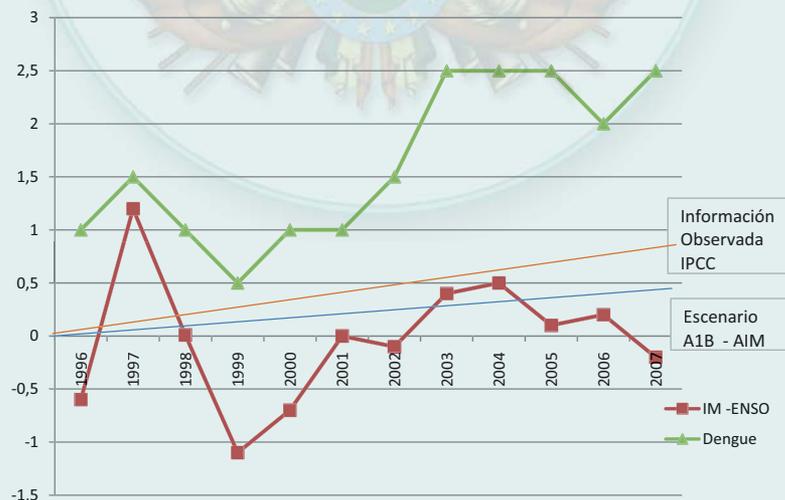


Figura 4.19 – Correlación entre la Incidencia de Dengue y el Índice Multivariado ENOS y Escenarios de Cambio Climático Bolivia 1996-2007

Fuente: Aparicio Mariyn, Arana Ivar 2009  
Con valores del Índice Multivariado ENOS de la NOAA, 2008.

El calentamiento global, estaría entonces ejerciendo su efecto sobre la presentación de los casos de dengue, al proveer condiciones climáticas y ecosistémicas adecuadas para el desarrollo vectorial.

### **IRAs, y EDAs, y la variabilidad climática**

Bolivia, tiene como uno de los problemas más serios de salud las IRAs y EDAs, que se han estudiado en relación a la variabilidad climática

### **Respuesta de las enfermedad diarreicas agudas (EDAs)**

Estudios realizados por Aparicio M., Ortiz P., Chavez R (2004) para las capitales de Departamento en Bolivia, relacionados a la influencia del clima y su variabilidad para cuatro enfermedades, señalan para las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs) una marcada fluctuación estacional, que está de acuerdo a las variaciones del clima en el país, con índices estacionales altos en dos periodos:

- El primero entre los meses de abril a mayo, coincidiendo con la época de menor precipitación (época seca), inestabilidad de temperaturas que señalan el inicio del invierno austral.
- El segundo período se manifiesta entre los meses de octubre a diciembre, pudiendo en algunas zonas hacerse presente tempranamente como en agosto o extenderse hasta enero del siguiente año, coincidiendo con la presencia de precipitaciones abundantes, temperaturas más altas, condiciones climáticas que favorecen la contaminación de las aguas potables, y la mayor replicación bacteriana.

### **Respuesta de las IRAs y neumonías**

Las Infecciones Respiratorias Agudas y las neumonías, presentan en la mayoría de los municipios que fueron estudiados una marcada fluctuación estacional, que está en correspondencia con las variaciones del clima. Según el patrón epidemiológico de la enfermedad, la mayor vulnerabilidad en el país, se presenta en las zonas altiplánicas y se manifiesta en los meses de mayo a agosto, coincidiendo con el período de déficit de precipitaciones, inestabilidad climática y bajas temperaturas, que caracterizan al período de transición o al invierno austral.

En general, podemos decir que las IRAs y Neumonías en las regiones estudiadas, aparecen a finales del otoño, predominan en invierno y presentan cierto repunte en los meses de transición en Bolivia. Este hecho coincidiría con una etiología de carácter viral primero, mixta después y bacteriana posteriormente, coincidente con el estudio “Factores de riesgo para IRAs y Neumonías (Mejía H, Moscoso A, 2001).

### **Consecuencias para la salud de diversos procesos de cambio ambiental y perturbación ecológica resultantes del Cambio Climático**

La distribución geográfica de las enfermedades, particularmente de las transmisibles, están condicionadas por los límites de tolerancia al clima y a la posibilidad de sobrevivir que posean las especies patógenas o transmisoras. Lo que es demostrado por la “estacionalidad”, que siguen las distintas enfermedades, en la que los agentes infecciosos, vectores, hospederos y reservorios han desarrollado estrategias para sobrevivir ante la variabilidad normal del clima.

El perfil epidemiológico nacional, se ha caracterizado por presentar enfermedades de carácter tropical como la malaria, leishmaniasis, dengue y otras, en las zonas orientales, bajas, cálidas y húmedas de Bolivia. Sin embargo, los cambios ambientales globales y particularmente el cambio climático, está creando hábitats adecuados para el desarrollo vectorial, en zonas donde anteriormente no existían, ubicadas en el occidente del país.

En el caso específico de la malaria, la altura, la escasa fauna y flora, el clima frío y poco húmedo y la ausencia del parásito y del vector en el occidente de Bolivia, conformaban un ambiente poco adecuado para la presentación de casos endémicos de malaria, por lo que los casos esporádicos que se registraban en la zona, correspondían a casos importados de zonas bajas y cálidas del país y en la mayoría de los casos llegaban al área con tratamiento ya instaurado.

En ese marco, uno de los primeros signos de cambio, se presentó el año 1998, a 50 Km al este del lago Titicaca en la zona de Ambaná perteneciente a los Municipios de Carabuco y Mocomoco del Departamento de La Paz, con alturas que oscilan

entre los 2615 - 3590 m.s.n.m., con un brote de malaria en 9 comunidades: Tuntunani, Mollebamba, Caldera Sehuenquera, Huayk | ayapu, Locrohui, Huilacunca, Caranani, y Yawarquilla, de enero a mayo, con un pico en marzo.

El mayor número de casos, se reportó en Tuntunani. En esta una comunidad de 250 personas (1998) situada en el valle del río Mullutuma del Cantón Ambana, se detectaron, 50 casos (20% de la población)<sup>9</sup>, afectando a personas comprendidas entre los 15 a 49 años (50%), 10 a 14 años (23%) y mayores de 50 años (20%). Los pobladores refirieron la presencia de “zancudos” predominantemente en marzo al anochecer. Los servicios de salud, alertados respondieron oportunamente y confirmaron que se trataba de casos de malaria producida por *Plasmodium vivax*

Con dichos antecedentes, el proyecto “NCAP<sup>10</sup>, Estudios del Cambio Climático” impulsado por el Programa Nacional de Cambios Climáticos, seleccionó dicha zona como una de sus áreas de trabajo, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad de la salud humana al cambio y variabilidad climática en ecosistemas de montaña y desarrollar medidas integrales y participativas de adaptación. Se realizó una evaluación multidisciplinaria, donde participaron varias instituciones nacionales, departamentales y locales, que comprendió la evaluación epidemiológica, ecosistémica, climática, socio-económica y un estudio de las percepciones culturales sobre la salud, en relación al clima.

Los resultados de la evaluación climática, mostraron el incremento de 0,85°C de temperatura entre la línea de base y el clima actual, y que en febrero y marzo de 1998 se registraron máximos históricos de precipitación pluvial y temperaturas en el área, que corresponden a efectos del evento ENOS Tipo I de 1997-1998.

La evaluación ecosistémica (Aparicio James y cols 2007), presentó una zona formada por valles secos y cabeceras de valle con alta intervención humana. Se identificaron 5 especies de aves, que están asentadas por encima de su límite altitudinal y/o en el margen superior del mismo, murciélagos y ratones migrantes (bajan en invierno, y suben a la zona en época de lluvias y de mayores temperaturas). Se identificó en la zona, *Dodonaea viscosa* (provee refugio al vector) y la *Litbraea molleoides* como fuente alimenticia. Lo llamativo de esta última, es que su distribución era más austral y no existía anteriormente a esta altitud; lo que podría sugerir que se están produciendo cambios climáticos y ambientales que favorecen la ampliación de su estadistribución.

La evaluación entomológica confirmó la presencia del vector en la zona, identificándose tanto larvas como adultos de *Anopobes pseudopuntipenni*, en Tuntunani, Huaycayapo y Mollibamba, a partir del mes febrero. Los hábitats identificados, se encuentran a orillas de los ríos, y en charcos de agua, no muy cristalina con algas verdes poco frecuentes, y con poca vegetación circundante, identificándose además que es una especie que tolera bajas temperaturas. Figura 4.20



Figura 4.20 – Comunarios señalando un criadero

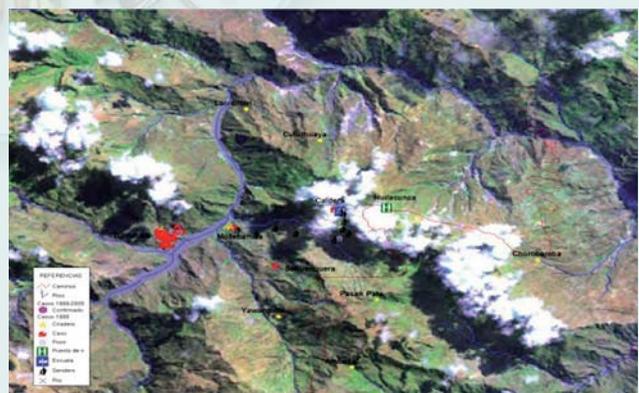


Figura 4.21 – Zona detectada con Malaria de altura  
Fuente: Aparicio M., Malaria de Altura NCAP II – PNCC 2007 – Foto Aparicio J 2007

9 Rutar Tina Reporte para el CSRA (2001)

10 Netherland Country Assistance Program

Los resultados de la evaluación epidemiológica, confirmaron los casos de 1998 en las comunidades seleccionadas, que corresponden a un ecosistema de montaña. A esto se suma la presencia referida de casos esporádicos posteriores a esa fecha 1999-2005 (sumarían 83 casos desde 1998). Además, que el monitoreo epidemiológico activo de la zona desde noviembre del pasado año permitió, detectar 10 casos confirmados de malaria por *Plasmodium vivax* el 2006. Figura 4.21.

### Respuesta de la Malaria en el norte de Bolivia<sup>11</sup>

La malaria es sensible a las variaciones y cambios en las tendencias del clima, mostrando diferencias marcadas entre el periodo de la línea de base y la situación actual. El Paludismo producido por *Plasmodium falciparum*, es estacionalmente bimodal, con dos periodos incrementales que van de marzo a junio y de octubre a noviembre con períodos de remisión en el resto de los meses. Sin embargo, los casos se presentan durante un mayor número de meses, lo que resulta particularmente importante dado el carácter de alta letalidad de la enfermedad producida por este agente.

El cambio climático puede favorecer en un 11,3% el desarrollo de nuevos casos de malaria producida por *Plasmodium vivax* y 43,6% de los casos producidos por *Plasmodium falciparum*, con un promedio del 30% para ambas (Aparicio M, Ortiz P.2000)

La proyección para el 2010 mostró que la malaria incrementará su canal endémico en 20% en las áreas de estudio y que su transmisión de bimodal se transformara en multimodal

### Respuesta del Dengue en Bolivia<sup>12</sup>

El dengue, que no estaba presente en el país, se inició en Santa Cruz de la Sierra y se expandió, a Cobija, Yacuiba, La Paz, Chapare y otras zonas. La leishmaniasis, que asociada a los procesos de deforestación está incrementando su incidencia y área endémica y el Chagas. Para esta última enfermedad, su vector *Triatoma infestans*, que está presente en 7 de los 9 departamentos del país, (84% del territorio nacional<sup>13</sup>), debería esperarse por efecto del cambio climático que se expanda al resto del país, al ser los bosques húmedos reemplazados por bosques secos, hábitat adecuado para este vector<sup>14</sup>.

La calidad del aire está siendo monitoreada en Bolivia, por la Red MONICA, que está a cargo de los gobiernos municipales de las grandes ciudades, con apoyo de SwissContact. Los estudios realizados por esta red, muestran que los niveles de contaminación son todavía bajos en las ciudades del eje, de las cuales Cochabamba es la más contaminada, y en la que los impactos del cambio climático, como las olas de calor podrían en el futuro tener impactos sanitarios de consideración.

### Migraciones y Cambio Climático

La migración altamente prevalente en Bolivia, condiciona el desplazamiento de grupos de población hacia nuevas áreas de colonización, llevando consigo enfermedades en diferentes regiones. A lo que se suma, el intercambio continuo de personas de un área a otra, en la migración estacional por cosecha o siembra, que favorece la dispersión de estas.

Los eventos extremos, condicionan desplazamientos espontáneos u organizados de la población hacia áreas de mayor riesgo epidemiológico, donde no existirían servicios de salud, o llevarían consigo el riesgo epidemiológico que potencialmente podría extender la incidencia o el brote epidémico.

11 Aparicio M, Garcia J, Aparicio J, Rios N. Dengue Fever; Climate Change and Variability in Cruz de la Sierra Bolivia CYTED Panamá - 2009

12 Aparicio M, Ortiz P "Vulnerabilidad y Adaptación de la Salud Humana ante los efectos del Cambio Climático en Bolivia" 2000, estudio malaria y leishmaniasis en el Norte de La Paz, Pando y Beni, en cuanto a su vulnerabilidad actual y futura (10 años) ante el impacto del cambio climático

13 "En 2005, las tasas de seroprevalencia en niños menores de 15 años (casi 40% de la población) variaron de 10% en zonas urbanas a 40% en zonas rurales de seis departamentos endémicos, que constituyen casi 50% del territorio nacional. Se ha calculado que unos 700.000 niños menores de 10 años viven en el área endémica y que de ellos entre 100.000 y 140.000 estarían infectados con *Tripanosoma cruzi*."

14 Lo que se ve reforzado por reportes de presencia de este vector en áreas de amazonia que están siendo evaluado

Los efectos ambientales por contaminación, la alteración de la salud mental individual y comunitaria, la afectación de los servicios básicos, así como la escasez de alimentos y agua segura, son otros efectos sobre la salud, que se han observado en algunas zonas de desastre derivadas de eventos extremos exacerbados por el cambio climático.

La destrucción de la infraestructura sanitaria, es otro impacto que se ha estado evidenciando y puede producir la incapacidad de responder ante la emergencia y alterar la prestación rutinaria de servicios, lo que podría incrementar la morbilidad a mediano y largo plazo, al interrumpir por ejemplo la prestación y seguimiento de programas nacionales como; Tuberculosis, Desnutrición Cero, etc.

En términos sanitarios, la escasez y contaminación de los cuerpos de agua, se traduce en niveles incrementales de enfermedades hidroconducidas y enfermedades generadas por contaminación hídrica, al reducir la solubilidad de los contaminantes metálicos o la generada por residuos sólidos en los cuerpos de agua.

#### 4.1.5 Impactos del Cambio Climático sobre la Agricultura y Seguridad Alimentaria

Bolivia cuenta con 24 principales cultivos agrícolas importantes y sus derivados para la seguridad alimentaria por su aporte calórico en la dieta. Gran parte de estos dependen de los sistemas de producción existentes en el país, con diferentes características, donde existen productos de la canasta básica que tiene carácter regional, otros son de consumo nacional, en todo caso, éstos forman parte del aporte al PIB nacional y ocupan gran parte de la población económicamente activa (PEA) del área rural. Los hábitos alimentarios en las ciudades se caracterizan por el alto consumo de energía (carbohidratos) y proteína; mientras que en el área rural se tiene mayor cantidad de energía y bajo consumo en proteína (Arana; 2008).

La vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de producción agrícola en Bolivia se caracteriza por la alta dependencia del tiempo y de la distribución estacional de las precipitaciones en sistemas agrícolas industriales extensivos, intensivos de producción intermedia y agricultura de subsistencia.

Bolivia cuenta con cerca de 15 agro-ecosistemas concentrados en diferentes ecoregiones con particularidades propias de suelos, clima, acceso a tecnología y mercados; presentan una alta diversidad de productos alimentarios (Montes de Oca 1997)

Por otra parte, los sistemas de producción pecuaria son diversos con un aporte proteínico alto en tierras bajas por la actividad de la ganadería extensiva. En ciertas regiones de los valles ganadería intensiva y gran parte de las otras regiones sistemas de ganadería combinada, donde la tenencia de animales se constituye en una forma de ahorro para los agricultores del área rural en medios de vida.

Otro de los problemas que contribuyen al alto grado de vulnerabilidad en los medios de subsistencia son la tenencia de la tierra. Existen muchos conflictos asociados a la carencia de la tierra con aptitud agrícola, factor que incide en la mayor presión sobre sistemas forestales, aunque la agricultura industrial contribuye en alto grado a la deforestación (80%). Asimismo, no deja de ser preocupante la alta tasa de colonización, incluso en áreas protegidas a través de la agricultura de corta y quema que inducen a la degradación forestal acelerada.

El 75% del PIB de la actividad agrícola forestal, caza y pesca, tiene una alta sensibilidad por los efectos de los eventos ENSO, fundamentalmente por la manifestación de eventos extremos en el sector, afectando la región de tierras bajas con el impacto de inundaciones y en la parte sur del país los efectos marcados del cambio climático están presentes las sequías.

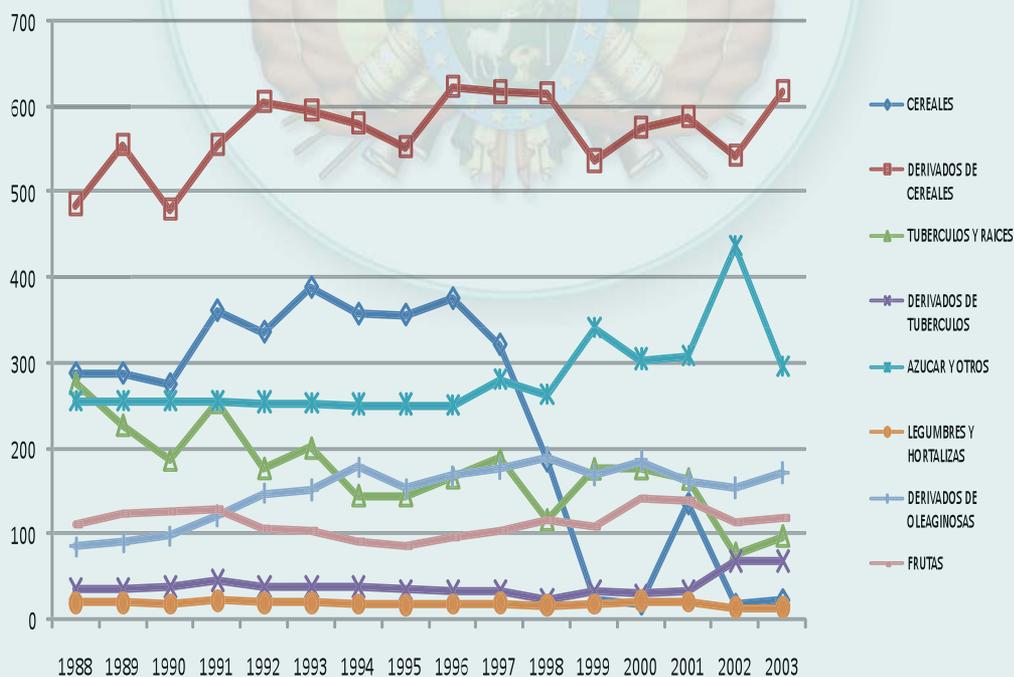
De los cuatro pilares de la seguridad alimentaria, la disponibilidad es la más vulnerable; debido a que depende de la producción agrícola que se desarrolla bajo condiciones habituales del tiempo y del régimen pluviométrico predominante. Proveniendo de la actividad agrícola y derivados cerca al 80 % de la energía ingerida por la población Boliviana, como se muestra en la Figura 4.22 que mayormente se concentra en los 24 productos agrícolas seleccionados por su mayor aporte energético en la disponibilidad de energía y nutrientes.



**Figura 4.22** – Aporte calórico de 24 principales producto agrícolas de la seguridad alimentaria en la población boliviana  
Fuente: elaboración Propia basado en los resultados de las series de las Hojas de balance alimentario 1988- 2003 SINSAAAT, 2003.

Analizando por grupos, se tiene que los derivados de los cereales, constituyen las más importantes fuentes de energía disponible, con un aporte promedio (en el periodo 1988-2003) de 570 kilocalorías por persona día. Considerando que la brecha alimentaria presenta características de desnutrición hipocalórica, en Bolivia todavía existe un demanda no cubierta de energía alimentaria que alcanza 250 Kcal por persona día.

Por otra parte, la disponibilidad de alimentos se concentra mayormente en los centros urbanos; mientras que en el área rural el problema del acceso es un factor limitante para mejorar las condiciones de alimentación (ver figura 4.23)



**Figura 4.23** – Aporte calórico de los principales grupos de alimentos con el mayor aporte calórico en Bolivia Fuente: Elaboración Propia basado las Hojas de balance alimentario (1988- 2003 SINSAAAT, 2003)

Por su parte, los tubérculos y raíces contribuyen a gran proporción de la energía alimentaria ofertada en Kilocalorías por persona/día, siendo el cultivo de papa el más importante con superficies de bajo riego. Comprende uno de los cultivos de mayor rendimiento y mayor rentabilidad para la producción nacional. Las superficies cultivadas se encuentran en incremento, como se muestra en la Figura 4.24.

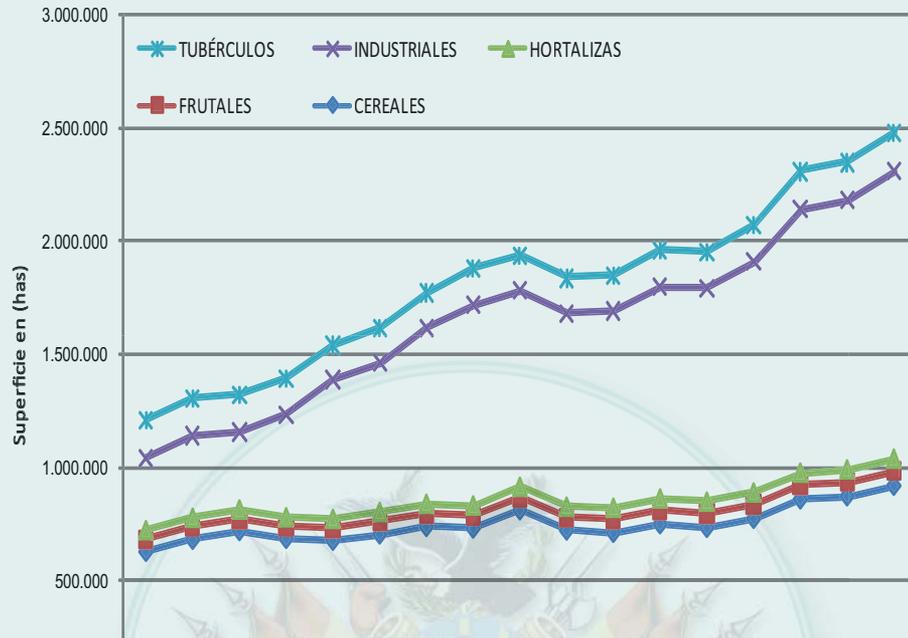


Figura 4.24 – Superficie cultivada de los productos con mayor aporte calórico por grupos. Elaboración propia con Fuente: INE, 2009

### El Arroz y el Cambio Climático

El cultivo de arroz, trigo y maíz son los de mayor aporte energético, aunque las hojas de balance no muestran el aporte como consumo directo, el cultivo de arroz es una de los principales contribuyentes a la oferta de energía como arroz pilado.

La producción de Arroz en Bolivia se realiza cerca al 80% en tierras bajas. Cuenta con una superficie cultivada de 170.005 has (INE, 2009) y el 20% en tierras altas la misma variaría en función de la precipitación en el periodo de inicio de la siembra principal, llamada también siembra grande. Bajo condiciones actuales de producción alcanzan rendimientos variables según las regiones, por lo general bajos alcanzando 2,17 Tm/ha.

La dependencia de los regímenes de precipitación hace al cultivo vulnerable en condiciones de altas temperatura demandando mayor cantidad de agua, por lo que, va en desmedro del rendimiento.

El arroz es un producto de consumo nacional, especialmente en sectores de la población de menores ingresos, quienes presentan mayor demanda, debido fundamentalmente a los bajos precios. En la colonia japonesa del departamento de Santa Cruz existe una superficie importante bajo riesgo por bancales, con rendimientos superiores a media nacional.

### Maíz, Trigo y Cambio Climático

Por otra parte, el cultivo de maíz, es otro producto agrícola de consumo nacional generado desde la región de los valles. También se lo produce para autoconsumo a nivel del altiplano con variedades locales con muy baja superficie cultivada adaptadas a las condiciones del clima.

El grado de vulnerabilidad del cultivo tiene su origen en que la probabilidad alta de acame<sup>15</sup>, es exigente de demanda de agua y nutrientes. Mayormente se conoce cultivos a secano en gran parte del país que abarca una superficie total cultivada de 354.159 has cultivadas para la cosecha como grano seco y menores superficies para su consumos como choclo<sup>16</sup>, Este es un cultivo importante para el aporte calórico en la dieta, por la alta demanda de agua en su procesos metabólicos, es altamente vulnerable a la elevación de la temperatura ya que una elevación de 0.9 °C produce un incremento en la evapotranspiración de referencia, demandando mayor cantidad de agua. Al contrario experimenta una reducción en los rendimientos de 40%. Bajo el escenario A1B generado por el MRI es probable que la pérdida supere el 50% en el rendimiento.

El trigo es un producto de vital importancia para las poblaciones de menores ingresos tanto, en el área rural, como urbana. Las principales regiones productoras se encuentran en los valles de los departamentos de Potosí, Chuquisaca, Cochabamba y también existe una importante superficie sembrada en el departamento de Santa Cruz cultivado en la siembra de invierno. La vulnerabilidad del cultivo de trigo se da por la sensibilidad que tiene a la granizada. Los déficits de precipitación al final del ciclo dan lugar a granos menudos de baja calidad, las siembras normalmente se realizan al final del periodo. En los valles se dan hasta la primera quincena del mes de enero ya que no es muy exigente en demanda de agua pero si para algunas regiones en la siembra de invierno.

El cultivo de trigo es vulnerable al cambio climático por los cambios en el régimen de precipitación, la elevación de la temperatura da lugar a un mayor estrés hídrico, con el incremento de la temperatura, acompañada de una alta humedad relativa ambiente, es susceptible al ataque de enfermedades.

El país no cubre la demanda local de trigo por lo que importa de la Argentina y otros países, factor que en alguna medida oculta el impacto del cambio climático en la demanda de energía alimentaria a nivel nacional.

En ciertas regiones del país se tiene la siembra de invierno.

La producción de los cultivos de cereales según estadísticas de las hojas de Balance de Alimentos ha experimentado un descenso significativo en el aporte energético y en la disponibilidad alimentaria de los años 1999-2000. Mientras los derivados de los mismos se mantienen estables, probablemente debido al incremento de las exportaciones de trigo principalmente más alto contribuye a la energía total disponible.

### El Cambio Climático en la agricultura

El cambio climático incide directamente en la disponibilidad alimentaria porque el país experimenta reducciones en la superficie sembrada asociada a los déficits de precipitación registrada en los inicios de período de siembra en diferentes regiones.

Los efectos directos están relacionados con las pérdidas por eventos extremos más frecuentes y recurrentes, las intensidades de precipitación, las formaciones convectivas con la ocurrencia de granizadas inciden sensiblemente en la producción, y en la calidad de la producción en diversos productos.

En los valles el incremento en los caudales de ríos y arroyos se están haciendo más recurrentes, en la contribuyen dos factores importantes: la pérdida de la cobertura vegetal y el incremento de escorrentía en forma de precipitación (reducción de las nevadas o los cortos periodos de duración de la cubierta de nieve en alta montaña).

Existen algunos cultivos sensibles al fotoperíodo especialmente en la quinua. Si bien este cultivo no es importante en el aporte calórico de la disponibilidad alimentaria, se constituye una fuente importante de aminoácidos esenciales y una proteína de alto valor Biológico para los habitantes de la región andina.

15 Acame es el tendido de las plantas en la parcela por la ocurrencia de vientos fuertes.

16 Choclo: se denomina así a las mazorcas de maíz: cuando alcanza la madurez fisiológica y sus estados de granos lechoso o pastoso.

El aporte de vitamina en gran medida proviene de la producción frutícola y de hortalizas. En el caso del país, se están experimentando acortes en los periodos fríos, factor que no permite completar el requerimiento de horas frío de los huertos frutícolas; por lo que se experimenta un aborto floral y no se logra completar la fecundación, ni la formación de frutos. Esto indudablemente repercute en el rendimiento del huerto, con las consecuentes reducciones en la calidad de los frutales de carozo y de pepita como se observa en la tabla 4.7.

**TABLA 4.7**  
Acumulación de horas frío en región de los valles con producción de frutales de pepita y de carozo

Estación	30 Años de observación sistemática	Incremento de la temperatura 1.5 ° C	Diferencia
Chinoli	1495	1192	303
Culpina	1530	1250	280
Luribay	520	250	270
Chorocona	680	320	360
Arani	695	390	305
Cochabamba	825	480	345
San Benito	1260	930	330
Sucre	750	470	280

Fuente: Arana y García, 2007

Las zonas tradicionales del cultivo de papa son los valles de Araca. Son de alta influencia de los glaciares de la cordillera de Tres Cruces, cuyas aguas son utilizadas para el riego. Otra zona productora es Toralapa del departamento de Cochabamba, Lekesana en Potosí, los valles mesotérmicos de Santa Cruz. La región del altiplano presenta diversas zonas productoras entre otras también de relevancia económica y con problemas de producción diferentes. Del mismo modo, las zonas productoras han presentado emergencia de plagas y enfermedades nuevas favorecidas por el incremento de 0.8 °C en el altiplano Norte proximidades al lago Titicaca con registros de los últimos 30 años.

Los diferentes estudios realizados en Bolivia y otros países Sudamericanos resaltan que los agroecosistemas se encuentran, ya al presente, expuestos a procesos de degradación por los efectos del manejo inadecuado de los recursos, siendo estos procesos incrementados en su impacto, por efecto del cambio climático.

### Evidencias del Cambio Climático sobre la agricultura en Bolivia

- Los agro-ecosistemas existentes en el país presentan particularidades diferentes en sus condiciones de vulnerabilidad. En algunas regiones se están haciendo recurrentes los cambios de vegetación. Por lo tanto, afectan a la producción por la emergencia de nuevas plagas y enfermedades que afectan a los cultivos.
- Existe una eminente pérdida de la agrobiodiversidad en cultivos de ciclo largo reduciendo su superficie sembrada o convirtiéndose en cultivos marginales que reducen la posibilidad de su conservación In Situ, debido a la reducción de los ciclos de precipitación que permiten el inicio de la temporada de siembras más tarde de lo habitual.
- La reducción de temporada de lluvias incide en la posibilidad de regeneración de la fertilidad de suelos y la pérdida en la cobertura vegetal dará lugar a incremento de la erosión de los mismos por agentes eólicos e hídricos, agravando la condición actual.
- Bajo escenarios climáticos, las tendencias de la temporalidad de heladas cambia y con los retrasos en la época de lluvias existe mayor probabilidad de pérdidas por heladas tardías en los cultivos sembrados con atraso.

- El acorte de los períodos lluviosos con reducciones en probabilidad mostrados por los modelos de circulación general, expone a los cultivos a los déficits de precipitación de la parte final del ciclo de cultivos reduciendo los rendimientos y la calidad de la producción (situación particular del cultivo de trigo).
- Las reducciones de la producción incidirán no solo en los ingresos de los productores en la agricultura de subsistencia; sino reducirán los precios por la calidad de la producción, factor que afectará significativamente en la posibilidad de acceder a otros alimentos incrementando la brecha alimentaria.
- La reducción de las heladas darán lugar a dificultades en la transformación de los tubérculos de papa (*S. curtilobum* y *S. juzepcsukii*) en alimentos perecederos como la Tunta y el Chuño que depende de heladas al final del periodo de cosecha.
- Eventos convectivos, que dan lugar a fenómenos como tormentas que se harán mucho más frecuentes como indica el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007) amenazarán a cultivos por el incremento de granizadas, particularmente en el contexto del aumento de las sequías.
- Riesgo de reducción de superficies cultivadas debido a la pérdida de manantiales en épocas de estiaje, en razón a que solo el 10% de la superficie dispone de riego permanente.
- Reducción de los rendimientos en siembras de invierno por falta de agua. Las pérdidas asociadas al incremento de la temperatura serán mayores por incremento en la demanda de agua para los cultivos.
- Las reducciones en los períodos lluviosos están generando un mayor riesgo tanto para la producción como para la emergencia de enfermedades y plagas de cultivos, exacerbados por el cambio climático e incrementos por el uso mayor de agroquímicos.
- Producción pecuaria tradicional con fuerte presión sobre las praderas nativas a través del sobre pastoreo, reducción de la producción primaria neta por disminución de las precipitaciones e incrementos en las temperaturas.
- Reducción de la población económicamente activa en regiones productoras de alimentos por la carencia de oportunidades y pérdida de la capacidad productiva en los medios de vida.

#### 4.1.6 Impactos del Cambio Climático sobre los ecosistemas

##### Los ecosistemas en Bolivia

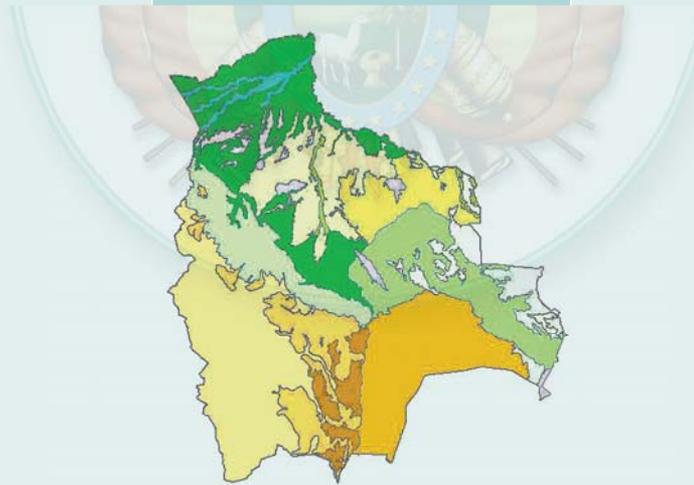
Los bosques tropicales forman parte de los ecosistemas más representativos en gran parte del mundo y se constituyen en reguladores del microclima, (temperaturas, velocidades del viento, precipitación, humedad relativa, etc.). Protegen el suelo de agentes erosivos como: las amplitudes térmicas que producen meteorización y destrucción de los agregados del suelo, los golpes de las gotas de lluvia y el arrastre de partículas por la escorrentía superficial, el viento bajo suelos descubiertos, entre otros.

Las necesidades de información científica en los ecosistemas relacionados con el cambio climático están siendo muy poco explorados desde la aproximación bajo escenarios climáticos generados por los modelos de circulación general, No se realizó otros aportes que contribuyan a cuantificar el impacto sobre los mismos, menos sobre la diversidad genética existente. Por ello en el presente análisis se realizará un balance del estado actual del conocimiento y las relaciones del cambio climático sobre los ecosistemas.

El Estado Plurinacional de Bolivia cuenta con diversas clasificaciones propuestas sobre los ecosistemas, las más frecuentemente usadas y actuales son la desarrolladas por (Ibisch, *et al* 2003) con la identificación de 12 eco-regiones de las cuales cinco se dividen en 23 regiones ecológicas diferentes; lo que significa que las otras regiones no han sido todavía sub clasificadas y demandan gran cantidad de información como se ilustra en Tabla 4.8. Las mismas que se muestran también en el mapa de la Figura 4.25 “Las Ecoregiones de Bolivia”.

**TABLA 4.8**  
Ecoregiones de Bolivia

Región	Ecoregión	Subcoregión
Tierras Bajas	Bosque sudoeste de la amazonía	Bosques amazónicos inundables
		Bosques amazónicos subandinos
		Bosques amazónicos preandino
		Bosques amazónicos de Pando
		Bosques amazónicos de Beni y Santa Cruz
	Cerrado	Cerrado paceño
		Cerrado beniano
		Cerrado chiquitano
		Cerrado chaqueño
		Sabanas
Vertiente oriental y valles interandinos	Bosque seco chiquitano	Sabanas inundables de los llanos de Moxos
	Gran Chaco	Sabanas inundables del pantanal
	Yungas	Por determinar
	Bosque Tucumano - Boliviano	Por determinar
	Chaco Serrano	Por determinar
Cordilleras altas y altiplano	Bosque seco interandino	Por determinar
	Prepuna	Por determinar
	Punamonteña	Puna húmeda
		Puna semihúmeda
		Vegetación alto andina de la cordillera oriental de pisos nivales y subnivales
Punasureña	Puna seca	
	Puna desértica con pisos nivales y subnivales	



- Ecoregiones**
- Bosque de Galería del Río Mamoré
  - Bosque Húmedo a Perhúmedo Siempreverde de Montaña y Subhúmeda ( Bosques de Yungas del Subandino y Yungas de Chapare)
  - Bosque Húmedo Estacional Tropical de Tierras Bajas ( Amazónico)
  - Bosque Húmedo Siempreverde, de Transición en las Serranías del Escudo Precámbrico
  - Bosque Seco Deciduo del Chaco Basal y del Chaco Serrano Periférico
  - Bosque Subhúmedo Semi Siempreverde de Montaña y Submontaña ( Yungas Tucumano - Boliviano)
  - Bosque Subhúmedo Semideciduo del Escudo Precámbrico y la Chiquitania
  - Bosque Tropical Húmedo del Escudo Precámbrico
  - Bosque Varzales de Pando e Igapó en Llanuras de fuerte inundación estacional ( Pando)
  - Humedales de Tierras Bajas ( Izozog, Tichela ( Baure) , NO Beni, Río Grande, etc)
  - Sabanas de Palmeras del Río Beni
  - Sabanas del Cerrado ( Meseta Caparuch, Concepción y San Ignacio de Velasco)
  - Sabanas o Pampas del Beni ( Llanos de Moxos y Baure)
  - Sabanas y Palmeras del Pantanal
  - Tierras Altas ( Cordilleras, Praderas Altoandinas, Punas y Páramo Yungueño)
  - Transición al Bosque Tucumano - Boliviano y Palmeras
  - Valles Secos Mesotéricos ( Morfe Espinoso Microfoliado y Restos de Bosque seco Deciduo)

Figura 4.25 – Las ecoregiones de Bolivia.  
Fuente: Ibisch, et al 2003.

Basado en las clasificación de Ellemberg (1971) y con las descripción de ecosistemas de Beck, (1988), Liberman, (1992) hace una clasificación de los Ecosistemas Andinos, haciendo mención que de las 12 grandes eco regiones existentes, en el país, 6 se encuentran el área altiplánica estableciendo las categorías descritas en la tabla 4.9 siguiente.

**TABLA 4.9**  
Ecoregiones del área andina.

Ecosistemas	Rangos de Precipitación mm	breve Descripción	Superficie Km <sup>2</sup>
Terrenos de Dunas	-	Áreas dispersas ubicada en la punas áridas y semi áridas del altiplano	30000
Puna semihumeda con arboles	600-1000	Área moderada por el espejo de agua del lago Titicaca	-
Puna semi Árida y Árida	Estacional variable	Área de escarpada de pendientes altas	-
Salares	Escasas	Caracterizada por la alta incidencia de radiación y baja percolación de salares	12000
Pisos alto andinos semihúmedos sin cultivos	500-700	Montañas escarpadas con vegetación posea.	-
Pisos alto andinos semiáridos sin cultivos	300-600	elevada irradiación, pendientes variables presenta heladas todos los días del año.	-

Fuente: Elaboración Propio basada en clasificación de Liberman, 1992.

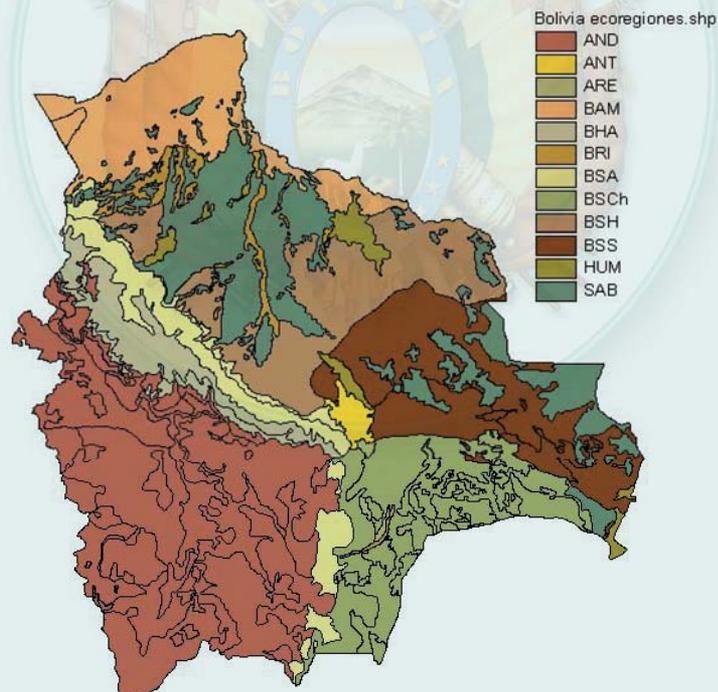


Figura 4.26 - Ecoregiones según Ellemberg

Por otra parte Ellemberg (1971) establece la clasificación de los ecosistemas como se describe en el mapa de la Figura 4.26 donde se distinguen 12 grandes ecoregiones.

En general, los ecosistemas en Bolivia son frágiles y sensibles a las modificaciones de los patrones meteorológicos y dependiendo de la ubicación tienen impactos diferenciados.

A partir del índice normalizado de vegetación NDVI, determinado por las imágenes de satélite muestran que los regímenes de precipitación inciden fuertemente en la vegetación, los procesos de degradación son acelerados; especialmente en ecosistemas húmedos; la fauna y flora no puede permanecer sin agua en la cantidad suficiente por tiempo prolongados, por lo que se reduce la tasa de fecundidad como estrategias de sobrevivencia.

En este contexto, la selva amazónica que se encierra en tierra firme, cuyo dosel boscoso se produce por encima del nivel de las llanuras aluviales o fluviales, en zonas donde hay una estación seca muy corta, en presencia de déficit de precipitación como la registrada en el 2006 coincidente con el periodo de huracanes del Caribe, registrando un déficit de 30% respecto a la precipitación normal histórica para estaciones en la región. (Obtenido de la base de datos de (AASANA, 2009)

Es conocido que la región este de la Amazonía experimentó una reducción de la precipitación durante los periodos 1982-1983 y el 1997-1998. En ocasión de la ocurrencia de los eventos ENSO más fuertes de la historia (Nepstad *et al.*, 1999; Marengo & Nobre, 2001)

Por su parte, al respecto Schoengart *et al.* en este tiempo proporciona extensa documentación sobre el efecto de 200 pasados de los eventos ENSO el crecimiento de los árboles y la inundación estacional (Nepstad *et al.*, 1999; Marengo & Nobre, 2001)

Planicies inundables a lo largo del Rio Amazonas y los afluyentes en territorio boliviano ponen en evidencia y demuestran el alto grado de sensibilidad de la región a la ocurrencia de los eventos ENSO, como ya se menciono anteriormente.

A partir del uso de modelos biogeoquímicos en la variación de la radiación fotosintéticamente activa, considerando otros factores, interfieren en la producción primaria neta y la productividad de los ecosistemas (Davidson *et al.*, 2004); lo que incide en proceso de cambio de stocks de Carbono en los diferentes niveles de asimilación fotosintética y proceso de degradación forestal.

Los procesos de deforestación en Bolivia están incrementando el nivel de vulnerabilidad existente; la actuales tasas de deforestación alcanzan a 300.000 ha/año, lo que implica cambio en el albedo, pérdida rápida de biomasa y acelerados procesos de degradación de tierras, lo que hace menos resiliente un sistema natural. La fragmentación no permite un proceso de adaptación natural, porque rompe la secuencia del sistema dificultando la migración de especies para la reproducción y el traslado de semillas con lo que se pierde el rol regulador del ciclo hidrológico incrementando sustancialmente el nivel de inundación.

### **El Impacto del Cambio Climático en los ecosistemas en Bolivia**

Bolivia es considerada por sus bosques un área con un alto porcentaje de biodiversidad y endemismo de especies silvestres. Ubicada en el extremo este de los Andes, hasta bordear con la Amazonía, esta área representa solamente el 0.2% de superficie del mundo, y alrededor de 3.5% de bosque primario, pero contiene entre 30% y 40% de la diversidad biológica total y más de tres cuartas partes de todas las especies de flora del planeta. Ese hecho se produce debido a la gran variación altitudinal de la cadena montañosa de los Andes, con sus elevados picos de nieve, sus pronunciadas pendientes, cañones profundos y valles aislados que han llevado a la evolución de una impresionante diversidad de micro hábitat y especies. Dentro del hotspot, bosques húmedos y tropicales, bosques lluviosos y secos y el sistema de pastizales y matorrales (grassland and scrubland) contribuyen a un ecosistema diverso. El endemismo de estos, determina precisamente su elevada vulnerabilidad y el delicado equilibrio con su ambiente el cual puede ser fácilmente alterado por perturbaciones externas.

La velocidad con la que cambiarán las condiciones climáticas determinará la velocidad de desplazamiento necesarias de las especies de los ecosistemas y, por ende su capacidad de seguir existiendo (Watson *et al.*, 1996). La fuerte interrelación y dependencia de los ecosistemas hacia sus condiciones ambientales, (entre ellas las condiciones climáticas predominantes), los hacen sensibles a los impactos del cambio climático. Un estudio realizado por el PNCC (2007)<sup>47</sup> deduce que los bosques húmedos subtropicales existentes en el país son los que muestran mayor grado de vulnerabilidad al cambio climático, puesto

que bajo condiciones de escenarios climáticos muestran una tendencia a convertirse en bosques secos subtropicales en el año 2100.

Los cambios observados en los diferentes ecosistemas bajo el escenario de cambio climático, según resultado del modelo Holdridge, muestran que el impacto del cambio climático puede ser variable de acuerdo al ecosistema. Así por ejemplo, destaca que el ecosistema desierto templado frío (15) no presenta ninguna modificación para los escenarios de cambio climático en el 2010, 2030, 2050 y 2100. Sin embargo, la zona de vida de bosque húmedo tropical (3) llegaría a incrementarse en más del 100 % el año 2100 posiblemente debido a que muchas corrientes de aire cargado de humedad no podrán atravesar la vertiente de Los Andes incrementando la cantidad de precipitación en estas zonas y aumentando la extensión de este ecosistema.

Otros importantes cambios, se observan en las zonas de vida de bosque muy húmedo subtropical (6), el bosque húmedo templado frío (10) y el matorral desértico frío (14) que presentan una tasa sostenida de reducción de su área. También se puede destacar que las zonas de vida de bosque muy seco tropical (12) y bosque seco tropical (2) experimentarán fuertes incrementos en sus áreas a partir del año 2010 muy posiblemente debido a descensos previstos en la precipitación en dichas áreas. Sin embargo, también se percibe que algunos ecosistemas podrían desaparecer completamente como es el caso del bosque húmedo templado (4). (Las figuras comparan los escenarios entre el actual y el de 2050). (Mapas en figuras 4.27 y 4.28)

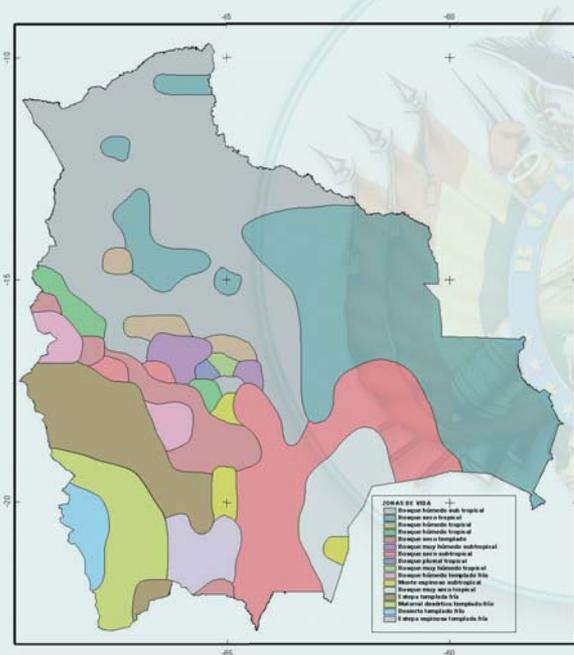


Figura 4.27 – Zonas de vida actual (Holdrige)

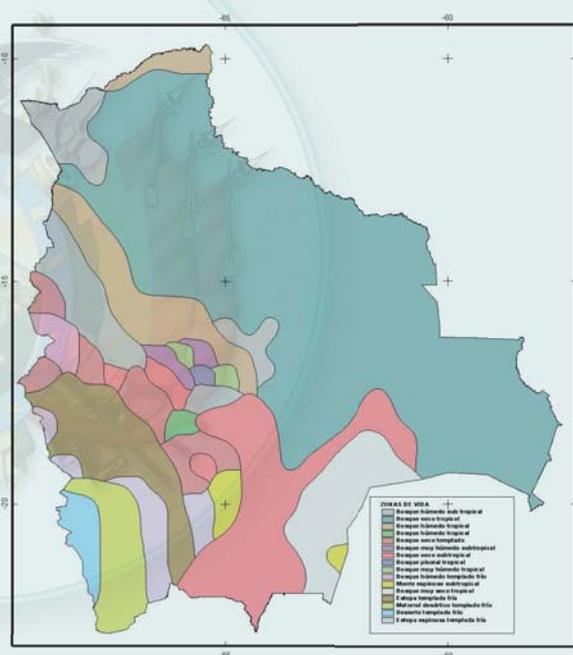


Figura 4.28 – Zonas de vida 2050 (Holdrige)

La Tabla 4.10 presenta la tasa de reducción de las áreas de cada ecosistema prevista para el año 2050. En la segunda columna se menciona el porcentaje de reducción en orden descendente y en la tercera columna se indica el porcentaje del área que corresponde la zona de vida para el año base.

**TABLA 4.10**  
Magnitud de cambio de los ecosistemas bajo el escenario de cambio climático para el año 2050.

CATEGORÍA DE ZONAS DE VIDA	REDUCCION (%)	PROPORCIÓN DE LA ZONA DE VIDA RESPECTO AL TERRITORIO NACIONAL PARA EL AÑO BASE (%)
Zona de vida con mayor magnitud de cambio Bosque húmedo templado (4)	100	1.4
Zonas de vida con moderada magnitud de reducción		
Estepa espinosa templada fría (16)	94.1	2.3
Bosque húmedo subtropical (1)	78.3	28.9
Bosque húmedo templado frío (10)	50.4	0.4
Bosque seco templado (5)	40.8	3.9
Bosque muy húmedo subtropical (6)	40.1	1.5
Bosque seco subtropical (7)	33.0	12.9
Bosque pluvial subtropical (8)	31.0	0.4
Bosque muy húmedo tropical (9)	27.9	0.4
Zonas de vida sin reducción :		
Bosque seco tropical (2),	0	25.8
Bosque húmedo tropical (3),	0	1.6
Bosque muy seco tropical (12)	0	4.0
Desierto templado frío (15)	0	1.4
Otros	0	16.5

Fuente: Impactos del CC en Bolivia. (2007)

Se puede advertir que el cambio climático afectará fuertemente a los bosques húmedos templados y fríos, como un fuerte efecto debido al incremento de las temperaturas que provocará una reducción de sus áreas en el país. Estos ecosistemas en particular que deben merecer especial consideración debido a que parte de los bosques montanos húmedos nublados, que en sus diferentes estratos forman parte de núcleos de condensación de la saturación de vapor de agua, producen un proceso de formación de rocío que incrementa la humedad de la vegetación y el suelo haciendo que muchas especies epifíticas aprovechen esta humedad.

También se debe considerar a los bosques húmedos tropicales y subtropicales que tenderán a transformarse en bosque seco tropical. Estos casos ya se han percibido en los últimos años, especialmente considerando el aumento de la sequía de los meses de estiaje lo que ha incrementado la ocurrencia de incendios forestales. Este fenómeno se produce con mayor intensidad durante la ocurrencia de los eventos ENSO u otras alteraciones en el sistema climático por perturbaciones en la circulación general atmosférica (Watson, et al., 2001; Ilbisch; 2003). Este tipo de bosques podrían sufrir cambios en el ecosistema orientándose hacia especies con mayor resistencia a condiciones menos húmedas con la consecuente pérdida de numerosas especies que no podrán resistir las nuevas condiciones y la presión de la aparición de nuevas.

Las tendencias mostrada por Müller *et al*, como consecuencia de las variaciones de temperatura con la altura (gradiente), son que las zonas situadas al sudoeste del país presentarán una mayor aridez, mientras que las zonas situadas en el noreste, no presentarán modificaciones sustanciales en su régimen hidrológico.

### Impactos del Cambio Climático sobre los humedales

A pesar de que no todos los ecosistemas acuáticos se verán afectados por igual, muchos estudiosos advierten que los humedales sufrirán cambios en su permanencia, superficie o extensión, así como en los ciclos biogeoquímicos y en la biota (flora y fauna). En este sentido los humedales más vulnerables son los pertenecientes a los ambientes endorreicos, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña y ambientes dependientes de las aguas subterráneas tales como los que posee Bolivia. Este efecto se producirá debido al incremento de la estacionalidad prevista en las precipitaciones que provocará la disminución temporal y espacial de la superficie inundada y una menor recarga de los acuíferos, actualmente sometidos a una fuerte presión. Su fuerte dependencia de la disponibilidad de agua hace que cualquier modificación en el ciclo hidrológico de la cuenca a la que pertenecen puede alterar sensiblemente la configuración de estos.



Bofedales y humedales

Bolivia es un país rico en humedales, desde los bofedales alto andinos hasta los bosques inundables de la Amazonía. Los humedales, se reparten en todo el territorio en una gran variedad en altitud. La región más extensiva de humedales se encuentra, en los Llanos de Moxos en el noreste del país, bosques y sabanas inundadas de alta diversidad biológica, donde existen importantes poblaciones de especies amenazadas como el Ciervo de los Pantanos (*Blastoceros dichotomus*), el Caimán Negro (*Melanosuchus niger*) y la Paraba Garganta Azul (*Ara glaucogularis*). De acuerdo a información proporcionada por el SNIDS, Bolivia cuenta con 8 humedales principales que pueden ser considerados sitios RAMSAR cuya área total abarca 6.518.073 m<sup>2</sup> ha variando en altitud desde los 100 hasta los 3810 m.s.n.m., los cuales albergan una gran cantidad de especies de gran valor.

Los sitios RAMSAR en Bolivia abarcan una superficie de 65.180,73 Km<sup>2</sup> (ver Tabla 4.11) donde los más importantes por diversas observaciones de información sistemática muestran tendencias a ponerse en riesgo.

**TABLA 4.11**  
Sitios RAMSAR en Bolivia

Sitios RAMSAR en Bolivia	Área Km <sup>2</sup>
Pantanal Boliviano	31,898.88
Lago Titicaca	8,000
Laguna Concepción	311.24
Bañados del Izozog y el río Parapetí	6,158.82
Lago Poopó y lago Uru Uru	9,676.07
Palmar de las Islas y Salinas de San José	8,567.54
Laguna Colorada	513.18
Cuenca del Tajzara	55
<b>TOTAL</b>	<b>65,180.73</b>

Fuente: Convenio sobre la biodiversidad (2009)

### Resultados de un estudio del Cambio Climático sobre los humedales en el Altiplano de La Paz

Como parte del desarrollo de la SCN de Bolivia, se apoyó el proyecto de investigación de “Evaluación de la influencia del retroceso de glaciares y otros impactos del cambio global sobre la dinámica de los humedales de altura”, ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales (IIAREN) de la Universidad Mayor de San Andrés y que evaluó la dinámica reciente de los bofedales andinos y los comparó con las tendencias climáticas y/o productivas de las zonas con el fin de determinar el impacto que un previsto cambio climático podría tener sobre ellos.

El proceso de estudio se centró en los bofedales de los municipios de Chojñapata, Calahuancane y Tuní Condoriri, donde se desarrollaron estudios de caudales, alturas de napa freática y fundamentalmente la existencia o no de cambios en la vegetación en los bofedales desde 1986, a través del índice de vegetación NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) cuyo rango de valores es de -1 a 1. De esta manera, las zonas de mayor concentración de biomasa fotosintéticamente activa presentan valores próximos a 1 y las de menor, valores más pequeños

Para la descripción de la cobertura vegetal en los bofedales de estudio, se procedió a analizar la caracterización cuantitativa de la vegetación con el propósito de medir la densidad, frecuencia, cobertura, altura y biomasa, que servirá para la interpretación de la composición de las especies presentes en el bofedal.

El método empleado para el estudio de la vegetación fue el de “transección al paso” basado en los principios de la agresología efectiva la que se refiere al análisis florístico, cuidado y utilización de las especies forrajeras, el cual es uno de los métodos más adecuados para el tipo de vegetación existente en la zona andina, porque permite evaluar grandes extensiones en corto tiempo. (Alzérreca, 2001; citado por Anagua, 2002)

Los puntos de muestreo y transectos trazados se realizaron de la siguiente manera: En la comunidad de Ucha Ucha se realizaron 17 transectos con 81 puntos de muestreo; Chojñapata con 6 transectos y 29 puntos de muestreo; San Calixto – Suriquiña con 7 transectos con 162 puntos de muestreo y Tuni Condoriri con 14 puntos de muestreo. Los transectos y puntos de muestreo como se observa en uno de los mapas de la figura 4.29 a continuación.

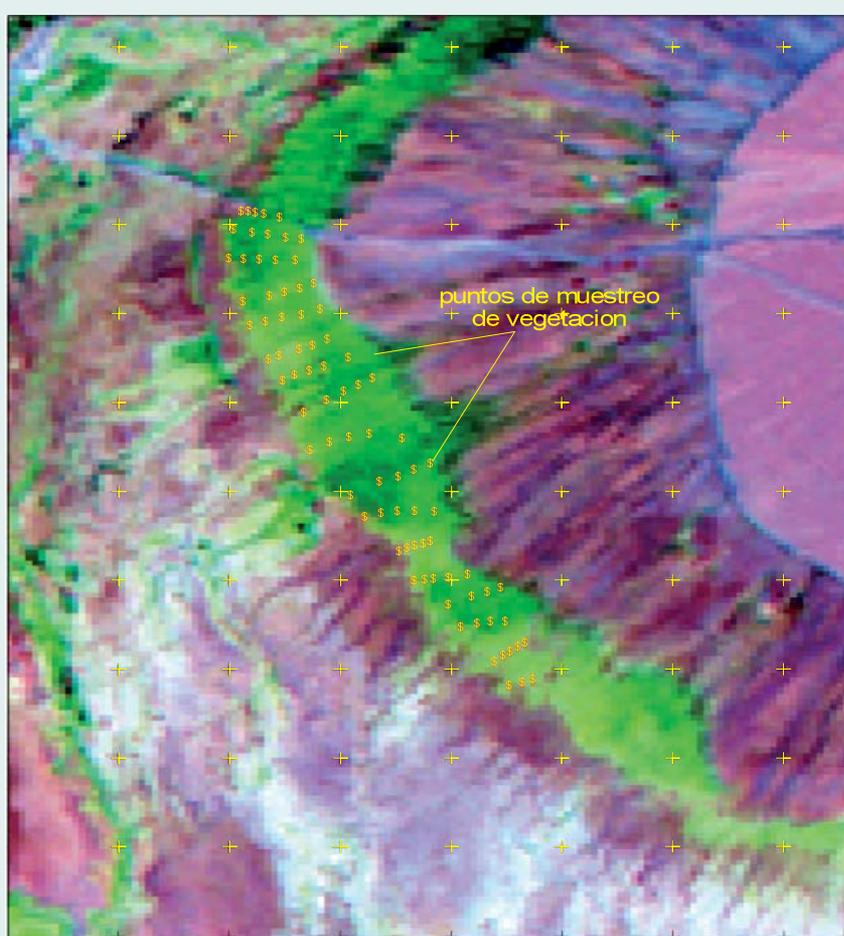


Figura 4.29 - Mapa de Ubicación de los transectos y puntos de muestreo

A nivel de resultados se obtuvieron los siguientes:

#### Análisis de Índice vegetación en Bofedales.

El análisis multitemporal en la comunidad de Chojñapata presenta que las zonas que muestran colores más tenues indican que no existen cambios o que en su defecto se mantiene invariable en el tiempo. Los años que sufrieron cambios sustanciales fueron entre los años 1985 - 2006 donde se pueden observar que existieron zonas donde hubo mayor incremento del NDVI (color verde) y poco decremento del NDVI (color rojo), en relación al análisis multitemporal de los años 1985 -1997. (Ver figura 4.30)



Figura 4.30 – Variaciones en el NDVI en la zona de Chojlapata. Fuente: IIAREN-UMSA

En la zona de San Calixto – Suriquiña, el análisis multitemporal presenta que los años que sufrieron cambios sustanciales fueron entre los años 1985 - 2006 donde se pueden observar que existieron zonas donde hubo mayor decremento del NDVI (color rojo) en la parte central del bofedal y un incremento del NDVI (color verde) en la parte superior. (ver Figura 4.31 a continuación).

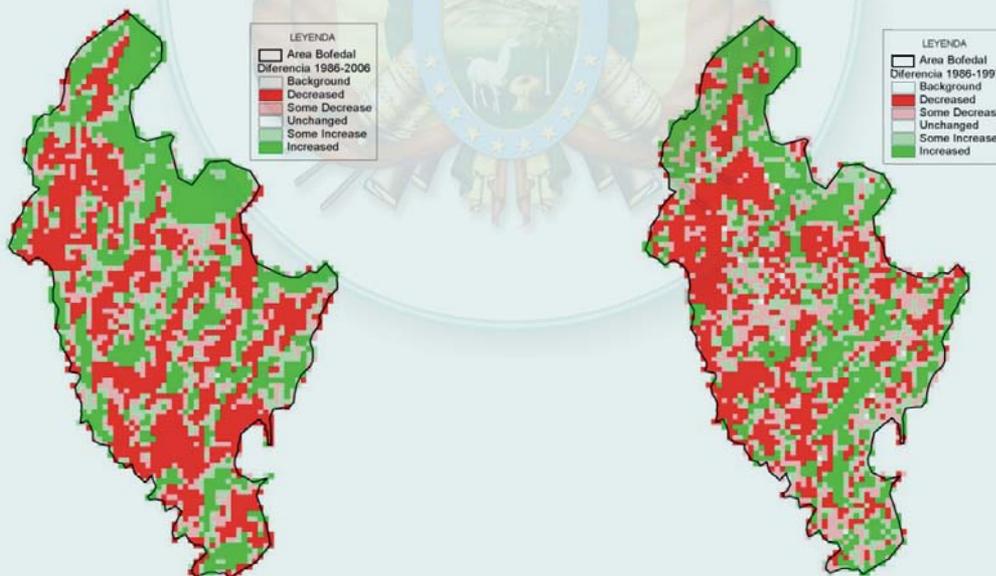


Figura 4.31 – Variaciones en el NDVI en la zona de San Calixto. Fuente: IIAREN-UMSA

El análisis multitemporal del Tuni Condoriri, muestra que la zona que muestra colores más tenues (verde Claro y rosado), nos indica que no existieron cambios o que en su defecto se mantiene invariable en el tiempo. Los años que sufrieron cambios sustanciales fueron entre los años 1985-2006 donde se pueden observar que existieron zonas donde hubo mayor decremento del NDVI (color rojo) en la parte central del bofedal y superior, y, un incremento del NDVI muy leve (color verde) en los años 1986-1997 en la parte superior derecha y central del bofedal, como muestran los mapas de la figura 4.32.

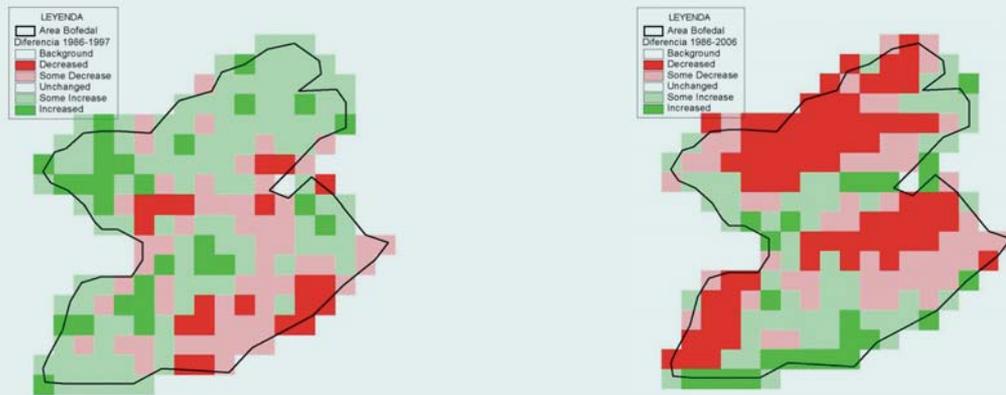


Figura 4.32 – Variaciones en el NDVI en la zona de Tuní Condoriri. Fuente: IIAREN-UMSA

En el caso de análisis multitemporal de la zona de Ucha Ucha, los años que sufrieron cambios sustanciales fueron entre los años 1985-1997 y 1985-2006 donde se pueden observar que existieron zonas donde hubo mayor incremento del NDVI (color verde) en todo el bofedal y un decrecimiento del NDVI (color rojo) muy leve en los márgenes derechos del bofedal y con una zona casi invariable en la región central derecha entre los años 1985-2006. (ver mapas en figura 4.33).



Figura 4.33 – Variaciones en el NDVI en la zona de Ucha Ucha. Fuente: IIAREN-UMSA

De los cuatro bofedales en estudio se pudo observar que en tres hubo cambios en la vegetación (Ucha Ucha, San Calixto – Suriquiña y Chojñapata), esto se pudo evidenciar mediante el análisis espacial realizado en los diferentes bofedales.

El bofedal del Tuní Condoriri fue el único que no sufrió cambios de decrecimiento en la vegetación, esto puede estar debido al cierre de la compuerta del caudal que ingresa a la represa en época de estiaje, y todo el caudal ingresa netamente al bofedal, manteniéndolo húmedo durante todo el año.

### Efecto del Niño sobre la biodiversidad

No se tiene muy bien estudiados los ciclos reproductivos de las especies existentes en la parte central de la Amazonia Boliviana. Sin embargo, la ocurrencia de inundaciones en la región del Río Mamoré uno de los principales afluentes del Amazonas, produce desbordes frecuentes incrementando el área de inundación atribuible al cambio climático. Los niveles de inundación son mucho más severos con impactos fuertes, ampliando la superficie de inundación. Esto ha provocado un incremento en la población de reptiles y anfibios, los cuales probablemente serían nuevos elementos de presión sobre la dinámica poblacional en estos grupos.

El grado de efecto de las inundaciones en estos grupos está relacionado con el modo reproductivo, estacionalidad del mismo, de las especies y sus hábitos de vida es decir: si son terrestres, arborícolas o subterráneos (Aparicio, 2008) Sin embargo, el mismo autor hace referencia a los vacíos en la prospección herpetológica en la región central del área de inundación, es decir las superficies circundantes al río Mamoré, Estos vacíos no están permitiendo identificar claramente los impactos sobre las comunidades de especies anfibios y reptiles de la región. Por otra parte, en los principios de la temporada de lluvias, la ocurrencia de incendios forestales están siendo más frecuentes, asociados a las altas temperaturas registradas y los déficits de precipitación este tiene efecto irremediable sobre la biodiversidad.

La reducción de población de anfibios como un controlador biológico de insectos vectores de enfermedades, genera una dinámica peligrosa para los sistemas humanos, por ejemplo: el retraso en los periodos de precipitación que afecta la reproducción de los mismos. En ese sentido, las tendencias de presencia de vectores son al inicio de procesos migratorios, mientras que sus controladores no. Lo que implica que los vectores inician su reproducción en condiciones favorables y sin controladores, con una seria alteración de la dinámica, derivando en serias consecuencias sobre los sistemas humanos.

## 4.2. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE LA ECONOMIA DE BOLIVIA

Para el análisis de los impactos económicos del cambio climático, en el marco de la Segunda Comunicación Nacional, se elaboró un estudio que permita aproximarse a determinar el impacto del cambio climático en el nivel socioeconómico, bajo la supervisión del Programa Nacional de Cambios Climáticos.

El estudio se apoyó en dos ejes centrales que han contribuido al desarrollo de la investigación: i) las bases conceptuales y metodológicas y ii) la información disponible de investigaciones realizadas por organizaciones reconocidas a nivel internacional y nacional. La figura 4.34 simplifica el proceso metodológico seguido en el estudio.

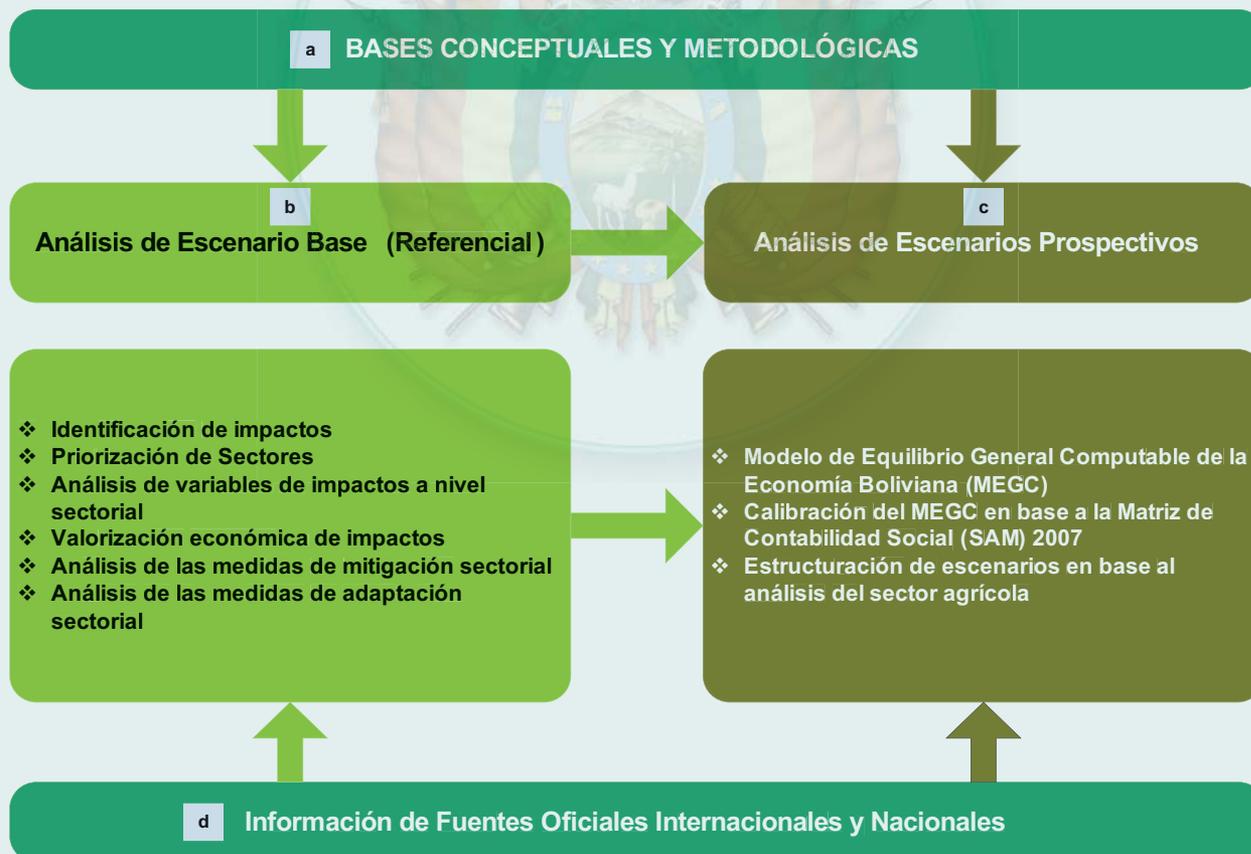
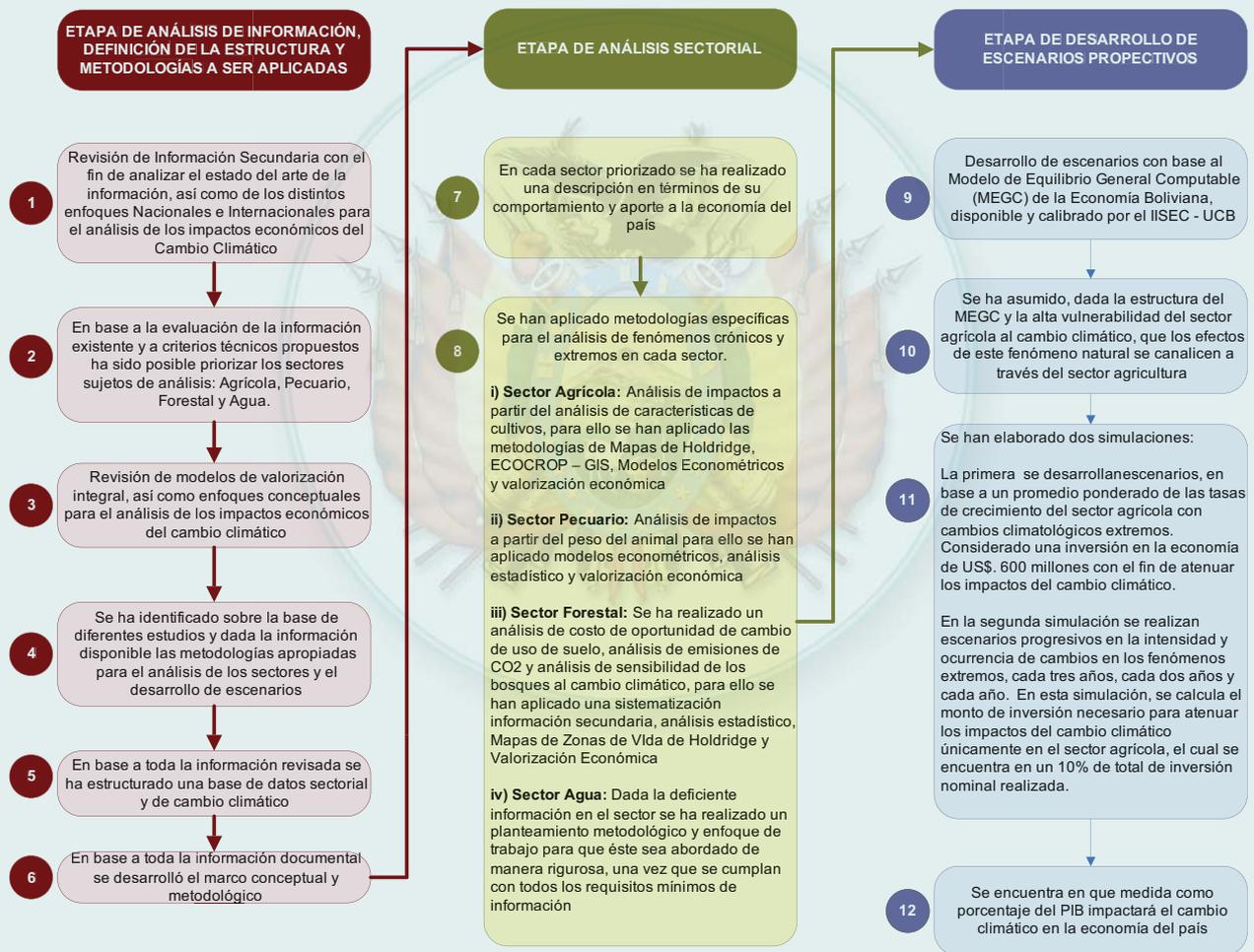


Figura 4.34 – Proceso metodológico para el análisis de impactos económicos del cambio climático y la construcción de escenarios prospectivos

Fuente: SIMBIOSIS (2009), en base al análisis de las investigaciones realizadas por el PNCC, IPCC e Informe Stern.

El marco conceptual y metodológico desarrollado ha establecido los lineamientos clave para la estructuración y desarrollo del Escenario Base, en el cual se ha considerado: i) análisis de las variables a través de las cuales impacta, directa e indirectamente, el cambio climático en los sectores objeto de estudio; ii) valorización económica en cada uno de los sectores en base a la información disponible y; iii) análisis de las medidas de mitigación y adaptación sectorial, extractadas de las principales investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional.

Para esta etapa ha sido necesaria la priorización de los sectores productivos<sup>18</sup>, con el fin de focalizar el análisis de los impactos del cambio climático en áreas clave de la economía. El estudio se ha centrado, debido al nivel de información existente, solamente en los sectores agrícola, pecuario y forestal muy limitativo. El análisis económico del cambio climático exigió aplicar la construcción de modelos de evaluación integrada que combinen los conocimientos de diferentes disciplinas para evaluar el conjunto completo de interacciones causa–efecto relacionados con un problema. (ver proceso metodológico en Cuadro a continuación)



Fuente: SIMBIOSIS SRL.

18 La economía boliviana cuenta con un total de 35 actividades económicas, registradas en el Valor Bruto de Producción (Metadato Cuentas Nacionales. INE. 2007. [www.ine.gov.bo](http://www.ine.gov.bo)).

## Sector agrícola

### Contribución del sector agrícola al PIB Nacional

La participación en el PIB nacional del sector agrícola es importante ya que representa el 15% constituyéndose de esta forma en la segunda actividad económica más importante del PIB, con una tasa de crecimiento promedio del 2,4% y una incidencia promedio en el crecimiento económico de 0,45%<sup>19</sup>. (ver Figura 4.35)

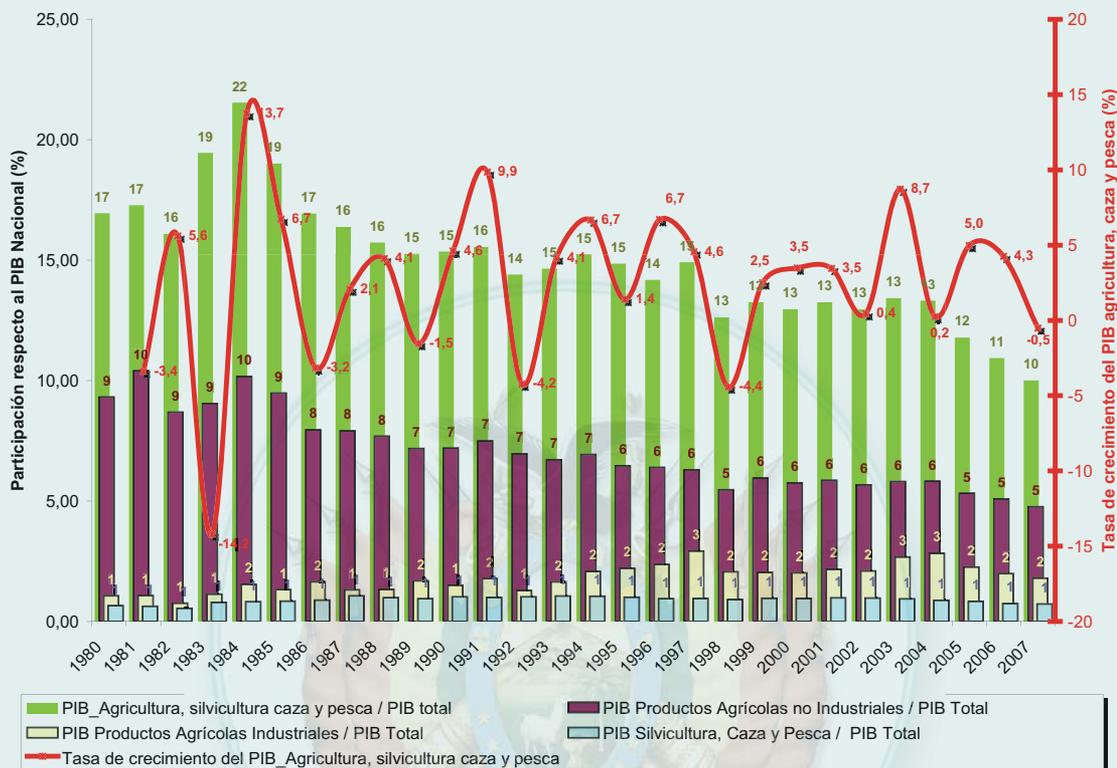


Figura 4.35 – Comportamiento del PIB agricultura, caza y pesca. Período 1980 – 2007

Fuente: INE

Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

El PIB de agricultura, caza y pesca está desagregado por los siguientes subsectores: productos agrícolas industriales, productos agrícolas no industriales y silvicultura, caza y pesca. Con el fin de medir la contribución del sector agrícola a la economía, se ha considerado en el análisis, a los productos agrícolas industriales y no industriales.

Los productos agrícolas no industriales para el período 1980 – 2007 registran una contribución promedio al PIB de 7%, en tanto que los productos agrícolas industriales, para el mismo período, exhiben una participación promedio del 2%.

Uno de los factores que incide sobre la producción de productos agrícolas además de los tecnológicos, capital y mano de obra, son los fenómenos climatológicos. La incidencia de este factor sobre el PIB agrícola es evidente en los años 1983, 1987, 1993, 1999 y 2007 (ver Figura No4.36), donde fuertes eventos del fenómeno de El Niño<sup>20</sup> han generado una caída en el PIB agrícola. El único año en el cual no ha existido esta relación proporcionalmente negativa es el 2003, esto debido a que en dicho año se ha registrado un fenómeno de El Niño débil<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> Estimaciones realizadas en base a la información proporcionada por el INE.

<sup>20</sup> Los fenómenos Niño /Niña se constituyen en fenómenos de variabilidad climática extrema. Los mismos que están siendo intensificados en frecuencia e impacto por el proceso de cambio climático.

<sup>21</sup> Categorización realizada por el SENAMHI.

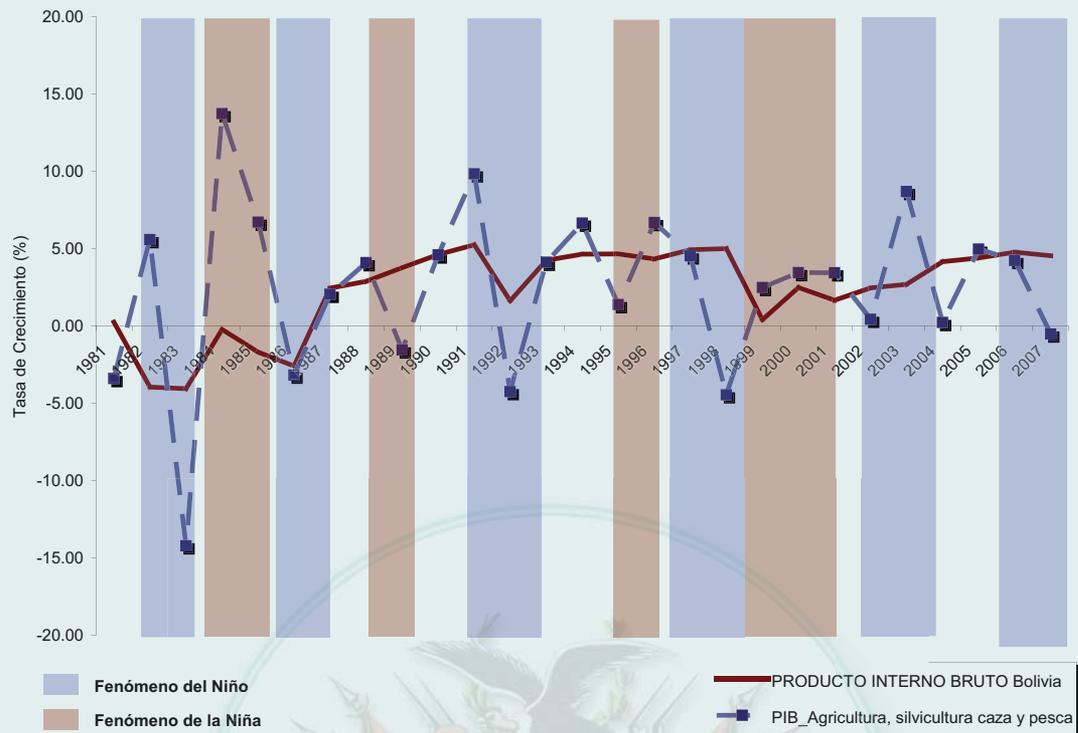


Figura 4.36 - Incidencia de los fenómenos El Niño / La Niña sobre el PIB agrícola  
Fuente: INE  
Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

La correlación<sup>22</sup> entre la tasa de crecimiento del PIB agrícola y la ocurrencia de los fenómenos extremos, en base a la información oficial del INE y del SENAMHI, señalan los siguientes resultados:

- Existe una correlación negativa entre el fenómeno de El Niño y el crecimiento del PIB agrícola. Lo que implica que para el período de análisis, 1980 – 2007, se da una relación inversamente proporcional entre el crecimiento del PIB agrícola y la ocurrencia del fenómeno El Niño. El fenómeno de La Niña no se constituye en un factor relevante para el crecimiento del PIB agrícola ya que presenta una correlación moderadamente positiva.
- En los períodos en los que se ha registrado eventos de El Niño fuertes<sup>23</sup>, 1982/83 – 1991/93 – 1997/98 y 2006/07, se presenta una acentuada caída del PIB agrícola. Este análisis pone en evidencia que el fenómeno de El Niño tiene un impacto sobre el desarrollo productivo del sector agrícola.

El decremento de las áreas potenciales fluctúa desde un 2.4% a un 84% de la superficie afectada. En todos los casos son superficies que se reducen. Desafortunadamente el panorama implica un decremento en la producción y pérdida de áreas boscosas de gran importancia para el control del clima y otros procesos, como captura de carbón dentro los ecosistemas. Muchas de las áreas potenciales son a su vez usadas para pastoreo, las cuales se verían afectadas como producto de la expansión de las áreas de siembra.

<sup>22</sup> Este análisis de correlaciones se realizó en el software econométrico E-Views. Para realizar el cálculo de este coeficiente se asumió una función de producción parcial, en la que se relacionan únicamente los factores climáticos con la producción agrícola y se supone que todas las demás variables permanecen constantes.

Asimismo, es importante anotar, desde una perspectiva metodológica, que el coeficiente de correlación se constituye en una medida estadística que aproxima el grado de relacionamiento entre dos variables, no establece la proporción de variación de una variable dependiente en relación a una variable explicativa (Gujarati. 2005: 79).

<sup>23</sup> Según el grado de categorización realizado por el SENAMHI para clasificar el grado de intensidad del evento

### Valorización Económica

El sector agrícola es una de las actividades económicas con mayores niveles de sensibilidad a este tipo de eventos extremos. El análisis de valorización económica se efectúa a partir de las pérdidas generadas por los fenómenos extremos cuantificando, de esta forma, los impactos económicos de este tipo de eventos.

La valorización realizada se basó en el estudio de la CEPAL "Alteraciones climáticas en Bolivia: impactos observados en el primer trimestre de 2007", en el que se presenta una evaluación pormenorizada de los daños ocasionados por las alteraciones climáticas de El Niño 2006-2007 entre enero y marzo de 2007.

Según el estudio de la CEPAL (2007) el impacto de El Niño 2006-2007 en Bolivia durante el primer trimestre de 2007 ocasionó daños totales por US\$ 443.27 millones. En el caso del sector agrícola, las pérdidas han alcanzaron un total de US\$ 79,6 millones, cifra que representa el 14% del PIB agrícola y aproximadamente el 1% del PIB a nivel nacional.

La Tabla 4.12 a continuación sintetiza el nivel de pérdidas en el sector agrícola por el fenómeno de El Niño.

**TABLA 4.12**  
Valoración económica de pérdidas en el sector agrícolas por efectos de El Niño. Período primer trimestre del 2007

	Superficie cultivada	Superficie afectada	Superficie perdida	Producción perdida	Valor producción perdida en Bs.	Valor producción perdida en US\$.
Arroz	167,553	40,000	40,000	112,000	896,000	17,136,000
Soya	957,721	110,000	110,000	220,000	352,000,000	44,000,000
Maíz	348,218	14,400	7,421	24,168	193,344	3,323,133
Quinua	41,000	2,000	800	600	4,800	268,850
Papa	120,548	14,216	5,400	40,371	322,968	8,225,630
Cebada grano	59,278	4,425	1,600	1,287	10,296	119,037
Trigo	107,100	4,024	1,650	2,453	19,624	407,900
Banano	17,927	5,032	3,200	37,083	296,664	1,204,800
Plátano	42,330	7,922	5,150	58,430	467,440	2,118,013
Cebolla	5,980	632	230	1,640	13,120	391,900
Haba	29,183	1,934	906	1,580	12,640	21,227
Yuca	38,700	6,631	4,642	6,963	55,704	835,560
Alfalfa	23,533	700	242	1,556	12,448	90,950
Cebada berza	60,280	4,869	1,722	3,487	27,896	209,570
Arveja	13,306	1,924	779	1,364	10,912	452,000
Frejol	27,650	4,838	1,690	1,678	13,424	839,000
<b>Total</b>	<b>2,060,307</b>	<b>223,547</b>	<b>185,432</b>	<b>514,660</b>	<b>354,357,280</b>	<b>79,643,570</b>
Pérdidas como % del PIB agrícola					14.33	
Pérdidas como % del PIB nacional					1.24	

Fuente: CEPAL.

La superficie perdida representa el 9% del total de superficie cultivada y el 83% de la superficie afectada. Hay que tomar en cuenta que dos tercios del área perdida correspondieron a los cultivos de soya y de arroz. Considerando este aspecto es evidente que existe un alto nivel de impacto del fenómeno de El Niño sobre la economía agrícola y boliviana en general

## Sector pecuario

### Contribución del sector pecuario al PIB Nacional



Figura 4.37 – Comportamiento del PIB pecuario. Período 1980 – 2007  
Fuente: INE  
Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

La contribución del sector pecuario a la economía nacional en el período 1980 – 2007, se ha mantenido alrededor de 3%. La tasa de crecimiento del PIB pecuario para el mismo período fue de 3% producto de los procesos de industrialización registrados en el sector (UDAPE. 2005:9).

### Sensibilidad del Ganado a Fenómenos Extremos

En todos los casos observados en las figuras 4.38, 4.39, 4.40 y 4.41 el efecto del fenómeno de El Niño 1982/83 sobre el ganado ha incidido de manera rezagada, no sólo por las pérdidas directas que implican este tipo de fenómenos, sino también por la disponibilidad de alimentación para el ganado que se ve afectada en períodos posteriores al evento.

En el caso de La Niña, existe una correlación más directa con el número de cabezas y la producción de carne. Esto se evidencia, por ejemplo en 1999/2001 donde en todos los casos existe una reducción en la producción de carne.

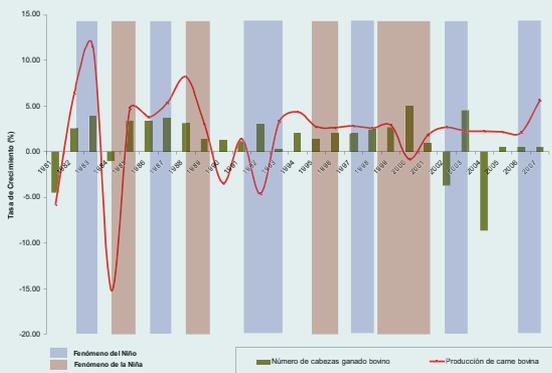


Figura 4.38 – Incidencia de los fenómenos extremos en el ganado Bovino  
Fuente: INE. PNCC.  
Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

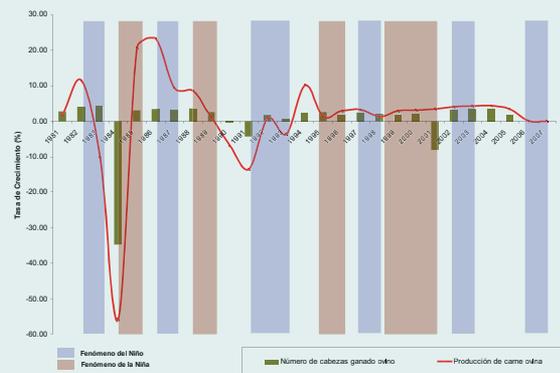


Figura 4.39 – Incidencia de los fenómenos extremos en el ganado Ovino  
Fuente: INE. PNCC.  
Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

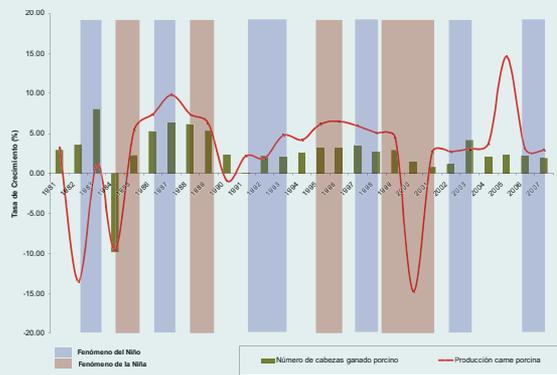


Figura 4.40 – Incidencia de los fenómenos extremos en el ganado Porcino

Fuente: INE. PNCC.

Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

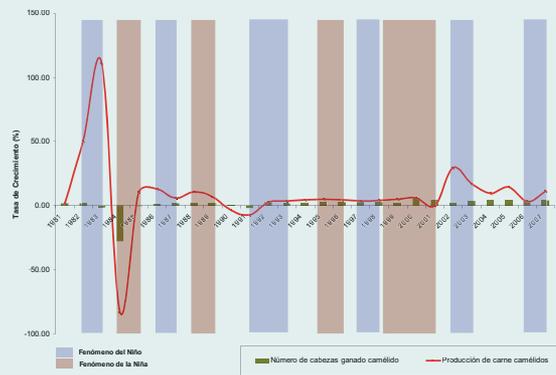


Figura 4.41 – Incidencia de los fenómenos extremos en el ganado Camélido

Fuente: INE. PNCC.

Elaboración: Global CDS/SIMBIOSIS S.R.L.

### Valoración Económica

Ante la falta de información de pérdidas en los principales eventos Niño y Niña en el período 1980 – 2007, se ha considerado como dato de referencia el estudio realizado por la CEPAL sobre “Alteraciones climáticas en Bolivia, impactos observados en el primer trimestre del 2007”. En éste se valoriza únicamente para el sector pecuario, los daños ocasionados por el fenómeno de El Niño. El impacto económico de este fenómeno extremo alcanza aproximadamente a US\$. 17 millones tal como se expresa en la tabla 4.13.

TABLA 4.13  
Pérdida de ganado por fenómeno de El Niño 2007

Descripción	Número de cabezas afectadas	Kilos de carne perdida	Pérdidas (millones de dólares)
Ganado Bovino			
En Carne			8,763,500.00
En Leche			2,718,530.00
Industria avícola	500,000.00		4,542,884.00
Ganado Ovino	181,743.00	218,098.00	51,798.00
Ganado Camélido	118,032.00	627,930.00	891,660.00
Ganado Porcino	41,120.00	92,520.00	33,603.00
Ganado Caprino	75,742.00	93,163.00	11,878.00
<b>Total</b>	<b>916,637.00</b>	<b>1,031,711.00</b>	<b>17,013,853.00</b>
Pérdidas como porcentaje del PIB			0,2
Pérdidas como % del PIB pecuario			4

Fuente: CEPAL

Si se toma en cuenta que la Niña tiene una mayor incidencia sobre las pérdidas de ganado la cifra puede normalmente triplicarse.

Las pérdidas como porcentaje del PIB pecuario representan el 4% (sin considerar La Niña), en tanto que, como porcentaje del PIB nacional las pérdidas alcanzarían a 0,2%. Lo cual permite observar los impactos económicos que representa este tipo de eventos para el sector en particular y la economía en su conjunto.



Figura 4.42 – VISTA DEL GANADO EN UN AREA INUNDADA DEL BENI (Fuente CEPAL, 2008)

## Analisis de escenarios economicos

### Sector agrícola

El estudio de simulación consideró tres posibles escenarios con sus correspondientes supuestos:

- i) El escenario normal toma en cuenta el crecimiento promedio del sector agricultura tradicional, agricultura moderno y coca con tasas de 2.69%, 2.89% y -1.25% respectivamente los últimos 27 años, internalizando de esta manera los periodos con ocurrencia de fenómenos El Niño o La Niña, así como los periodos favorables. En este ejercicio se asumió que la ocurrencia y profundidad de los fenómenos no se desviará de la tendencia normal, siendo su ocurrencia en promedio cada tres años y su profundidad entre débil, moderada y fuerte.
- ii) En el escenario moderado se consideró el crecimiento promedio de los años con ocurrencia de los fenómenos climatológicos sin hacer distinción en la profundidad de los mismos pero excluyendo los periodos favorables. En este sentido, se introduce una tasa promedio de crecimiento de 0.36%; paralelamente se intensifica la ocurrencia de los fenómenos El Niño/La Niña cada dos años.
- iii) El escenario pesimista promedia las tasas de crecimiento del sector en los años afectados con cambios climatológicos extremos fuertes alcanzando una tasa de -2.01%, con una ocurrencia anual. Estimando tener tasas de crecimiento negativas, dada la recurrencia de los fenómenos extremos y su retroalimentación que ahondan la desaceleración del sector agrícola.

**TABLA NO. 4.14**  
Tasas de crecimiento (en porcentaje)

Actividad Económica	escenario normal	escenario moderado	escenario pesimista
Agricultura Tradicional	2,69	1,87	(4,54)
Agricultura Moderna	2,89	2,65	0,84
Coca	(1,25)	(3,45)	(2,35)
<b>Promedio total</b>	<b>1,44</b>	<b>0,36</b>	<b>(2,01)</b>

Fuente: SIMBIOSIS con base a datos del INE y de la SAM 2007.

Una vez realizados los cálculos necesarios se obtuvo que, para alcanzar un crecimiento del PIB agrícola similar al del escenario moderado y hacer frente a los daños ocasionados por los fenómenos climatológicos en el sector agricultura, se requieren aproximadamente de US\$. 116 millones, lo que representa el 10% de la inversión total realizada en el país, para el 2007.

En las simulaciones realizadas se toma en cuenta de manera indirecta los efectos del cambio climático crónico a través de los fenómenos El Niño y La Niña; no se toma en cuenta el efecto directo del cambio climático, dado que es un fenómeno de muy largo plazo y 10 años no son suficientes para observar los resultados del mismo; adicionalmente, se tiene que el sector agrícola de Bolivia es más sensible a los fenómenos climatológicos extremos y no así a los crónicos.

### Análisis comparado de escenarios

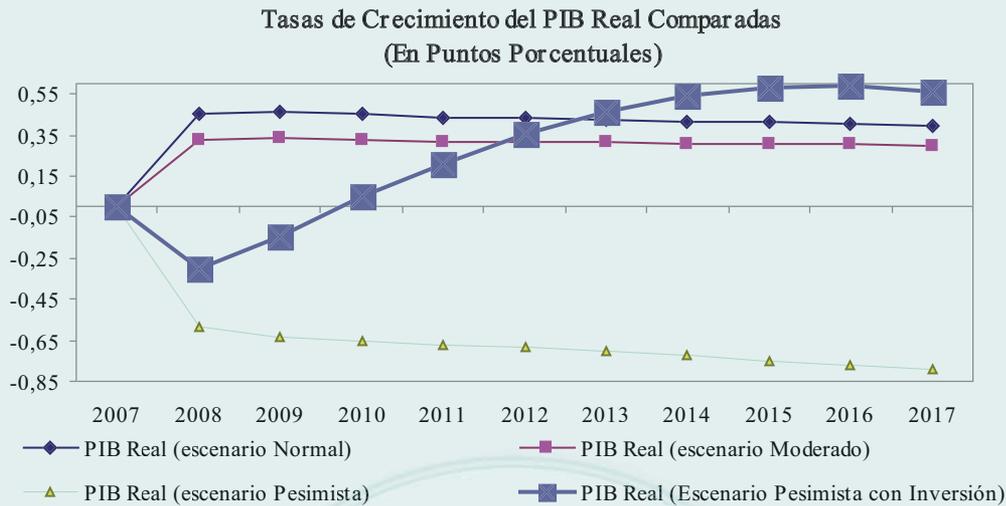


Figura 4.43 – Escenarios Comparados PIB Real  
Fuente: Salidas de simulación MEGC – Bolivia

El análisis de los escenarios comparados (Figura 4.43) a partir de la tasa de crecimiento del PIB Real, muestra:

- En el escenario normal, bajo las actuales tendencias en frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos, el PIB Real crecerá durante los próximos 10 años a un ritmo de 0.39%.
- Un crecimiento promedio del PIB Real de 0.29% si los eventos extremos se dan cada dos años. Lo que significa una reducción en el crecimiento del PIB Real de -0.10% promedio año, en relación al escenario normal, como consecuencia de los shocks adversos generados por los fenómenos El Niño/La Niña.
- Ante la ocurrencia anual de los fenómenos extremos (escenario pesimista), se registra una caída en la tasa de crecimiento del PIB de -0.63% en promedio por año. Lo que implica, en relación a un escenario normal, una reducción en la tasa de crecimiento de -1.02%. Lo que significa un crecimiento del PIB promedio para los 10 años proyectados de 3.7%.
- La introducción una inversión de U\$. 116.79 millones, equivalente al 10% de las inversión nominal total anual, generaría que el PIB Real crezca en 0.26%. Alcanzando para el 2012 el ritmo de crecimiento del escenario normal.

La estimación como porcentaje del PIB para el sector agrícola 2% y el 14.7% para la economía en general no está lejos de las estimaciones realizadas por otras instituciones como la Comunidad Andina de Naciones (2008); el Informe Stern y el propio IPCC (2007).

### Sector infraestructura

Un estudio de la CEPAL (2008) establece para el Evento El Niño 2007, que la combinación de las fuertes heladas y granizadas, las lluvias y las inundaciones produjo un impacto especialmente severo en las zonas de Llanos y el Chaco y en las laderas de la cordillera que desciende hacia el oriente del país. Ello resultó particularmente grave por la existencia de dos factores agravantes; la topografía de las zonas afectadas, la elevada vulnerabilidad de la infraestructura misma, y la necesidad de de inversiones en reforzamiento, mejora y mantenimiento en partes importantes de la red de líneas vitales.

Dadas las variadas características del territorio boliviano y el nivel de desarrollo de sus redes de transporte primaria o troncal y las secundaria y terciaria, los daños ocasionados por las lluvias e inundaciones afectaron especialmente al subsector de carreteras y caminos de diversa manera, en niveles superiores a los usuales en la estación de lluvias que anualmente ocasiona erosión e inundación en los valles y regiones bajas y deslizamientos y obstrucciones en las laderas.

Por afectar puntos nodales de la red troncal y afectar las rutas en diversos departamentos como consecuencia de ello, ocurrieron pérdidas económicas en el transporte automotor a raíz de la necesidad de que algunos flujos se desviarán, al estar obstruidas las vías que utilizaban tradicionalmente antes del desastre. Ello irradió afectaciones económicas en otros sectores al afectarse la salida desde zonas productoras agrícolas y alterarse las corrientes de comercio entre el altiplano, los valles y las planicies.

A fin de determinar los daños y pérdidas ocurridos se estimaron dos tipos de costos:

- El valor de los daños físicos ocasionados por los desastres en la infraestructura, y
- Las pérdidas que derivan de los incrementos en los costos de operación vehicular – en que incurren usuarios y empresas del subsector – como consecuencia de la indisponibilidad del acervo vial afectado e inutilizable total o parcialmente, durante el período en que no estarán en servicio.

Es importante destacar que el estudio de CEPAL consideró que los daños se estimaron de acuerdo al costo de reposición de las vías afectadas.

### Costo de los Daños y pérdidas

La Tabla 4.15 comprende la totalidad de los daños, es decir, se incluyen los valores que ya se gastaron en la emergencia, y principalmente, los daños que se pretende rehabilitar y reconstruir. El monto total de más de mil trescientos millones de bolivianos represento al menos 200 millones de dólares en este sector.

**TABLA 4.15**  
Costos Totales de Reposición.  
Redes Fundamental, Departamental y Municipal – (Millones de Bs)

Departamentos	Red Fundamental	Departamental y Municipal	Total
Chuquisaca	20	38	58
La Paz	8	95	103
Cochabamba	21	127	148
Oruro	6	14	20
Potosí	2	72	74
Tarija	43	88	131
Santa Cruz	286	280	565
Beni	82	129	211
Pando	0	26	26
<b>Total Nacional</b>	<b>467</b>	<b>869</b>	<b>1.336</b>

Fuente: Estimaciones de ABC, UDAPE y CEPAL

## RESUMEN DE IMPACTOS ECONÓMICOS POR LOS ÚLTIMOS EVENTOS EXTREMOS EN BOLIVIA

Las Tablas 4.16 y 4.17 presentan el nivel de impactos económicos como resultado de los eventos extremos de El Niño y La Niña.

**TABLA 4.16**  
Impactos económicos del fenómeno de El Niño en Bolivia

AÑO	EVENTOS	IMPACTOS ECONÓMICOS
2006-2007	Fenómeno de El Niño	El Niño moderado en el país representó pérdidas por un valor aproximado de US\$ 443 millones.
1997/98	Fenómeno de El Niño 97-98	El Niño fuerte 97-98 provoca desastres Económicos en Bolivia por un valor aproximado de \$US 530 millones equivalentes al 7% del PIB nacional.
1982/83	Fenómeno de El Niño 82-83	El Niño 82-83 provoca daños económicos por un valor de US\$ 837 millones (Niño clasificado como fuerte).

Fuente: CEPAL (2007).

**TABLA 4.17**  
Impacto económicos del fenómeno de La Niña en Bolivia

AÑO	EVENTOS	IMPACTOS ECONÓMICOS
2007-2008	Fenómeno de La Niña	Niña moderada con altos impacto sociales y económicos en todo el país, 26 decesos, pérdida de vivienda y de infraestructura. Daños \$us. 540 millones.
2001-02	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.
1988-89	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos inundaciones en la región del lago Titicaca sin cuantificación de pérdidas económicas.
1973/74	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.
1982/83	Fenómeno de La Niña	La Niña fuerte sin impactos económicos significativos.

Fuente: Elaboración propia (2007).

### 4.3. PROCESO DE ADAPTACION

Bolivia luego de haber presentado su Comunicación Inicial ante la Convención del Cambio Climático y al haberse detectado el alto nivel de vulnerabilidad que sufre ante el cambio climático ha confirmado la necesidad de trabajar en acciones de adaptación ligadas a la lucha contra la pobreza y al desarrollo.

Este concepto fue claramente entendido por lo que el Estado Plurinacional de Bolivia da prioridad sustantiva a la lucha contra la pobreza, planteando el paradigma de “Vivir Bien”, que genera una propuesta de Protección Social y Desarrollo Comunitario que significaría erradicar la pobreza extrema, cerrar las brechas de inequidad y desarrollar las capacidades humanas, económicas y sociales de los grupos poblacionales más empobrecidos y marginados. Este proceso está siendo puesto en peligro por los impactos del cambio climático por lo que la prioridad nacional está ligada a las acciones de adaptación al cambio climático.

#### 4.3.1 Esfuerzos propios de adaptación al Cambio Climático guiados por el Estado Plurinacional de Bolivia a través del Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Para garantizar la Política de Estado “Agua para Todos”, donde el acceso al agua es un derecho humano, legítimo, fundamental y de todos los seres vivos, y de esta manera consolidar el paradigma del “Vivir Bien”, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de manera agresiva ha impulsado acciones relativas a la adaptación de los recursos hídricos ante los cambios climáticos implementando proyectos en ciudades como el Alto, La Paz, Cochabamba y Tarija.

#### Agua para La Paz, El Alto, Cochabamba y Tarija en el presente y futuro

Al presentarse de manera concluyente la retracción de glaciares por efecto del calentamiento global, que afectaran a estas ciudades, se ha aprobado la perforación de una batería de 12 pozos de agua en Tilata (ciudad de El Alto), que aumentará

la producción de agua en 150 litros por segundo. Se ampliará la planta de tratamiento de agua en la meseta y la planta de tratamiento de aguas servidas de Puchukollo.

También se ha dispuesto un proyecto principal que es la construcción de una segunda represa de gran capacidad en Alto Hampaturi. Para la ciudad de La Paz, cuyos recursos fueron asegurados para su diseño final. Al margen de estas obras, está también la construcción de redes de agua potable y saneamiento que se están llevando a cabo en El Alto. Bolivia está invirtiendo en éstas medidas de adaptación cerca a 25 millones de dólares.

Otra importante medida de adaptación al cambio climático y que pueda garantizar agua a una ciudad como Cochabamba, que se encuentra al centro del país, y que se ha caracterizado por mayores sequías y falta de agua es el proyecto de construcción de la Represa Misicuni, La construcción de las obras de Misicuni incluyen, además de la represa, la planta de tratamiento de agua y descarga de fondo así como la supervisión y la fiscalización, haciendo un total de inversión de 84.278.673 dólares.

El Gobierno Plurinacional, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), interviene con cinco programas de agua y alcantarillado en más de 100 comunidades rurales y periurbanas de las cinco provincias del Departamento de Tarija. Se busca dar soluciones estructurales a los efectos de las sequías periódicas que afectan la producción del Chaco tarijeño. Para ello se asignaron recursos de más de 5 millones de dólares para 37 proyectos de perforación de pozos de agua, construcción de atajados, sistemas de riego, micro riego y otros.

#### 4.3.2 Plan nacional de rehabilitación y reconstrucción 2008 – 2010

Los impactos de El Niño y La Niña, exacerbados por el cambio climático, han obligado al Estado Plurinacional de Bolivia a desarrollar un Plan de Rehabilitación y Reconstrucción encabezado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo en coordinación con los Ministerios de Salud, Educación, Desarrollo Rural, Agropecuario, Obras Públicas y Ministerio del Agua.



#### Objetivos

Rehabilitar y reconstruir los sistemas productivos y la infraestructura afectada por los desastres naturales causada por los eventos Niño y Niña, fortaleciendo las capacidades institucionales y sociales y reduciendo las vulnerabilidades.

El Plan asimismo, busca como metas la inversión de 350 millones de dólares con la ejecución de cerca a tres mil proyectos y la búsqueda de financiamiento adicional.

#### Implementación

Con recursos propios el Estado ha dispuesto en el año 2008 la creación de un Fondo de Fideicomiso para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y Emergencias (FORADE) con un 0,15% del Presupuesto General de la Nación.

También ha tenido que asumir créditos del BID, Banco Mundial y la CAF para enfrentar estos problemas dimanantes de la Variabilidad Climática y del Cambio Climático.

### 4.3.3 Aprendizaje institucional y social en proyectos piloto de Adaptación

Como parte de un proceso de aproximaciones sucesivas a la incorporación de la adaptación en todos los niveles y sectores impulsores del desarrollo, Bolivia desde el año 2004 plantea una serie de iniciativas concentradas en Planes y Proyectos que permitan enfrentar los impactos del cambio climático, los cuales se reimpulsan desde el año 2006 con una visión más participativa.

Entre las iniciativas más importantes se pueden citar: El Proyecto Estudios de Cambios Climáticos; el Plan Quinquenal del Programa Nacional de Cambios Climáticos; el Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático en áreas de retracción de glaciares (PRAA) y el Proyecto de Implementación del Mecanismo Nacional de Adaptación. Asimismo, se apoyan iniciativas de adaptación al cambio climático en el marco del Proyecto de Pequeñas Donaciones del PNUD.

#### 4.3.3.1 Proyecto Estudios de Cambios Climáticos<sup>24</sup>

El Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), inició el año 2004 el Proyecto Estudios de Cambio Climático, que abarcó a 14 países de Latinoamérica, África y Asia. Con el objetivo de aumentar la comprensión de la vulnerabilidad al cambio climático, (generar instrumentos y metodologías para su evaluación) formar capacidades adaptativas de las comunidades locales en regiones semiáridas de montaña y sentar las bases de políticas y estrategias nacionales en el tema.

El proyecto se desarrolló en los municipios de Acoraimes, Carabuco y Batallas en el Departamento de La Paz y en Vallegrande, Moromoro y Saipina en el Departamento de Santa Cruz. Se seleccionaron, dos ecosistemas de montaña con influencia glaciar (Lago Titicaca) y sin influencia glaciar (Valles Cruceños), considerándose además la endemidad o epidemidad de la enfermedad del Mal de Chagas en los Valles Cruceños, y de la Malaria para la región del Lago.

El proyecto contó con tres componentes:

**Seguridad alimentaria**, en el que se evaluó la vulnerabilidad de cultivos priorizados y se implementaron estrategias de adaptación locales que permitieron mejorar la disponibilidad y acceso alimentario y robustecer los sistemas productivos.

**Salud Humana**, promovió la evaluación de la vulnerabilidad sanitaria a los efectos del cambio climático (malaria de altura y Mal de Chagas en los valles cruceños), la implementación de medidas de adaptación en salud destinadas a disminuir la vulnerabilidad y la generación de políticas para reducir los impactos del cambio climático en ecosistemas seleccionados de montaña, a nivel departamental y nacional (Capítulo Salud del Mecanismo Nacional de Adaptación).

**Recursos Hídricos**, destinado a mejorar la gestión de recursos hídricos, apoyar las actividades de adaptación para el diseño de obras hidráulicas orientadas a garantizar la oferta de suministro de agua, uso de técnicas para cosecha de agua de lluvia y el uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas en diferentes sectores.

La metodología desarrollada, partió del principio de *aprender haciendo*, en un ciclo activo de aprendizaje social, con fuerte énfasis en la retroalimentación y participación comunitaria. La evaluación de la vulnerabilidad se basó en información científica y técnica: Sistema de Información Geográfica (SIG), Evaluación Ecosistémica, Evaluación Social, Evaluación Epidemiológica, Laboratorial, Encuestas y Estudios de caso.

#### Objetivos del proyecto

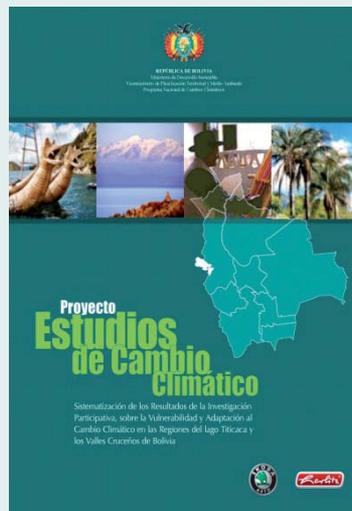
La Fase I ha puesto el énfasis en la evaluación participativa de la vulnerabilidad. La Fase II centró su énfasis en la adaptación.

#### Resultados alcanzados

- El proyecto ha consolidado un estudio de diagnóstico sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en las dos regiones definidas (Lago Titicaca y Valles Cruceños) en convenio con los 6 municipios participantes en el proyecto.

24 Financiado por NCAP Holanda.

- Se ha consolidado una Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático, la cual ha sido endosada a través de Ordenanzas Municipales de los 6 Municipios participantes,
- Se ha trabajado en el establecimiento de una cartera de financiamiento para la Estrategia mencionada,
- Se ha definido un programa de formación de capacidades para fortalecer a los municipios en la implementación de la Estrategia Municipal.
- Se ha coadyuvado a conformar un Grupo de Trabajo sobre adaptación al cambio climático y gestión de riesgos.
- Una cartera de financiamiento para financiar la Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático de aprox. 460.000 US\$.



**Resultados de la Primera Fase del Estudio "Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en las Regiones de Lago Titicaca y los Valles Cruceños de Bolivia"**

- Descripción metodológica del diagnóstico y la investigación participativa,
- Marco conceptual de la adaptación,
- Estudio de caso Malaria en Tuntunani
- Estudio agroclimático en el Altiplano Norte
- Sistemas tradicionales de observación climática
- Análisis de los sistemas de subsistencia en el altiplano Norte

Algunos de los proyectos ejecutados fueron:

*Producción de Biomasa en Bofedales con la introducción de Trébol Blanco*, con el objetivo de mejorar la capacidad y calidad de producción de biomasa en bofedales con la introducción de Trébol blanco, en las comunidades de Challapata y Suriquiña. *Evaluación de la Malaria de Altura*

La evaluación demostró evidencias de cambio climático en la zona de Carabuco, con cambios ecosistémicos, presencia del vector transmisor de la malaria por encima de su límite altitudinal y otros en fauna y flora. La variabilidad forzada que se presentó el 97-98 produjo un brote epidémico de malaria vivax entre los 2620 hasta los 3590 m.s.n.m.

*Manejo y conservación de suelos y agua*, con el objetivo de desarrollar capacidades en manejo y conservación del recurso suelo, recolección y almacenamiento de agua a través de zanjas de infiltración, y recuperar la cobertura vegetal con la utilización de pasto *Falaris* para mejorar la calidad de pasto en la pradera nativa, en las comunidades de cantón Tuquia

#### 4.3.3.2 Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático<sup>25</sup>

En el año 2004 en ocasión de la 10ma Conferencia de las Partes de la CMNUCC, realizada en Buenos Aires, Bolivia conjuntamente con el Perú y Ecuador empezaron a gestionar el financiamiento para un proyecto de adaptación al cambio climático en la zona andina de montaña.

Los tres países mencionados, solicitaron al Global Environment Facility el financiamiento para la preparación del proyecto "Diseño e Implementación de Medidas Piloto de Adaptación al Cambio Climáticos en la Región Andina", accediendo al apoyo financiero del Fondo Especial del Cambio Climático, a través del Banco Mundial (GEF-PPG TF056694).

25 Proyecto financiado por el GEF a través del BM.

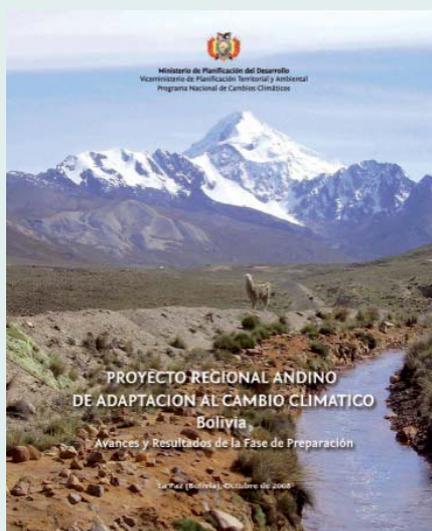
Estudios realizados han mostrado una reducción del 24 por ciento de la superficie de los glaciares en la Cordillera Real en el período 1987-2004. Se perdió con ello la capacidad de regulación natural de las cuencas generando impactos negativos sobre la disponibilidad de recursos hídricos que son utilizadas para la dotación de agua para centros densamente poblados en el área urbana como en la rural, para las actividades agrícolas y pecuarias; así como también para la generación de energía hidroeléctrica, obligando a implementar procesos de adaptación costosos.

En este contexto, el PRAA se constituye en un emprendimiento regional para aumentar la resiliencia de los ecosistemas y economía local 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 muestren los costos y beneficios de la adaptación.

### Objetivo general

Asistir en la preparación del Proyecto “Diseño e implementación de Medidas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en la Región Andina”

### Resultados alcanzados



El Proyecto con un período de implementación de poco más de año, ha concentrado sus actividades en la planificación detallada y la definición de los arreglos institucionales.

Durante este período se ha planificado la implementación de: (i) la elaboración de un mapa de vulnerabilidad al cambio climático, que apoye el proceso de toma de decisiones; (ii) la generación de escenarios climáticos para el período 2015-2039, requeridos para el diseño de las medidas de adaptación futuras; (iii) la elaboración e implementación de un plan de difusión de las experiencias generadas en el marco del Proyecto; (iv) contribuir con el monitoreo del retroceso de los glaciares, utilizando técnicas de sensores remotos; y (v) la implementación de tres proyectos piloto de adaptación.

No obstante de la importancia de todos los productos a ser generados en el PRAA, posiblemente la mayor contribución del Proyecto tanto a nivel nacional como regional es la implementación de tres proyectos pilotos:

#### Proyecto Piloto 1

##### Gestión integrada de las cuencas Tuni - Condoriri incorporando el impacto del retroceso acelerado de glaciares

Estudios realizados por el Programa GRANT del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA, con el financiamiento parcial del Programa Nacional de Cambios Climáticos, han establecido que los glaciares de Tuni y Condoriri podrían desaparecer el 2025 y 2045 respectivamente, reduciendo la capacidad de regulación (almacenamiento) de la cuenca y con ello bajando la disponibilidad de recursos hídricos para la dotación de agua al Sistema de Dotación de Agua Potable de El Alto, que provee el servicio a la ciudad de El Alto y las laderas de la ciudad de La Paz.

Consciente de ello y asumiendo el compromiso, la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS) se constituye en el principal socio en la implementación de este proyecto piloto, no solo apoyando con la logística requerida sino también a través de la gestión de recursos financieros adicionales para la implementación de las medidas de adaptación ante la retracción de los glaciares para compensar la reducción de la capacidad de regulación (almacenamiento) de la cuenca a causa del derretimiento de los glaciares y mejorar la gestión de demanda de agua de las ciudades de La Paz, El Alto y sectores urbanos adyacentes.

EPSAS, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, viene gestionando los recursos para la actualización del diseño final de la presa Huayna Potosí y su posterior construcción, con lo que se lograría compensar la reducción de la capacidad de almacenamiento de los glaciares que se vienen derritiendo aceleradamente y con fondos del PRAA para elaborar un Programa

de Gestión de la Demanda que permitiría reducir la demanda de agua a través de bajar los niveles de pérdidas del recurso en el sistema y promover e incentivar a cambios de conducta en la población en el uso adecuado del agua.

La participación de EPSAS en el PRAA, permitirá dar continuidad al proceso de adaptación planificada a los impactos del retroceso glaciar y el cambio climático, los cuales afectarían de forma directa o indirecta a los otros sistemas de abastecimiento a las ciudades de La Paz y El Alto.

### *Proyecto Piloto 2*

#### *Plan de manejo integrado piloto de cuencas afectadas por el retroceso glaciar en el Altiplano y Valles Altos*

El PRAA en su etapa de preparación ha identificado que debido a la retracción de los glaciares y el cambio climático se podría experimentar una reducción en la productividad agrícola y pecuaria, además que en un futuro podría generar impactos económicos sobre los pobladores que se dedican a esta actividad y en algunos casos podría comprometer su seguridad alimentaria.

A través de un proceso de planificación participativa con las comunidades beneficiarias de las microcuencas de Cullucachi, en el Municipio de Batallas y Tacapaya y Amachuma Grande en el Municipio de Palca, se implementarán medidas de adaptación a los impactos del cambio climático y la retracción de glaciares en el marco de un manejo integrado de cuencas, en los sectores agrícola, pecuario y dotación de agua a comunidades en el área rural.

Los lineamientos rectores en la implementación de este proyecto piloto son la participación, equidad de género y generacional, empoderamiento, generación de alianzas estratégicas, replicabilidad y sostenibilidad, que con la participación de las comunidades y autoridades locales contribuirían al proceso de adaptación y se constituirían en prototipos para ser implementados en otras zonas.

### *Proyecto Piloto 3*

#### *Adaptación Participativa para la Construcción de Defensivos para las poblaciones de Huayhuasi y El Palomar*

Durante las dos últimas décadas, nuestro país ha sido afectado por los impactos de los eventos climáticos, dentro de los que se encuentran: deslizamientos, inundaciones, sequías, incendios forestales, para mencionar algunos, los cuales no solo han generado cuantiosos daños y pérdidas, sino que también ha mostrado una vulnerabilidad elevada y una reducida capacidad institucional para mitigar dichos impactos y que para implementar medidas se debe estar preparado ante ellos.

Ante dicha situación, el Gobierno Nacional ha gestionado el financiamiento de este proyecto piloto, que tiene como objetivo desarrollar un modelo social que considere la implementación de medidas para la prevención de desastres y la reducción de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y los riesgos a los eventos extremos (inundaciones) en las comunidades rurales de Huayhuasi y El Palomar situadas en las riveras del Río La Paz.

El enfoque ampliamente participativo que se dará a este proyecto piloto, con el concurso directo de las organizaciones sociales de las comunidades beneficiarias, respaldado por un trabajo científico que estaría a cargo del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés permitiría encontrar una complementariedad entre ambos para el desarrollo de una gestión de riesgos que incluya el análisis de riesgos, la prevención, mitigación y preparación para los desastres.

#### **4.3.3.3 Plan Quinquenal del Programa Nacional de Cambios Climáticos**

La suscripción de un Memorando de Entendimiento firmado en junio de 2004 entre el Gobierno de Bolivia, representado por el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, el Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Planificación del Desarrollo y las Agencias de Cooperación Internacional Signatarias, como el Ministerio Neerlandés de Cooperación al Desarrollo y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, establecieron financiar las actividades del “Plan Quinquenal del Programa Nacional de Cambios Climáticos”.

#### **Objetivo general**

Este Plan se concentró en la profundización de la educación, capacitación y la investigación que estimule la toma de conciencia de la presencia del Cambio Climático. Asimismo, se desarrollen acciones sinérgicas entre los actores para reducir

la vulnerabilidad al cambio climático, con la aplicación de medidas de adaptación, y coadyuvar con medidas de mitigación para reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Busca orientar al país en el conocimiento nacional sobre el cambio climático, desarrollar campañas de concientización pública y de difusión; fomentar las acciones de investigación y la generación de proyectos.

### Objetivos específicos

Apoyar en todo el trabajo técnico al Gobierno Boliviano en el cumplimiento de los compromisos del país ante la Convención del Cambio Climático.

Desarrollar e implementar planes nacionales de acción destinados a enfrentar el Cambio Climático.

Desarrollar estrategias nacionales referidas a la implementación de la Convención y la participación de Bolivia en el Protocolo de Kyoto.

Desarrollar estudios de impacto de los cambios climáticos y estudios de medidas de adaptación.

Divulgar la temática del cambio climático en todos los órdenes.

El Plan Quinquenal se centró en el análisis y reflexión de las repercusiones del cambio climático sobre los ecosistemas, los sistemas productivos y las economías locales como regionales. Exige implementar acciones y/o procesos para prevenir, manejar y enfrentar las consecuencias de eventos climáticos extremos o en su caso potenciar y aprovechar los impactos positivos de los cambios climáticos. Con los proyectos de la primera convocatoria del PQ-PNCC se han logrado cubrir líneas de acción que son detalladas en la Figura 4.44.

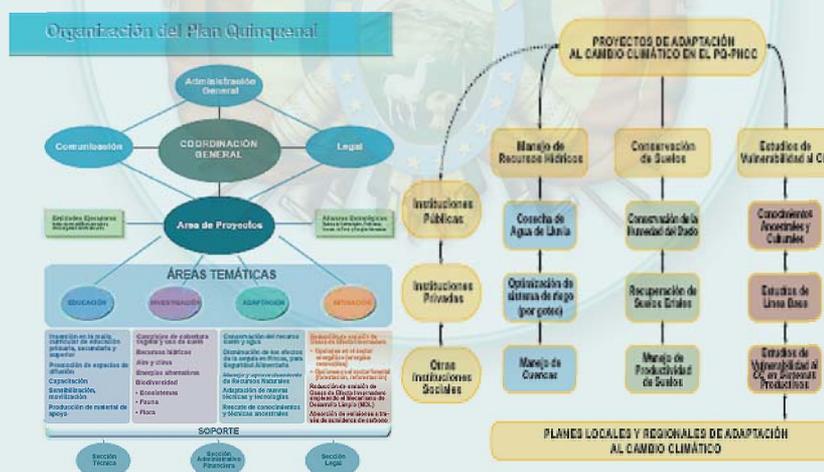


Figura 4.44 – Estructura organizacional y temáticas abordadas en proyectos de Adaptación al Cambio Climático en el Plan Quinquenal del PNCC.

### Resultados

El Plan Quinquenal en el componente de Adaptación ha permitido el desarrollo de un conjunto de proyectos en diferentes municipios y comunidades de Bolivia.

Se han desarrollado mejores estudios sobre la vulnerabilidad del país al cambio climático, se han priorizado los sectores de la salud, la agricultura y los recursos hídricos, especialmente los relacionados con la retracción de glaciares.

Se han implementado una serie de proyectos piloto de adaptación de pequeña escala que permiten que se vaya conociendo algunas acciones de adaptación. Se han suscrito convenios intersectoriales que garanticen sinergias para el desarrollo de proyectos.



El recuadro sintetiza algunos de los proyectos apoyados por el Plan Quinquenal en Bolivia.

- Proyecto Reducción de los efectos de la sequía en fincas para seguridad alimentaría Proyecto Alternativas de manejo y aprovechamiento de recursos naturales para reducir los efectos del CC en sistemas de producción campesinos
- Proyecto Recuperación y adaptación de especies nativas en las praderas de los ayllus originarios de Comanche.
- Proyecto Validación de técnicas de micro captación de aguas de lluvia y microclima para la reforestación en el municipio de Curahuara de Carangas del Departamento de Oruro,
- Formación de ecosistemas en laderas para papa nativa y oca.
- Sistemas naturales de purificación y depuración del agua en atajados del Chaco.
- Evaluación del cambio climático en la biodiversidad y sistemas productivos
- Proyecto forestal comunitario para la adaptación agrícola.
- Evaluación de plagas y enfermedades en producción de semillas de diferentes especies.
- Generación y validación de escenarios climáticos orientados a la adaptación de los efectos del cambio climático.

#### 4.3.3.4 Programa de Pequeñas Donaciones del PNUD

El Gobierno Plurinacional a través del Ministerio de Planificación del Desarrollo por intermedio del Programa Nacional de Cambios Climáticos ha apoyado los pequeños proyectos de adaptación al cambio climático que se llevan adelante también con comunidades, en varias regiones del país por medio del PPD/PNUD.

### 4.4. POLITICA PÚBLICA Y LA ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO A NIVEL NACIONAL

Bolivia al plantear en el año 2006 su Plan Nacional de Desarrollo (PND), tiene un alcance estratégico de 10 años y establece claramente acciones vinculadas con el cambio climático.

En el componente de los Recursos Ambientales, establece políticas muy claras vinculadas con adaptación al cambio climático. Precisamente la política 5 de los Recursos Ambientales, se enfoca en la Adaptación a los Cambios Ambientales globales, Protección a la Capa de Ozono y Contaminantes Orgánicos Persistentes, con lo que pretende conseguir una intervención protagónica del Estado para garantizar tecnologías apropiadas y limpias con seguridad ambiental que reduzcan las pérdidas económicas y eviten el deterioro de la calidad de vida.

De manera directa esta política apunta a los temas de adaptación al cambio climático, por ello se busca generar una Estrategia de Gestión de Riesgos y Adaptación de sectores vulnerables a los cambios ambientales y socioeconómicos globales (entendidos como cambios climáticos). Su objetivo es reducir la vulnerabilidad y promover la adaptación de la sociedad a los impactos y oportunidades emergentes de los cambios ambientales y socioeconómicos globales de los sectores vulnerables. El desarrollo de la normativa e institucionalidad incorporará la gestión de riesgos y la adaptación en todos los sectores, además de la concertación de acciones de desarrollo tecnológico con los actores sociales. También el establecimiento de mecanismos para acceder a mercados que promuevan una producción mejor adaptada a los cambios ambientales globales.

Enmarcados en esta estrategia se establecen los siguientes programas: Programa de prevención de desastres en sectores vulnerables, que desarrollará la normativa y los acuerdos institucionales con los diferentes sectores sociales para una efectiva prevención de desastres en la agricultura y en la infraestructura rural y urbana. Programa de adaptación de sistemas de subsistencia vulnerables al deterioro del recurso hídrico que evaluará la vulnerabilidad de la agricultura en regiones de montaña, semiáridas y nuevas áreas de colonización a los cambios en la hidrología local para desarrollar conjuntamente con los actores locales sistemas productivos mejor adaptados.

Para responder a estos lineamientos del PND, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, tiene el rol protagónico de implementar relativas al cambio climático y fundamentalmente a la Adaptación, impulsando el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MNACC). Este Mecanismo Nacional de Adaptación prioriza sectores como recursos hídricos, agricultura, ecosistemas, salud, asentamientos humanos e infraestructura y riesgos climáticos. Asimismo, plantea acciones transversales referidas a la investigación, educación y recuperación de los conocimientos ancestrales.

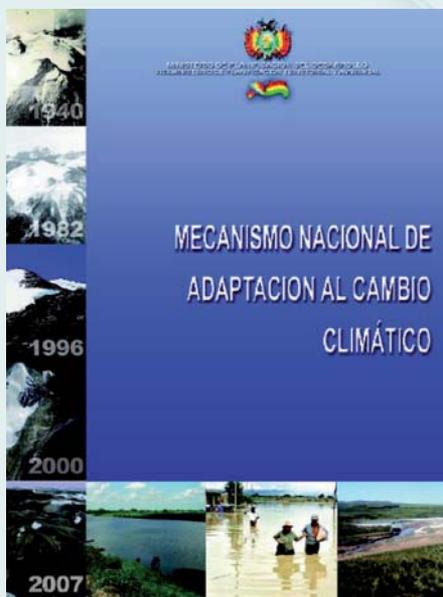
#### 4.4.1 El Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático

El año 2007 el Ministerio de Planificación del Desarrollo presenta el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Bolivia con la intención de iniciar un proceso planificado de incorporación de los temas del cambio climático en los niveles sectoriales, prefecturales, municipales y de las comunidades.

Los objetivos estratégicos del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático son:

- Reducir la vulnerabilidad al cambio climático;
- Promover la adaptación planificada en el marco de los distintos programas sectoriales y
- Reducir riesgos a los impactos del cambio climático en los distintos sectores identificados como vulnerables..

#### La construcción del MNACC



Partiendo de una evaluación inicial de la vulnerabilidad al cambio climático desarrollada por el Programa Nacional de Cambios Climáticos, bajo escenarios futuros de clima, y consultas participativas a actores sociales e institucionales de las distintas regiones del país y estudios de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, con el propósito de evaluar el estado alimentario del país, se estableció una línea base preliminar. Este proceso, ha permitido que los actores sociales e institucionales identifiquen sus necesidades de adaptación a impactos futuros del cambio climático en talleres participativos que tuvieron lugar en las ciudades de Oruro, La Paz, Santa Cruz, Potosí, Sucre y Cochabamba.

Las consultas han permitido, sistematizar las necesidades de adaptación al cambio climático en programas sectoriales y programas transversales. Posteriormente, se diseñaron para cada uno de ellos, estrategias para la implementación. Éste ha sido un proceso de constante retroalimentación a través de los comités departamentales de apoyo al Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Como se observa en la Figura 4.45 este proceso ha sido acompañado del desarrollo de capacidades en investigadores de las Universidades del sistema nacional.

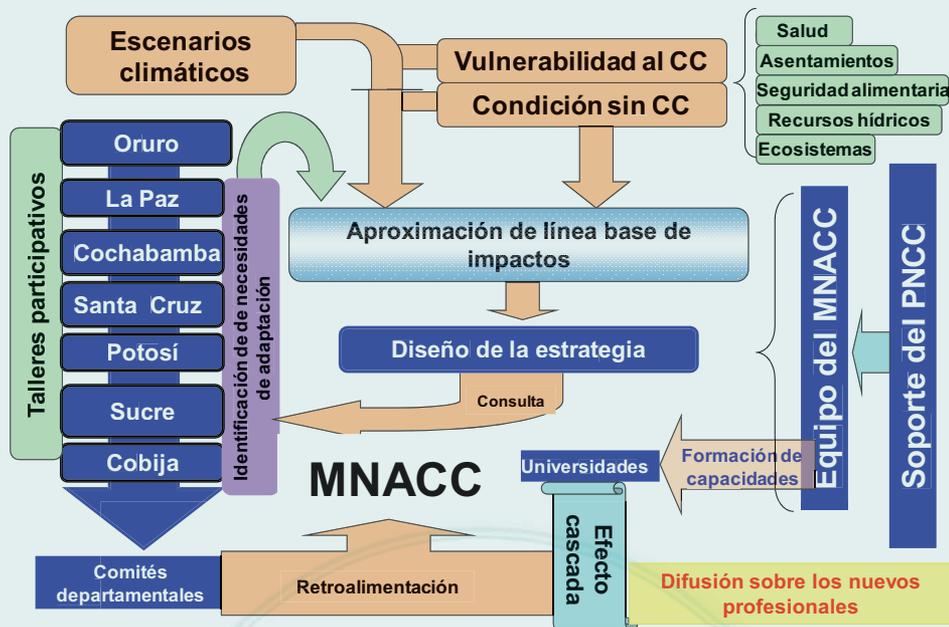


Figura 4.45 - Esquema del proceso para la generación del Mecanismo Nacional

### La gestión del MNACC

El MNACC es un documento de política nacional, ajustado a las políticas y estrategias del PND, que responde a la naturaleza de la variabilidad y el cambio climático y requiere del compromiso de instituciones gubernamentales, nacionales, regionales, locales, públicas y privadas. La coordinación y gestión será realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y los sectores involucrados, quienes serán directos ejecutores con el soporte técnico del Programa Nacional de Cambios Climáticos.

### Los Objetivos de gestión del MNACC

- Responder a las políticas del Plan Nacional de Desarrollo con acciones de adaptación al cambio climático de manera integral y multisectorial; que permita un alto grado de sustentabilidad.
- Consolidar mecanismos de participación de los diferentes actores sociales e institucionales.
- Coordinar de manera intersectorial las acciones de adaptación al cambio climático.
- Apoyar las gestiones del PNCC dentro de la estructura estatal para fomentar las acciones de adaptación al cambio climático.
- Apoyar el logro de mecanismos financieros orientados al desarrollo nacional para integrar en ellos las acciones de adaptación (ej. Fondos de inversión, apoyos programáticos, sectoriales, etc.).
- Articular las acciones de adaptación con otras acciones operativas que se plasman, ya sea en programas de desarrollo (Programas de Manejo de Cuencas, Programas y Proyectos de Riego, Programas de Salud, etc.) o en proyectos específicos de manera que estos integren y conciban la necesidad de incluir acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad nacional al cambio climático.
- Promover la integración de acciones de adaptación dentro del ámbito comunal, municipal y departamental
- Apoyar para que se considere el tema de la respuesta del país al cambio climático en espacios de discusión y planificación estratégica, tanto locales, municipales, departamentales como nacionales incluyendo éste en procesos como el Dialogo Nacional, Foros Municipales, Redes de Investigación, reflexión, etc.

## La Estructura del MNACC

La estructura del Mecanismo Nacional de Adaptación al cambio climático comprende cinco programas sectoriales: *a) Adaptación de los recursos hídricos al cambio climático; b) Adaptación de la seguridad y soberanía alimentaria al cambio climático; c) Adaptación sanitaria al cambio climático; d) Adaptación de los asentamiento humanos y gestión de riesgos; y e) Adaptación de los ecosistemas al cambio climático. Los mismos que se encuentran acompañados de tres programas transversales que son: a) investigación científica; b) educación, difusión, capacitación; y c) aspectos antropológicos y conocimientos ancestrales.*

Cada programa tiene identificadas sus medidas de adaptación que responden a las políticas del PND para garantizar respuestas adecuadas y tempranas a los impactos del cambio climático.

De esta manera el Estado Plurinacional de Bolivia, con su planteamiento de Salvar el Planeta y cuidar a la Madre Tierra, define una estructura institucional que le permita enfrentar los impactos del cambio climático, para lo cual se hace indispensable la conformación de fondos de adaptación bilaterales y multilaterales.



# Mitigación del Cambio Climático en Bolivia

*Capítulo 5*

Si bien el Estado Plurinacional de Bolivia no tiene ninguna obligación vinculante por parte de la CMNUCC o del PK para reducir emisiones de gases de efecto invernadero, ha estado desarrollando en los últimos años estudios que le permitan establecer sus potenciales de reducción a partir de análisis de proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero en los diferentes sectores.

Una serie de esfuerzos se han realizado para determinar los potenciales de mitigación del país tanto en los sectores energético, como no energéticos, para ello se han utilizado diferentes herramientas de modelación económica ambiental como el Markal Macro, el LEAP, matrices insumo-producto, etc.

## 5.1. POTENCIAL DE MITIGACIÓN

Un estudio realizado por el PNCC (2001) establece que el potencial teórico nacional de reducción de emisiones que se podría alcanzar en el período 2001- 2012 como resultado de la aplicación de medidas de mitigación, asciende a 903 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, de los cuales aproximadamente el 97,67% corresponden al sector Uso del Suelo y Cambio en el Uso del Suelo y la Silvicultura (LULUCF por su sigla en inglés) es decir 882 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y 2,33% al sector energético es decir 21 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Este potencial teórico ha sido calculado considerando varios aspectos; en el caso del sector LULUCF se ha supuesto que las medidas propuestas se introducirán en varias zonas del país alcanzando un área de acción que representa aproximadamente el 92% de la superficie anual sujeta a procesos de deforestación y que prácticamente estos procesos serían detenidos como producto de las actividades propuestas.

En el caso del Sector Energético, el potencial teórico de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se ha calculado asumiendo que cada una de las medidas mencionadas se introducen en los diferentes sectores identificados en el país con una tasa de penetración del 100%, es decir a la totalidad del universo objeto de las actividades propuestas en cada una de las medidas. Sin embargo, estas consideraciones deben ser tomadas con cautela.

Las figuras 5.1 y 5.2 a continuación muestran los niveles de costos que significarían la implementación de estas medidas potenciales en el sector forestal (LULUCF) y en el sector energético.

El Estado Plurinacional de Bolivia, ha empezado a implementar algunas de las medidas planteadas, especialmente en el sector energético y un conjunto de otras medidas están planteadas en los planes de desarrollo, especialmente aquellas que tienen costos incrementales negativos.

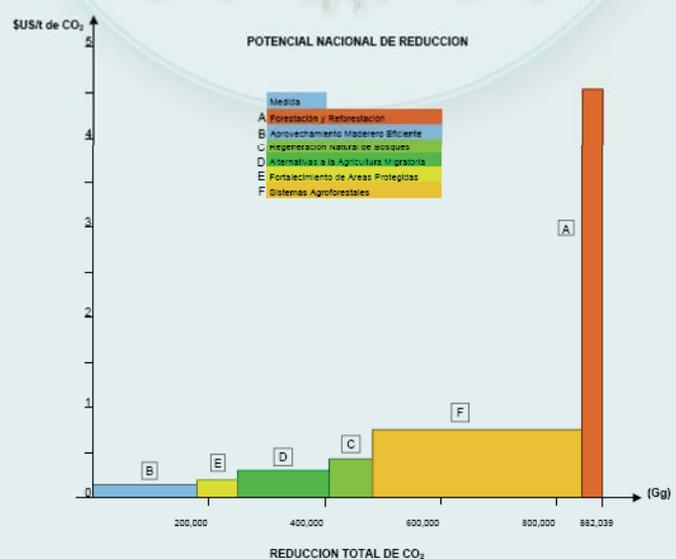


Figura 5.1 – Medidas potenciales de reducción y sus costos en el sector LULUCF

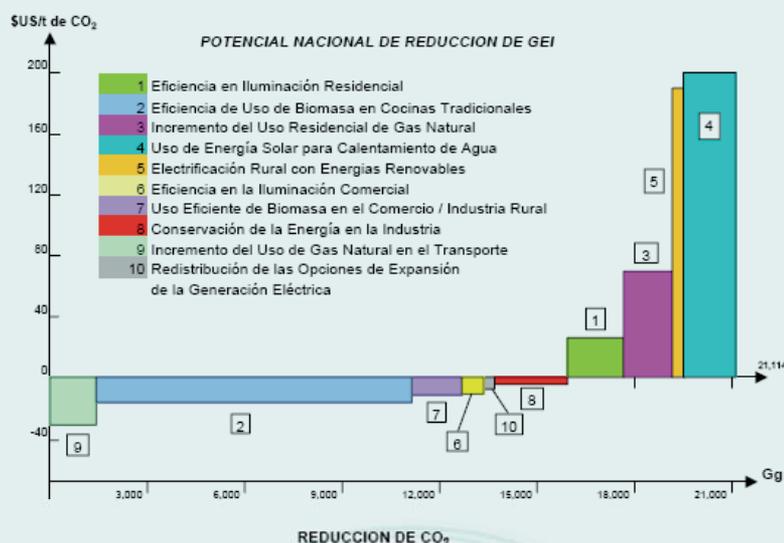


Figura 5.2 - Medidas potenciales de reducción y sus costos en el sector energético

## 5.2. PARTICIPACIÓN DE BOLIVIA EN EL MDL

Bolivia ha intentado participar en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, confiando en que el mismo iba a manejarse en un marco de equidad y que iba a ser un verdadero flujo de inversiones hacia todos los países en vías de desarrollo. Lamentablemente sólo sirvió para que algunos países se beneficien del mismo y que los países del Anexo I busquen solamente comprar Certificados de Reducción de Emisiones (CREs) y no realicen inversiones para la implementación misma de los proyectos.

Con la finalidad de conseguir inversiones para el país, Bolivia conformó la Oficina de Desarrollo Limpio (ODL), con la finalidad de ser un ente facilitador de información a los sectores interesados en el MDL, de poder generar capacidades nacionales para la propuesta y desarrollo de éste tipo de proyectos y además otorgar bases técnicas para la otorgación de las Cartas de Aprobación Nacional de los proyectos MDL.

Fue importante la ayuda del Reino de los Países Bajos, con el apoyo de recursos para la conformación de ésta oficina y del Gobierno del Japón para generar mayores capacidades nacionales.

Bolivia desarrolló varios proyectos a nivel de Ideas de Proyectos y solamente cinco de éstos alcanzaron el nivel de Aprobación Nacional por su aporte al Desarrollo Sustentable del país, de los cuales sólo uno de ellos ha obtenido beneficios del MDL, tras haber terminado el ciclo de proyectos del MDL, todos los demás se caracterizaron por ser iniciativas e inversiones locales.

### PROYECTOS MDL EN BOLIVIA QUE RECIBIERON LA CARTA DE APROBACIÓN NACIONAL

PROYECTO HIDROELECTRICO TAQUESI

PROYECTO DE COGENERACION GUARACACHI

PROYECTO RELLENO SANITARIO DE NORMANDIA

PROYECTO ELECTRICO COBEE

PROYECTO DE REFORESTACIÓN CETEFOR

El Estado Plurinacional de Bolivia, desde el momento en que se hizo cargo de la conducción de las principales empresas del Estado, estableció que se generaran importantes iniciativas nacionales de reducción de emisiones de GEI, pero bajo un marco que no se supedita al mercado, sino que pueda generarse compensaciones reales sin transacciones de certificados de carbono que no hacen otra cosa que posponer las obligaciones de los países del Anexo I, puesto que los CER's adquiridos por los países desarrollados (Anexo I), les permite cumplir con sus compromisos de reducción y de esta manera evadir la realización de acciones de mitigación dentro sus territorios.

### 5.2.1 Críticas al MDL.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), más allá de haber sido una ventana de oportunidades para los países desarrollados, ya que pudieron haber realizado importantes inversiones en los países en vías de desarrollo, solamente se restringió a efectivizar adquisiciones de CER's de proyectos realizados bajo el esfuerzo de los propios países anfitriones y no como un esfuerzo real de los países desarrollados.

Este mecanismo tampoco fue el instrumento para efectivizar la transferencia de tecnología de los países desarrollados a los países en desarrollo, como en sus orígenes se había planteado, puesto que los beneficios obtenidos por la venta de los CER's solamente permitieron que los países en desarrollo adquirieran la tecnología producida por los países en desarrollo al precio de mercado.

Hasta el 2007 los gases de efecto invernadero, lejos de reducirse, se han incrementado en un 11.2% en los países desarrollados que no son economías en transición (éstos últimos redujeron sus emisiones debido, principalmente, a problemas muy fuertes en su economía) en relación a los niveles de 1990, evidenciándose también de esta manera el incumplimiento de los compromisos de los países desarrollados.

Así como el mercado es incapaz de regular el sistema financiero y productivo del mundo, el mercado tampoco es capaz de regular las emisiones de gases de efecto invernadero y sólo generará un gran negocio para los agentes financieros y las grandes corporaciones, debido a que el beneficio principal de la generación de estos CER's se han dirigido a empresas intermediarias, que reciben beneficios excesivos por comprar y vender estos CER's.

## 5.3. POTENCIAL REDD EN BOLIVIA

Más allá de que la Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de Bosques (REDD) sea una alternativa global para mitigar el cambio climático, el Estado Plurinacional de Bolivia plantea que estas actividades deben, necesariamente, respetar y promover los derechos e intereses de los Pueblos Indígenas y las Comunidades Locales, incluyendo su participación activa, el derecho a consentimiento libre, previo e informado (CLPI) en el diseño y la implementación de las mismas, en pleno cumplimiento con las convenciones de derechos humanos internacionales relevantes y leyes nacionales aplicables, al igual que otras leyes nacionales, consuetudinarias e internacionales pertinentes.

Otro aspecto importante que el Estado Plurinacional de Bolivia plantea se refiere al mecanismo de financiamiento bajo el cual debería funcionar el mecanismo REDD, estableciéndose como una fuente alternativa de recursos, como aquellas provenientes de fondos multilaterales o fondos especializados y no así a través del mercado de carbono. De esta manera, se aseguraría que este mecanismo no sólo contribuya reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero sino también se lograría la efectividad de la inversión al obtener un mecanismo con una distribución más equitativa entre los países en desarrollo.

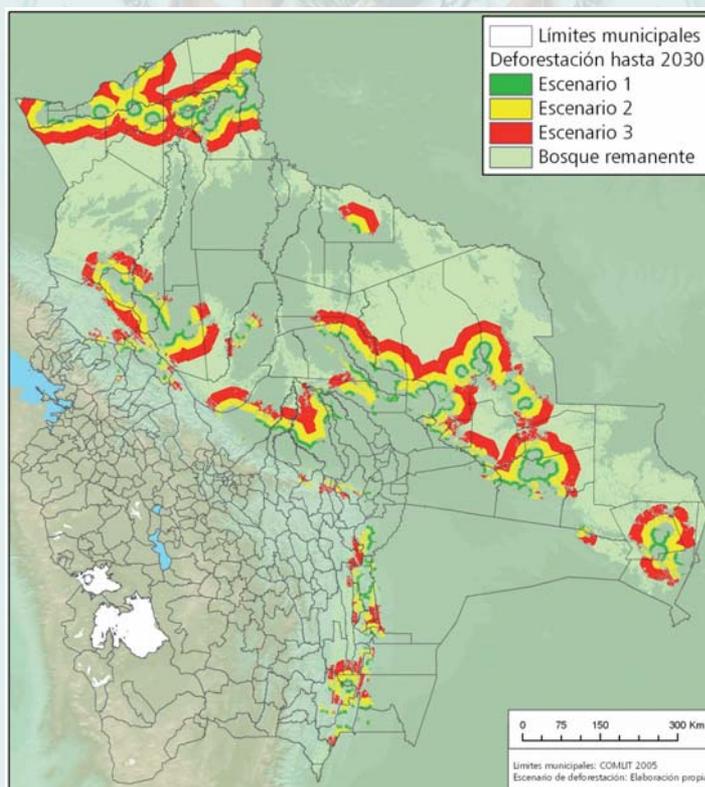
En lo que respecta a la aplicación del mecanismo REDD, es importante considerar que éste también apoye actividades de adaptación al cambio climático como aquellas relacionadas con el manejo integral de bosques, que garanticen la protección duradera de estos ecosistemas y la reducción efectiva y sostenida de la deforestación y degradación. Para lo cual, se pueden aplicar diferentes medidas que pueden incluir reformas políticas, institucionales y legislativas, incluyendo entre otros, la Ley Forestal y mejoras en la gobernabilidad.

REDD debe asegurar un proceso transparente y soberano además de control nacional y local sobre estas actividades.

El Estado Plurinacional de Bolivia, ha establecido con anterioridad, en el Plan Nacional de Desarrollo, la implementación de varios programas destinados a la conservación de bosques y, asimismo, el desarrollo de proyectos de forestación y reforestación, todo esto bajo la participación de comunidades locales y municipios.



Un estudio solicitado por el PNCC a IIDEE (2008) desarrolló tres escenarios que sirvieron de análisis para establecer el potencial REDD de Bolivia: 1: OPTIMISTA (Sin cambio tecnológico y con control de la deforestación ilegal); 2: INTERMEDIO (Avance tecnológico y económico continuo como en el pasado); y 3: PESIMISTA (Avance tecnológico y económico acelerado, precios altos que impliquen mayor deforestación). La figura No. 5.3 muestra el mapa que resume las probabilidades de deforestación para los escenarios 1 y los escenarios 2 y 3.



**Figura 5.3** – Mapa Deforestación hasta 2030, bajo diferentes escenarios  
Fuente: PNCC, IIDEE(2008).

La tendencia de la deforestación hasta un horizonte de 2030 en un entorno de 142 municipios que abarco el estudio se puede apreciar en la figura No 5.4.

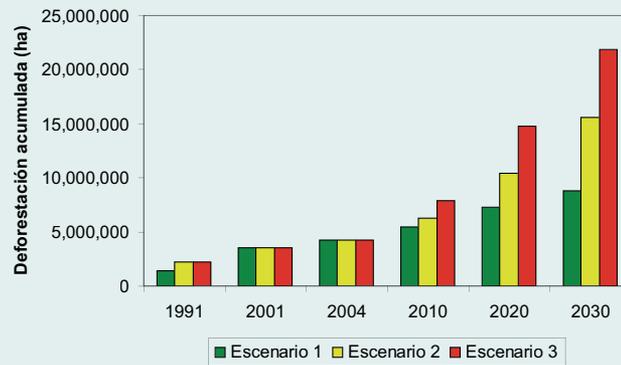


Figura 5.4 – Escenarios de deforestación hasta 2030, 142 municipios  
Fuente: IDEE (2008)

El estudio estableció que el área de bosque inicial en estos 142 municipios era de 50 millones de hectáreas, así que en el escenario 3 se llegaría a perder casi el 44% del bosque inicial hasta 2030. En el escenario 2 se deforestaría el 31%, mientras que en el escenario 1 sería el 18%. La diferencia en deforestación acumulada entre el escenario 3 y el escenario 1 es de 13 millones de hectáreas, lo que muestra un amplio potencial para la reducción de la deforestación en las próximas décadas.

### 5.3.1 Experiencias comunitarias de REDD en Bolivia.

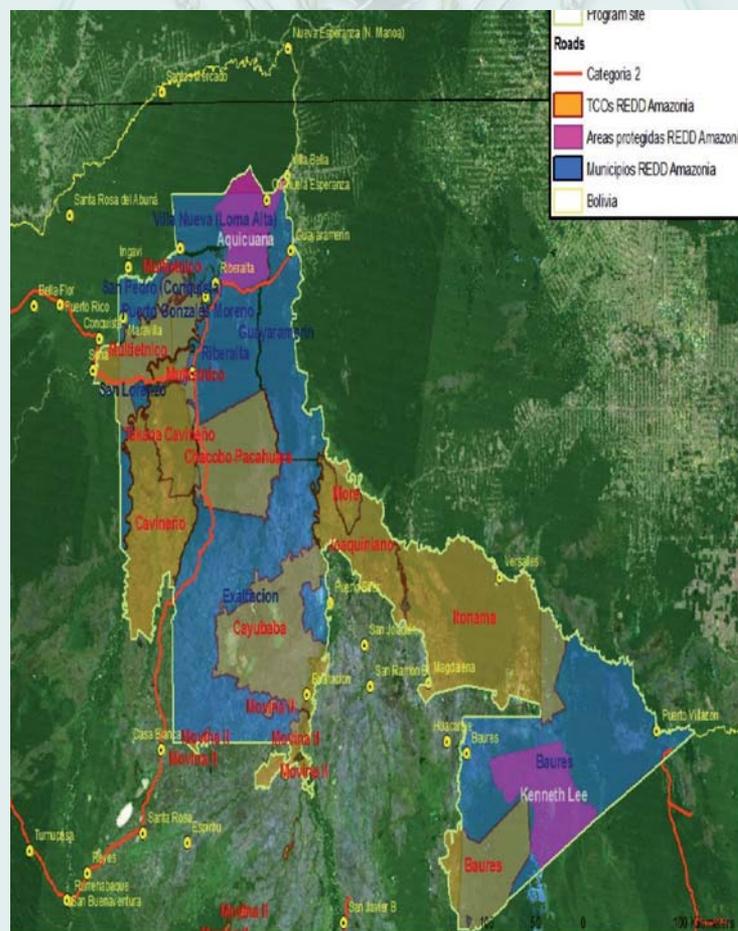


Figura 5.5 – Mapa con Áreas del Programa REDD - Amazonía

El Programa Indígena de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques en la Amazonía Boliviana (REDD - Amazonía) está siendo impulsado como una experiencia piloto en el Estado Plurinacional de Bolivia y se caracteriza por tener plena participación de grupos indígenas.

Diez Tierras Comunitarias de Origen (TCOs) participan del Programa: Takana-Cavineño; Cavineño; Chácobo-Pacahuara; Cayubaba; Movima II; Moré; Joaquiniano; Itonama y Baures que comprenden cerca de 18 mil habitantes. Asimismo 8 Municipios: Baures; Exaltación; Guayaramerin; Riberalta; Puerto Moreno; San Lorenzo; Villa Nueva y San Pedro, que conforman un total de 136.000 habitantes. (Ver Figura No. 5.5)

Se estima con éste programa con los actores locales, reducir la deforestación actual de la zona que es 15 a 20 mil hectáreas por año, a un poco más de 7 mil. Esta acción será posible realizar a través del aprovechamiento sostenible de los productos del bosque, como el cacao silvestre y la castaña. También se ha planificado que otros elementos que ayudarán a la reducción de la deforestación será el patrullaje, control y fiscalización indígena de sus propios territorios.

En el aprovechamiento de productos del bosque, el programa capacitará indígenas en técnicas para la producción sostenible, administración, contabilidad y comercialización. Para el control, se desarrollará legislación y se procesará infractores por deforestación y extracción ilegal de madera.

El programa visualiza una acción complementaria de carácter científico que consiste en un componente tecnológico muy fuerte, con vigilancia satelital integrada a bases de datos, en sistemas computarizados de alta capacidad. Esto permitirá vigilar a distancia la deforestación en tiempo casi real, y medir las emisiones actuales con estándares internacionalmente aceptados. Igualmente posibilitará verificar y certificar la reducción de emisiones posteriores.

Este programa está siendo liderado por la Central de Pueblos Indígenas del Oriente de Bolivia (CIDOB).

#### 5.4. PROYECTO ACCIÓN CLIMÁTICA NOEL KEMPPF MERCADO

El Proyecto de Acción Climática Noel Kempff (PAC-NK) tiene una extensión aproximada de 634,000 hectáreas y está localizado en el área de expansión del Parque Nacional Noel Kempff Mercado, constituyéndose en el más grande proyecto forestal de mitigación de carbono en el mundo dentro la fase piloto de las Actividades AIC.



Figura 5.6 – Vista del área del Proyecto Acción Climática Noel Kempff

## 5.5. PROYECTOS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

Bolivia en el marco de su nuevo proceso de cambio ha decidido trabajar en ámbitos que le permitan implementar su Plan Nacional de Desarrollo; en ese aspecto el PND estratégicamente plantea acciones de mitigación que tengan que ver fundamentalmente con la eficiencia energética, el cambio de matriz energética y el uso de los recursos naturales renovables.

Por ello desde el Ministerio de Hidrocarburos y Energía viene impulsado diversos programas para el cumplimiento de esta estrategia:

PROGRAMAS
1.- Gas Natural Vehicular
2.- Implementación de focos ahorradores
3.-Hidroelectricidad

### El Programa Gas Natural Vehicular

Apunta a cambiar la matriz energética del país, para ello el Estado Plurinacional ha creado dos fondos de ayuda; el primero de Conversión de vehículos a gas y el segundo de recalificación y reposición de cilindros de gas natural.

Cerca a diez millones de dólares se pudieron obtener de estos fondos, lo que permitió que durante el 2008 15,000 vehículos hayan sido transformados y otros 18 mil recalificados. Sin embargo, no se cuenta con información sobre el total de emisiones de gases de efecto invernadero que se ha reducido a través de la implementación de éste programa voluntario.

### El Programa de focos ahorradores

Impulsado para mejorar la eficiencia del uso energético en el país, con la distribución gratuita de 7.9 millones de focos ahorradores, lo que significará hasta un 30% de ahorro en la facturación por consumo eléctrico y sobretodo una medida de mitigación realizada con esfuerzos nacionales.



### El Programa de hidroelectricidad

que impulsa el uso de recursos renovables ha iniciado la implementación de seis grandes hidroeléctricas que en los próximos 10 años generarán 3290 MW y una inversión de cerca a 5600 millones de dólares. Las hidroeléctricas son:

- Proyecto hidroeléctrico Cachuela Esperanza (Beni)
- Proyecto hidroeléctrico Miguillas (La Paz).
- Proyecto hidroeléctrico San José (Cochabamba)

- Proyecto hidroeléctrico Rositas (Santa Cruz)
- Proyecto hidroeléctrico El Bala (La Paz).
- Proyecto geotérmico Laguna Colorada (Potosí)

Estas hidroeléctricas desplazarán en el sistema interconectado importantes emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto habrá de parte de Bolivia un aporte importante a reducir estos gases que se espera sean compensados por la Comunidad Internacional, al igual que todos los esfuerzos de mitigación que ha realizado el país en los últimos años.

Asimismo, de acuerdo al Plan de Desarrollo Energético, “Análisis de escenarios: 2008-2027, señala que los estudios realizados sobre la Laguna Colorada estiman un potencial de generación eléctrica de 120 MW, lo cual demuestra que el occidente del país cuenta con potencial geotérmico.

De acuerdo al documento elaborado por la Transportadora de Electricidad S.A. (TDE) sobre el “Mapa Eólico de la República de Bolivia”, el país tiene extensas regiones con velocidades mayores a los 12 Km/h, cantidad establecida como mínima para ser considerada como potencial.

Adicionalmente, existe en la actualidad cierto uso de energía solar que aún no ha sido cuantificada y que es principalmente utilizada para el calentamiento de agua y el uso de paneles fotovoltaicos.

## 5.6. PROYECTOS DE MITIGACIÓN DEL PLAN QUINQUENAL

El PNCC, a través del Plan Quinquenal, impulsó también diferentes iniciativas de pequeñas comunidades, para desarrollar algunas medidas de mitigación que permitan reducir el uso de diesel y de biomasa en la generación de energía a través del apoyo a la construcción de varias pequeñas centrales hidroeléctricas.

### Proyectos hidroeléctricos de apoyo a comunidades bajo el Plan Quinquenal

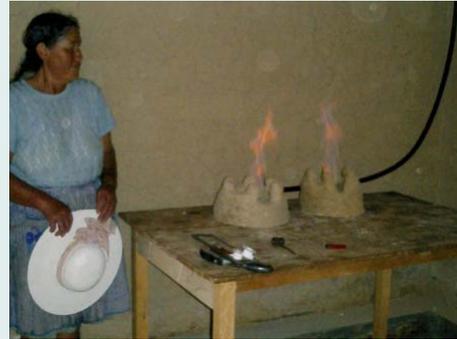
- MICROCENTRAL Y MOLINO SAN JOSE.
- PICO CENTRAL CHALLAPAMPA
- PICOCENTRAL SAMAÑAPAMPA
- CONSTRUCCION PICOCENTRAL AÑILAYA
- CONSTRUCCION PICOCENTRAL CHORO
- MICROCENTRAL PALMERAS NUEVA UNION
- MICROCENTRAL QUINUNI
- PICOCENTRAL YERBANI

También se han apoyado iniciativas de proyectos forestales para lo cual se han financiado varios proyectos de construcción de viveros, ligados a reforestación en la zona del norte de La Paz y el Beni, especialmente con comunidades locales. Asimismo, en Santa Cruz se apoyó un proyecto de defensivos forestales en las riberas del río Pirai, que se caracteriza por sus constantes desbordes.



Otra experiencia importante fue el proyecto impulsado por el PNCC y ejecutado por tecnologías en Desarrollo, que recupera metano de los residuos a través de biodigestores y el mismo se utiliza en las viviendas para la cocción de alimentos y

luz eléctrica. Este proyecto se aplica fundamentalmente en zonas rurales agrícolas o pecuarias, en las llamadas cuencas lecheras y sectores de explotación pecuaria de diferente índole (porcinos y otros) fundamentalmente en las zonas de: Cochabamba Cuenca de las comunidades de Tiquipaya y Tiraque; en La Paz, la Cuenca Lechera Achacachi y sus cercanías; en Santa Cruz, en la Cuenca lechera Torno.



**Fotos:** Proyecto de recuperación de metano y uso doméstico



Acciones Relevantes de Bolivia para el  
cumplimiento de los Objetivos de la  
Convención de las Naciones Unidas sobre el  
Cambio Climático

Capítulo 6

## 6.1. INFORMACIÓN RELEVANTE PARA LA CONSECUCCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCION

Bolivia en cumplimiento de sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que ha sido ratificado en 1994, ha seguido con el proceso de implementación de esta Convención en el contexto de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas, generando una serie de acciones que le permitan comprender las implicaciones del cambio climático, especialmente sus causas y sus consecuencias, las cuales le están significando miles de millones de dólares a la economía nacional.

Bajo ese contexto ha presentado la Comunicación Inicial en el año 2000 y ahora presenta su Segunda Comunicación Nacional, apoyada en las Decisiones de las Conferencias de las Partes (COPs) con relación a las comunicaciones nacionales. 10/CP.2. y 17/CP.8 y artículos 4.1., 4.8, 4.9, 4.10 y 12.1 de la CMNUCC.

Bolivia también ha ratificado el protocolo de Kyoto en el año 1999 con la estricta finalidad de influir para que los países desarrollados inicien el cumplimiento de sus compromisos y de esta manera poder darle una oportunidad al planeta para su recuperación, hecho que lamentablemente hasta el momento no fue cumplido.

De la misma manera Bolivia, ha iniciado una serie de acciones internas para enfrentar las consecuencias del cambio climático que comprenden entre otras el desarrollo de inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero, estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, implantación de proyectos, desarrollo de capacidades y generación de conocimiento científico.

Desde el año 2006 la participación determinante de los movimientos sociales está incorporando variables del conocimiento ancestral para entender los impactos del cambio climático y buscar alternativas endógenas para enfrentarlo. Varias de estas actividades son descritas en este capítulo de la Segunda Comunicación Nacional.

Sin embargo, el hecho más trascendental es que el propio Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia, ha tomado para sí la temática del Cambio Climático instando, como el primer mandatario indígena del planeta, la salvación de éste, al haber lanzado en la reuniones de las Naciones Unidas la tesis de salvar al planeta del capitalismo y luchar para cuidar la madre tierra (Pachamama).

## 6.2. EL CONSEJO PLURINACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO

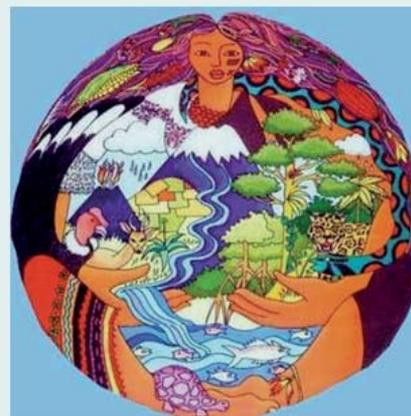
El Estado Plurinacional de Bolivia ha determinado trabajar de manera ardua en la consolidación de un marco institucional consistente con los problemas que está generando en el país el cambio climático. Para ello el propio presidente del Estado Plurinacional, Evo Morales Ayma, ha iniciado acciones de carácter internacional, regional y local para salvar al planeta, lo cual ha sido de conocimiento de la comunidad internacional.

Por ello Bolivia ha iniciado acciones de reflexión en todos los campos para enfrentar el cambio climático, con plena participación de los sectores sociales, principales actores y damnificados del cambio climático, con quienes se ha generado y discutido los posicionamientos nacionales en el marco de la Convención.

El Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático ha iniciado la tarea de conformar un Consejo Plurinacional del Cambio Climático, por instrucciones presidenciales, que abarca la participación de más alto nivel y que debe ser presidido precisamente por el Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia y los Ministerios de Relaciones Exteriores y Culto, Planificación del Desarrollo; Medio Ambiente y Agua, Desarrollo Rural y Tierras; Economía y Finanzas Públicas; Salud y Deportes; y representantes de los sectores sociales.

## 6.3. CAPACIDADES PARA LA NEGOCIACIÓN

El Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, con la finalidad de jugar un rol más protagónico en los proceso de negociación de la Convención Marco de



las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, ha iniciado una acción agresiva de conformar equipos de negociación.

Para ello se ha conseguido el apoyo de la cooperación bilateral, a través de países de Dinamarca, Reino de los Países Bajos y del Reino de Gran Bretaña, que han permitido que se desarrollen en el país una serie de talleres y seminarios, con la participación de negociadores internacionales y locales, que permitan una discusión abierta de los diferentes temas que abarca la CMNUCC.

Asimismo, viene llevando a cabo un proyecto denominado “Estrategia de Negociación y Fortalecimiento de Capacidades Institucionales sobre Cambio Climático”, bajo la conducción del PNCC y administración del PNUD, que busca como objetivo generar una adecuada participación de Bolivia en el proceso de negociación de la Agenda Internacional en cambio climático para las gestiones 2009 (COP 15) y 2010; y asimismo fortalecer las capacidades institucionales y técnicas existentes en el país. Las actividades previstas son las siguientes: 1) Desarrollo y Fortalecimiento de Capacidades Institucionales y de Negociación, el cual considera cursos, talleres y seminarios a ser desarrollados en el país; 2) Participación en reuniones internacionales, en los que se considera la participación de la delegación boliviana en las reuniones más destacadas bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y otras, 3) Asesoramiento y Capacitación Técnica Especializada, que considera todo el apoyo técnico necesario para desarrollar un adecuado análisis y diagnósticos de los temas técnicos en negociación bajo la Convención, y que faciliten la toma de decisiones sobre la posición país en el proceso de negociación.

El Estado Plurinacional de Bolivia ha establecido también que La Posición Nacional y las negociaciones sobre cambio climático tienen una construcción colectiva con las Organizaciones Sociales. Son los pueblos indígenas, guardianes ancestrales de la Pachamama (Madre Tierra), que desde tiempos inmemorables saben cómo cuidar y preservar la naturaleza. Sus enseñanzas son imprescindibles para poder enfrentar los problemas causados por el cambio climático.

Es por este motivo que mediante Talleres Regionales sobre Cambio Climático con las Organizaciones Sociales, organizados por el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y el Programa Nacional de Cambios Climáticos, se han logrado obtener insumos de los pueblos indígenas, en cuanto a sus percepciones y respuestas ante el cambio climático.

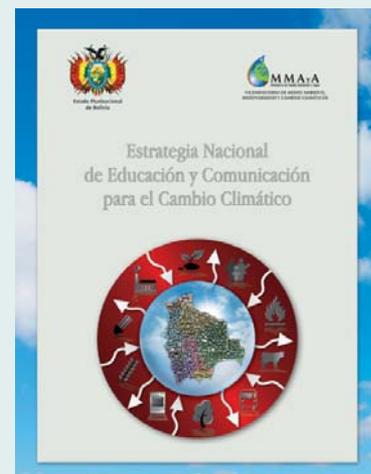
Bajo los principios de equidad e igualdad que proclama el Estado Plurinacional de Bolivia, la participación de representantes de los pueblos indígenas y campesinos, en los equipos de negociación son trascendentales, puesto que se considera que cualquier proceso no puede ser legítimo sin su presencia.

#### 6.4. ESTRATEGIA NACIONAL DE EDUCACIÓN

Uno de los objetivos de las actividades apoyadas en la preparación de la Segunda Comunicación Nacional, fue la de fortalecer el proceso de trabajar en Estrategia Nacional de Educación para el Cambio Climático. En ese contexto se ha trabajado a nivel de todo el país el análisis de las implicaciones y necesidades de introducir la temática del cambio climático en el proceso educativo nacional.

Dentro de los procesos y acciones, la Estrategia plantea el respeto y la pluralidad vigente de todas las cosas y de la diversidad como seres y culturas, basado en el respeto e igualdad entre todos, con principios de complementariedad, solidaridad, armonía y equidad en la búsqueda del vivir bien de los habitantes en convivencia colectiva con la naturaleza, el acceso al agua, trabajo, educación y salud.

De forma coherente con el planteamiento anterior, esta estrategia está inspirada y es coherente con los procesos de transformación que se han ido desarrollando y se continúan trabajando a través de la Nueva Constitución Política del Estado, actualmente vigente, el Plan Nacional de Desarrollo para Vivir Bien, que es la base para la transformación y consecución del cambio, La propuesta de Ley de Educación conocida como Avelino Siñani - Elizardo Pérez, es el principal instrumento para revolucionar el sistema educativo y adecuarlo a las nuevas condiciones económicas,



sociales y culturales en que se desenvuelve el país, y la Estrategia Nacional de Educación Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, de la cual además es parte constitutiva.

Pretende, asimismo, constituirse en el marco estratégico que delinee las acciones a ser incorporadas dentro de los conocimientos y valores de la población boliviana, a través de procesos educativos y de comunicación a insertarse dentro de la currícula del sistema nacional de educación, capacitar a los actores sociales sobre Cambio Climático, sus impactos y acciones en adaptación y mitigación; generar conciencia crítica y sensibilidad social de la población y a su vez rescatar los conocimientos y saberes originarios (tradiciones, usos y costumbres), que se han ido implementando por años en función de los indicadores del Clima, para que permitan procesos de adaptación y mitigación sobre el ecosistema, las actividades productivas y la población.

La Estrategia de Educación busca como objetivo desarrollar y promocionar procesos de difusión, sensibilización, educación y concientización; con acciones planificadas de adaptación y mitigación, para la transformación y operativización del Cambio Climático en los procesos de formulación e implementación que desarrolle la participación real y estratégica de las organizaciones sectoriales, sociales, territoriales y comunitarias.

Los objetivos específicos de la estrategia son:

- 1) Generar conciencia crítica y sensibilidad social de la población boliviana, ante los impactos del cambio climático y las acciones en adaptación y mitigación desarrolladas en el país.
- 2) Sensibilizar y capacitar a la comunidad educativa (profesores, autoridades, organizaciones, alumnos, etc.) sobre el Cambio Climático, sus impactos y acciones en adaptación y mitigación.
- 3) Impulsar la formulación y adopción de herramientas (educativas y comunicacionales) en el sistema educativo plurinacional sobre la temática del Cambio Climático.
- 4) Proponer diferentes acciones comunicacionales a ser difundidas a través de medios, que permitan de manera consensuada difundir la temática de Cambio Climático.

### **Líneas de acción de la estrategia nacional de educación y comunicación**

- 1) Generar dentro de la población boliviana en general procesos de sensibilización y conciencia crítica ante los impactos del cambio climático sobre su medio ambiente, y que sea capaz de enfrentar acciones de adaptación y mitigación.
  - i) Evaluar el nivel de conocimiento existente en la población sobre la temática de cambio climático.
  - ii) Campaña Masiva de Sensibilización y Comunicación sobre los impactos negativos de la temática del cambio climático, vulnerabilidad, adaptación y mitigación.
- 2) Desarrollar dentro del sistema educativo boliviano, procesos de sensibilización, concientización y capacitación que permitan de manera planificada y consensuada introducir la temática en la educación boliviana.
  - i) Difundir, sensibilizar y capacitar a profesores y autoridades educativas
  - ii) Desarrollar herramientas educativas y comunicacionales que permitan la enseñanza en la temática del cambio climático
  - iii) Introducir la temática de cambio climático en la educación boliviana educativa

## **6.5. PLAN INTEGRAL DE INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO.**

El Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia, en coordinación con el Viceministerio de Ciencia y Tecnología, ha iniciado una acción ordenadora de la Investigación del Cambio Climático en todos los ámbitos, con la finalidad de generar

capacidades nacionales y de poder interpretar a cabalidad los impactos del cambio climático, buscando alternativas endógenas para su adaptación. Para ello se ha elaborado el Plan Integral de Investigación del Cambio Climático.

Las estrategias del desarrollo nacional han incorporado políticas nacionales en el Sector de Recursos Ambientales del Plan Nacional de Desarrollo, siendo el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático el brazo operativo de estas, que cuenta con programas transversales para la investigación científica; al cual responde el Plan Integral de Investigación en cambio climático.

Este Plan enfoca como prioridad la vulnerabilidad, impactos y adaptación. Sin embargo, no debe perderse de vista la necesidad de tener escenarios de línea base para mitigación de gases de efecto invernadero.

Las regiones de la Amazonía, el Chaco, la Chiquitania, los Andes y zonas de transición están en un punto de inflexión de los cambios en las condiciones meteorológicas, los niveles de precipitación en gran parte del territorio nacional, especialmente las ciudades capitales han incrementado en intensidad y el nivel de vulnerabilidad de asentamientos humanos y sus factores han aumentado sustancialmente las intensidades de inundaciones por la ocurrencia de eventos ENSO, por lo que la investigación de estos eventos se hace cada vez más necesario.

La respuesta de la toda la sociedad al cambio climático, requiere un aprendizaje social muy fuerte, es importante discutir los temas de negociación internacional vigentes. Sin embargo, es también importante preparar al país a enfrentar este complejo problema y desarrollar desde el Estado, las capacidades para cubrir la demanda de gran cantidad de información científica consistente, clara y transparente; que permita tomar decisiones acertadas y formular o ajustar políticas existentes de tal manera que aporte a la sustentabilidad del desarrollo nacional en los sectores vulnerables y este se encuentre respaldado de información científica.

Articular la ciencia al desarrollo es un gran desafío; por lo que en Bolivia se planteó la necesidad de construir una red de investigación en cambio climático, integrando un proceso de aprendizaje en los principales centros de investigación del país respondiendo a las políticas nacionales, el mismo que demanda continuidad. Esta Red se sustenta en una estructura que abarque todos los campos de la investigación del cambio climático. (Ver figura a continuación).



Figura 6.1 – Estructura de la red de investigación en cambio climático propuesta en el marco de las necesidades del país.

El enfoque integral en las respuestas a los impactos, tiene como principal estrategia la generación de indicadores de vulnerabilidad a partir de los escenarios de clima futuro confiables y de alta resolución, que permitan entender el comportamiento climático en la compleja fisiografía del país y cómo estos incidirán en la degradación de los recursos naturales; la pérdida de la capacidad productiva del suelo para generar a partir de estos medidas de adaptación integrales y consistentes con las estrategias de desarrollo.

### 6.5.1 Estrategias de la articulación integral de los sectores

Las articulaciones integrales de los sectores, es una forma de respuesta de carácter transversal que demanda integrar a los sectores para articular políticas multisectoriales de investigación respetando la disciplina y especificidad de las acciones, respondiendo a las necesidades de cada uno de los sectores y estén reflejados, logrando de manera sistemática articular la formulación de medidas de adaptación a los impactos con un enfoque multidisciplinario.

La articulación integral, se logrará a partir de estrategias comunes en los sectores afectados por el cambio climático. El centro de desarrollo de las necesidades de investigación en cambio climático, irá articulada a las demandas de información científica para la toma de decisiones en el marco de las necesidades identificadas en el Mecanismo Nacional de Adaptación, que integra las instituciones de investigación de las universidades y rescata también el conocimiento ancestral.

### 6.5.2 Fortalecimiento de capacidades nacionales de sistematización

Desde 2008 en Bolivia se lleva adelante una iniciativa complementaria a las tareas que desarrolla el Estado Plurinacional de Bolivia, impulsada por el PNUD denominada “Fortalecimiento de Capacidades Nacionales de Sistematización del Conocimiento, Información y Difusión del Cambio Climático”, que apunta a fortalecer capacidades nacionales a actores locales relacionadas con la sistematización, información y difusión de la temática de cambio climático en escenarios de investigación e instituciones relacionadas con el ámbito académico centrado en el sistema público universitario con cobertura nacional. Se implementa con la asistencia de un Comité Técnico, quien proporciona directrices generales y aprueba documentos relevantes para la implementación del proyecto. Este Comité está integrado por el Punto Focal de Cambio Climático Gubernamental, el donante y el PNUD.

Concentra sus actividades en la sistematización de información de cambio climático en sectores de agua y seguridad alimentaria, así como en actividades de difusión, sensibilización e internalización de la temática en el accionar de organizaciones sociales, generando y sistematizando información para la construcción de un Estado del Arte desde la perspectiva de la adaptación en estos sectores.

## 6.6. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

La transferencia de tecnología, entendida como un amplio conjunto de procesos que cubren flujos de conocimientos, prácticas, experiencias, equipamiento, metodología que es difundida entre diversos actores, con todos los elementos para su aplicación práctica; lamentablemente no han sido realizada por ningún país del Anexo I de la CMNUCC.

En un esfuerzo único, Bolivia el año 2003 publicó un documento de evaluación inicial de necesidades de tecnología en los Sectores: Energético, Industrial y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Este documento evalúa de manera preliminar las necesidades de tecnología existentes a nivel del país, identificando potenciales de transferencia que permitan generar capacidades de adaptación y mitigación del cambio climático.

## 6.7. SENSIBILIZACIÓN PÚBLICA Y DIFUSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Bolivia ha venido realizando y desarrollando una serie de actividades de sensibilización y difusión con relación al cambio climático, sus causas, sus consecuencias y sus formas de enfrentarlo. Precisamente bajo el contexto en el Plan Quinquenal del PNCC se ha desarrollado una serie de acciones en el componente de sensibilización y difusión, con el objetivo de incorporar dentro de los valores y conocimientos de la sociedad boliviana, las acciones necesarias para reducir el efecto negativo que podría tener el cambio climático sobre el ecosistema y llevar adelante un adecuado control social que impida la degradación del ecosistema y, al mismo tiempo, coadyuve a su mantenimiento en forma autónoma y por principio propio.

Las principales actividades desarrolladas fueron:

- Capacitación de actores de decisión dentro del esquema institucional para incorporar el conocimiento del cambio climático, vulnerabilidad, adaptación, mitigación, etc., dentro de sus políticas de acción (decisiones políticas, prefecturas, municipios, comunidades, entre otros).

- Promoción de espacios regulares de diálogo entre organizaciones sociales, conservacionistas, campesinos, organizaciones de base, industriales, ONG's, etc., que establezcan la óptica generalizada del cambio climático y sus implicaciones, de manera que la capacitación también se produzca dentro de estos ámbitos.
- Fomento a la introducción de la temática del cambio climático dentro de la currícula educativa nacional.
- Creación de conciencia y sensibilidad social hacia la temática del cambio climático.

Los talleres más trascendentales fueron:

Lugar	Título del Evento	Lugar	Título del Evento
La Paz y Cochabamba	Taller con los Movimientos Sociales sobre el Cambio Climático	La Paz	Talleres sobre procesos de negociación del Cambio Climático
Pando	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	Oruro	Seminario- Taller de Capacitación para Proyectos: 3era. Convocatoria - Plan Quinquenal
Santa Cruz	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	La Paz	Taller Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente
Trinidad	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	La Paz	Taller Introduciendo la temática de Cambio Climático en la Educación Boliviana
Potosí	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	La Paz	Seminario sobre Cambio Climático para Comunicadores
Beni	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	Santa Cruz	Seminario sobre Cambio Climático para Comunicadores
Tarija	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	La Paz	Primer Taller de "Investigación sobre Cambio Climático"
Sucre	Seminario- Taller Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático	La Paz	Taller para autoridades municipales: Planificación Urbana y Contaminación Atmosférica
Cochabamba	Seminario- Taller "Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático"	La Paz	Taller sobre Climatología y Planificación Urbana. Bases para Entender los Procesos de Contaminación Atmosférica y Su Importancia para la Planificación
Santa Cruz	Taller Aspectos Metodológicos de Medición de Biomasa Bajo un Esquema Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación en Bolivia	La Paz	Jornadas Nacionales de Información y Reflexión: Campaña Global Contra el Cambio Climático
La Paz	Taller Capacitación Institucional sobre Cambios Climáticos al Viceministerio de Tierras	La Paz	Segunda reunión del Grupo de Trabajo para la :Elaboración de la posición país: Incentivos para reducir la deforestación en países en desarrollo
La Paz	Seminario- Taller "Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático"	La Paz	Primera reunión del Grupo de Trabajo para la :Elaboración de la posición país: Incentivos para reducir la deforestación en países en desarrollo
Oruro	Seminario- Taller "Enfoques Educativos y Comunicacionales para el Cambio Climático"	La Paz	Seminario Taller Internacional sobre Metodologías del Sector Energético en el Marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto
Trinidad	Seminario- Taller de Capacitación para Proyectos: 3era. Convocatoria - Plan Quinquenal	Lago Titicaca /Tarija	Curso al Sistema Universitario sobre Evaluación de Impacto y Formulación de Medidas de Adaptación al Cambio Climático.
Sucre	Seminario- Taller de Capacitación para Proyectos: 3era. Convocatoria - Plan Quinquenal	El Alto	Taller sobre las implicaciones del cambio climático y retracción de glaciares.
Potosí	Seminario- Taller de Capacitación para Proyectos: 3era. Convocatoria - Plan Quinquenal	La Paz	Taller sobre Enlaces Prefecturales y Senamhi
Oruro	Seminario- Taller de Capacitación para Proyectos: 3era. Convocatoria - Plan Quinquenal	Cochabamba	Taller Sobre Calentamiento Global en la Escuela Militar de Ingeniería (EMI)
La Paz	Taller Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente	Valle Grande	Primer Taller Participativo de Valle Grande
Santa Cruz	Taller sobre el Componente Estudios de Cambios Climáticos	La Paz	Taller sobre el Componente Estudios de Cambios Climáticos

El PNCC ha generado una serie de publicaciones que orienten a la sociedad en los temas de cambio climático y un boletín trimestral que informe sobre los avances de las actividades del Estado en materia de cambio climático y además actualice sobre las corrientes de discusión internacional sobre el tema.



Figura 6.2 – Publicaciones

Se ha fortalecido también espacios infantiles para la comprensión del cambio climático, a través de proyectos interactivos y participativos.

Entre las principales publicaciones que Bolivia ha generado con relación al cambio climático se tienen:

- Inventario de emisiones de GEI 2002 – 2004 (en imprenta)
- Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- El Cambio Climático en Bolivia.
- Inventario de GEI de la década 1990-2000
- Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en Bolivia
- Opciones de mitigación.
- Malaria de Altura,
- Memoria de Proyectos 2006 – 2007
- Manual “Entendiendo el Cambio Climático”
- Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático.

- Bolivia Frente al Cambio Climático.
- Módulos Educativos sobre Cambio Climático para Formadores.
- Cambio Climático y Mitigación.
- Bases Generales para la Aplicación de una Estrategia de Cambio Climático.
- Evaluación Inicial de Necesidades de Tecnología.
- Primera Comunicación Nacional de Bolivia ante la CMNUCC
- Diagnóstico de Redes de Observación Sistemática.
- Aplicación del Modelo Markal Macro en Bolivia.
- Estudio de Estrategia de Participación en el MDL.
- Varios Publicaciones sobre el MDL.

La página web del Ministerio de Agua y Medio Ambiente alberga toda esta información y está a disposición del público en general, ([www.minagua.gov.bo](http://www.minagua.gov.bo)).



Obstáculos, Carencias y Necesidades de  
Financiamiento, Tecnología y Desarrollo de  
Capacidades

*Capítulo 7*

## 7.1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades en general para los países en vías de desarrollo que permitan enfrentarse al cambio climático son diversas y alcanzan una gama importante de sectores y elementos. El caso de Bolivia, al ser un país altamente vulnerable al cambio climático, como se evidenció en el capítulo 4, es mayor aun en cuanto a barreras por superar y necesidades por cubrir tanto en materia de adaptación, como en lo referido a la mitigación del cambio climático.

En ese contexto el equipo de la Segunda Comunicación Nacional del PNCC ha desarrollado una encuesta que permita establecer las diferentes necesidades, carencias y obstáculos para poder enfrentar de manera adecuada los problemas del cambio climático en el país.

Para ello, se ha realizado un análisis en función de las instituciones con las cuales se ha tenido convenios interinstitucionales, de manera de reforzar el documento de la Segunda Comunicación Nacional como herramienta estratégica para hacer frente al cambio climático, a través de la identificación de prioridades de proyectos individuales y de programas estructurados, que encaminen los esfuerzos nacionales frente al cambio climático.

La mayoría de las instituciones públicas, privadas identifica una fuerte necesidad de trabajar en adaptación, en los diversos sectores socioeconómicos, para lo cual el desarrollo de programas y proyectos en un futuro cercano muestren acciones concretas en lo referente al manejo de agua, agricultura, infraestructura, bosques, biodiversidad, en diferentes departamentos del país.

La determinación de acciones nacionales, requiere de la identificación de estudios conducentes a mejorar las capacidades adaptativas de cada región y a la reducción de emisiones de GEI, los cuales harán uso de tecnologías o prácticas específicas para cada fin, de manera que sean identificados al mismo tiempo las necesidades específicas de tecnología del país, el desarrollo de fortalecimiento de capacidades, así como los conocimientos necesarios.

### 7.1.1 Prioridades nacionales identificadas por entidades públicas

Las necesidades que se presentan en el sector público deben ser tratadas a nivel sectorial, mismas que permitan realizar un adecuado seguimiento a las implicaciones del cambio climático, para que el país y el gobierno puedan reaccionar oportunamente al mismo.

En este sentido la identificación de Indicadores de Cambio Climático para cada sector es prioritaria, además permitiría el tratamiento de la temática de manera transversal y la mejor sistematización de los datos generados por cada sector.

Las investigaciones sectoriales son de gran importancia, ya que la mayor cantidad de estudios base permitiría de una manera más acertada la incorporación de la variabilidad climática en las políticas sectoriales, en estrategias estatales y regionales de acción climática que tengan un fuerte impacto a nivel municipal y de las comunidades.

Se estableció también profundizar en un mayor análisis sobre opciones tecnológicas para la mitigación de emisiones y análisis multidisciplinarios sobre alternativas nacionales de ofertas energéticas, además de profundizar estudios sobre oportunidades de ahorro y uso eficiente de energía en todos los sectores.

La ampliación estudios y programas, especialmente en la disponibilidad de recurso hídrico, la vulnerabilidad de los principales cultivos y áreas agrícola ganaderas en dos aspectos: vulnerabilidad de fenómenos extremos y el diseño de medidas de adaptación para cada región.

Se necesita ampliar aun más los estudios vinculados al área de salud especialmente sobre aspectos preventivos de alerta temprana de riesgo y de adaptación.

Por otro lado a pesar de que el país cuenta con algunos estudios en investigación socioeconómica, se deben incrementar los estudios en este sentido, mejorando el conocimiento de costos socioeconómicos esperados por fenómenos hidrometeorológicos en el país, así como costos y beneficios de medidas para la adaptación y la mitigación.

Por último, se necesita incentivar o mejorar el monitoreo y análisis del cambio de uso de suelo y el cambio climático.

### 7.1.2 Prioridades nacionales identificadas por entidades privadas

La mayoría de las instituciones privadas, ha iniciado su trabajo en la temática de cambio climático, a través de los procesos de difusión, sensibilización y capacitación a diferentes sectores sociales y actores mediante la elaboración de cartillas informativas, educativas, talleres, seminarios y ferias. Muchas de estas instituciones ya tienen internalizada la temática de cambio climático dentro de su planificación estratégica, sin embargo las principales necesidades y falencias identificadas son las siguientes:

Mayor análisis de impactos sociales y ambientales dentro de los cuales puedan participar con sus experiencias las entidades privadas.

El tema educativo y de comunicación necesita ser más reforzado, a través de la implementación de proyectos piloto que puedan ser replicados a nivel nacional, donde se vea incrementada la participación social en el enfrentamiento del cambio climático y sea además mejorada la percepción de la sociedad civil ante los riesgos, impactos y vulnerabilidad del cambio climático.

### 7.1.3 Prioridades nacionales identificadas por instituciones de investigación

Las instituciones en el país han incrementado su interés por la temática en cambio climático y a pesar de que la mayoría cuenta ya con una amplia experiencia en el sector ambiental, existen necesidades de fortalecimiento en este sector como ser:

Fomento de la formación de recursos humanos especializados en diferentes áreas que permitan un mejor planteamiento de estudios en la investigación de cambio climático y estudios en la investigación de la adaptación al cambio climático.

El desarrollo de modelos y escenarios regionales y locales, adolecen de cobertura suficiente.

Se requiere continuar con los avances del PNCC, fomentando redes de investigadores en todo el país de manera de crear áreas multidisciplinarias.

Existe la necesidad de una buena identificación de ecosistemas sensibles al cambio climático.

### 7.1.4 Prioridades nacionales identificadas por la Cooperación Internacional

Las Agencias de Cooperación Internacional actualmente asisten al cumplimiento de los compromisos globales adquiridos por los países ante el fenómeno del Cambio Climático. Basados en los principios de las necesidades de lograr un desarrollo económico sustentable, la reducción de gases de efecto invernadero y la prevención de desastres naturales de gran envergadura.

La mayoría de las líneas de trabajo de las Agencias de Cooperación promocionan las medidas de adaptación al cambio climático, basados en el concepto de la seguridad humana, por ejemplo en el tema de agua como sistemas de gestión de recursos hídricos para consumo humano, el tema energético mediante el fomento de energía limpia (paneles fotovoltaicos), fomento a la investigación y seguimiento y control de desastres naturales, de manera que se pueda responder de manera integral a las necesidades de los países en desarrollo.

Se menciona una urgente necesidad de mejorar el marco normativo que dificulta la implementación de medidas, aunque se cuenta con una Nueva Constitución Política del Estado, no se considera suficiente para la incorporación de medidas más concretas.

Se señala que para internalizar la temática del cambio climático es necesario contar con información actual sobre la coyuntura nacional en lo que respecta a los efectos e impactos del Cambio Climático dentro de los diferentes sectores.

## 7.2. NECESIDADES DE DESARROLLO DE CAPACIDADES

Bolivia requiere fortalecer sus capacidades humanas e institucionales para enfrentar el cambio climático, fundamentalmente para terminar de entender los impactos en todos los sectores de su economía, toda vez que la gran extensión de su territorio y la existencia de distintos pisos ecológicos que requieren de esfuerzos y recursos adicionales para desarrollar estas capacidades.

### 7.2.1 Necesidades Institucionales

En Bolivia a lo largo de los últimos años, se ha trabajado intensamente en mejorar las capacidades institucionales, fruto de ello, varios sectores han iniciado diferentes análisis de las implicaciones del cambio climático. A su vez los sectores sociales han iniciado una discusión abierta de lo que el cambio climático esta significado para su desarrollo y también las organizaciones no-gubernamentales, de acuerdo a su ámbito de acción iniciaron experiencias incorporando la variable del cambio climático en los proyectos apoyados por ellos.

Sin embargo, aun resta desarrollar y profundizar mucho más en lo que se denomina el proceso de incorporación de la variable climática en la planificación – acción.

### 7.2.2 Necesidades de capacidades humanas e investigación

Bolivia requerirá oponer en práctica sus estrategias nacionales en materia de adaptación y de educación al cambio climático, para lo cual es trascendental poder generar centros de investigación multidisciplinaria de los impactos del cambio climático para las diferentes regiones del país, así como centros de análisis de tecnologías y de acciones de adaptación.

En ese contexto la transferencia de conocimientos hacia las universidades es de vital importancia, en particular la generación de base humana científica y crítica para abordar las causas y las consecuencias del cambio climático en un contexto propio.

El fortalecimiento de la investigación y de la educación sólo será plausible en la medida en que los centros cuenten con las herramientas y los medios adecuados.

## 7.3. NECESIDADES DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

### 7.3.1 Necesidades de transferencia de tecnología para la mitigación del Cambio Climático

Se han identificado una serie de necesidades en diferentes sectores que deberían ser apoyados para incursionar con tecnologías amigables ambientalmente y que a su vez reduzcan emisiones en un contexto de generar desarrollo. De allí que se pueden citar algunas necesidades en términos de tecnología en los siguientes sectores:

#### 7.3.2 Sector Energético

##### Residencial

Las necesidades tecnológicas se pueden clasificar en tres grupos: tecnología en la construcción de edificaciones residenciales; tecnología para el equipamiento de las edificaciones residenciales y el uso de fuentes renovables de energía.

##### Cocción

Por lo general estos sistema son muy ineficientes, en algunas regiones los medios de vida, aun tienen sus fogones al interior de la vivienda afectando la calidad del aire al interior de la misma y por ende la salud de las personas. Por ello existe una necesidad imperante de transferencia real de tecnología que mejore estos sistemas para el sector rural y el sector periurbano, también es esencial la investigación de alternativas tecnológicas que puedan reducir emisiones, pero fundamentalmente mejorar las condiciones de salud en el área rural.

##### Iluminación

Si bien el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia está comprometido en mejorar las coberturas de iluminación y electricidad bajo el contexto de la política del “vivir bien”, se ha identificado la necesidad de introducir tecnologías más adecuadas y más eficientes que la que actualmente se utiliza en la gran mayoría de los hogares del país.

En este sentido, como ya se mencionó en el capítulo de Mitigación del documento de la Segunda Comunicación Nacional, Bolivia ha dado un paso trascendental en inducir el uso de los focos eficientes en las áreas urbanas y rurales, sin embargo

existe una necesidad muy grande ampliar la cobertura en todo el país y fundamentalmente de incorporar estos sistemas de iluminación a nivel del alumbrado público.

## Transporte

El sector transporte en el país ha dado saltos considerables en el cambio del uso de combustible habiéndose iniciado campañas de sustitución de combustibles, especialmente de diesel a GNC o a sistemas duales gasolina-GNC.

Sin embargo, se requiere recursos suficientes y tecnologías mejoradas y de bajo costo para que esta actividad pueda alcanzar los índices considerables en Bolivia.

Una solución necesaria en el nivel urbano es la incorporación de flotas de transporte masivo, para lo cual el Estado Plurinacional de Bolivia, requiere de recursos económicos que le permitan sustituir el parque vehicular actual por otro de mayor volumen, sin generar traumas en las actuales formas de transporte existente. Es también necesario contar con recursos adicionales, que puedan limitar emisiones, para el mejoramiento de los sistemas viales en las principales ciudades y al igual que la organización de sistemas de transporte y control de flujo vehicular

## Sector forestal

La transferencia de tecnologías en el país en este sector cuenta con muchos vacíos uno de los principales está relacionado con los sistemas de control y aprovechamiento de bosques. Los sistemas de control requieren de uso de herramientas tecnológicas para el monitoreo más eficaz especialmente para áreas protegidas donde existe actividad ilegal en la extracción de madera y el poderío de los extractores supera la capacidad del control de estatal.

Las pérdidas de madera por el sistema de aprovechamiento existente en el país alcanzan a un 30%. La agricultura de corta y quema está sufriendo en el país grandes cambios, existe mayor presión sobre tierra forestales producto de la pérdida de la capacidad productiva en ciertas regiones del país y la limitación del acceso a la tierra de productores agrícolas de tierras altas, quienes generan colonización en zonas forestales, por lo que es importante generar tecnología alternativa a la agricultura de corta y quema, que en condiciones de altas temperaturas y déficit de precipitación están generando con mayor facilidad incendios forestales con las consecuencias que implica sobre la biodiversidad, erosión de suelos forestales y degradación de los ecosistemas.

## Sector Ganadero

Tecnología para mejorar la producción ganadera que reduzca las emisiones de metano a través del manejo semi estabulado del ganado y mejoramiento de la digestibilidad a través del tratamiento de alimentos con alto contenido de fibra son acciones identificadas que van a requerir del apoyo para su implantación en el país.

### 7.3.3 Necesidades de transferencia de tecnología potencial para la adaptación al Cambio Climático

#### Agricultura

Los sistemas de riego demandan mejorar la eficiencia de aplicación, la superficie bajo riego en el país es muy reducida; por lo que demanda desarrollo tecnológico para ampliar la superficie, realizar el uso óptimo del agua de riego en diferentes regiones.

La diversidad genética en parientes silvestres y la agrobiodiversidad son un potencial importante del país para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, existen potenciales cultivos, que a través de la biotecnología pueden lograr caracteres genéticos y fenotípicos que puedan tolerar periodos de sequías, o escapar a periodos secos tempranos a través de la precocidad considerando aspectos relacionados al fotoperíodo.

Para determinar estos potenciales de adaptación es pertinente establecer bancos de germoplasma en redes con objetivos claros para el uso de la biodiversidad; en este proceso es importante establecer el equipamiento de laboratorios y centros experimentales que ayuden a identificar estos potenciales para la adaptación a través del mejoramiento genético, utilización

de marcadores moleculares para identificar los genes potenciales para la adaptación en programas de mejoramiento genético a mediano plazo.

Existe en el país una riqueza en conocimientos locales que permiten hacer predicciones del tiempo, por lo que es importante hacer esfuerzos de rescatar la sabiduría indígena para resolver los problemas derivados del cambio climático.

### **Agua y saneamiento**

Es importante invertir en la fuentes de agua, dada la evidencia de la pérdida de masas glaciares, se está incrementando el agua de escorrentía y con la consecuente pérdida de la misma; si bien la construcción de represas es una alternativa de alto costo, se considera urgente desarrollar tecnologías para la construcción masiva de pequeños reservorios de agua en alta montaña para almacenar aguas en baterías subterráneas, desarrollar con alto grado de precisión inventarios de agua subterráneas, para lo cual se demanda de tecnología para las prospección en las áreas de influencia glaciar evitando la pérdidas por evaporación.

En diferentes regiones del país existen aguas de uso consuntivo con altas cargas de contaminación, con acelerado proceso de elevación de temperaturas es probable que las concentraciones sean mayores; por lo que el país demanda tecnología para la recirculación del agua de actividades que no demandan de agua de calidad.

El país demanda tecnología de bio-remediación de fuentes de agua, sistemas eficientes de consumo de agua y plantas de tratamiento de aguas residuales que permita la reutilización y la reposición del caudal ecológico en calidad que permita la conservación de la biodiversidad que por efecto del cambio climático incrementa su vulnerabilidad.

#### **7.3.4 Necesidades de transferencia de tecnología para mejorar la observación sistemática**

El SENAMHI ha recibido importante apoyo para mejorar sus sistemas de observación, sin embargo por la magnitud del país, se requiere una mayor y mejor tecnología para el fortalecimiento de la red de observación meteorológica en superficie. Una tecnología muy sentida en el país, es la de los radares que permita estimar con mejor precisión las tormentas y las granizadas.

Asimismo es imperativo la transferencia de tecnología para el desarrollo de escenarios climáticos regionalizados de alta resolución, así como herramientas y desarrollo de capacidades para el re-análisis de datos climáticos en zonas de alta vulnerabilidad al cambio climático.

Un tema relacionado a la red pluviométrica es la Red de observación hidrológica de caudales con estaciones de alerta de inundaciones en las principales cuencas y con ríos peligrosos para los asentamientos humanos. En este contexto Bolivia tiene una carencia de equipos de última generación que permitan detectar en tiempo real crecidas excepcionales.

### **7.4. NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO**

El Estado Plurinacional de Bolivia ha decidido encarar la implementación del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático, como una medida estratégica que sirva para apoyar las medidas de desarrollo que se están llevando adelante. Para ello ha planteado la necesidad de crear un Fondo Nacional de Adaptación que permita cubrir los costos que significa el cambio climático ante la presencia, cada vez mayor, de eventos extremos, la pérdida de los glaciares, la pérdida de cultivos, la pérdida de infraestructura, los problemas de salud derivados de las nuevas circunstancias climáticas, las migraciones poblacionales, etc.

Este Fondo requerirá de los aportes multilaterales y bilaterales que los países desarrollados deban generar a partir de cubrir la deuda climática en materia de adaptación que tienen con los países en vías de desarrollo y de esta manera cumplir con sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Hasta el momento Bolivia solamente ha recibido del Fondo Mundial del Medio Ambiente recursos para la preparación de sus comunicaciones nacionales y algo del Fondo Especial para el Cambio Climático, por lo que insta a una acción menos burocrática y más transparente y equitativa en la transferencia de recursos.

Reconoce, sin embargo, el apoyo de la cooperación bilateral a través de varios países especialmente de la Unión Europea.

## Bibliografía

- Barthlott, M. Winiger. 1986. Biodiversity. Symposium Bonn Ed. Verlag, Berlin.
- Burgoa A. UMSA-IIF, Revista Boliviana de Física, No.14, “Escenarios Climáticos para el monzón sudamericano: determinados por los modelos de acoplamiento del IPCC AR4”, 2008, La Paz, Bolivia.
- CEPAL, 2007. Alteraciones Climáticas en Bolivia: Impactos Observados en El Primer Trimestre De 2007.
- CEPAL, 2008. Informe de la impacto del fenómeno del niño 2007/08.
- Christian Seiler, Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN-Bolivia), Implementación y validación de un modelo climático regional para Bolivia, julio 2009, Santa Cruz, Bolivia.
- Documentos del Estado Plurinacional de Bolivia presentados ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- EcoCom, Muñoz A. El cambio climático en Bolivia, 2009.
- García M. Taboada, C. Yucra E. 2006. Evaluación de las tendencias del balance hídrico como indicador del cambio climático. Ministerio de Planificación del Desarrollo, PNCC. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Paz, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística, Estadísticas Nacionales, 2006, 2007, 2008.
- INE, Anuario Estadístico 2008. La Paz, Bolivia.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Climate change 2007. Fourth Assessment Report. UNEP, WMO.
- IPCC (1997) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (3 volumes) [J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. Lim, K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D. J. Griggs and B. A. Callander (eds.)].
- IPCC (2001) Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios de gases de efecto invernadero. IPCC/OCDE/IEA. Paris.
- Lidema, Estado Ambiental de Bolivia 2007-2008, 2008, La Paz, Bolivia.
- MDSP-PNCC, Estudio de la Estrategia de participación en el MDL”, 2001, La Paz, Bolivia.
- MDSP-VMARNDF, PNCC PNUD, OPS/OMS – GEF 2001Vulnerabilidad y Adaptación de la Salud Humana ante los Efectos del Cambio Climático en Bolivia Aparicio. M Ortiz P, Septiembre 2000, La Paz, Bolivia.
- Michel T. Análisis de tendencias climáticas en Bolivia Ed. Programa Nacional de Cambios Climáticos. [La Paz, Bolivia. 110.]
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación-Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal-Programa Nacional de Cambios Climáticos (2000) Análisis de Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. 2000. La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible, Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Programa Nacional de Cambios Climáticos (2003) Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Bolivia para la Década 1990-2000 y su Análisis Tendencial. La Paz, Bolivia.

- Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2007) Balance Energético Nacional. MHE-VDE. La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) (2008) Proyecto Sistema de Información Energético y Balance Energético Nacional. FLARSP-MHE. La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, PNCC, Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Bolivia 2002-2004, 2009, La Paz Bolivia.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2006. Plan Nacional de Desarrollo.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo, PNCC, Aparicio M. "Malaria en Altura", 2007, La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo, PNCC, Memoria de Proyectos Programa Nacional de Cambios Climáticos 2006/2007, 2008, La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo, PNCC. El cambio climático en Bolivia. 2007. La Paz Bolivia.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo, PNCC; Mecanismo Nacional de Adaptación al cambio climático. 2008 La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo, Programa Nacional de Cambios Climáticos, "Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en Bolivia: Resultados de un proceso de Investigación Participativa", 2007, La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo. Programa Nacional de Cambios Climáticos Proyecto Regional Andino de Adaptación al cambio climático, Bolivia. Avances y resultados de la fase de preparación. 2008. La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Salud y Deportes, 2006. Plan sectorial de salud.
- MMAyA-PNCC, UMSA, Facultad de Agronomía-IIAREN, "Evaluación de la influencia del retroceso de glaciares y otros impactos del cambio global sobre la dinámica de los humedales de altura", texto para Imprenta, 2009.
- Montes de Oca, 2005. Enciclopedia geográfica de Bolivia. Ed. Atenea, S.R.L. La Paz (Bolivia).
- Pillco R., "Respuesta de los lagos en el altiplano boliviano a la variación climática a nivel estacional y anual", 2006.
- PNCC. Escenarios climáticos, estudios de impacto y opciones de adaptación al cambio climático. 2000, La Paz, Bolivia.
- Programa Nacional de Cambio Climáticos, Evaluación inicial de transferencia de tecnología para el cambio climático en Bolivia (Sectores: Energético, Industrial y de cambio de uso de la tierra y los Bosques, 2003. La Paz, Bolivia.
- Ramírez E; Olmos C. 2008. Retroceso del TuniCondoriri y sus impactos en el suministro de agua en las ciudades de la Paz y El Alto. IRD-IHH; PNCC.
- SINSAAT, Hojas de balance alimentario 1988- 2003, La Paz, Bolivia.
- SIMBIOSIS, Castro M. et Al. Análisis de los impactos del cambio climático sobre la economía boliviana, Investigación realizada para el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), 2009, La Paz, Bolivia.
- UNFCCC, Manual del Usuario para las Directrices sobre Comunicaciones Nacionales de los Países No Anexo I de la CMNUCC, Mayo, 2004.
- UNFCCC, Resources Guide for preparing the National Communications of Non-Annex I Parties, 2009.

