



SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL

CAMBIO CLIMATICO

PARAGUAY

NOVIEMBRE 2011



SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL | CAMBIO CLIMATICO

Este material es propiedad de la Secretaría del Ambiente (SEAM), del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Paraguay y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Al carecer de fines de lucro no puede ser comercializado por medio alguno. Están autorizadas la reproducción y divulgación de la publicación, por cualquier medio, siempre que se cite la fuente. El contenido del material no refleja necesariamente la opinión del PNUD.

Fernando Lugo
Presidente de la República

Oscar Rivas
Ministro - Secretario Ejecutivo
Secretaría del Ambiente (SEAM)
Punto focal político de la Convención Marco de las Naciones Unidas
sobre Cambio Climático



Direcciones de la SEAM

Direcciones Generales

Isabel Basualdo

Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad

Nélida Rivarola

Dirección General de Gestión Ambiental

Daniel García

Dirección General de Protección y Conservación de Recursos Hídricos

Ulises Lovera

Dirección General de Control de la Calidad Ambiental y los Recursos Naturales

Organos de Apoyo

Rodrigo Mussi

Dirección de Planificación Estratégica

Punto focal técnico de la Convención Marco
de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

Hugo Olmedo

Dirección General de Administración y Finanzas

Gilda Torres

Secretaría General

David Vargas

Dirección de Comunicación Social

Manuel Báez

Dirección de Descentralización de la Gestión Ambiental

Teresa González

Dirección de Diseño y Obras

Eugenio Garcete

Dirección de Gestión de las Personas y Desarrollo del Talento Humano

Darío Cárdenas

Dirección de Informática

Beatríz Silvero

Dirección de Integridad



Coordinación de Equipos de Trabajo

Asesor Técnico Principal

Ángel Parra

Coordinación de Escenarios Climáticos

Mario Bidegain

Coordinación Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Fernando Barrios

Coordinación Adaptación y Vulnerabilidad

Antonieta Arias

Coordinación Mitigación

Carmiña Soto

Equipos de Trabajo

Adaptación y Vulnerabilidad

Rene Sanabria, Norma Coluchi, Blanca Cousiño, Diego Silva, Jorge Ortiz, José Valdéz del Puerto, Alma Orihuela, Eduardo Cabral, Lucas Chamorro, Paulo Ortíz Bultó

Mitigación

Carmiña Soto, Erica Michel

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Carolina Recalde, Rolando de Barros, Carlos Monges

Componentes Transversales

Oscar Pizzurno, Sanny Murdoch, Marcelo Ughelli, Carolina Gossen, Maria Cristina Costa



Mesas de Trabajo | Componente Mitigación

Revisión Segmento Económico

Leticia Carosini, *Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Asunción (UNA)*

Provisión de Matriz Segmento Económico

Héctor Pistonesi, *Presidente Ejecutivo de la Fundación Bariloche, República Argentina*

Grupo Sectorial Trabajo Energía

Daniel Puentes (Coordinador), Oscar Buttner, Oscar Bernardes, Hugo Leguizamón, Fabiola Adams, Julián Báez, Graciela Sánchez, Eduardo Jiménez, Rocio Vely, Sarah Franco, Juan Valiente, María Graciela Amarilla, Luís Pereira, Blas Oddone, Sergio Oddone, Juan Balsevich, Mario Domínguez, José Rivarola, Rubén Candia, Cristian Pascottini, Irma del Valle, Elías Díaz, Jorge Pusineri, Juan Domanisky, Cesar Jure

Grupo Sectorial Cambio de Uso de la Tierra

Francisco Fracchia (Coordinador), Cesar Balbuena, Jokokura Jungi, Manuel Enciso, Crisanta Rodas, Antonio Spiridonoff, Amado Insfran, Maria Noce, Caterine Goltting, Lourdes Duarte, Sergio Burgos, Gloria Pizzurno, Ana Maria Castillo, Nora Dubie, Elvio Morinigo, Janet Villalba, Carolina Pedrozo, Damiana Mann, Natalia Chavez, Fatima Mereles, Sonia Tufar

Grupo Sectorial Agrícola Ganadero

Edgar Mayeregger (Coordinador), Oscar Rodas, Calixto Saguier, Héctor Cristaldo, Oscar Pizzurno, Luis Cubilla, Rosa Villamayor, Renato Canese, Maria Cristina Costa, Esteban Souberlich, Lidia Perez, Victor Benitez, Jose Ferreira, Rafael Carlstein, Maria José Aparício

Compilado Final del Documento

Carmiña Soto, Silvia Estigarribia, Miguel Lovera, Patricia Sacco

Colaboradores que aportaron para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Cesar Servín, Daniel Puentes, Hugo Leguizamón, Jorge Benítez

Expertos consultados para la finalización del Compilado

Elías Díaz Peña, Daniel García, Lilian Portillo, Julián Báez, Andrés Molina, Fredy Génez, Ovidio Espínola, Carlos Britos, Flavia Alarcón, Diana Gauto, Silvia Estigarribia

Agradecimientos

A Genaro Coronel de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNA)

A Leticia Carosini de la Facultad de Economía (UNA)

A Edgar Mageregger del Ministerio de Agricultura y Ganadería

A Julián Báez de la Dirección de Meteorología

A Héctor Pistonesi de la Fundación Bariloche, Argentina

Fotografías

René González para el Proyecto Paraguay Silvestre SEAM/PNUD/GEF
Dirección de Comunicación Social - SEAM

Diseño Gráfico

Miliciades Rojas

INDICE

Prólogo.....	Página 12
Resumen Ejecutivo	Página 14
Circunstancias Nacionales	Página 38
Inventario de gases de Efecto Invernadero	Página 53
Vulnerabilidad y Adaptación	Página 64
Mitigación	Página 131
Acciones relevantes de Paraguay	Página 156
Obstáculos, Carencias y Necesidades	Página 162
Anexos.....	Página 167

PROLOGO

La República del Paraguay, a través de la Secretaría del Ambiente, presenta a la comunidad nacional e internacional la “Segunda Comunicación Nacional en el Marco de la Convención de Cambio Climático,” cumpliendo de esta forma uno de los principales compromisos asumidos al formar parte de la Convención.

La Segunda Comunicación Nacional constituye una herramienta que refleja el grado de cumplimiento de los compromisos asumidos, mediante la elaboración de los inventarios de gases de efecto invernadero, de los impactos y las medidas de adaptación y vulnerabilidad, así como del relevamiento de las iniciativas que se han dado en el marco del incremento de sumideros de carbono o de iniciativas de mitigación.

La disponibilidad de datos oportunos y sistemáticos, permitirá a los tomadores de decisión contar con herramientas válidas al momento de delinear acciones que correspondan a políticas ambientales, con una visión amplia de las implicancias de las medidas tomadas, sobre los demás sectores de la economía nacional.

La elaboración de la Segunda Comunicación Nacional refuerza la concepción de complejidad que rodea a la temática del cambio climático, cuyas consecuencias adversas sólo podrán revertirse mediante el esfuerzo mancomunado, tanto de las sociedades locales y nacionales, como las regionales e internacionales, en las identificaciones y la aplicación de programas y medidas tanto de adaptación como de mitigación.

Del mismo modo queda la lección sobre la necesidad del efectivo involucramiento de todos los estamentos que hacen a la vida de un país, pasando por la academia, los sectores del gobierno, el sector privado, así como las organizaciones no gubernamentales y las organizaciones sociales.

Concientes de que los países en vías de desarrollo serán los más afectados por el cambio climático y por la variabilidad climática, tanto en los sistemas naturales como los modificados por la acción humana, principalmente por su menor capacidad de respuesta y de incorporación de innovaciones tecnológicas, así como por la alta dependencia de sus economías de los patrones climáticos, especialmente temperatura y precipitación; es urgente la necesidad de que estos países incorporen la temática de la variación del clima, en sus planes sectoriales.

La elaboración de la Segunda Comunicación Nacional constituyó un desafío para el país y de la misma han tomado parte profesionales de diversas disciplinas y diversas organizaciones, que han plasmado en el documento todo su conocimiento y dedicación. Es nuestro deseo que este documento sea de utilidad para las autoridades y la sociedad toda.

Oscar Rivas

Ministro - Secretario Ejecutivo SEAM

CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

Paraguay, situado en el corazón de América del Sur, ocupa una superficie de 406.752 km². Es un país mediterráneo que está comprendido entre los paralelos 19° 18' y 27° 36' de latitud sur y los meridianos 54° 19' y 62° 38' de longitud oeste. El trópico de Capricornio pasa prácticamente por el centro del país.

El territorio paraguayo se encuentra a unos 800 km. del Océano Pacífico y a 600 km del Atlántico. Limita al norte con Brasil y Bolivia, al este con Brasil y Argentina, al sur con Argentina, y al oeste con Argentina y Bolivia.

El río Paraguay divide el territorio en dos grandes regiones naturales de morfología distinta: la Oriental y la Occidental o Chaco.

El tipo de clima es tropical a subtropical, gobernado por masa de aire tropical y masa de aire polar, con veranos muy cálidos y lluviosos (de diciembre a marzo) e inviernos con temperaturas bajas y menos lluviosos (de junio a septiembre). La temperatura media anual es de 24 °C. Existe una marcada diferencia entre la distribución de las precipitaciones en las dos regiones del país: llueve considerablemente más en la región Oriental que en la Occidental.

El Paraguay es un país poco poblado, con una densidad de poco más de 15 habitantes por km². Conforme al último Censo Nacional de Población y Viviendas, publicado por la Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC), la población total del Paraguay en el año 2002 era de 5.163.198 habitantes. De acuerdo a los datos publicados en el Anuario Estadístico del Paraguay 2009, la proyección de la población total del país asciende a 6.340.639 habitantes¹, notándose una distribución casi igualitaria entre hombres y mujeres (50,5% de población masculina y un 49,5% de población femenina). Según el Censo 2002, la relación población urbana-

rural registra el 57% de población urbana sobre el 43% de población rural.

Los idiomas nacionales son el español y el guaraní, ambos con categoría oficial. La estructura productiva del país registró cambios de importancia en el año 2009. Así, por efecto del clima, el Sector Agrícola sufrió disminución en su participación, que de representar el 20,2% del PIB, pasó a generar el 15,7%, y reduciendo con ello la participación de la producción de bienes del 44,5% al 41,2%.

En tanto, la producción de los servicios aumentó su participación del 47,8% al 50,9%. El sector comercial, con un 18,2% de participación, pasó a ocupar el primer lugar en cuanto a importancia como actividad económica, por encima de la agricultura y la industria.

En Paraguay, el tratamiento de la cuestión ambiental se realiza a través del Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), creado por Ley 1561 del año 2000. El SISNAM está integrado por el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría del Ambiente (SEAM).

En el marco del compromiso asumido por el país para dar cumplimiento a los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), en el año 2001 se promulga el Decreto N° 14.943, por el cual se implementa el Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC) cuya misión es “la evaluación e implementación de las acciones vinculadas a las obligaciones asumidas por la República del Paraguay dentro del Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto”.

En la actualidad, el PNCC, dependiente de la SEAM, está integrado por la Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC) y la Oficina Nacional de Cambio Climático.



1: La DGEEC publica de forma periódica estadísticas sobre la cantidad de habitantes del país. Los Censos Nacionales de Población y Viviendas se actualizan cada 10 años, siendo el último el correspondiente al 2002.

INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 2000 se utilizó la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) versión revisada en 1996.

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2000 incluye la estimación de las emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero Directos: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O); así como la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Indirectos: óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM).

Por carecer de la información necesaria, en este Inventario no fueron estimadas las emisiones de los siguientes Gases de Efecto Invernadero Directos: hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

En la Tabla 1 se presentan las emisiones totales y remociones por sector de los diferentes Gases de Efecto Invernadero. Se presentan también las partidas informativas correspondientes a Bunkers Internacionales y CO₂ generado por la quema de Biomasa.

Las emisiones de CO₂ provienen en su gran mayoría de las actividades del Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, que aportó un total de 67.181 Gg correspondiente al 94,85%.

El Sector Energía fue el siguiente de mayor aporte en las emisiones de dióxido de carbono, con un total de 3.251,65 Gg, correspondiente al 4,59%, seguido por el Sector Procesos Industriales, con un total de 395,20 Gg correspondiente al 0,56%.

En el año 2000 el Sector Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (CUTS) capturó un total de 1.088.65 Gg de CO₂ lo que

da una emisión neta de 69.749,03 Gg de CO₂ para el correspondiente año.

El sector de mayor aporte en las emisiones de metano es el Sector Agricultura, con un total de 519,93 Gg (70,05%) de CH₄. En el segundo lugar, el Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura aportó 195,76 Gg (26,38%).

Las contribuciones a las emisiones de metano de las actividades del Sector Energía han sido de 14,97 Gg (2,02%). El Sector Desperdicios ha contribuido con un total de 11,53 Gg (1,55%).

El sector de mayor aporte en las emisiones de N₂O es también el de Agricultura, con un total de 24,87 Gg (88,32%). Los sectores Desperdicios y Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura aportan 1,55 Gg (5,50%) y 1,35 Gg (4,79%), respectivamente. Finalmente, el Sector Energía ha contribuido con 0,39 Gg (1,39%).

La mayor contribución estimada para la emisión de óxidos de nitrógeno proviene del Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, con 48,64 Gg (55,47%), y del Sector Energía, con un total de 39,05 Gg (44,53%).

En el caso del monóxido de carbono, la mayor contribución proviene del Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, con 1.712,87 Gg (78,61%), seguida por el aporte del Sector Energía, con un total de 466,04 Gg (21,39%).

Para la emisión de los compuestos orgánicos volátiles distintos al metano, el Sector Energía fue el de mayor aporte, con 44,90 Gg (76,70%), seguido de los procesos Industriales con 13,64 Gg (23,30%). La totalidad de las emisiones de dióxido de azufre proviene de los Procesos Industriales, ya que no se han podido estimar las emisiones del mismo en el Sector Energía. Las emisiones estimadas en este sector son de 0,16 Gg.

Las partidas informativas incluyen a las emisiones correspondientes a los Bunkers Internacionales y a las emisiones de dióxido de carbono provenientes de la Quema de Biomasa. Las cifras calculadas corresponden a 38,29 Gg de emisiones de CO₂ para los Bunkers Internacionales y 8.734,38 Gg de CO₂ para la Quema de Biomasa.

Tabla 1: Resumen del Inventario de Gases de Efecto Invernadero - Año 2000 (Gg)									
Gases de Efecto Invernadero	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂	
Total de Emisiones y Absorciones Nacionales	70.837,68	1.088,65	742,19	28,16	87,69	2.178,91	58,54	0,16	
1. Energía	3.251,65		14,97	0,39	39,05	466,04	44,90	NE	
1A Quema de Combustibles (Método Sectorial)	3.251,65		14,97	0,39	39,05	466,04	44,90	NE	
1B Emisiones Fugitivas de los Combustibles			NE		NE	NE	NE	NE	
2. Procesos industriales	395,20						13,64	0,16	
2A Productos Minerales	264,40				NA	NA	13,54	0,16	
2B Industria Química	NE		NA	NE	NE	NE	NE	NE	
2C Producción de Metales	130,80		NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2D Otra Producción (bebidas y alimentos)	NA				NA	NA	0,10	NA	
2E Producción de halocarburos y SF ₆									
2F Consumo de halocarburos y SF ₆									
2G Otros (especifíquese)	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Uso de Solventes y Otros Productos	NE		NE	NE	NE	NE	NE	NE	
4. Agricultura			519,93	24,87					
4A Fermentación Entrérica			493,42						
4B Manejo de Estiércol			15,22	NE			NE		
4C Cultivo de Arroz			11,29				NE		
4D Suelos Agrícolas			NA	24,87			NE		
4E Quema Prescrita de Sabanas			NE	NE	NE	NE	NE		

Tabla 1: Resumen del Inventario de Gases de Efecto Invernadero - Año 2000 (Gg)									
Gases de Efecto Invernadero	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂	
4F Quema en el Campo de Residuos Agrícolas			NE	NE	NE	NE	NE		
4G Otros (especificquese)			NO	NO	NO	NO	NO		
5. Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura	67180,83	-1,088,65	195,76	1,35	48,64	1,712,87			
5A Cambios en existencias de Bosques y otra Biomasa Leñosa		-1,088,65							
5B Conversión de Bosques y Praderas	67180,83		195,76	1,35	48,64	1,712,87			
5C Abandono de Tierras Cultivadas		NE							
5D Emisiones y Absorciones de CO ₂ en los suelos	NE	NE							
5E Otros (especificquese)	NO	NO	NO	NO	NO	NO			
6. Desperdicios			11,53	1,55					
6A Disposición de Desechos Sólidos en la tierra			11,53						
6B Tratamiento de Aguas Residuales			NE	NE	NE	NE	NE	NE	
6C Incineración de Desechos					NE	NE	NE	NE	NE
6D Otros (Excremento Humano)				1,55					
Partidas Informativas									
Bunkers Internacionales	38,29								
Quema de Biomasa	8,734,38								
2. Procesos Industriales		HFCs	PFCs				SF₆		
2E Producción de halocarburos y SF ₆		NA		NA			NA		
2F Consumo de halocarburos y SF ₆		NE		NE			NE		

VULNERABILIDAD Y ADAPTACION

Clima y escenarios

La precipitación media anual sobre Paraguay varía entre 1.600 mm y menos de 600 mm. Los máximos anuales se registran sobre el sureste de la región Oriental en la frontera con Brasil, mientras que el mínimo se registra sobre el Chaco, en la región noroeste del país.

La temperatura media anual en Paraguay varía desde 20° C en el sureste, a 26° C en la región norte del Chaco.

Para la construcción de los escenarios de cambio climático futuro para Paraguay, se han seleccionado las salidas para los horizontes temporales de las décadas centradas en 2020 (2010-2039) y 2050 (2040-2069), para los dos escenarios socioeconómicos SRES A2 (alto) y B1 (bajo), de los cuatro modelos climáticos de mejor ajuste sobre la región.

Como principal conclusión, se estima que la región central de América del Sur -donde se ubica Paraguay-, experimentaría para la década centrada en el 2020 un calentamiento que estaría en el entorno de 1° C, según el promedio de los cuatro modelos analizados para el escenario A2 (alto).

Para la década centrada en 2050, el calentamiento sería aun más importante, con valores en el entorno de los 2 a 2,5° C. Los mayores calentamientos se verificarían geográficamente en el norte y noroeste del territorio (cuenca del río Paraguay) y los menores en el sureste de la región oriental.

Los cambios de la precipitación previstos para las décadas de 2020 y 2050 varían en forma importante de acuerdo a los diferentes modelos climáticos analizados, y son mayores en el escenario A2. En general, se prevé un decrecimiento hacia el oeste y noreste del país; los mayores incrementos se darían hacia el norte, este y fundamentalmente al sureste de la región en estudio (cuenca del río Paraná).

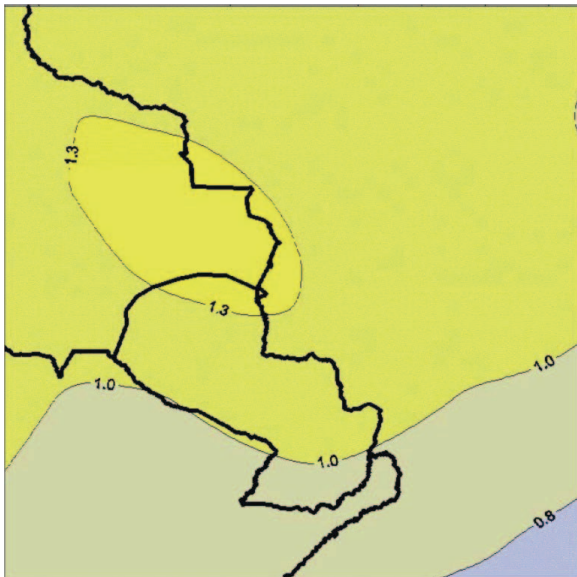


Figura 1: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2020 en el Paraguay y región de interés (SRES A2)

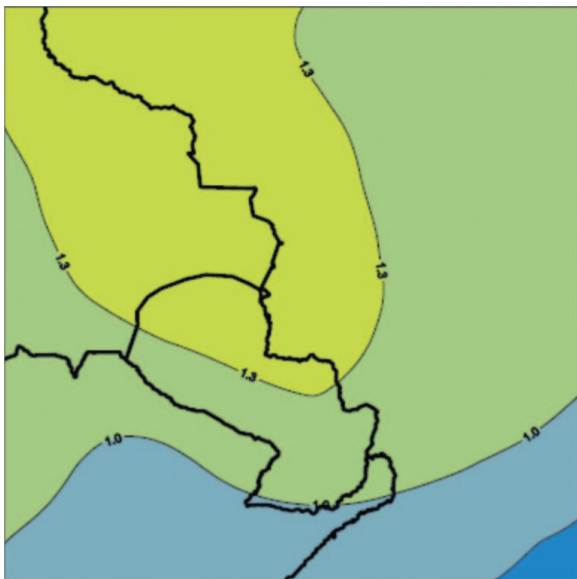


Figura 2: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2020 en el Paraguay y región de interés (SRES B1)

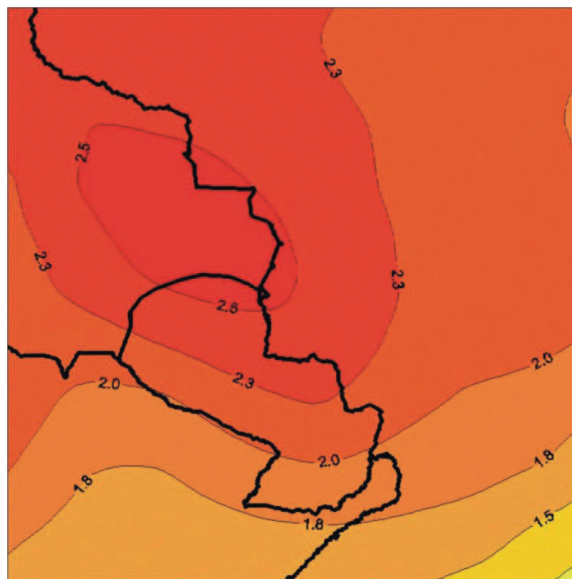


Figura 3: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2050 en el Paraguay y región de interés (SRES A2)

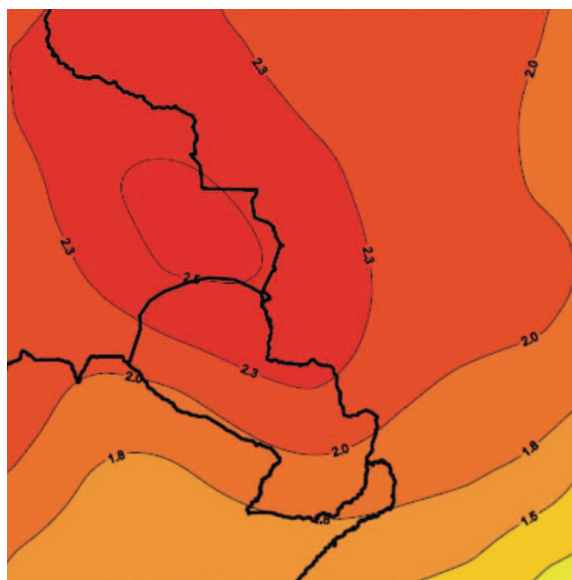


Figura 4: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2050 en el Paraguay y región de interés (SRES B1)

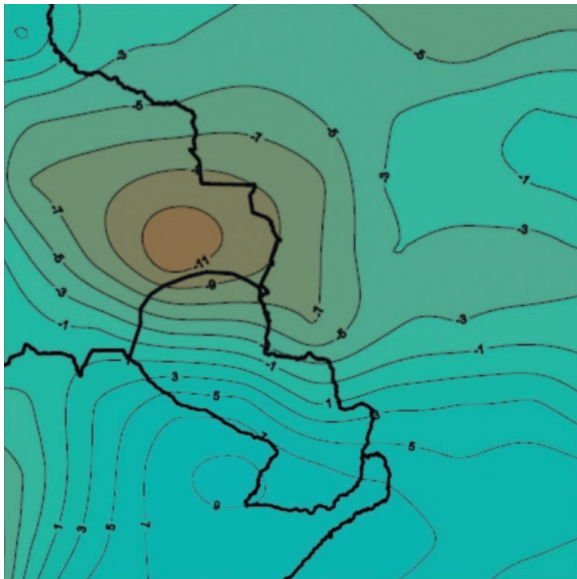


Figura 5: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2020 en el Paraguay y región de interés (SRES A2)

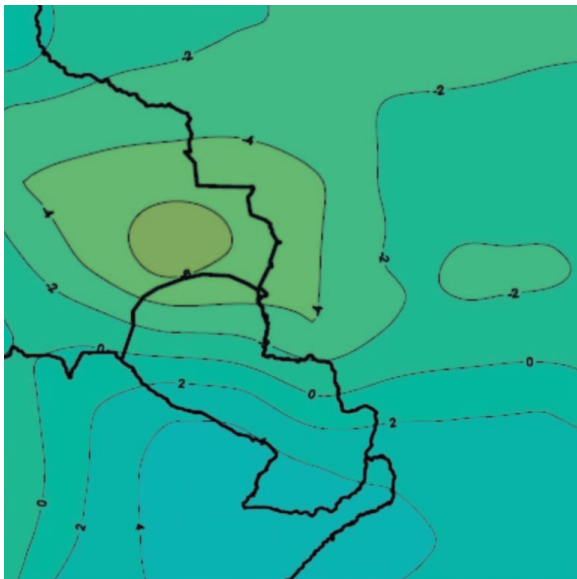


Figura 6: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2020 en el Paraguay y región de interés (SRES B1)

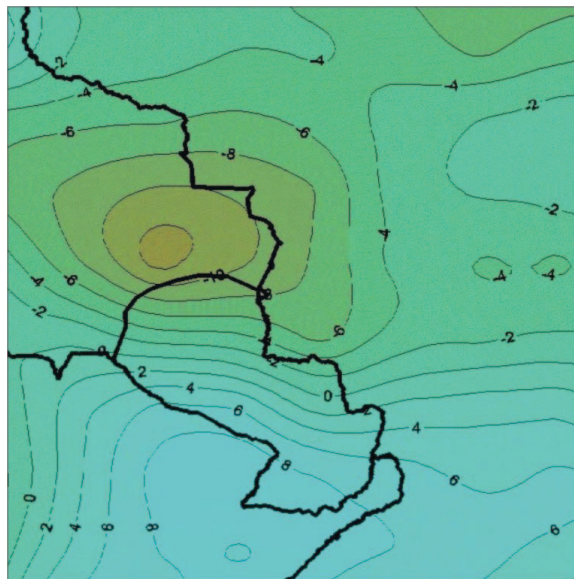


Figura 7: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2050 en el Paraguay y región de interés (SRES A2)

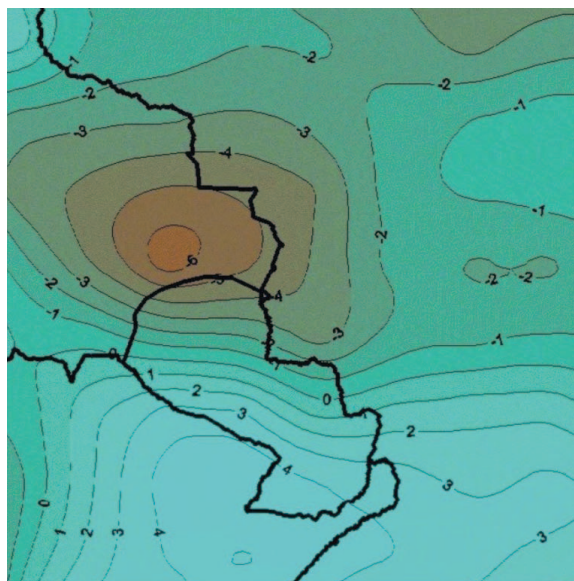


Figura 8: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2050 en el Paraguay y región de interés (SRES B1)

Sector Salud

Malaria en el Paraguay

El comportamiento de la malaria en Paraguay presenta una variación estacional, incluso interanual, con dos picos bien marcados que van de marzo a mayo, y de septiembre a noviembre. Existe una relación positiva de la incidencia respecto a las precipitaciones y la temperatura, es decir que los picos de malaria son precedidos de altas precipitaciones y temperaturas en forma conjunta. Esto es similar en los tres departamentos estudiados: Alto Paraná, Caaguazú y Canindeyú.

En base a las proyecciones realizadas de la enfermedad, el escenario que se predice para el departamento de Alto Paraná es un aumento importante en el número de casos hacia la década del 2030, pronunciándose en los meses de primavera y verano.

Sin embargo, en los departamentos de Caaguazú y Canindeyú se puede observar que, al comparar con su línea de base, el patrón de comportamiento de esta enfermedad persiste con unas pocas variaciones hacia las décadas de 2020 y 2030.

Dengue en el Paraguay

A partir del 2006, el dengue presenta un comportamiento endémico, es decir, con notificaciones de casos todos los meses del año, con picos y descensos importantes, siendo el serotipo circulante el DEN-3. Hasta diciembre del 2006 se habían registrado 1.800 casos de dengue aproximadamente, con un aumento inusual desde los meses de octubre-noviembre.

Esto último, desencadenó la tercera gran epidemia de dengue en el país, con el agravante de la aparición de la forma hemorrágica en enero del 2007, con el primer caso fatal, continuando así la circulación del mismo serotipo identificado el año anterior. El saldo del 2007 fue de 28.182 casos notificados, poco más de 3.917 hospitalizados, con 55 del tipo hemorrágico, 17 óbitos, de los cuales siete por dengue hemorrágico, que arrojó una letalidad del 12,7%, valor muy por encima de lo recomendado por la OPS (1%) e igual número de óbitos de las formas atípicas o inusuales (siete). (DIVET, 2007).

Las proyecciones indican que el número de casos de dengue en el departamento Central no mostrará aumentos muy significativos hacia ambas décadas al compararlos con su línea de base: sigue siempre el patrón de un mayor número de casos en los meses de verano, con permanente transmisión no patente a partir de agosto. Sin embargo, en la capital del país, Asunción, puede notarse un paulatino aumento de casos hacia las décadas de 2020 y 2030, siguiendo siempre el patrón de un mayor número de casos en el verano.

Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) y Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs)

Las IRAs están en estrecha relación con las bajas temperaturas, más que con las precipitaciones. Esta tendencia es mucho más marcada

en Asunción y el departamento Central. Las EDAs, en cambio, muestran tendencia estacional, con picos en los meses de julio y noviembre, siendo el de este último mes el de mayor impacto.

Conforme a las proyecciones realizadas para las décadas de 2020 y 2030, en el caso de Asunción, las IRAs presentarán un moderado aumento con relación a la línea de base para ambas décadas, mientras que en el departamento Central se observa un aumento hacia fines del 2030. Las EDAs, por su parte, presentarán un aumento para las décadas de 2020 y 2030 en relación a su línea de base, con picos pronunciados hacia el 2030 en verano y primavera en el departamento Central. Sin embargo, en Asunción se presentan aumentos paulatinos también en meses de invierno. El aumento en invierno no se observa en la línea de base.

Potencial de Zoonosis de enfermedades provenientes de animales silvestres

El potencial zoonótico de las enfermedades de los animales silvestres amerita que se instale en el debate de políticas públicas en las instituciones encargadas de conservar ecosistemas saludables por un lado, y de la salud de las personas por otro. De esta manera, emprender conjuntamente la elaboración de estrategias y la promoción nuevos conocimientos en cuanto a la eco-epidemiología de los animales silvestres en el Paraguay, de cara a los desafíos impuestos por el cambio climático y el calentamiento global. Estas estrategias deben ser construidas en el marco de un equipo con visión holística y mucho rigor científico.

Algunas de las zoonosis diagnosticadas en Paraguay, y que pudieran ser muy sensibles a cambios, son: rabia, transmitida por murciélagos y carnívoros; fiebre amarilla, transmitida por primates y mosquitos; hantavirus, transmitida por roedores; tuberculosis, transmitidas por primates y aves; leishmaniosis, cuyo reservorio natural es la comadreja y su reservorio urbano es el perro domestico, etcétera.

Medidas de adaptación

Para reducir el efecto de la variabilidad climática sobre el sistema de salud en general, y sobre todo al subsistema de vigilancia epidemiológica, se propone desarrollar medidas de adaptación tendientes a:

1) Generar más conocimientos sobre la variabilidad climática y su impacto sobre las enfermedades vulnerables de gran impacto para la salud pública del país, 2) Establecer un sistema de alerta temprana en el propio subsistema de vigilancia epidemiológica, basado en el monitoreo de los factores climáticos, y 3) Fortalecer la capacidad de respuesta del sistema de salud ante brotes y epidemias influenciados por el impacto del cambio climático.

Algunas de las medidas que se deberían adoptar para la elaboración de estrategias y la promoción de nuevos conocimientos en cuanto a la eco-epidemiología de los animales silvestres en el Paraguay son:

1) Estudiar la dinámica de poblaciones de animales silvestres de interés para la salud pública y animal, 2) Impulsar el reconocimiento oficial del Comité Nacional de Vigilancia de Epizootias, 3) Elaborar mapas de poblaciones de especies de nuestra fauna de interés epidemiológico

incluyendo su relación con escenarios climáticos, 4) Capacitación a guarda-parques sobre procedimientos y comunicación rápida de ocurrencia de mortandad de animales en áreas protegidas, 5) Desarrollar programas sobre salud pública con enfoque eco-sistémico en universidades, institutos de investigación, ONGs, y 6) Innovar la gestión de los controles o fiscalizaciones en actividades relacionadas al comercio y traslado transfronterizo de fauna nativa, productos de cacería deportiva y/o científica.

Sector Agropecuario

Los rubros agrícolas de renta seleccionados para pronosticar su comportamiento con respecto a la variabilidad climática fueron: soja, algodón, sésamo, y caña de azúcar. Entre los rubros de consumo, se consideraron: maíz, mandioca y poroto. El criterio de selección de los mismos se basó en la superficie ocupada (para los rubros de renta), y en la importancia como parte integrante de la dieta de la población (para los rubros de consumo). En el caso de la producción ganadera, se consideró la producción bovina de carne y leche, por su impacto en la alimentación de la población y en la generación de ingreso en concepto de exportaciones. Para el análisis de la vulnerabilidad del Sector Agropecuario, se utilizaron dos herramientas: un modelo lineal de predicción de rendimientos y un análisis multivariado de regresión lineal múltiple. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos.

Perspectivas de adaptación del Sector Agrícola y del Sector Ganadero

Entre algunas experiencias de adaptación agro climática en el Sector Agrícola que se practican a nivel nacional se tienen: zonificación de cultivos, sistemas de siembra directa o laboreo mínimo, sistemas de producción agroforestales, sistemas biointensivos de producción, cortinas rompevientos, uso eficiente del agua en sistemas de riego, entre otras. Medidas de adaptación al cambio climático del Sector Ganadero incluyen: pastura de corte bajo riego, gestión de los recursos hídricos, enfriado del agua, efecto sombra, sistemas combinados (baño + ventilación), efecto viento, biotipo animal, especies forrajeras, entre otras.

Sector Ecosistemas frágiles

El otro sector integrado al Componente Adaptación y Vulnerabilidad fue el de Ecosistemas frágiles. La Segunda Comunicación Nacional tomó este sub componente como un área piloto, estudiándose en este caso el departamento de Presidente Hayes, ubicado en la región Occidental o Chaco paraguayo. El área de estudio (departamento de Presidente Hayes), se encuentra situado al sureste de la región del Chaco, con una superficie aproximada de 73.000 km². Se halla entre el río Paraguay y el río Pilcomayo. La población indígena asciende a 19.857, agrupados en nueve etnias. La ecorregión Chaco se ha dividido en cinco ecosistemas: Ecosistema Forestal o Bosque, Ecosistema Matorral, Ecosistema Sabana, Ecosistema Rupestre y Ecosistema Lacustre. En tanto, de las 21 comunidades vegetales existentes en el Chaco, 18 pertenecen a las del departamento de Presidente Hayes.

Para el logro de los objetivos del estudio, y para la formación y creación de bases de datos comparativos, se elaboraron mapas básicos y necesarios para la determinación de las áreas vulnerables y adaptables de la región del departamento Presidente Hayes. Por ejemplo, los mapas de áreas de acción antrópica o uso de la tierra y los mapas de vegetación o cobertura boscosa, así como los mapas de clasificación de

los tipos de cobertura según las características de los ecosistemas existentes en dicha región. La construcción de los mapas para el estudio se realizó en dos etapas o fases. En la primera fase se realizaron la colección de los datos básicos, las investigaciones en el sitio, el análisis de los resultados y el trazamiento de la dirección básica de los límites territoriales del departamento Presidente Hayes. La segunda fase consistió en el mapeo propiamente dicho.

En el departamento de Presidente Hayes ha sido considerado como de Alta Fragilidad, el Matorral Semidecíduo Xerofítico (MSX), que posee una superficie de 5.647.558 ha de las cuales el 10% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 581.837 has. Esta comunidad vegetal se encuentra entre las que albergan la mayor diversidad de especies. Los sistemas de comunidades vegetales vulnerables a desaparecer por acción antrópica se encuentran en las zonas cercanas al sur del departamento y los sectores centro norte, pues son áreas de gran expansión agrícola y de urbanización. Según los datos LANDSAT, la tendencia de deforestación de las áreas es de más del 10% cada cuatro años, con una pérdida representativa de 236.775,6 hectáreas.

En caso de que no se adopten medidas políticas de conservación, teniendo en cuenta que cada año se promedia una desaparición de 59.193,9 hectáreas de cobertura vegetal natural del ecosistema chaqueño, para el año 2017 se tendría la suma aproximada de 600.000 hectáreas desprovistas de comunidades vegetales naturales.

Tabla 2: Sector Agropecuario -Proyecciones del rendimiento

Rubro	Línea Base	Modelo lineal de predicción de rendimientos	Análisis multivariado de regresión lineal múltiple
Algodón	Rendimiento promedio decreciente	Rendimiento decreciente, llegando a valores negativos en el 2050	El aumento de la precipitación afectará de forma positiva al rendimiento del algodón
Caña de Azúcar	Rendimiento promedio decreciente	Variación de Rendimiento de un año a otro variable, pero siempre positivo	Modelo no significativo
Maíz	Rendimiento promedio creciente	Variación de Rendimiento con crecimiento sostenido	Modelo no significativo
Mandioca	Rendimiento promedio uniforme	Incremento positivo del Rendimiento	Modelo no significativo
Poroto	Rendimiento promedio positivo	Incremento positivo del Rendimiento	Modelo no significativo
Soja	Rendimiento promedio levemente decreciente	Rendimiento decreciente, llegando a valores negativos en el 2050	La temperatura afectará positivamente al rendimiento de la Soja
Sésamo	Rendimiento promedio levemente decreciente	Variación de Rendimiento con crecimiento sostenido	Modelo no significativo
Ganadería	Rendimiento promedio variable creciente	Variación de Rendimiento con crecimiento sostenido	Tanto la precipitación como la temperatura afectarán negativamente al rendimiento del Gado Vacuno para exportación

Sector Recursos Hídricos

El propósito de este sector fue realizar una evaluación de los componentes principales de los factores intervinientes en el ciclo hidrológico de las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná, fundamentalmente en el territorio paraguayo. De acuerdo a ese diagnóstico inicial (periodo actual) y en correspondencia a los escenarios climáticos futuros, se buscó determinar los más probables condicionantes de la vulnerabilidad ambiental y, en base a ello, construir los esquemas de adaptación configurables que se desprenden de las amenazas identificadas. La alteración de la precipitación presenta un impacto relativo diferenciado sobre los caudales de una cuenca hidrográfica, pero la incorporación de la variable temperatura con tendencias importantes de aumento, impacta en la escorrentía a través de la evapotranspiración.

Si bien las precipitaciones no apuntan a una reducción significativa de las mismas, sino más bien a un relativo aumento en el sur y este del país, el balance hídrico se vería afectado con el aumento estimado de las temperaturas y los cambios en el uso del suelo, con una tendencia hacia la disminución de la escorrentía debido al incremento de la evapotranspiración real. Al disminuir la escorrentía, también se destaca la posibilidad cierta de la infiltración hacia la baja, lo cual alteraría la recarga de los acuíferos más superficiales y de los más profundos en el muy largo plazo. Esta tendencia estará potenciada por el radical cambio del uso de la tierra en las áreas de recarga, muy especialmente en las del Acuífero Guaraní, donde el Bosque del Alto Paraná fue en su mayor parte transformado en campos de cultivos de soja y pasturas.

Los caudales de los ríos Paraná y Paraguay se verían alterados. El aumento de las temperaturas medias anuales y estacionales, no haría otra cosa que variar la escorrentía, sobre todo de los aportes de las subcuencas cuyas aguas desembocan en los principales ríos, especialmente en el río Paraguay, cuyos caudales efluentes, en términos medios, dependen en un orden del 50% de la escorrentía del territorio nacional.

En cambio, para el río Paraná, el 90% de su cuenca aportante se encuentra en territorio brasileiro, y de su caudal efluente, en términos medios, un 83% depende de lo entrante hasta la desembocadura del río Iguazú, y este aporta, a su vez, alrededor del 11% del caudal efluente. El tramo paraguayo- argentino aporta alrededor del 6%. Por lo tanto, los aportes de las subcuencas del tramo paraguayo son bastante menores en relación a los de la cuenca del río Paraguay, sin embargo, en valores absolutos, son mayores en escorrentía.

A fin de obtener la real incidencia en los caudales, se deben incluir en análisis posteriores los escenarios climáticos resultantes para las cabeceras de estos ríos importantes, los cuales se encuentran fuera de la soberanía del Paraguay, con el objetivo de reproducir las tendencias y variabilidades de los caudales afluentes a territorio paraguayo.

En general, las proyecciones indican que los coeficientes de escorrentía presentan cambios en las tendencias a partir del periodo 2030-2060 y se acrecientan las diferencias para el final del periodo 2070-2100. En todos los casos analizados, los coeficientes de escorrentía se verían disminuidos, notándose más críticamente en el norte de la región Oriental y noroeste del Chaco paraguayo, ocurriendo anulación de la escorrentía en algunos casos.

MITIGACIÓN

El componente centró su análisis en el Sector Energético, sin desconocer la contribución de los demás sectores (como Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, y Agricultura y Ganadería), en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. La priorización del Sector Energético respondió básicamente al criterio de mayor disponibilidad de información, con lo cual la confiabilidad del análisis se ve favorecida. La tarea tuvo como punto de partida los Grupos Sectoriales de Trabajo creados en tres áreas: Energía, Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, y Agricultura. Estos Grupos de Trabajos Sectoriales han tenido una gran importancia en la identificación y la selección de las posibles medidas de mitigación a priorizar de un listado original compendiado.

La metodología de análisis del componente se basó en la sugerida por HALSNAES, et al (1999), así como en los pasos sugeridos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (1995), especialmente en lo que respecta al Sector Energético. En tanto, en el Diagnóstico del Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura se utilizó una metodología cualitativa recomendada por el IPCC, en su orientación sobre buenas prácticas para el Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura (2005), evaluándose el cambio de uso existente entre dos momentos históricos, tomándose como años de comparación 1991 y 2000. El análisis del Sector Energético se realizó mediante un modelo econométrico cuya base fue desarrollada por el Presidente Ejecutivo del Instituto Bariloche (Argentina) y que permitió proyectar el Consumo Final de Energía al 2050, introduciendo como variables independientes o explicativas el Producto Interno Bruto per cápita y la tasa de crecimiento poblacional del país.

Analizando el comportamiento de la demanda y oferta energética desde un punto de vista único (la tasa de crecimiento intrínseca de ambas), se espera que la demanda de energía de Paraguay se duplique en el 2050, mientras que la oferta se triplicaría, generándose superavit. El análisis por fuentes arrojado por el Modelo LEAP, bajo condiciones actuales de consumo y ciertos supuestos tales como el aumento o la disminución de consumo debido factores externos como el precio y la mayor eficiencia, permite proyectar una reducción del consumo de leña a nivel residencial y comercial para el 2030, en tanto que se espera un aumento del consumo eléctrico. En el Sector Transporte, y considerando las actuales normativas que impulsan la energía renovable, se espera que disminuya el consumo del combustible tipo Diesel y gasolina y se incremente el GLP.

El modelo econométrico que permitió relacionar el Consumo Final de Energía (CFE) del Paraguay para el 2050 como variable dependiente con el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita y la tasa de crecimiento poblacional como variables independientes, indica que una variación positiva de un uno por ciento en el PIB per cápita inducirá a un aumento de 0,48% en el consumo final de energía sugiriendo una inelasticidad con respecto a esta variable; sin embargo, entre la población urbana y el consumo de energía, se observa que una expansión de un uno por ciento en la primera inducirá a un aumento de un dos por ciento en la segunda. Para el pronóstico del consumo final de energía de los próximos cincuenta años, se

asumieron tres escenarios con variación distintas del PIB y el crecimiento de la población, siendo el escenario 1 aquel donde no se aplican medidas de políticas económicas, en el escenario 3 se asumen profundos cambios socioeconómicos. Los resultados obtenidos se visualizan en la Tabla 3.

Tabla 3: Tasa de Crecimiento del Consumo de Energía

Años	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	2004-2013	2013-2050	2004-2013	2013-2050	2004-2013	2013-2050
Proyección CFE	3,06%	3,20%	3,60%	3,90%	4,7%	5,5%
Tasa de Crecimiento de Referencia o Escenario Base: 1,5%						

Se priorizaron seis medidas de mitigación (ver compendio Tabla 4) analizándose la compatibilidad de dichas medidas con las políticas sectoriales y ambientales existentes y las barreras que podrían dificultar la implementación.

Con la sustitución de combustible derivado del petróleo por biocombustibles, actualmente en marcha en el país, la cantidad de emisiones de CO2 que se evitaría emitir a la atmósfera representa 226.145 toneladas de CO2, para una sustitución de hasta 5% de la cantidad de combustible Diesel utilizado en el año 2006 (como año referencia). En cambio, el costo de un emprendimiento que llegue a sustituir aproximadamente 14% de la demanda orillarían los doce millones de dólares americanos, incluyendo gastos de inversión.

Tabla 4: Paraguay. Resumen de ranking de medidas de mitigación priorizadas

Medidas	Índice de compatibilidad (Ic)	Índice ponderado de Barreras (IpB)
1. Sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles	1.15	-1.92 (severa)
2. Sistemas fotovoltaicos rurales	0.50	-1.96 (severa)
3. Promoción y difusión de fogones mejorados de ahorro de leña	0.90	-0.83 (irrelevante)
4. Biogás	1.25	-2.2 (muy severa)
5. Sustitución de lámparas de alto consumo por fluorescentes	0.64	-1.13 (moderada)
6. Energía eólica	0.75	-2.05 (muy severa)

Como principales recomendaciones para el sector se resaltan las siguientes:

- * El fomento de medidas que conlleven a una mayor eficiencia energética, e incrementar aquellas que propicien el despegue de las energías renovables.
- * Fortalecer la capacidad institucional del Sector Energético, evitando la atomización y dispersión de las instituciones, así como clarificando roles y funciones de cada una de ellas.
- * Incorporar la temática del cambio climático en las directrices y políticas del sector, de modo a coadyuvar en la mitigación de

los efectos y las emisiones causadas por las actividades energéticas.

- * Propiciar y fomentar la adopción de políticas que favorezcan la incorporación de tecnologías limpias en el sector, tales como la importación de vehículos Flex y acceso a paquetes tecnológicos. Asimismo, las medidas orientadas a propiciar la incorporación de equipos más eficientes deben ser impulsadas desde la esfera gubernamental, con el apoyo del sector privado.
- * Gestionar y canalizar recursos financieros que permitan introducir mejoras en el sistema energético, principalmente en el sector transporte y la industria. Realizar un estudio de la factibilidad de transformación de trasportes públicos movidos a combustible fósil a un sistema eléctrico.
- * Desarrollar una optimización del sistema de transporte en el Área Metropolitana de Asunción que reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero.
- * Desarrollar alternativas viables y factibles para la disminución del uso de la biomasa, tanto a nivel residencial como en la industria. Estimular los mecanismos financieros que permitan la sustitución tecnológica, apoyando las tecnologías limpias.
- * Impulsar la implementación del Plan de Desarrollo de Energía Renovable, como la solar por ejemplo, mediante la incorporación de modelos piloto, así como subsidios en las etapas iniciales del proyecto.
- * Las campañas de educación y concienciación a la población, realizadas por los organismos del sector gubernamental con relación a un uso racional de la energía, la utilización de energías limpias, la sustitución de fuentes menos contaminantes, entre otros, deben reforzarse y acentuarse en aquellas zonas donde el acceso a la información es vital, debido al alto consumo de materia prima que incrementa la vulnerabilidad de la población.

Con relación al Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, atendiendo a tres indicadores utilizados por la FAO, el Paraguay posee un potencial medio para la ejecución de actividades tales como sumideros de carbono, sea en forestación o reforestación. Los indicadores considerados fueron: la tendencia de la cobertura boscosa, el índice de bosque per cápita y la superficie no boscosa per cápita como un indicador del grado de atractivo del país para actividades de reforestación y forestación.

Como medida de urgencia, Paraguay debe apuntar fuertemente a la reforestación (con especies nativas) y la forestación con especies exóticas para fines energéticos y, de este modo, por un lado, recomponer o restaurar el bosque deforestado, y evitar la presión sobre los últimos remanentes boscosos de la región Oriental, por el otro. En el Sector Agricultura, se destaca principalmente el reemplazo paulatino de prácticas de quema de rastrojos de algodón mediante la práctica de destrucción mecánica por la utilización de la rastra, lo que incorpora restos del vegetal al suelo. Otra modalidad de destrucción también difundida consiste en el corte de la planta a nivel de raíz, quedándose en el campo hasta producirse la descomposición de la materia viva. Sin embargo, una práctica de manejo a combatir muy arraigada en el Sector Ganadero, constituye la quema de campo, especialmente entre los meses de julio-agosto para favorecer el rebrote de pasto durante las primeras lluvias de primavera-verano.

Se destaca también el interés de diferentes entes del Gobierno en fortalecer la legislación relacionada a las prácticas de quema, así como otras iniciativas relacionadas a Estrategias y Planes Nacionales con miras a la disminución de incendios provocados.

ACCIONES RELEVANTES DE PARAGUAY PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO



Fortalecimiento de las capacidades de negociación

La SEAM, con el apoyo del PNUD, ha llevado a cabo durante el año 2010 un Curso de Capacitación en Cambio Climático y Negociaciones, dirigido a miembros de instituciones relacionadas con la temática y con un alto nivel de decisión en la formulación de políticas y programas relacionados a la adaptación y la mitigación.

Durante el mismo año, la CNCC trabajó en la identificación de las diferentes prioridades asociadas a las necesidades de adaptación y mitigación del país en los ámbitos público y privado, así como en la construcción conjunta de la Posición Nacional sobre Cambio Climático.

Plan Estratégico sobre Comunicación y Cambio Climático

En el marco de la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional SCN, se ha desarrollado una estrategia de implementación del Art. 6 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Esta estrategia contempla acciones destinadas a la información y comunicación, sensibilización, educación ambiental escolar y educación no formal, y un plan de integración y alianzas estratégicas, a fin de establecer enlaces con las iniciativas nacionales para eliminar duplicación o conflicto y maximizar la eficiencia.

Proyectos en ejecución

Autoevaluación de las Capacidades Nacionales

El Paraguay forma parte del proyecto mundial Autoevaluación de Capacidades Nacionales para la Gestión Ambiental Global (NCSA), impulsado técnica y económicamente por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). En el país, el citado proyecto tuvo como objetivo general de trabajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Convenio de Diversidad Biológica, y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía.

Estudios Regionales sobre Economía del Cambio Climático (ERECC)

El Gobierno del Paraguay, representado por el Ministerio de Hacienda y la Secretaría del Ambiente, en coordinación con la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), se adhiere a la iniciativa regional para realizar una evaluación económica de los impactos del Cambio Climático en Paraguay. Esta evaluación se centra en sectores considerados significativos para el país, desde el punto de vista de la contribución a la economía nacional e importancia social y ambiental.

Los sectores analizados en el contexto país para las necesidades de adaptación son el Sector Agropecuario, el Sector Salud, el Sector Biodiversidad, Eventos Extremos e Infraestructura y Recursos Hídricos. Los sectores analizados para las oportunidades de mitigación son el Sector Energético y el Sector No Energético.

Programa Nacional Conjunto ONU REDD

En relación al Programa de colaboración de las Naciones Unidas de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (ONU-REDD), desde el año 2009 el Paraguay ha desarrollado una propuesta en forma participativa. Esta propuesta, llamada Programa Conjunto Nacional (PCN), fruto del consenso entre la Secretaría del Ambiente, el Instituto Forestal Nacional (INFONA) y la organización indígena Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI), fue aprobada en noviembre de 2010 por la Junta Normativa del Programa ONU REDD, por un monto de US\$ 4,7 millones.

Actualmente, ha comenzado la fase de “inicio” del proyecto, que incluye revisiones finales del PCN, su ratificación por las instituciones partes y el desembolso de los fondos previstos dentro del primer semestre del 2011.

Es importante destacar que en la construcción del PCN, se buscó integrar las diferentes visiones y directrices institucionales, incluyendo especialmente unas directrices para la implementación de este programa en territorios indígenas. El PCN se encuentra en www.seam.gov.py.

Carbon Finance Assist (CF-Assist)

El Proyecto CF-Assist, con la cooperación del Banco Mundial, tiene como objetivos principales la creación de capacidad para el desarrollo y la promoción de una cartera de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL en el Paraguay y la organización de un seminario para presentar obstáculos y las oportunidades para el Paraguay.

Fortalecimiento de las capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático

El proyecto “Evaluación de los Flujos de Inversión y Financieros Para la Adaptación de Los Sectores Agropecuario y Salud y Mitigación Para El Sector Forestal ante el Cambio Climático” es promovido por el PNUD y pretende instalar el fortalecimiento de las capacidades nacionales de los países en desarrollo a fin de desenvolver opciones de políticas para abordar el cambio climático en los diferentes sectores y actividades económicas, lo que puede servir de aporte en las posiciones de negociación de la Convención, con el propósito de evaluar los flujos de inversión y financieros en los sectores claves seleccionados y desarrollar opciones de políticas necesarios para hacer frente al cambio climático.

Tabla 5: Sectores analizados

Adaptación sector Agrícola	Adaptación sector Salud	Mitigación sector Forestal
Agricultura Familiar: Algodón, Caña de Azúcar, Sésamo (Renta) y Mandioca, Maní, Poroto (Consumo)	Dengue	Fortalecimiento Institucional
Agricultura Empresarial: Maíz, Soja, Trigo	Malaria	Plantaciones forestales para pequeños y grandes productores
Producción Ganadera: Bovina de Carne y de Leche	Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS)	Ordenamiento y Planificación Forestal
	Enfermedades Respiratorias Agudas (IRAS)	Manejo sostenible de los bosques nativos

OBSTÁCULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES

En el marco del fortalecimiento del PNCC y de la determinación de prioridades nacionales, la Comisión Nacional de Cambio Climático ha elaborado un documento consensuado que contiene las acciones prioritarias nacionales en lo concerniente a Adaptación, Mitigación, Financiamiento y Marco Legal, identificando principalmente las necesidades de desarrollo de capacidades, investigación, infraestructura, tecnología y financiamiento. Las acciones necesarias identificadas se citan a continuación:

Respecto a los bosques:

- * Detener la deforestación, la degradación de ecosistemas boscosos que son piezas claves en los procesos de regulación climática.
- * Iniciar un proceso de restauración de bosques, lo que implica recuperar la estructura, la biodiversidad y la funcionalidad de los mismos, así como de otros ecosistemas alterados.
- * Impulsar un nuevo modelo de desarrollo, teniendo en cuenta la generación de información de base y la investigación científica que asegure el equilibrio entre la producción, la conservación, preservación y restauración de los sistemas naturales, a través de una Política de Estado, con adecuación de leyes y aplicación de los recursos financieros necesarios, respetando los derechos fundamentales de todos los habitantes, y las prácticas tradicionales de las comunidades campesinas e indígenas.
- * Establecer una coordinación eficiente y efectiva entre los Poderes del Estado que deben velar por el cumplimiento de las normativas vigentes relacionadas con el cambio de uso de la tierra que provoca la deforestación, y el respeto de las atribuciones y competencia entre las mismas.

Respecto a la adaptación:

- * Promover y facilitar la participación de todos los actores de la sociedad, principalmente de las comunidades afectadas, valorando sus conocimientos, para que los mismos sean incorporados en las políticas y acciones a ser implementadas.
- * Asegurar la provisión del agua en cantidad y calidad necesaria para el consumo humano y el saneamiento apropiado para el mismo.
- * Asegurar en las zonas críticas la provisión del agua y combatir la salinización de las reservas de agua del Chaco.
- * Implementar programas de restauración de los ecosistemas degradados y vulnerables al cambio climático, utilizando las herramientas de la iniciativa ONU REDD, creando una interacción positiva y amplia con los diversos actores de la sociedad, hacia la búsqueda de soluciones estructurales e integrales.
- * Elaborar un diagnóstico de necesidades de adaptación al cambio climático, sobre la base de los distintos análisis existentes y otros que deban aun realizarse.
- * Promover y facilitar la investigación y el análisis de las medidas tecnológicas y soluciones aplicables a la adaptación, con referencia al cambio climático. En especial, aquellas que garanticen la soberanía y seguridad alimentaria y el suministro de agua potable a las poblaciones.
- * Definir y llevar a cabo las acciones urgentes, basadas en los resultados de la investigación, en el conocimiento existente y en el resultado del diagnóstico.

Respecto a la mitigación:

- * Elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero:
 - a) Desarrollar procedimientos para la elaboración y actualización periódica de inventario de gases de efecto invernadero
 - b) Publicar cada año los resultados del inventario, para visibilizar ante la opinión pública los efectos del cambio climático en nuestro país.
- * Promover y facilitar la participación de todos los actores locales y los sectores de la economía nacional que, de acuerdo a su potencial, pueden colaborar con la mitigación, e incorporar el conocimiento tradicional de los pueblos indígenas y comunidades campesinas.
- * Promover y facilitar la investigación y el análisis de las medidas técnicas, políticas y soluciones aplicables a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero emanados desde los diferentes sectores productivos.
- * Restaurar los ecosistemas sobre la base del "Enfoque Ecosistémico" y al "Enfoque de Cuencas Hidrográficas"², promoviendo la participación activa de las organizaciones de la sociedad civil.
- * Impulsar la participación de todos los sectores, en especial de los pueblos indígenas y comunidades locales mediante las iniciativas ONU REDD.
- * Sustituir los combustibles fósiles y la leña, optimizando el uso de la biomasa con fines energéticos, utilizando como herramienta la reforestación con especies nativas, principalmente.
- * Promover el uso de energía limpia para la electrificación de los hogares, las industrias, el comercio y el transporte, así como la investigación y utilización de energía solar, eólica y otras posibles fuentes de energía limpia y renovable.
- * Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel nacional.
- * Identificar el Potencial de Mitigación por Sector: cada sector de la economía nacional presenta un diferente potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y cada uno requiere de un enfoque que permita evitar las emisiones excesivas o innecesarias a través de la incorporación de tecnología apropiada, del uso racional de los recursos naturales y de la adecuada disposición final de residuos y efluentes resultantes. De esta manera, se podrán evaluar las oportunidades que existen para implementar proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) lo que servirá de base para la conformación de un portafolio de proyectos que puedan ser ofrecidos a inversionistas interesados.

Respecto al financiamiento interno y marco legal:

- * Adoptar Políticas de Estado apropiadas, generando un marco legal regulatorio nacional en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mecanismos de compensación.
- * Crear un registro nacional de empresas emisoras de gases de efecto invernadero, que participen en las reducciones de emisiones de estos gases y de estos mecanismos de compensación.
- * Adoptar estrategias que conduzcan a una transición hacia economías sustentables, con bajos niveles de emisiones. Para encarar este proceso de transición, es necesario contar con fondos financieros adicionales, públicos y privados, que provean mecanismos de compensaciones adecuados.

² Orienta las pautas de uso, conservación y restauración dentro de los parámetros estructurales y funcionales de cada cuenca hidrográfica.

1. Circunstancias Nacionales

Perfil Político

Paraguay es un país unitario. El Estado se organiza mediante un Poder Ejecutivo dirigido por el Presidente de la República, elegido en comicios directos para un periodo de cinco años; un Poder Legislativo compuesto por dos Cámaras, una con 40 Senadores y otra con 80 Diputados; y un Poder Judicial, formado por la Corte Suprema y los tribunales establecidos por Ley.

Las autoridades están constituidas por los Gobernadores y Juntas Departamentales en los departamentos; y por los Intendentes y las Juntas Municipales en los municipios. En 1991 se celebraron las primeras elecciones municipales directas en la historia del país. El 20 de junio de 1992 se sancionó una nueva Constitución que consagra un Estado Democrático y Social de Derecho con participación pluralista y con tendencia a la descentralización política y administrativa.

El territorio nacional se organiza en un distrito capitalino y 17 departamentos: 14 en la región Oriental (Concepción, San Pedro, Cordillera, Guairá, Caaguazú, Caazapá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Alto Paraná, Central, Ñeembucú, Amambay y Canindeyú, además de la capital del país, Asunción) y 3 en la Occidental (Presidente Hayes, Alto Paraguay y Boquerón). El departamento de mayor superficie es el de Boquerón, con una extensión de 168.030 km², mientras que el más pequeño es Central, con 2.652 km².

Ubicación Geográfica

Paraguay, situado en el corazón de América del Sur, ocupa una superficie de 406.752 km². Es un país mediterráneo comprendido entre los paralelos 19° 18' y 27° 36' de latitud sur y los meridianos 54° 19' y 62° 38' de longitud oeste. El trópico de Capricornio pasa prácticamente por el centro del país.

El territorio paraguayo se halla a unos 800 km del Océano Pacífico y a 600 km del Atlántico. Limita al norte con Brasil y Bolivia, al este con Brasil y Argentina, al sur con Argentina y al oeste con Argentina y Bolivia.

El río Paraguay divide el territorio en dos grandes regiones naturales de morfología distinta: la Oriental y la Occidental o Chaco. La Oriental ocupa un poco menos del 40% del territorio paraguayo y se caracteriza por la variedad de sus aspectos físicos y geográficos, en los que se alternan llanuras con extensas praderas y zonas boscosas, surcadas por una densa red de cursos de agua superficiales. Las principales elevaciones del terreno conforman tres cordilleras de mediana altura, las cordilleras de Amambay, Mbaracayú y Caaguazú. En cambio, la Occidental, con un poco más del 60% del territorio, constituye una planicie caracterizada por la escasez de agua superficial y de elevaciones de terreno.

Recursos Hídricos

Los principales ríos son el Paraguay y el Paraná. El primero, el más importante, es navegable por buques de mayor calado desde su confluencia con el río Paraná hasta la capital del país, Asunción, y con buques medianos desde Asunción hasta Corumbá (Brasil) en el norte.

El río Paraná constituye el límite este y sur del Paraguay, en una extensión de 679 kilómetros. Es navegable por embarcaciones de cualquier tamaño desde su confluencia con el río Paraguay hasta la represa de Itaipú, en el distrito de Hernandarias, y desde esta hasta sus nacientes en el Brasil, por embarcaciones menores.



Suelos

Los suelos del país están bien caracterizados por sus orígenes. Cada una de las dos regiones en la que se le divide naturalmente --la Oriental y Occidental-- posee suelos que reflejan esas diferencias. Para su presentación, se los describe en forma separada.

Suelos de la región Oriental

Forma parte de la cuenca geológica sedimentaria del Paraná, la que ha dado origen a suelos con buenas propiedades físico-químicas, mineralógicas y biológicas, productos de la interacción de materiales geológicos relativamente antiguos con los factores del clima, la vegetación y otros organismos vivos, y que han actuado sobre un relieve en un periodo de tiempo determinado. El material parental y las geoformas de la región han dado origen a suelos profundos y bien desarrollados. Los más desarrollados son los Alfisoles, Ultisoles, Entisoles y Oxisoles. En condiciones nativas, la vegetación predominante en estos suelos es de bosque alto húmedo subtropical, semicaducifolio, denominado actualmente Bosque del Alto Paraná (sustituyéndole a la anterior denominación de Bosque Atlántico Interior).

Desde el punto de vista geológico, la región Oriental podría ser dividida en cuatro franjas de suelos predominantes que atraviesan la región de norte a sur. De este a oeste son: en los límites con el Brasil, al este de la región, suelos arcillosos; suelos arenosos; suelos arenosos medianos a finos y en las proximidades del río Paraguay; suelos arcillo limosos con la aparición de suelos orgánicos hacia el norte.

Suelos de la región Occidental

Los suelos de esta extensa planicie son originados casi en su totalidad por material parental transportado, principalmente por el agua y por el viento. En muy pocos sitios se encuentran suelos sedentarios. En el Chaco sub-húmedo, también conocido como Bajo Chaco, el drenaje es lento por la escasa pendiente del terreno y agravada aun más por la permeabilidad muy lenta del suelo. El suelo más común es el Solonetz y el régimen hídrico es acuico.

En el Chaco central, la altura del terreno de la planicie permite el desarrollo de suelos mejor drenados y con mayor profundidad. Se encuentran los Luvisoles y Cambisoles y, a lo largo de los paleocauces, los Regosoles. Ya cerca de la frontera con Bolivia en dirección a la ruta Transchaco, se presentan los Arenosoles. Desde el punto de vista geológico, la región Occidental cuenta con cinco tipos de suelos predominantes: al norte se encuentran arenas bien graduadas, arenas arcillosas, arenas con cierta cantidad de finos, arcillas y suelos arcillo arenosos; en el centro se encuentran suelos arcillo limosos residuales y transportados; al sur predominan suelos transportados como suelos orgánicos y arcillas.

Vegetación

Las formaciones forestales del Paraguay oriental pueden distinguirse en: los bosques de serranías, los bosques del Paraná y los bosques del centro. Los bosques de serranías se encuentran en el noreste de la región, en el talud de las serranías de Amambay y Mbaracayú. En este ecosistema se concentraban los árboles de mayor tamaño del país. Uno de los árboles característicos y más grandes de esta región es el Yvyraromí o Peroba (*Aspidosperma polyneuron*), cuyas poblaciones han sido prácticamente diezgadas, debido a la demanda de su preciosa madera rosada.

Los bosques del Paraná se encuentran en el este, sobre suelos arcillosos rojos originados de basalto. La abundancia de las lluvias y la fertilidad de los suelos permitieron el desarrollo de estos bosques y, como se verá más adelante, son estas mismas características ambientales las que dictaminaron su desaparición. Los principales árboles de estos bosques son el Tajy (*Tabebuia heptaphylla*), el Yvyra Pytã (*Peltophorum dubium*), el Ygary o Cedro (*Cedrela fissilis*), entre muchos laureles y mirtáceas.

Los bosques del centro se encuentran sobre suelo arenoso y son menos espectaculares que los anteriores, no obstante, con una composición y belleza apreciables. A nivel de paisaje, los bosques se intercalan con sabanas-pastizales en zonas bajas y húmedas, aumentando estas últimas hacia el río Paraguay. Estos bosques constituyen una transición entre las formaciones forestales del este y las del Chaco húmedo.

Clima

El tipo de clima es tropical a subtropical, gobernado por masa de aire tropical y masa de aire polar, con veranos muy cálidos y lluviosos (de diciembre a marzo) e inviernos con temperaturas bajas y menos lluviosos (de junio a septiembre). La temperatura media

anual es de 24 °C. Existe una marcada diferencia entre la distribución de las precipitaciones en las dos regiones en que se divide el país: llueve considerablemente más en la región Oriental que en la Occidental.

Población

El Paraguay es un país poco poblado, con una densidad de poco más de 15 habitantes por km². Conforme al último Censo Nacional de Población y viviendas publicado por la Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos, la población total del Paraguay en el año 2002 era de 5.163.198 habitantes. De acuerdo a los datos publicados en el Anuario Estadístico del Paraguay 2009, la proyección de la población total del país asciende 6.340.639 habitantes, notándose una distribución casi igualitaria entre hombres y mujeres (50,5 % de población masculina y un 49,5 % de población femenina). Sin embargo, por área de residencia de la población, se observa una leve predominancia de la urbana. Según el Censo 2002, la relación población urbana-rural registra un 57 % de población urbana sobre un 43 % de población rural. En las últimas cinco décadas, el crecimiento presentó un incremento de población urbana, de 35 % en 1950 a 57 % en el 2002. Entre otras causas, se atribuye este proceso de migración rural-urbana a la crisis económica campesina y la búsqueda de opciones en la economía de servicios de los centros urbanos más importantes del país.

La estructura por edad revela un país predominantemente joven, donde 62,6% de la población tiene menos de 30 años de edad y el grupo de 65 y más años de edad representa el 6% de la población total. La proporción de menores de 15 años se mantuvo relativamente estable en torno a los 41% desde 1992 hasta la actualidad, la comprendida entre 15 y 64 años alrededor de 56%, y la de personas adultas mayores 65 años y más es de 3%. La proyección de las tendencias demográficas permite prever que el ritmo de crecimiento seguirá disminuyendo en la primera mitad de este siglo: de 2,6% anual acumulativo en la actualidad, se aproximará a 2% hacia 2020 hasta llegar a 0,9% en el 2050. No así el tamaño de la población, que irá en aumento constante hasta llegar en el año 2050 a alrededor de 13 millones de personas.

Según el II Censo Nacional Indígena de Población y Viviendas 2002, se contabilizaron 89.169 personas pertenecientes a pueblos indígenas, con un ligero predominio masculino. Un poco más de la mitad del total poblacional reside en la región Oriental, situación que se presenta por primera vez en cuanto a la distribución espacial por regiones.

Idiomas nacionales

Los idiomas nacionales son el español y el guaraní, ambos con categoría oficial (conforme estipula el Artículo 140 de la Constitución Nacional del Paraguay de 1992: "Son idiomas oficiales el castellano y el guaraní. La ley establecerá las modalidades de utilización de uno y otro. Las lenguas indígenas, así como las de otras minorías, forman parte del patrimonio cultural de la nación").

Perfil económico

La estructura productiva del país registró cambios de importancia en el año 2009. Así, por efecto del clima, el sector agrícola sufrió disminución en su participación, que de representar el 20,2% del PIB, pasó a generar el 15,7%, reduciendo con ello la participación

de la producción de bienes del 44,5% al 41,2%. En tanto, la producción de los servicios aumentó su participación del 47,8% al 50,9%. El sector comercial, con un 18,2% de participación, pasó a ocupar el primer lugar en cuanto a importancia como actividad económica, por encima de la agricultura y la industria.

El sector de los servicios incluye el comercio, la gastronomía, la hotelería, las finanzas y seguros, servicios sociales e inmobiliarios y servicios básicos (energía, agua, transporte y comunicación). De la producción primaria, es decir, la agricultura, la ganadería, la pesca y el sector forestal, un gran porcentaje de los productos es destinado a la exportación; de las exportaciones realizadas por Paraguay, más del 60% provienen de este sector.

El sector industrial tiene relativamente poca importancia en la economía del país. Además, la mayoría de las pocas industrias existentes está vinculada directamente con la transformación de productos primarios destinados a la exportación, tales como desmotadoras de fibras de algodón, ingenios de azúcar, frigoríficos (mataderos), aceiteras, curtiembres, aserraderos de madera, etcétera.

En cuanto al comercio exterior, los productos de exportación de mayor importancia lo constituyen la soja y sus derivados, la carne vacuna, las fibras de algodón, la madera, los cueros y el azúcar orgánica.

Del total de bienes adquiridos por Paraguay, se destacan como principales las compras de combustibles y lubricantes, maquinarias, aparatos y material eléctrico, vehículos terrestres, productos diversos de la industria química, entre otros.

Paraguay, con Argentina, Brasil y Uruguay, es miembro pleno del "Mercado Común del Sur" (MERCOSUR). Es también miembro de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) junto con Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

Sector Agrícola y Sector Ganadero

Dentro de la producción de bienes, entre las actividades económicas más importantes del país, la agricultura y la ganadería son los rubros más sobresalientes. Con relación al Sector Agrícola, a pesar de la baja productividad en los últimos años, el algodón mantiene su tradición en el país, ya que es el principal cultivo de renta de los pequeños productores.

El principal cultivo industrial nacional es la caña de azúcar, materia prima utilizada para la producción de azúcar y alcohol, que se encuentra fundamentalmente en los departamentos de Guairá, Paraguari, Cordillera y Caaguazú.

El maíz, muy importante por su volumen de producción, es un rubro utilizado tanto para autoconsumo como para su industria-

1: La DGEEC publica de forma periódica estadísticas sobre la cantidad de habitantes. Los Censos Nacionales de Población y Viviendas se actualizan cada 10 años, siendo el último el correspondiente al año 2002.

lización o comercialización en los mercados interno y externo. Los departamentos de Alto Paraná, Itapúa, Canindeyú y Caazapá concentran las zonas de mayor producción de este grano a nivel nacional.

La soja fue introducida inicialmente para complementar la rotación con el trigo, cultivo de invierno, y únicamente para consumo interno. Sin embargo, actualmente se ha convertido en el principal producto de exportación del Paraguay, luego de haber experimentado tasas de crecimiento sin precedentes en la agricultura mecanizada en las décadas 80 y 90. El complejo soja-trigo se cultiva principalmente en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa, Canindeyú y Caaguazú. Otro cereal utilizado para comercialización interna es el arroz, sembrado mayormente en los departamentos de Misiones, Itapúa y Caazapá. El tabaco sigue manteniendo su importancia entre los principales rubros agrícolas de exportación, cultivado fundamentalmente en los departamentos de San Pedro y Canindeyú.

En relación a la ganadería, se observa en los últimos treinta años un importante incremento en la existencia de ganado vacuno y porcino. De acuerdo a la cantidad de cabezas, el primero de estos sobresale en los departamentos de Presidente Hayes, San Pedro, Concepción y Amambay, y el segundo en los departamentos de Itapúa, Alto Paraná, San Pedro, Caaguazú y Caazapá. A pesar de ser muy reducida, la existencia de caprinos se concentra en la región Occidental, sobre todo en los departamentos de Presidente Hayes y Boquerón, y en la región Oriental, en el departamento de Ñeembucú.

Sector Industrial

Un estudio elaborado por el Ministerio de Industria y Comercio revela que, aun cuando la participación del sector industrial en la economía nacional es modesta todavía, su importancia crece de manera sostenida. Según los datos, se ha mantenido relativamente estable en cuanto a su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) del país en los últimos diez años, representando aproximadamente el 14,5% del PIB en el año 2005, con relación al 14,6% del año 2004. Pero, en términos absolutos, se observa un crecimiento del PIB industrial del 3,3%, mientras que el PIB global aumentó en 4,0% con relación al año anterior.

El análisis señala que los productos industriales siguen orientados fundamentalmente hacia el mercado local, y los datos de la encuesta industrial anual, realizada por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGECC), indican que el 75,3% de las empresas de producción industrial nacional vende en el mercado interno, 29,2% en el MERCOSUR y 21,1% al resto del mundo.

El mayor rubro de exportación lo constituyen las semillas y frutos oleaginosos (soja). No obstante, otros productos de más valor agregado van cobrando mayor ritmo y crecen en proporciones significativas.

En el sector industrial, la tendencia de crecimiento se da principalmente en la producción de los frigoríficos donde, si bien la carne es un producto con larga trayectoria productiva en nuestro país, se experimenta un crecimiento aun mayor en productos cárnicos diferentes a la tradicional carne bovina.

También las industrias plásticas han incrementado sus exportaciones, principalmente en el rubro de plásticos ya elaborados, como caños, frascos y lonas. En el sector textil, la tendencia de sustituir exportaciones de materias primas por productos industrializados se manifiesta en una forma muy pronunciada. Mientras las exportaciones de algodón crudo se encuentran en disminución, las exportaciones de productos elaborados cobran cada vez mayor importancia. Actualmente, la mayoría de la madera es exportada en forma aserrada, perfilada o contrachapada, lo cual constituye un nivel básico de procesamiento. Sin embargo, los productos madereros con un alto grado de manufacturación están aumentando su participación relativa.

Sector Energético

La Administración Nacional de Electricidad (ANDE), es responsable de la generación, transmisión y distribución de electricidad en el Paraguay. La demanda nacional es cubierta por electricidad adquirida de tres centrales hidroeléctricas: Central Acaray (Propiedad de la ANDE), Yacyretá (Propiedad de Paraguay y Argentina) y, principalmente, de Itaipú (Propiedad de Paraguay y Brasil). En total, el país cuenta con 53.000 GWh/año, de los cuales consume aproximadamente 7.000 GWh/año; siendo el único país de la región con excedente de energía hidroeléctrica.

Contradictoriamente, el consumo de la energía hidroeléctrica representa tan solo el 10% del consumo energético nacional. La biomasa (leña, carbón, cáscaras de frutas y granos, bagazo de caña) representa el segmento más importante de consumo energético (59%), seguido por el petróleo (30%) y los biocombustibles en un 1%.

Empleo

En las últimas décadas, la Población Económicamente Activa (PEA) se ha incrementado notablemente, alcanzando en la actualidad 1.980.492 personas. De estas, están ocupadas 94,5% y el resto está buscando activamente trabajo. La tasa de desempleo abierto afecta al 6,7% de la población, que en términos absolutos representa aproximadamente 182.000 personas.

En años pasados, la Población Económicamente Activa trabajaba principalmente en el sector primario (actividades agropecuarias), seguido del terciario (comercio y servicios); tendencia que en la actualidad se ha invertido. Más de la mitad (52,2%) de la población ocupada se desempeña en empresas o establecimientos pertenecientes al sector terciario de la economía (comercio, servicios, transporte, establecimientos financieros). El sector primario o extractivo (Agricultura y Ganadería) absorbe al 31,2% de los ocupados, mientras que el secundario al 16,5% (manufactura, construcción).

Educación

La cantidad de personas que asiste a una escuela o colegio ha ido en progresivo aumento. En la actualidad, una de cada tres personas de 7 o más años está asistiendo a una institución educativa. La población alfabeta en Paraguay ha aumentado notablemente en los últimos cuarenta años. Actualmente, el 92% de las personas de 15 años y más de edad tienen el segundo grado aprobado.

Existe una marcada diferencia entre los jóvenes que habitan las ciudades del país y los que viven en el campo. En efecto, los que residen en áreas urbanas tienen cerca de 3 años más de estudio que los que habitan en el campo. Además, solo el 5 % de la población de 25 años o más accede a un título universitario.

Por otro lado, según el último Censo Nacional, solo el 1,4 % de la población tiene una cuenta de Internet. Sin embargo, se estima que la cantidad de usuarios (muchos de los cuales se conectan fuera del hogar) se aproxima a los 100.000. Además, apenas un 14 % de la población cuenta con servicio de telefonía fija y un escaso 5,4 % tiene computadora en el hogar.

Salud

La cantidad de centros y puestos sanitarios que brindan atención primaria de salud ha tenido un sostenido aumento a través de los años, mientras que el número de camas disponibles por cada 1.000 habitantes para la población paraguaya ha disminuido en el periodo 1962-1982, incrementándose luego hasta nuestros días, siendo de una cama por cada 1.000 habitantes. Por otra parte, solo el 18% de la población tiene algún tipo de cobertura médica (pública o privada). La mayoría de los trabajadores autónomos y del área rural carecen de cobertura. No existe transferencia de beneficios de un sistema a otro, de modo que el traslado del sector público al privado y viceversa implica la discontinuidad de los aportes y beneficios.

La tasa de mortalidad de niños y niñas menores de 5 años, al igual que la mortalidad infantil en menores de 1 año, revela las dificultades causadas por la pobreza que afecta a amplios sectores, como también la deficiencia de los servicios de salud, situando a Paraguay entre los cinco primeros países con el índice de mortalidad infantil más elevado de América. En la década de los noventa hubo una reducción significativa en la tasa de mortalidad de niñas y niños menores de 5 años (de 40 por cada mil nacidos vivos en 1990, pasó a 25 en el 2001), aunque en los últimos años no se han registrado mayores avances. La tasa de mortalidad de varones es mayor a la de mujeres, e igualmente es superior la tasa del departamento más rural, Caazapá, con relación a la zona más urbana, Asunción.

Pobreza

Según la Encuesta Permanente de Hogares 2005, cerca de 2.230.000 paraguayos viven en condiciones de pobreza, debido a que sus ingresos son inferiores al costo de una canasta básica de consumo. En el área rural la pobreza alcanza 36,6%, mientras que en el área urbana representa el 39,4%. El análisis de la pobreza extrema indica que, a nivel nacional, cerca de 902.000 personas se hallan en esa situación, siendo el sector rural el más afectado (57%).

Panorama medioambiental

Los problemas ambientales que afronta el país están relacionados principalmente con el uso indiscriminado de recursos naturales, así como con la inadecuada gestión asociada al creciente desarrollo urbano y a las actividades de los sectores agrícola, industrial y ganadero.

Recursos Hídricos

El Paraguay es uno de los países más beneficiados por cantidad y calidad de aguas continentales, con cerca de 18.000 m³/hab./año. Sin embargo, esos recursos están geográficamente mal distribuidos, abundantes en la región Oriental, escasos en la parte Occidental, y requieren de una mejor ordenación de su uso y un mayor control de su contaminación por aguas residuales, domésticas e industriales no tratadas.

Higiene y Saneamiento

Un problema de relieve constituye la baja cobertura de alcantarillado sanitario. De acuerdo a los últimos datos oficiales (EIH 2002/03), solo el 10% de los hogares cuenta con alcantarillado, y cerca de 90% no accede a conexión domiciliaria, pero posee acceso a sistema "in situ", privados o compartidos.

Tratamiento de aguas residuales domésticas

Solamente el 8% de las aguas residuales son tratadas en el país. El Informe Nacional sobre Desarrollo Humano (PNUD, 2002) releva los peligros que resultan de la contaminación de los recursos hídricos, ya que gran parte de los efluentes son lanzados a las aguas sin tratamiento previo, en el caso de ciudades a orillas de los grandes ríos.

Tratamiento y disposición final de residuos sólidos

La generación de residuos sólidos en el país es de 1,120 kg/hab./día para los residuos sólidos domésticos y de 1,314 kg/hab./día para los residuos sólidos urbanos. De los residuos urbanos, es recolectado solamente el 53% del total. En cuanto a su composición, 61,1% son orgánicos y 38,9% inorgánicos. En sus diferentes fases de manejo, existen numerosos riesgos ambientales; entre los más importantes se encuentran la contaminación del aire y el agua, y procesos mórbidos que van desde las enfermedades infecto-contagiosas y parasitarias, enfermedades alérgicas (respiratorias, piel y mucosas), enfermedades y accidentes laborales, intoxicaciones y enfermedades crónico degenerativas.

Sectores Productivos

Sector Agrícola y Sector Ganadero

La expansión de la frontera agrícola y ganadera a expensas del bosque nativo, el manejo inadecuado de agroquímicos o defensivos agrícolas, la quema indiscriminada de residuos agrícolas, el sobre-pastoreo y las quemaduras frecuentes del campo asociadas a las prácticas ganaderas, el uso intensivo del suelo con características de monocultivos extensivos y sin prácticas adecuadas de protección y conservación del mismo, son las principales actividades que causan un deterioro ambiental creciente en nuestro país. Esto, debido

a que el patrón actual de crecimiento económico del país se fundamenta, entre otros aspectos, en la explotación de los recursos naturales.

Sector Industrial

La contaminación del agua, aire y suelo a instancias de la actividad industrial se ha acrecentado debido al aumento de procesos fabriles que involucran el uso de productos químicos dañinos para el ambiente. El vertido de efluentes sin tratamiento a recursos hídricos y al suelo, la disposición de los residuos sólidos industriales, sean estos comunes o peligrosos en vertederos públicos, y el transporte de productos químicos sin planes de contingencia para emergencias y derrames, son actividades que se siguen registrando a nivel nacional.

A su vez, la contaminación del aire por actividades industriales carece de un procedimiento de monitoreo y no existen regulaciones nacionales con respecto al tratamiento apropiado de los gases producidos.

En resumen, las principales actividades que causan un daño creciente al medio ambiente son las siguientes:

- * La expansión de la frontera agrícola y ganadera a expensas del bosque nativo;
- * El manejo inadecuado de agroquímicos o defensivos agrícolas;
- * La quema indiscriminada de residuos agrícolas, principalmente los residuos de algodón;
- * Sobrepastoreo y las quemas frecuentes del campo, asociadas a las prácticas ganaderas;
- * El uso intensivo del suelo, con características de monocultivos extensivos y sin prácticas adecuadas de protección y conservación del mismo;
- * La inadecuada gestión de desechos domésticos, industriales, y biomédicos;
- * Los incendios forestales y la quema de residuos domésticos;
- * El vertido de efluentes industriales y domésticos sin tratamiento a recursos hídricos y al suelo; y
- * La contaminación del aire por actividades industriales.

Los principales efectos en el medio se citan a continuación:

- * La desaparición de los bosques (con importantes nacientes y cursos de agua);
- * La disminución de la biodiversidad biológica;
- * La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas;
- * La contaminación de los vegetales y los animales por los plaguicidas;
- * La degradación del paisaje;
- * Los riesgos a la salud por contaminación de aguas superficiales y subterráneas que son utilizadas para la preparación de alimentos y bebidas;

- * La contaminación atmosférica por fuentes fijas y móviles, tanto industriales como urbanas;
- * La erosión, degradación y agotamiento de los suelos;
- * La deforestación en propiedades privadas y en áreas silvestres protegidas; y
- * La pérdida de la vegetación prístina protectora.

Aspectos institucionales

En Paraguay, el tratamiento de la cuestión ambiental se da a través del Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), creado por Ley 1561 del año 2000. Es función del SISNAM garantizar el aporte permanente de los múltiples y diversos beneficios ambientales, sociales y económicos, como parte de una estrategia nacional de desarrollo sostenible. Está conformado por las entidades públicas centralizadas y descentralizadas, de los gobiernos nacionales, departamentales y municipales, así como las entidades privadas y organismos no gubernamentales.

La Ley 1561/00 también establece un Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) como instancia deliberativa, consultiva, definidora y evaluadora de la Política Ambiental Nacional. El CONAM está constituido, entre otros, por las secretarías y departamentos ambientales de los gobiernos departamentales y municipales; por representantes de entidades gremiales, sectores productivos, ONGs ambientalistas, organizaciones indígenas, ambientalistas de comunicación especializada en el sector ambiental y de la producción primaria e industrial.

Las funciones del CONAM son:

- * Definir, supervisar y evaluar la política ambiental nacional;
- * Proponer normas, criterios, directrices y patrones en las cuestiones sometidas a su consideración por la SEAM; y
- * Cooperar con el Secretario Ejecutivo de la Secretaría del Ambiente (SEAM) para el cumplimiento de esta Ley y sus reglamentos.

La Secretaría del Ambiente (SEAM), tiene como función o propósito la formulación de políticas, además de ser responsable de la coordinación, supervisión y ejecución de las acciones ambientales y los planes, programas y proyectos enmarcados en el Plan Nacional de Desarrollo y referentes a la preservación y la conservación, la recomposición y el manejo de los recursos naturales; además, persigue el ordenamiento ecológico y del ambiente en general, propendiendo a un mejoramiento permanente de las condiciones de vida de los distintos sectores de la sociedad paraguaya para garantizar condiciones de crecimiento económico, equidad social y sostenibilidad ecológica a largo plazo. La SEAM tiene por funciones, atribuciones, y responsabilidades, las siguientes:

- * Elaborar la política ambiental nacional sobre la base de una amplia participación ciudadana y elevar las propuestas correspondientes al CONAM;
- * Formular los planes nacionales y regionales de desarrollo económico y social, con el objetivo de asegurar el carácter de sostenible de los procesos de aprovechamiento de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida;

- * Formular, ejecutar, coordinar y fiscalizar la gestión y el cumplimiento de los planes, programas y proyectos referentes a la preservación, la conservación, la recuperación, la recomposición y el mejoramiento ambiental, considerando los aspectos de equidad social y sostenibilidad de los mismos;
- * Determinar los criterios y/o principios ambientales a ser incorporados en la formulación de políticas nacionales;
- * Elaborar anteproyectos de legislación adecuada para el desarrollo de las pautas normativas generales establecidas en esta ley, así como cumplir y hacer cumplir la legislación que sirva de instrumento a la política, programas, planes y proyectos indicados en los incisos anteriores;
- * Participar en representación del Gobierno Nacional, previa intervención del Ministerio de Relaciones Exteriores, en la suscripción de convenios internacionales, así como en la cooperación regional o mundial sobre intereses comunes en materia ambiental;
- * Coordinar y fiscalizar la gestión de los organismos públicos con competencia en materia ambiental y en el aprovechamiento de recursos naturales;
- * Proponer planes nacionales y regionales de ordenamiento ambiental del territorio, con participación de los sectores sociales interesados;
- * Proponer al CONAM niveles y estándares ambientales, efectuar la normalización técnica y ejercer su control y monitoreo en materia ambiental;
- * Definir las técnicas de valuación del patrimonio ambiental y de los recursos naturales a los efectos de determinar los costos socioeconómicos y ambientales;
- * Proponer y difundir sistemas más aptos para la protección ambiental y para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el mantenimiento de la biodiversidad;
- * Suscribir convenios interinstitucionales, organizar y administrar un Sistema Nacional de Información Ambiental, en coordinación y cooperación con organismos de planificación o de investigación, educacionales y otros que sean afines, públicos o privados, nacionales o extranjeros;
- * Organizar y administrar un sistema nacional de defensa del patrimonio ambiental, en coordinación y cooperación con el Ministerio Público;
- * Promover el control y fiscalización de las actividades tendientes a la explotación de bosques, flora, fauna silvestre y recursos hídricos, autorizando el uso sustentable de los mismos y la mejoría de la calidad ambiental;
- * Participar en planes y organismos de prevención, control y asistencia en desastres naturales y contingencias ambientales;
- * Concertar y apoyar la acción de asociaciones civiles y organismos no gubernamentales, con las de carácter público nacional, en materias ambientales y afines;
- * Apoyar y coordinar programas de educación, extensión e investigación relacionados con los recursos naturales y el medio ambiente;
- * Organizar y participar, en representación del Gobierno Nacional, de congresos, seminarios, exposiciones, ferias, concursos, campañas publicitarias o de información masiva, en foros nacionales, internacionales y extranjeros;
- * Administrar sus recursos presupuestarios;
- * Preparar el proyecto de presupuesto anual de la Secretaría y someterlo a consideración del Poder Ejecutivo;
- * Efectuar operaciones bancarias que sean necesarias para el mejor cumplimiento de los objetivos;

- * Ejecutar los proyectos y convenios nacionales e internacionales; e
- * Imponer sanciones y multas conforme a las leyes vigentes a quienes cometan infracciones a los reglamentos respectivos. Respecto a la aplicación de penas e infracciones no económicas, se estará sujeto a la legislación penal, debiendo requerirse la comunicación y denuncia, a la justicia ordinaria del supuesto hecho punible.

Se debe resaltar como gran avance las posibilidades de realizar la descentralización de las funciones y responsabilidades de la SEAM hacia los gobiernos sub-nacionales, a través de un convenio entre las partes (SEAM, gobernaciones, municipalidades) para el cumplimiento de algunas responsabilidades tales como el control, la fiscalización, el monitoreo y la evaluación conjunta de los Estudios de Impacto Ambiental, autorizaciones, etcétera.

A todas las Direcciones Generales de la SEAM, la Ley les define atribuciones y responsabilidades, tales como en el Art. 23, que establece que la Dirección General de Control de la Calidad Ambiental es la autoridad en el control, fiscalización y monitoreo de la gestión ambiental. Esta Ley asimismo define la Autoridad Nacional que preparará la política ambiental del país, además del control y el monitoreo de los recursos naturales.

El Art. 25 define: La Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos deberá formular, coordinar y evaluar políticas de mantenimiento y conservación de los recursos hídricos y sus cuencas, asegurando el proceso de renovación, mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, la capacidad de recarga de los acuíferos, el cuidado de los diferentes usos y el aprovechamiento de los recursos hídricos, preservando el equilibrio ecológico.

Otros artículos regulan las funciones y responsabilidades de otras dos Direcciones Generales: de Gestión, la cual promueve, entre otros, la educación ambiental y realiza las gestiones tendientes a descentralizar la gestión ambiental, y de Protección y Conservación de la Biodiversidad.

Para preservar del deterioro ambiental y reducir los riesgos para la salud humana, la Ley define que la SEAM está facultada para determinar los límites de tolerancia para la emisión o descarga de contaminantes en la atmósfera, el agua y el suelo, para establecer las normas a que deben ajustarse las actividades industriales, comerciales y transporte, para promover programas encaminados a la previsión y control de la contaminación ambiental y para realizar controles periódicos del medio para detectar el eventual deterioro de la atmósfera, el suelo y las aguas. Además, la Ley 1561/00 autoriza en el Art. 13 la descentralización de las atribuciones y funciones hacia los gobiernos departamentales y municipales, con el objeto de mejorar el control ambiental y conservación de los recursos naturales.

La Comisión Nacional de Implementación Conjunta y la Oficina Paraguaya de Implementación Conjunta (OPIC) fueron creadas el 15 de diciembre de 1999, por Decreto N° 6.754. En octubre 2000, por otro Decreto, la Oficina y la Comisión fueron transferidas a la SEAM. La misión principal de la Comisión, fue la de otorgar el marco técnico, jurídico e Institucional al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) previsto en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto.

Proyectos y programas desarrollados por la OPIC incluyen:

- * Preparación del proyecto "Estudio estratégico nacional para la reducción de emisiones de carbono en Paraguay";
- * Directrices y procedimientos para la preparación y presentación de proyectos de captura-reducción de carbono en Paraguay;
- * Proceso de sensibilización para tomadores de decisión, con relación al mercado de certificados de reducción de emisiones en Paraguay;
- * Simposio "La Fijación de Carbono, Oportunidad y Potencialidades para Paraguay";
- * Curso de entrenamiento "Principios de carbonometría para la preparación de proyectos de captación* reducción de carbono";
- * Programa Paraguayo del Carbono;
- * Preparación de la posición paraguaya y participación en la 13.a Reunión Técnica (SSBSTA) de la CMCC;
- * Entrenamiento intensivo en el "Curso Mecanismo de Desarrollo Limpio en el Sector Forestal", en "Negociación en Cambio Climático" y "Mecanismo de Desarrollo Limpio en Colombia";
- * Diseño preliminar de una instancia nacional para la gestión financiera de recursos provenientes de los mecanismos del Protocolo de Kyoto; y
- * Primer proyecto privado de reducción de carbono en el Chaco paraguayo.

También se adecua el funcionamiento de la Oficina a las directrices que recibe de la Secretaría del Ambiente, ya que esta institución es la que ha recibido el carácter de Autoridad de Aplicación del Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, a través de la Ley 1561/00 de su creación.

El Programa Nacional de Cambio Climático dentro del marco legal institucional del SISNAM

En octubre de 2000, la Oficina de Implementación Conjunta pasa a depender de la Secretaría del Ambiente por Decreto N° 10.960. A partir de ese momento, se empieza a trabajar en forma conjunta con la Unidad de Cambio Climático de la Secretaría del Ambiente, en una instancia que atienda la temática del Cambio Climático en forma coordinada. Sobre la base del trabajo realizado, en octubre del 2001, se promulga el Decreto N° 14.943 por el cual se implementa el Programa Nacional de Cambio Climático, el cual tiene como misión "la evaluación e implementación de las acciones vinculadas a las obligaciones asumidas por la República del Paraguay dentro del Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto."

En el año 2002, se implementa la fase denominada Apoyo a las Área Prioritarias en Cambio Climático, que implicó Estudios en Red de Observación Sistemática, Transferencia de Tecnología, Determinación de Factores de Emisión Nacionales, Fortalecimiento al Programa Nacional de Cambio Climático, un Plan Nacional en Energías Renovables - Biodiesel y el inicio de los delineamientos de un Plan Nacional sobre Cambios Climáticos.

El periodo de validación de este proceso fue realizado durante el año 2004 con una serie de talleres realizados en todo el país con diversos sectores y, en especial, con la participación de las comunidades locales con quienes se ha iniciado un trabajo de concientización sobre las implicancias del cambio climático.

Política Ambiental Nacional del Paraguay

El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) aprueba el 31 de mayo del año 2005 la Política Ambiental Nacional (PAN) como un instrumento rector del país en la cuestión ambiental. La Secretaría del Ambiente emite la Resolución 04/05 otorgando a la Política Ambiental la fuerza legal para su implementación. La Política Ambiental contempló los tres niveles de la organización político-administrativa: el nacional, el departamental y el municipal, y orientará sus estrategias y acciones hacia la descentralización de la gestión ambiental y el fortalecimiento de la capacidad de gestión local, con amplia participación social.

Para asegurar la efectividad de la Política Ambiental Nacional, es condición indispensable que las políticas nacionales busquen un equilibrio -global y local- entre los objetivos económicos, sociales, culturales y ambientales.

La Política Ambiental Nacional, como un conjunto de objetivos, principios, criterios y orientaciones generales para la protección del ambiente de una sociedad, garantiza la sustentabilidad del desarrollo para las generaciones actuales y futuras.

La PAN establecerá los criterios de transversalidad que orientarán las políticas sectoriales. Por ser la custodia de la calidad de vida una función primordial e indelegable del Estado, el fin de la PAN será asegurar su mejoramiento para las generaciones actuales y futuras. Aun siendo la gestión ambiental una función eminentemente pública, existe una responsabilidad individual y colectiva que requiere el compromiso y la participación de toda la sociedad civil. Por ello, las políticas y acciones ambientales se sustentan en esquemas de corresponsabilidad y participación social, garantizando el acceso público a la información, y fortaleciendo los mecanismos de control social y de rendición de cuentas en la aplicación de las políticas públicas.

La PAN se basa en el fundamento de que el ambiente es un patrimonio común de la sociedad; de su calidad dependen la vida y las posibilidades de desarrollo de las comunidades del Paraguay. La sustentabilidad del desarrollo del país está fuertemente ligada a la utilización y al manejo adecuado de sus recursos naturales, a la producción sustentable, al mejoramiento de la calidad de vida de la población, al logro de la equidad y a la plena participación social en el desarrollo. La preservación, conservación y recuperación del patrimonio natural y cultural son cruciales para la sustentabilidad y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades. El desarrollo socioeconómico y la sustentabilidad ambiental son complementarios.

Las cuestiones ambientales y culturales de carácter regional o transfronterizo son prioritarias. Serán promovidas las iniciativas de integración regional basadas en el manejo sustentable, en la conservación de los ecosistemas compartidos y en el reconocimiento de las identidades culturales. Los principios rectores de la PAN son la Sustentabilidad, la Integralidad, Gradualidad, Responsabilidad y la Subsidiaridad.

2. Inventario de Gases de Efecto Invernadero

El presente capítulo contiene los resultados correspondientes al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (IN-GEI) 2000. Para la elaboración del Inventario se utilizó la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), versión revisada en 1996.

Debido al carácter multisectorial y multidisciplinario del trabajo, los datos necesarios para la elaboración del Inventario fueron proveídos por varios sectores e instituciones. Sin embargo, la información disponible a nivel nacional es aun muy dispersa y carece del nivel de detalle necesario para la estimación de emisiones.

En todos los casos, se han utilizado los factores de emisión por defecto que proporcionan las Directrices del IPCC.

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2000 incluye la estimación de las emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero Directos: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O); así como la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Indirectos: óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de Azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del metano (COVDM).

Por no disponer de la información necesaria, en este Inventario no fueron estimadas las emisiones de los siguientes Gases de Efecto Invernadero Directos: hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Los sectores considerados en el presente Inventario son: Energía; Procesos Industriales; Agricultura; Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura; y Desperdicios.

2.1 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2000

En la Tabla 2.1 se presentan las emisiones totales y remociones por sector de los diferentes Gases de Efecto Invernadero. Se presentan también las partidas informativas correspondientes a Bunkers Internacionales y CO₂ generado por la quema de Biomasa.

1: Factores de emisión: corresponden a la magnitud del contaminante por la magnitud de la actividad.

Tabla 1: Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero - Año 2000 (en Gg)

Gases de Efecto Invernadero	Emisiones CO ₂	Remociones CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO ₂ DM	SO ₂
Total de Emisiones y Absorciones Nacionales	70.837,68	1.088,65	742,19	28,16	87,69	2.178,91	58,54	0,16
1. Energía	3.251,65		14,97	0,39	39,05	466,04	44,90	NE
1A Quema de Combustibles (Método Sectorial)	3.251,65		14,97	0,39	39,05	466,04	44,90	NE
1B Emisiones Fugitivas de los Combustibles			NE		NE	NE	NE	NE
2. Procesos industriales	395,20						13,64	0,16
2A Productos Minerales	264,40				NA	NA	13,54	0,16
2B Industria Química	NE		NE	NE	NE	NE	NE	NE
2C Producción de Metales	130,80		NA	NA	NA	NA	NA	NA
2D Otra Producción (bebidas y alimentos)	NA				NA	NA	0,10	NA
2E Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
2F Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
2G Otros (especifíquese)	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Uso de Solventes y Otros Productos	NE		NE	NE	NE	NE	NE	NE
4. Agricultura			519,93	24,87				
4A Fermentación Entérica			493,42					
4B Manejo de Estiércol			15,22	NE			NE	
4C Cultivo de Arroz			11,29				NE	
4D Suelos Agrícolas			NA	24,87			NE	
4E Quema Prescrita de Sabanas			NE	NE	NE	NE	NE	
4F Quema en el Campo de Residuos Agrícolas			NE	NE	NE	NE	NE	
4G Otros (especifíquese)			NO	NO	NO	NO	NO	
5. Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura	67180,83	-1.088,65	195,76	1,35	48,64	1.712,87		
5A Cambios en las existencias de Bosques y otra Biomasa Leñosa		-1.088,65						
5B Conversión de Bosques y Praderas	67.180,83		195,76	1,35	48,64	1.712,87		
5C Abandono de Tierras Cultivadas		NE						
5D Emisiones y Absorciones de CO ₂ en los suelos	NE	NE						
5E Otros (especifíquese)	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
6. Desperdicios			11,53	1,55				
6A Disposición de Desechos Sólidos en la tierra			11,53					
6B Tratamiento de Aguas Residuales			NE	NE	NE	NE	NE	
6C Incineración de Desechos					NE	NE	NE	NE
6D Otros (Excremento Humano)				1,55				
Partidas Informativas								
Bunkers Internacionales	38,29							
Quema de Biomasa	8.734,38							
2. Procesos Industriales	HFCs			PFCs		SF₆		
2E Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NA			NA		NA		
2F Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NE			NE		NE		

2.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos

2.2.1 Dióxido de carbono (CO2)

Las emisiones de CO2 provienen en su gran mayoría de las actividades del sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, que aportó con un total de 67.181 Gg correspondiente al 94,85%. El sector Energía fue el siguiente de mayor aporte en las emisiones de Dióxido de Carbono, con un total de 3.251,65 Gg correspondiente al 4,59%, seguido por el sector Procesos Industriales, con un total de 395,20 Gg correspondiente al 0,56%.

En el año 2000 el sector de Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura (CUTS) capturó un total de 1.088,65 Gg de CO2, lo que da una emisión neta de 69.749,03 Gg. de CO2 para el correspondiente año.

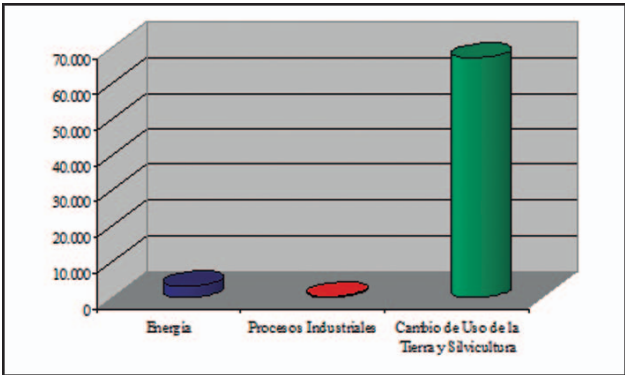


Gráfico 2.1: Emisiones netas de CO2 por sector en Gg

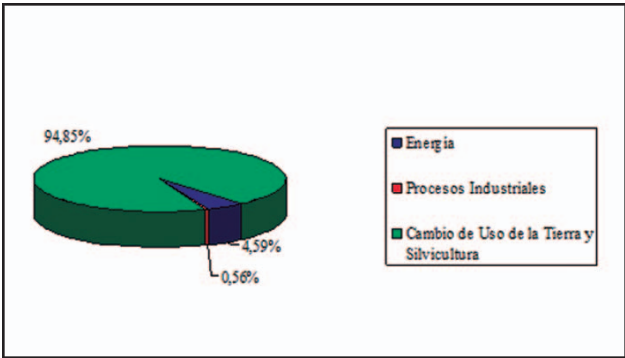


Gráfico 2.2: Participación de las emisiones de CO2 por sector

2.2.2 Metano (CH₄)

El sector de mayor aporte en las emisiones de Metano es el sector Agricultura, con un total de 519,93 Gg (70,05%) de CH₄. En el segundo lugar, el sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura aportó con 195,76 Gg. (26,38%). Las contribuciones a las emisiones de metano de las actividades del sector Energía han sido de 14,97 Gg (2,02%). El sector Desperdicios ha contribuido con un total de 11,53 Gg (1,55%).

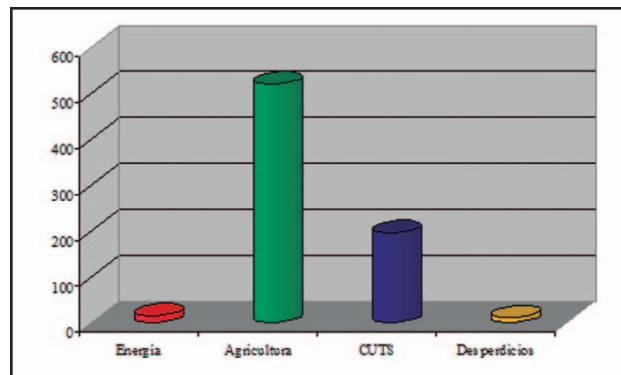


Gráfico 2.3: Emisiones netas de CH₄ por sector en Gg

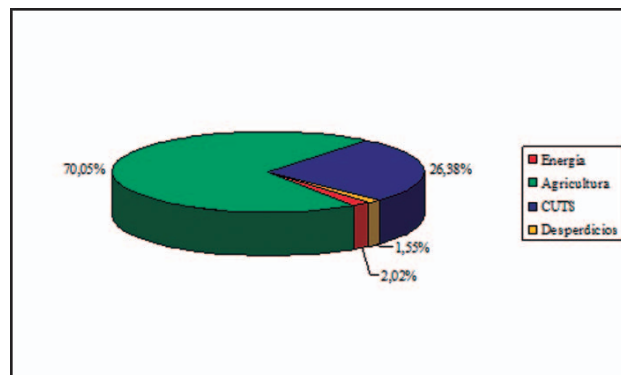


Gráfico 2.4: Participación de las emisiones de CH₄ por sector

2.2.3 Oxido Nitroso (N₂O)

El sector de mayor aporte en las emisiones de N₂O es también el de Agricultura, con un total de 24,87 Gg (88,32%). Los sectores Desperdicios y Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura aportan con 1,55 Gg (5,50%) y 1,35 Gg (4,79%), respectivamente. Finalmente, el sector Energía ha contribuido con 0,39 Gg (1,39%).

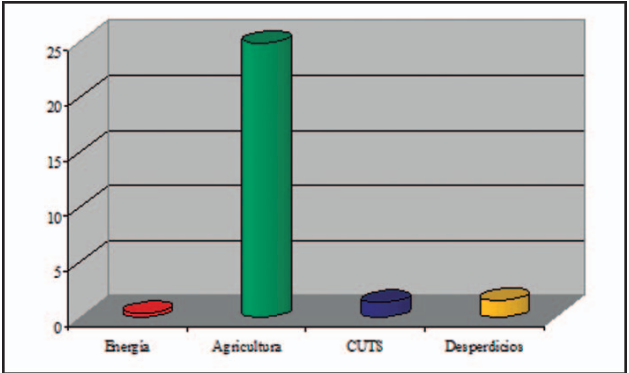


Gráfico 2.5: Emisiones netas de N₂O por sector en Gg

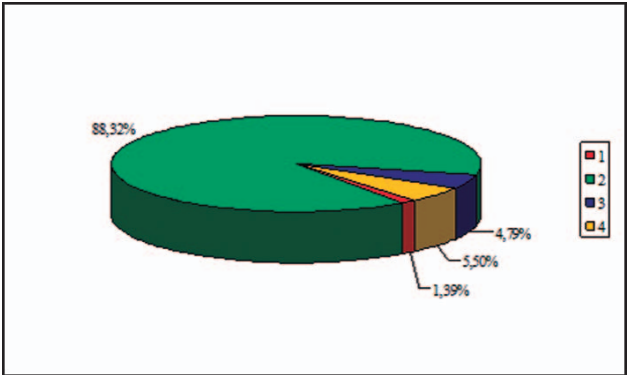


Gráfico 2.6: Participación de las emisiones de N₂O por sector

2.3 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Indirectos

2.3.1 Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

La mayor contribución estimada para la emisión de Óxidos de Nitrógeno proviene del sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura con 48,64 Gg (55,47%) y del sector Energía, con un total de 39,05 Gg (44,53%).

2.3.2 Monóxido de Carbono (CO)

Al igual que para los Óxidos de Nitrógeno, la mayor contribución proviene del sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, con 1.712,87 Gg (78,61%), seguida por el aporte del sector Energía, con un total de 466,04 Gg (21,39%).

2.3.3 Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM)

Para la emisión de estos gases, el sector Energía fue el de mayor aporte con 44,90 Gg (76,70%), seguido de los procesos Industriales, con 13,64 Gg (23,30%).

2.3.4 Dióxido de azufre (SO₂)

La totalidad de las emisiones de este gas proviene del sector Procesos Industriales, ya que no se han podido estimar las emisiones del mismo en el sector Energía. Las emisiones estimadas en este sector son de 0,16 Gg.

2.4 Partidas informativas

Las partidas informativas incluyen a las emisiones correspondientes a los buques internacionales y a las emisiones de dióxido de carbono provenientes de la quema de biomasa. Las cifras calculadas corresponden a 38,29 Gg de emisiones de CO₂ para los buques internacionales y 8.734,38 Gg de CO₂ para la quema de biomasa. Ambas partidas se presentan a modo informativo y son excluidas de los totales nacionales.

2.5 Emisiones sectoriales de GEI

Los cálculos, planillas y fuentes de información correspondientes son presentados en el Anexo 2.

2.5.1 Sector Energía

Dióxido de Carbono

El subsector Transporte fue el de mayor contribución en las emisiones de Dióxido de Carbono en el sector Energía, con un 85,39% (2.776,79 Gg CO₂), el subsector Industrial y el Residencial y Comercial contribuyeron con un 7,88% (256,09 Gg CO₂) y 6,68% (217,06 Gg CO₂), respectivamente. El subsector Industrias de la Energía aportó con tan solo 0,05% (1,71 Gg CO₂).

Las emisiones presentadas corresponden a las calculadas por el Método Sectorial. Los cálculos realizados por el Método de Referencia representan los totales emitidos por Fuentes de Combustibles. El total de las emisiones calculadas por este último método es de 3.265,53 Gg de CO₂. Por lo tanto, no representa una diferencia considerable con respecto al Método Sectorial, correspondiente a 3.251,58 Gg de CO₂.

Gases distintos al Dióxido de Carbono

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos, distintos del CO₂, generados en el sector Energía corresponden al Metano, Óxido Nitroso, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano. Las emisiones de Dióxido de Azufre no fueron estimadas por la falta de información detallada. De igual manera, para la estimación de las emisiones fugitivas es necesario reunir los datos de la actividad para el país, seleccionando los factores de emisión a partir de la información de las tablas de valores regionales típicos o, en lo posible, datos disponibles localmente; como se carecen de estos datos tan detallados a nivel país, no han sido estimadas las emisiones en este subsector.

En la Tabla 2.2 se presentan los totales de emisiones de gases distintos al CO₂, por subsector.

Tabla 2.2: Emisiones anuales de gases distintos al CO₂

Categoría de las fuentes	Emisiones de gases en Gg				
	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM
Sector Energía	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Sector Industrial	1,86	0,19	5,47	152,71	2,54
Sector Transporte	0,30	0,02	28,89	87,88	16,86
Sector Residencial	12,81	0,17	4,69	225,46	25,50
Total	14,97	0,39	39,05	466,04	44,90

Las emisiones de Gases distintos al CO₂ por Tipo de Combustible se presentan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Emisiones anuales de gases distintos al CO₂ por Tipo de Combustible

Tipo de Combustible	Emisiones de gases en Gg				
	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM
Derivados del petróleo	0,34	0,03	29,91	91,36	17,57
Leña	12,87	0,24	6,07	244,23	25,55
Carbón	0,98	0,01	0,49	27,11	0,49
Otra biomasa	0,78	0,10	2,58	103,34	1,29
Total	14,97	0,39	39,05	466,04	44,90

2.5.2 Sector Procesos Industriales

Dióxido de Carbono

En la Tabla 2.4 se presentan los totales de emisiones, por subsector y actividades contempladas.

Tabla 2.4: Emisiones de CO₂ - Sector Procesos Industriales

Categoría de las fuentes	Emisiones de CO ₂ en Gg
Productos minerales	
Producción de cemento	258,62
Producción de cal	5,78
Productos metálicos	
Producción de acero	130,80
Total	395,20

La producción de cemento fue la de mayor contribución, con un 65,44% (258,62 Gg CO₂), seguida por la producción de acero, con un 33,10% (130,80 Gg CO₂) y, finalmente, la producción de cal representó tan solo 1,46% (5,78 Gg CO₂).

Gases distintos al Dióxido de Carbono

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos, distintos del CO₂, generados en el sector Procesos Industriales, corresponden a Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano y Dióxido de Azufre. En la Tabla 2.5 se presentan los totales de emisiones, por subsector y actividades contempladas.

Tabla 2.5: Emisiones de gases distintos al CO₂ - Sector Procesos Industriales

Categoría de las fuentes	Emisiones de gases en Gg	
	SO ₂	COVDM
Productos minerales		
Producción de cemento	0,16	
Pavimentación asfáltica		13,54
Producción de alimentos y bebidas		
Producción de alimentos		0,05
Producción de bebidas		0,05
Total	0,16	13,64

Por falta de información detallada, las actividades no contempladas en este sector han sido la Utilización de Piedra Caliza, Producción y Utilización de Carbonato Sódico, la Producción de Vidrio, Producción de Carburos y Otras Sustancias Químicas y la Producción de Pan y otras Bebidas Alcohólicas. En cuanto a la Producción de Material Asfáltico para Techos, Producción de Hormigón de Piedra Pómez, Producción de Amoníaco, Ácido Nítrico y Ácido Atípico, Producción de Ferro aleaciones, Aluminio y Otros Metales, además de la Producción de Pulpa y Papel, son actividades que no se realizan en el país.

2.5.3 Sector Agricultura

Gases distintos al Dióxido de Carbono

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos, distintos del CO₂, generados en el sector Agricultura corresponden a Metano y Óxido Nítrico. En la Tabla 2.6 se presentan los totales de emisiones, por subsector y actividades contempladas.

Tabla 2.6: Emisiones de Gases distintos al CO₂ - sector Agricultura

Categoría de las fuentes	Emisiones de Gases en Gg	
	CH ₄	N ₂ O
Fermentación Entérica	493,42	
Manejo del Estiércol	15,22	NE
Cultivo de Arroz	11,29	
Suelos Agrícolas		24,87
Total	519,93	24,87

Las emisiones de Metano son producto de la fermentación entérica, producto de la fermentación en el tracto digestivo de animales en producción; el manejo del estiércol depositado directamente sobre el suelo en áreas de pastoreo y, finalmente, el cultivo de arroz que se realiza en condiciones de inundación.

Por falta de información detallada, las actividades no contempladas en este sector que pueden generar emisiones de Metano han sido la quema prescrita de sabanas y quema en el campo de residuos agrícolas. En cuanto a las emisiones de Óxido Nitroso, las actividades generadoras de emisiones contempladas para el sector fueron las deposiciones de heces y orina del ganado, de las cuales se estiman las emisiones directas depositadas en el suelo y las indirectas producto de la fracción volatilizada o lixiviada.

Por falta de información detallada, las actividades no contempladas en este sector y que pueden generar emisiones de Óxido Nitroso han sido manejo del estiércol, quema prescrita de sabanas y quema en el campo de residuos agrícolas. Otras emisiones no estimadas por falta de información detallada sobre quema prescrita de sabanas y quema en el campo de residuos agrícolas fueron las de Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono.

2.5.4 Sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura (CUTS)

Dióxido de Carbono

Las emisiones y absorciones de CO₂ estimadas en este sector corresponden a aquellas actividades que están relacionadas al uso de la tierra y a las prácticas de manejo como:

- * Los cambios de biomasa en bosque y en otros tipos de vegetación leñosa,
- * La conversión de bosques y praderas.

En la Tabla 2.7 se presentan los totales de emisiones y absorciones de CO₂, por actividades contempladas.

Tabla 2.7: Emisiones y Remociones de CO₂ - sector CUTS

Categoría de las fuentes	Emisiones de CO ₂ en Gg	Absorciones de CO ₂ en Gg
Cambios de biomasa		-1.088,65
Conversión de bosques y praderas	67.180,83	
Total	67.180,83	-1.088,65

Gases distintos al Dióxido de Carbono

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos, distintos del CO₂, generados en el sector, corresponden a Metano, Óxido Nitroso, Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono.

En la Tabla 2.8 se presentan los totales de emisiones en las actividades contempladas.

Tabla 2.8: Emisiones de Gases distintos al CO₂ - sector CUTS

Categoría de las fuentes	Emisiones de Gases en Gg			
	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Conversión de bosques y praderas	195,76	1,35	48,64	1.712,87
Total	195,76	1,35	48,64	1.712,87

Este sector presenta varias incertidumbres debido a la insuficiencia de datos, de valores de ajuste, caracterizaciones específicas de la situación forestal del país, entre otros; por lo que se sugiere realizar una posterior revisión detallada este sector cuando las condiciones estén dadas.

No obstante, se utilizaron como fuente de información todos aquellos textos y referencias bibliográficas más representativas a nivel nacional, de tal manera que los resultados reflejen mejor la realidad del país.

2.5.5 Sector Desperdicios

Gases distintos al Dióxido de Carbono

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos distintos del CO₂ generados en el sector corresponden a Metano y Óxido Nitroso. El Metano es originado a través de un proceso anaerobio de descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos municipales dispuestos en el suelo. Las emisiones Óxido Nitroso son las provenientes del excremento humano, debido a los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno del excremento, que ocurren cuando este se descarga en cursos de agua o cuando es procesado en fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas servidas.

En la Tabla 2.9 se presentan los totales de emisiones en las actividades contempladas.

Tabla 2.9: Emisiones de Gases distintos al CO₂ - sSector Desperdicios

Categoría de las fuentes	Emisiones de Gases en Gg	
	CH ₄	N ₂ O
Disposición de desperdicios sólidos en tierra	11,53	
Otros (excremento humano)		1,55
Total	11,53	1,55

Este sector presenta varias incertidumbres debido a la insuficiencia de datos en los sectores de Tratamiento de Aguas Domésticas, Industriales y Comerciales, así como en los datos de Incineración de Residuos.

3. Vulnerabilidad y adaptación

3.1 Clima y escenarios climáticos

3.1.1 Climatología regional de base

La precipitación media anual sobre Paraguay varía entre 1.600 mm y menos de 600 mm. Los máximos anuales se registran sobre el sureste de la Región Oriental, en la frontera con Brasil, mientras que el mínimo se registra sobre el Chaco, en la región noroeste del país (ver Figura 3.1). Dentro de la región comprendida entre las latitudes 10° S y 30° S y las longitudes 67° W y 47° W, se observan lluvias acumuladas anuales máximas sobre la región central de Bolivia (región del Beni), con volúmenes de 4.000 mm anuales. Asimismo, la región de la cuenca del río Iguazú, sobre la frontera de Brasil y Argentina, presenta un máximo relativo de 2.200 mm. Los mínimos absolutos se registran, como ya mencionamos, sobre el Chaco paraguayo y en la región del altiplano boliviano y las estribaciones andinas sobre Argentina (Willmott, C. J., Matsura, K., 2001).

Temperatura

La temperatura media anual en Paraguay varía desde 20° C en el sureste a 26° C en la región norte del Chaco (ver Figura

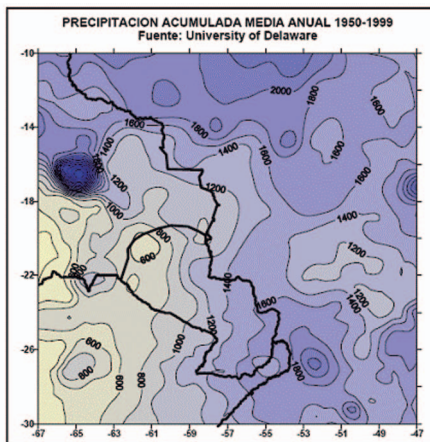


Figura 3.1: Precipitación acumulada media anual en la región (mm)

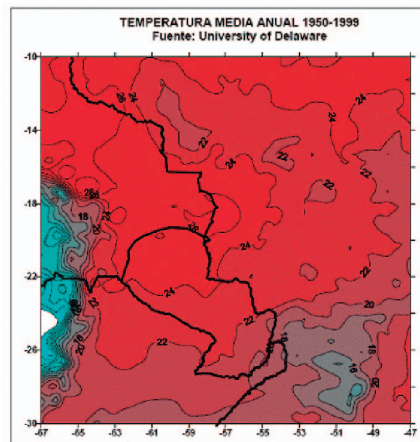


Figura 3.2: Temperatura media anual en la región (°C)

3.2). En la parte sur de la región en estudio, la meseta de altura del estado de Río Grande do Sul muestra temperaturas más bajas que en los alrededores. La misma situación ocurre en la zona del altiplano boliviano y argentino, donde las temperaturas en superficie son muy bajas debido a la altura sobre el nivel del mar. La temperatura media sobre la región noroeste llega a los 28° C (parte central de Bolivia), mientras que sobre el sur del Brasil se registran temperaturas medias de 14° C. Las estribaciones de los Andes también muestran temperaturas medias que llegan a 0° C en función de la altura sobre el nivel del mar (Willmott, C. J., Matsura, K., 2001).

3.1.2 Escenarios climáticos futuros

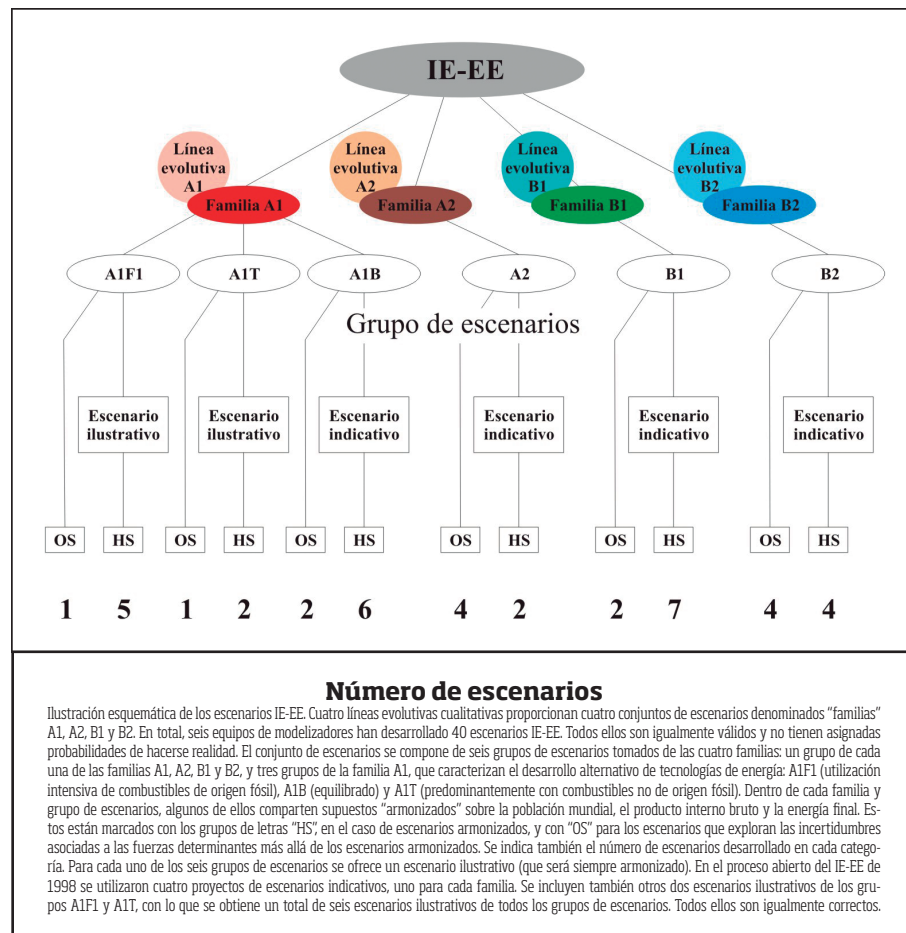
Escenarios socioeconómicos

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la finalidad de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica pertinente para la comprensión del riesgo de cambio climático inducido por los seres humanos. Desde su creación, el IPCC ha producido una serie de completos Informes de Evaluación sobre el estado de nuestros conocimientos acerca de las causas del cambio climático, sus efectos potenciales y las opciones en cuanto a estrategias de respuesta. El IPCC decidió, en 1996, desarrollar un nuevo conjunto de escenarios de emisiones que servirán de base para su Tercer Informe de Evaluación. Contienen unos valores de referencia mejorados con respecto a las emisiones, así como información actualizada sobre la reestructuración económica en todo el mundo. Examinan diferentes tasas y tendencias del cambio tecnológico, y amplían el repertorio de trayectorias diferentes de desarrollo económico y, en particular, las tendientes a reducir las desigualdades de ingresos entre países desarrollados y en desarrollo. Para conseguir ese fin, se adoptó un nuevo planteamiento que incorporaba una gran diversidad de perspectivas científicas y de interacciones entre diversas regiones y sectores. Los resultados indican que diferentes acontecimientos sociales, económicos y tecnológicos producen un fuerte impacto sobre las tendencias de las emisiones, sin presuponer explícitamente intervenciones en forma de políticas sobre el clima.

Los nuevos escenarios proporcionan también importantes ideas sobre los vínculos existentes entre la calidad del medio ambiente y el tipo de desarrollo elegido, y constituirán sin duda un útil instrumento para los expertos y responsables de decisiones. Para cada línea evolutiva se han desarrollado varios escenarios distintos basados en diferentes planteamientos de los modelos, con objeto de examinar todos los posibles resultados que se obtendrían de una serie de modelos basados en unos supuestos similares sobre los factores determinantes. Es de gran importancia estimar los futuros cambios climáticos que podríamos experimentar en las próximas décadas. El cambio en las emisiones de dióxido de carbono de fuentes energéticas/industriales para el año 2100 varía desde una disminución del 4 por ciento (escenario B1) a un aumento de alrededor de 320 por ciento (escenario A2), si se compara con lo estimado para el año 2000 para estos cuatro escenarios. De acuerdo a estas estimaciones en futuras emisiones, se asume que no existe reducción de emisiones de acuerdo a la aplicación de acuerdos climáticos internacionales (ej.: Protocolo de Kyoto). Las emisiones de dióxido de carbono atmosférico

aumentarían desde una emisión de 6 GtC/año en 1990 a una emisión de 30.3 GtC/año para el escenario A1F1 en el año 2100, y de 4.3 GtC/año para el escenario A1T. Las emisiones de otros gases invernadero también aumentarían.

Figura 3.3: Esquema de los escenarios socioeconómicos SRES



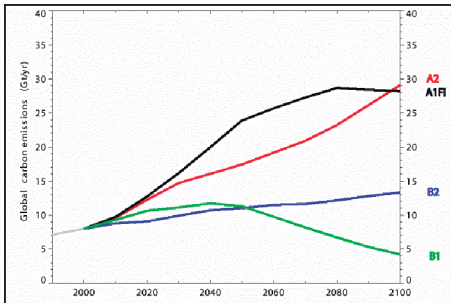


Figura 3.4: Emisiones totales de CO2 acumuladas mundiales según los escenarios SRES A1, A2, B1, B2

La Tabla 3.1 presenta un resumen de los cambios en el medio ambiente global para las décadas de 2020, 2050 y 2080 para los cuatro escenarios socioeconómicos. Los cambios han sido calculados con respecto al promedio de 1961-1990. Los efectos de las partículas de sulfato sobre el clima no se calcularon. Los cambios en la temperatura media global para los años 1980 y 1990 son los que se observan (ppmv = partes por millón por volumen).

Tabla 3.1: Cambios en el medio ambiente global - décadas de 2020, 2050 y 2080

1980	1990	SRES	2020			2050			2080		
Temp °C	Temp °C		CO ₂ ppmv	Temp °C	NMM cm	CO ₂ ppmv	Temp °C	NMM cm	CO ₂ ppmv	Temp °C	NMM cm
0,13	0,28	B1	421	0,6	7	479	0,9	13	532	1,2	19
0,13	0,28	B2	420	0,9	20	402	1,5	36	561	2,0	53
0,13	0,28	A1	418	1,0	21	555	1,8	39	646	2,8	58
0,13	0,28	A2	440	1,4	38	559	2,6	68	721	3,9	104

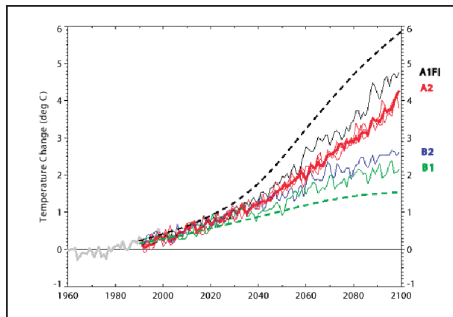


Figura 3.5: Aumento de la temperatura durante el siglo XXI en función de los cuatro escenarios (A1F1, A2, B1 y B2)

En la Figura 3.5 se observa la evolución de la temperatura media global según los diferentes escenarios socioeconómicos SRES adoptados por el IPCC. Se destaca el escenario A1F1 como el más extremista en relación al aumento de la temperatura, con un incremento de casi 5°C para el año 2100. Para los restantes escenarios se estiman aumentos de entre 2,1°C para el B1 hasta 4,4°C para el A2. Los escenarios climáticos están basados en los esquemas IPCC-SRES A2 (alto) y B2 (bajo) y obtenidos de las salidas de los Modelos Climáticos Globales avalados por el IPCC, de los cuales se utilizarán los modelos que mejor reproducen los escenarios climáticos de base en nuestra región.

Descripción de los escenarios socioeconómicos utilizados

La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias, con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sustentabilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

Metodología de elaboración

La metodología de elaboración para la proyección de escenarios climáticos regionales futuros de temperatura, precipitación, humedad relativa y radiación solar, para la República del Paraguay, se basa en la utilización de salidas de Modelos Climáticos Globales. Estos modelos han sido forzados con los escenarios socioeconómicos futuros SRES, que proyectan diversos escenarios de emisiones y concentraciones de GEI, los cuales se resumen en la Figura 3.3. Los modelos se presentan para los horizontes temporales centrados en las décadas de 2020, 2050 y 2080. Estos escenarios climáticos para la región deberían servir de base para la elaboración de las propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático en los sectores seleccionados por el Programa Nacional Cambio Climático en Paraguay.

La herramienta fundamental para la construcción de todos estos escenarios ha sido la salida de los Modelos Climáticos Globales (MCG), recomendados por el IPCC. De manera de abarcar el mayor rango posible de escenarios más probables, en la construcción de los mismos, se han tomado los dos escenarios socioeconómicos A2 y B1 que presentan los dos extremos del rango más probable de variaciones de emisiones a nivel mundial de gases de efecto invernadero. Se han incorporado escenarios climáticos de alta resolución espacial, que con ayuda de un proceso de downscaling climático dinámico fue obtenido para la región centrada sobre Paraguay. Este proceso de downscaling fue realizado con la ayuda del sistema PRECIS del Hadley Centre (U.K.). Este sistema está basado en las corridas de un modelo atmosférico numérico de mesoescala meteorológica (HadAM3).

Modelos Climáticos Globales

La única herramienta de la que se dispone para estimar los escenarios climáticos futuros, con objetividad y con coherencia física en sus resultados, es la salida de los Modelos Climáticos Globales (GCMs). En el Cuadro 3.1 se presentan los modelos climáticos considerados. Un modelo climático global es una representación matemática (un sistema de ecuaciones) de los principales procesos físicos que ocurren dentro de los componentes del sistema climático y las interacciones entre ellos. Los principales componentes del sistema climático son la atmósfera, hidrosfera, criósfera, litosfera y biosfera.

HadCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research (Reino Unido)
CSIRO-MK3	Australia’s Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Australia)
ECHAM5	Max Planck Institute für Meteorologie (Alemania)
GFDL 2.0	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (Estados Unidos de América)

Escenarios climáticos regionales

Para la construcción de los escenarios de cambio climático futuro sobre Paraguay se ha seleccionado la región 10° S - 30° S y 67° W - 47° W, de manera de incluir también las principales cuencas hidrográficas de interés. Se han seleccionado las salidas para los horizontes temporales de las décadas centradas en 2020 (2010-2039) y 2050 (2040-2069), para los dos escenarios socioeconómicos SRES A2 (alto) y B1 (bajo), de los cuatro modelos climáticos de mejor ajuste sobre la región presentados en el Cuadro 3.1. Se presentan la temperatura media anual y precipitación media anual. La resolución espacial fue llevada a 2.5° latitud x 2.5° longitud lo que permite emplear una resolución común a los cuatro modelos sin emplear interpolación espacial.

Composición de los escenarios climáticos regionales futuros para la precipitación

El cambio de precipitación previsto en la década del 2020 (ver Figuras 3.6 y 3.7) va desde incrementos de 4-5% a reducciones de 6% sobre Paraguay. Los mayores contrastes se registran dentro del escenario A2. Dentro del mismo, las mayores reducciones (6%) se ubican sobre el Chaco y sur de Bolivia y parte de la cuenca del río Paraguay. Por otro lado, los mayores incrementos (5%) se darían hacia el sur de la Región Oriental en la cuenca sur del río Paraguay y río Paraná. También se verifica que la variación del campo de precipitación

1: El autor principal del Informe sobre escenarios socioeconómicos del IPCC fue Nebojsa Nakicenovic, así como su equipo del Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) de Laxenburg, Austria.

previsto para la región en la década del 2020, bajo el escenario B1, es menos contrastante que en el escenario A2, las mayores diferencias van entre una reducción del -2% a +3%. El cambio de precipitación previsto en la década del 2050 (ver Figuras 3.8 y 3.9) va desde incrementos de 9% a reducciones de 10% sobre Paraguay. El patrón de variación de la precipitación es el mismo que para la década del 2020, con los mayores incrementos en el sur de la Región Oriental y las mayores reducciones al norte del Chaco y sur de Bolivia. En general se prevén reducciones de la precipitación al norte de la región en estudio, mientras que los mayores incrementos se ubicarían al sur.

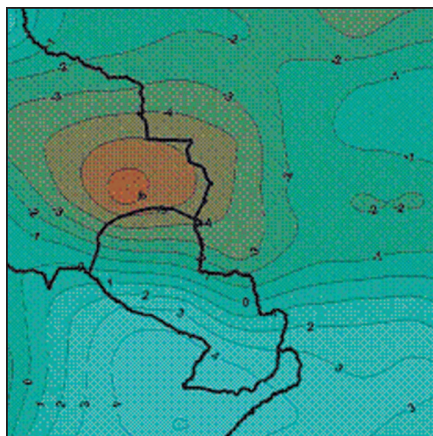


Figura 3.6: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2020 sobre el Paraguay y región de interés (SRES A2)

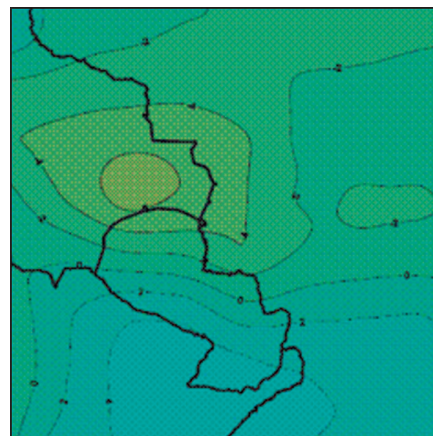


Figura 3.7: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2020 sobre el Paraguay y región de interés (SRES B1)

Escenarios climáticos futuros para la temperatura

El escenario A2 determina incrementos de la temperatura media anual ligeramente superiores al escenario B2. Se esperan, según el escenario A2, tasas de incremento sobre la región que irían entre 0° C a 2.0° C para la década centrada en el 2020 (ver Figuras 3.10 y 3.11). Se observa, en los dos escenarios, un mayor calentamiento de la región más norteña y continental (Chaco y cuenca del río Paraguay), y los menores calentamientos sobre el sur y litoral atlántico del continente sudamericano. El territorio del Paraguay, por su ubicación en el centro del continente, experimentaría tasas de calentamiento que irían desde +0.5 a 2.0° C según el escenario A2.

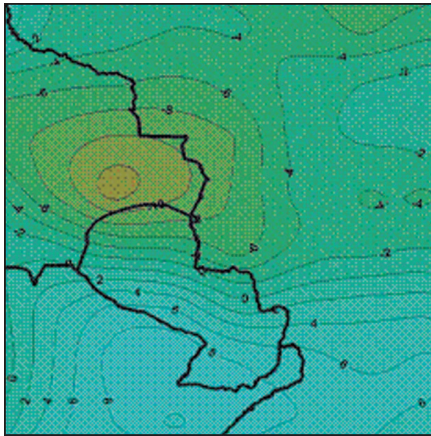


Figura 3.8: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2050 sobre el Paraguay y región de interés (SRES A2)

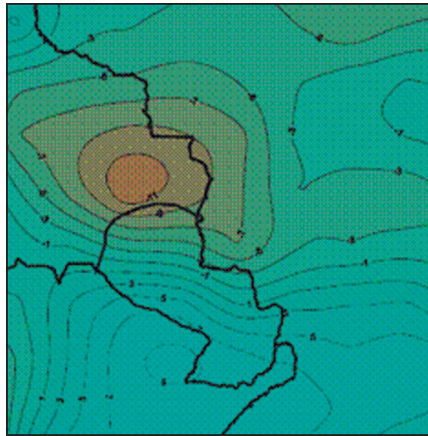


Figura 3.9: Cambios en la precipitación (%) para la década de 2050 sobre el Paraguay y región de interés (SRES B1)

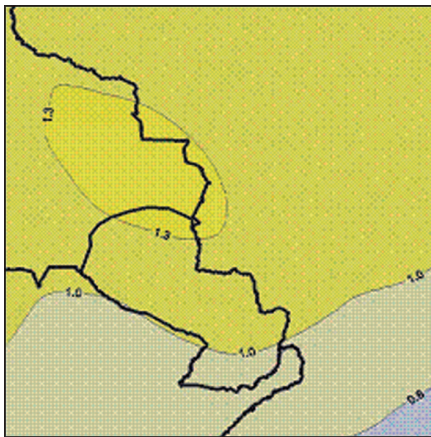


Figura 3.10: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2020 sobre el Paraguay y región de interés (SRES A2)

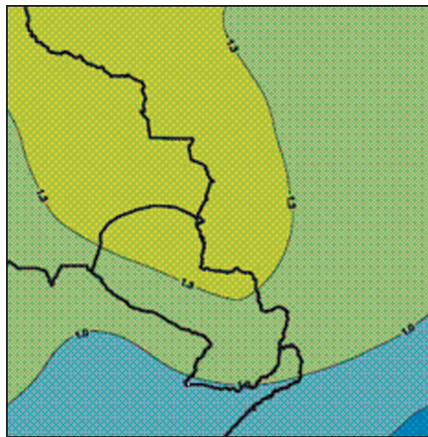


Figura 3.11: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2020 sobre el Paraguay y región de interés (SRES B1)

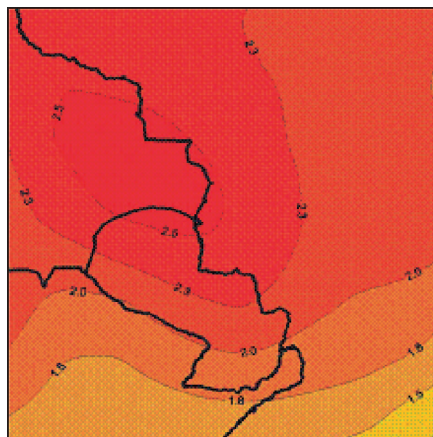


Figura 3.12: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2050 sobre el Paraguay y región de interés (SRES A2)

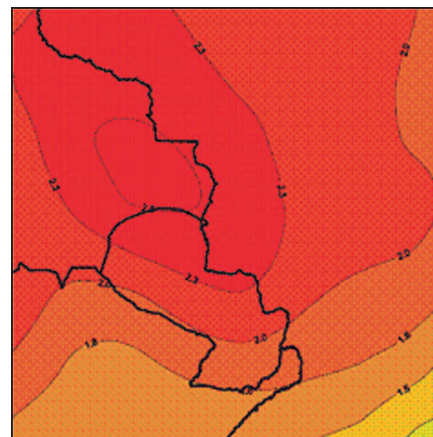


Figura 3.13: Cambios en la temperatura (°C) para la década de 2050 sobre el Paraguay y región de interés (SRES B1)

También se verifica que las variaciones del campo de temperaturas previstas para la región en la década del 2050, bajo el escenario B1 (ver Figuras 3.12 y 3.13), son ligeramente menos contrastante que en el escenario A2, los incrementos van desde +0.5 °C a 2.0 °C. En general, los menores incrementos se ubican al sur y sureste de la región en estudio, mientras que los mayores aumentos se ubican al norte y noreste de la región.

Conclusiones

Los escenarios climáticos futuros fueron contruidos sobre la base de las salidas de los Modelos Climáticos Globales. A pesar de que los Modelos Climáticos tienen algunos errores comunes en la región, como el de subestimar en general la precipitación sobre el sudeste de Sudamérica (este de Argentina, este de Paraguay y sur del Brasil), ya ha sido verificado que la mejor simulación del clima actual en precipitación es la realizada por el modelo HADCM3 del Hadley Centre.

A pesar de las incertidumbres inherentes a este tipo de construcciones, como principal conclusión se estima que la región central de América del Sur, donde se ubica Paraguay, experimentaría para la década centrada en el 2020 un calentamiento que estaría en el entorno de 1° C según el promedio de los cuatro modelos analizados, para el escenario A2 (alto), esto es si no se tomaran acciones internacionales para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Para la década centrada en el 2050, el calentamiento sería aún más importante con valores en torno a los 2 a 2,5° C. Sin embargo, el modelo HADCM3 estima un calentamiento aún mayor que los otros tres restantes modelos, del orden de los 3° C en promedio

anual. Los mayores calentamientos se verificarían geográficamente sobre el norte y noroeste del territorio (cuenca del río Paraguay), y los menores, sobre el sureste de la Región Oriental.

Los cambios de la precipitación previstos para las décadas de 2020 y 2050 varían en forma importante de acuerdo a los diferentes modelos climáticos analizados y son mayores en el escenario A2. En general se prevé un decrecimiento hacia el oeste y noreste del país y los mayores incrementos se darían hacia el norte, este y fundamentalmente al sureste de la región en estudio (cuenca del río Paraná).

3.2 Sector salud

El clima siempre está fluctuando de forma natural y muchos indicadores de salud manifiestan también fluctuaciones que responden a las variaciones estacionales e interanuales. La comprobación de estas relaciones no aporta, por sí misma, mucha información, únicamente corrobora que estas enfermedades o indicadores de salud dependen de las estaciones climáticas (WHO, 2003). Sin embargo, conocer estas relaciones contribuye a la delimitación de la línea base (variaciones típicas en cada una de las escalas de las estaciones climáticas), a partir de la cual se podría encontrar e identificar las anomalías en las fluctuaciones estacionales o interanuales (nivel de variación en cuanto a la amplitud de la frecuencia e intensidad de las variaciones desviadas de la línea basal) que no son debido a las fluctuaciones típicas de ese patrón. Todo esto brindaría la posibilidad de evaluar cómo la ruptura de los patrones de variaciones típicas que propicia condiciones de peligro en los indicadores de salud sensibles al clima, al combinarse con otros factores no climáticos y dependiendo de la enfermedad concreta de que se trate, modificaría la vulnerabilidad de la población a las variaciones climáticas.

Es probable que los cambios climáticos de los últimos decenios ya hayan influido en algunos resultados sanitarios. Así, la Organización Mundial de la Salud, en su Informe sobre la salud en el mundo 2002, estimó que el cambio climático fue responsable en el año 2000 de aproximadamente el 2,4% de los casos de diarrea en todo el mundo y del 6% de los casos de paludismo en algunos países de ingresos medios. Sin embargo, el intenso “ruido de fondo”, debido a los cambios experimentados por otros factores causales, dificulta la identificación de los cambios pequeños; una vez detectados, la atribución causal se afianza si se efectúan observaciones similares en poblaciones diferentes (WHO, 2003). La detección de las señales de variabilidad o cambio climático, y la forma de evaluarla para determinar sus efectos específicos, requiere del entendimiento de las variaciones en los datos observados, las cuales describen las señales de variabilidad del clima y cambio climático natural y de los cambios resultados del forzamiento antropogénico (Levine, 1999). También se precisa entender que el clima es el resultado de la compleja interacción entre los diferentes subsistemas que integran el sistema climático.

Es probable que los primeros cambios detectables en la salud humana consistan en modificaciones de los límites geográficos (latitud y altitud) y la estacionalidad de ciertas enfermedades infecciosas, en particular de las transmitidas por vectores (como la malaria y el dengue) y por alimentos (por ejemplo la salmonelosis), cuya frecuencia es máxima en los meses más cálidos. Tanto en verano como en invierno, unas temperaturas medias más altas, combinadas con una mayor

variabilidad climática, alterarían el patrón de exposición a temperaturas extremas y las consiguientes repercusiones en la salud. Por el contrario, las consecuencias en la salud pública de la alteración de los ecosistemas naturales y gestionados que producen alimentos, la subida del nivel del mar y los desplazamientos demográficos por peligros físicos, pérdida de tierras, perturbaciones económicas y conflictos civiles, probablemente no se manifiesten hasta pasados varios decenios.

3.2.1 Situación de la salud pública en Paraguay

Malaria en el Paraguay

La malaria en la década de los 50-60 fue una de las enfermedades endémicas más importantes en el Paraguay, con el 90% del territorio nacional afectado por esta patología. Luego de cuatro campañas de intenso rociado, las zonas de riesgo se redujeron, hacia los años 1999-2000, a 8 departamentos y 30 distritos. Actualmente, la estratificación geográfica de los casos muestra que el problema del paludismo en el país es de una endemia residual, circumscripta geográficamente a un reducido número de 3 departamentos y 10 distritos (SENEPA, 2004).

A partir del año 2000, a diferencia de décadas anteriores, se modifica la estrategia para el control del paludismo, centrándose en el diagnóstico precoz y tratamiento inmediato de los casos, como medidas integradas al rociado residual y espacial. De esta manera, con las actividades sostenidas de vigilancia y control implementadas, se ha logrado descender paulatinamente el número de casos; así, en el 2001 se reportaron 2.710 casos, en el año 2002 llegaron a 2.778, en el año 2003 a 1.235, en el 2004 a 694 y en el 2005 a 376 (SENEPA, 2005).

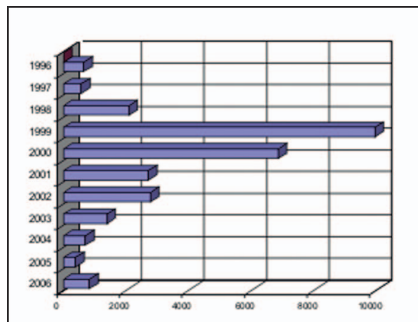


Figura 3.14: Paraguay. Casos de malaria 1996-2006

Fuente: Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo (SENEPA)

En el 2006, a pesar de registrarse brotes, si bien circunscritos a dos departamentos (Caaguazú y Alto Paraná), se mantuvo una reducción del 92% en el número de casos en un periodo de siete años (2000-2006), manteniéndose la tendencia en la franja de control, que se puede observar en el canal endémico o canal de tendencia de la malaria, de modo a seguir con el cumplimiento de las metas de desarrollo del milenio. Tampoco se han registrado óbitos causados por malaria (SENEPA, 2006).

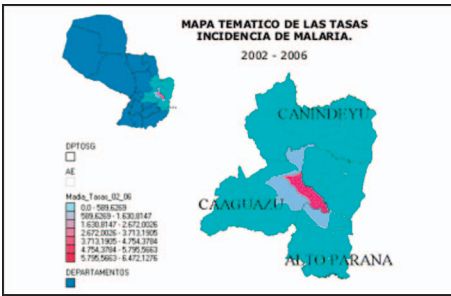


Figura 3.14: Paraguay. Casos de malaria 1996-2006

Fuente: Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo (SENEPA)

El 95% de la ocurrencia de los casos de paludismo en el país, en los últimos tres años, permanece concentrada en el área rural de tres departamentos de la zona centro-este que comparten las áreas de influencia de las represas de Itaipú e Yguazú (Caaguazú, Alto Paraná y Canindeyú), presentando casos esporádicos en aquellos ubicados alrededor de esta zona. Por lo tanto, este elemento debe ser considerado como un factor de riesgo para la emergencia de esta patología en estas áreas.

Según la estratificación de riesgo, 1.417.111 de la población (24%) viven en zonas donde hay riesgo de transmisión de la enfermedad, de las cuales, cerca de 1.099.111 vive en áreas de alto riesgo y 318.000 en áreas de mediano riesgo (SENEPA, 2006).

El Índice Parasitario Anual (IPA) del país en todas las zonas de riesgo es de 0,24 por 1.000 habitantes, aumentando a más de tres veces para las poblaciones que viven en las zonas de alto riesgo (0,71 por 1.000 habitantes).

El tipo de parásito causante de la malaria en el país al igual que en la mayor parte de América es el *Plasmodium vivax*, con algunos casos esporádicos (menos de 5) anuales importados de *Plasmodium falciparum*, que provienen principalmente de África.

Al menos tres especies diferentes del mosquito *Anopheles* se consideran los vectores significativos para la malaria en el país: *Anopheles darlingi*, *Anopheles albittarsis*, *Anopheles strodei*, si bien aún son incipientes los estudios para incriminación de los mismos.

Dengue en Paraguay

El dengue es una enfermedad producida por un virus del género *Flavivirus* (familia *Flaviviridae*) y transmitida en nuestra región por el mosquito *Aedes aegypti*. Hay cuatro serotipos del dengue antígenicamente relacionados (DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4), y pueden manifestarse como dengue clásico, o como dengue hemorrágico y síndrome de choque por dengue, que son las formas clínicas más graves.

La incidencia y las epidemias de dengue han aumentado en los últimos 35 años en todo el mundo y nuestro país no se excluye de esta situación. Hoy en día, esta es la enfermedad vírica más importante entre las enfermedades transmitidas por artrópodos y constituye uno de los mayores retos de salud pública en el presente milenio (Roses, M., y Guzmán M., 2007).

En el Paraguay, en 1989, se registró la primera epidemia, sin mucha caracterización epidemiológica, incluyendo el desconocimiento del serotipo circulante. Clínicamente se comportó como el tipo clásico, afectó a casi todo el territorio nacional con notificaciones de un poco más de 41.000 casos. Un dato importante es que en el Cono Sur, durante este periodo de tiempo, estaba circulando solo el DEN-1, por lo que se presume que este pudo haber sido el serotipo causante de esta epidemia.

Tras un silencio epidemiológico de aproximadamente 10 años, se registra la segunda gran epidemia en el año 2000, con más de 27.000 casos notificados y estimaciones de hasta 300.000, dispersos ampliamente en los 17 departamentos del país, con circulación del serotipo DEN-1, sin ocurrencia aún de la forma hemorrágica. En los años sucesivos, del 2001 al 2005, se registraron brotes epidémicos de corta duración y áreas restringidas, que no sobrepasaron los 150 casos anuales, con evidencias de cortes de circulación durante varios meses del año. No obstante, durante este periodo, se detectó la circulación de varios serotipos como el DEN-2 y el DEN-3, incluso co-circulaciones, aspecto que contribuyó a aumentar el riesgo en el país de la aparición de la forma clínica más severa, el tipo hemorrágico.

A partir del 2006, el dengue presenta un comportamiento endémico, es decir, con notificaciones de casos en todos los meses del año, con picos y descensos importantes, siendo el serotipo circulante el DEN-3. Hasta diciembre del 2006, se habían registrado 1.800 casos de dengue aproximadamente, con un aumento inusual desde los meses de octubre-noviembre, lo cual desencadenó la tercera gran epidemia de dengue en el país, y con el agravante de la aparición de la forma hemorrágica en enero del 2007, con el primer caso fatal, continuando la circulación del mismo serotipo identificado el año anterior. El saldo del 2007 fue de 28.182 casos notificados, poco más de 3.917 hospitalizados, con 55 del tipo hemorrágico, 17 óbitos, de los cuales 7 por dengue hemorrágico, que arrojó una letalidad del 12,7%, valor muy por encima de lo recomendado por la OPS (1%) e igual número de óbitos de las formas atípicas o inusuales (7). (DIVET, 2007).

Al inicio de la epidemia, el Ministerio de Salud Pública declaró el 12 de enero de 2007, por Resolución S.G. N 26, la alerta epidemiológica en todo el territorio de la Republica y se declaró prioritario el cumplimiento de las medidas de vigilancia epidemiológica, así como de prevención y control del dengue. Con la ocurrencia persistente de los casos, obligó al gobierno

nacional a declarar emergencia nacional el 28 de febrero.

El dengue es considerado una patología multifactorial, con un fuerte impacto de factores que exceden el ámbito de la salud, como la disposición adecuada de los residuos, la distribución de agua potable, el calentamiento global o el cambio climático; todos y cada uno de crucial importancia, porque la exacerbación de algunos puede desencadenar situaciones de riesgo, más aún por la regionalización actual del dengue en el continente americano, por lo que nuestro país no está exento de esta problemática ambiental (MSP y BS, 2005)

Enfermedades Diarreicas y Respiratorias Agudas en el Paraguay (EDAs e IRAs)

Las Enfermedades Diarreicas y Respiratorias Agudas (EDAs e IRAs) son principales causas de morbi-mortalidad infantil, por debajo de los 5 años de edad en la mayoría de los países latinoamericanos, asiáticos y africanos. En nuestro país, al igual que en toda Latinoamérica, los factores epidemiológicos relevantes tienen relación con las deficientes condiciones sanitarias existentes, la falta de educación en normas elementales de higiene, la poca atención a la salud de la población infantil y el bajo nivel de vida de la población (Chamorro, 1985).

La tendencia de los casos de diarrea en el Paraguay, presenta dos picos de incidencias coincidentes con las estaciones veraniegas (frecuente etiología bacteriana, brotes de enfermedades transmitidas por alimentos...) e invernales (aparente etiología viral) (Figuras 3.16 y 3.17).

En Paraguay, tomando específicamente el caso de las diarreas causadas por rotavirus, estas presentan un típico comportamiento estacional, coincidiendo los meses de mayor actividad con los de menor temperatura y menor humedad relativa. Para el caso específico de las infecciones respiratorias agudas causadas por virus, las tendencias son bastante similares, coincidiendo los picos de detección viral con los meses de menor temperatura y mayor humedad relativa registrados en cada año (Ref. Coluchi et al., 2001. Boletín 2008).

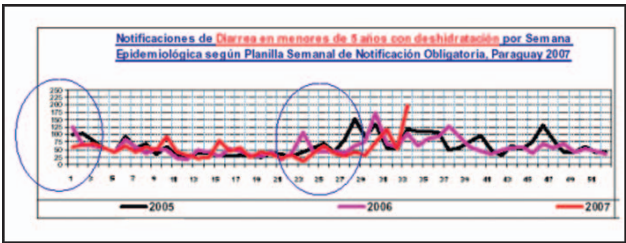


Figura 3.16: Notificaciones de diarrea en menores de 5 años con deshidratación.

Fuente: Dirección de Vigilancia de Enfermedades Transmisibles (DIVET)

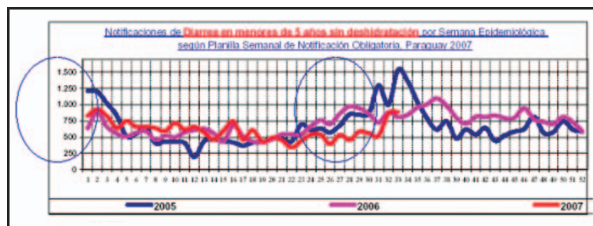


Figura 3.17: Notificaciones de diarrea en menores de 5 años sin deshidratación.

Fuente: DIVET

Respecto a las IRAs, en Paraguay las mismas constituyen la tercera causa más importante de muerte en niños menores de 5 años. El patrón de comportamiento es aparentemente unimodal, con picos en los meses de invierno, donde se registran altos valores de humedad (Figura 3.18). Según datos de morbilidad por causas, se observa un aumento anual en el número de consultas por IRAs en niños menores de 5 años en los últimos años (Bioestadística, MSP y BS). En el año 2004, la Infección Respiratoria Aguda fue la principal causa de enfermedad registrada en los servicios del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSP y BS) en menores de 5 años, con un total de 240.000 consultas, de las cuales 13,3 % correspondieron a neumonías moderadas y graves.

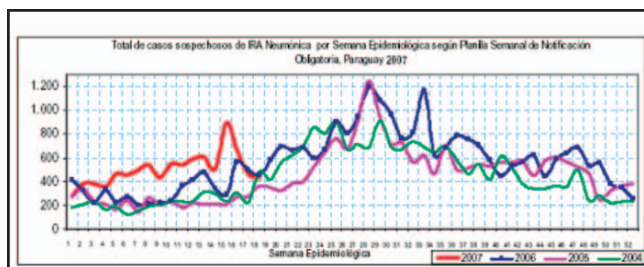


Figura 3.18: Sospechosos de IRAs neumónicas.

Fuente: DIVET

Potencial de zoonosis de enfermedades provenientes de animales silvestres

En Paraguay tenemos sitios y ecosistemas con una considerable riqueza faunística y florística, que vienen soportando un proceso de destrucción sistemática por la acción antrópica, lo cual podría promover situaciones de mucha vulnerabilidad en la salud humana. La actividad agrícola y pecuaria, los incendios forestales, la sequía, las inundaciones, el desvío de cauces hídricos, la construcción de represas, etc., generan un sostenible y peligroso acercamiento entre las poblaciones humanas y sus animales domésticos, y las de animales silvestres en la naturaleza.

Esta aproximación favorece la diseminación de agentes infecciosos y parasitarios, hacia nuevos hospedadores y ambientes, creándose así nuevos nichos ecológicos en la cadena de transmisión de enfermedades. Esto es particularmente alarmante teniendo en cuenta que especies de nuestra fauna nativa son reservorios naturales de varias enfermedades infec-

ciosas que afectan a los humanos y a sus animales domésticos. Estas son llamadas zoonosis, enfermedades o infecciones transmisibles entre los animales vertebrados y los humanos. Muchas de estas zoonosis pueden ser sensibles a los cambios climáticos, sean naturalmente cíclicos o generados por el humano, por la estrecha relación de los reservorios naturales (fauna silvestre) con sus hábitats naturales, de tal forma que si estos últimos se ven transformados pueden provocar la migración de estas especies de vertebrados silvestres hacia asentamientos humanos o de animales domésticos, produciéndose así distintos grados de vulnerabilidad.

El potencial zoonótico de las enfermedades de los animales silvestres amerita que se instale en el debate de políticas públicas de las instituciones encargadas de conservar ecosistemas saludables por un lado, y la salud de las personas por otro, para la elaboración de estrategias y la promoción de nuevos conocimientos en cuanto a la eco-epidemiología de los animales silvestres en el Paraguay, de cara a los desafíos impuestos por el cambio climático y el calentamiento global. Estas estrategias deben ser construidas en el marco de un equipo con visión holística y mucho rigor científico.

Algunas de las zoonosis diagnosticadas en Paraguay, y que pudieran ser muy sensibles a los cambios son: rabia, transmitida por murciélagos y carnívoros; fiebre amarilla, transmitida por primates y mosquitos; hantavirus, transmitida por roedores; tuberculosis, transmitida por primates y aves; leishmaniosis, cuyo reservorio natural es la comadreja, y cuyo reservorio urbano es el perro doméstico, etcétera.

3.2.2 Metodología para la evaluación de los impactos

Caracterización de la zona de estudio

Para la selección de las áreas geográficas a ser analizadas, se consideró la incidencia de las enfermedades seleccionadas, priorizando los departamentos más impactados en los últimos cinco años. Se analizó la media de la incidencia para el periodo 2002-2006 por departamentos para definir cuáles serían incluidos. Los departamentos seleccionados fueron: Central, Alto Paraná, Caaguazú, Canindeyú y Asunción, la capital del país. Todas las áreas de estudio se ubican en la Región Oriental, debido a que la incidencia de las enfermedades objeto de estudio no fueron relevantes en la Región Occidental.

Los aspectos discutidos en los párrafos precedentes, que evidencian fuertes tendencias estacionales en la incidencia de las enfermedades (malaria, dengue, EDAs e IRAs) seleccionadas para el análisis, fundamentan la necesidad de incluirlas para realizar los estudios de vulnerabilidad a las variaciones y cambios del clima, ya que representan buenos indicadores para el monitoreo del impacto de estos en el sector salud.

Estimación de la distribución o comportamiento actual y carga de las enfermedades sensibles al clima

La estimación de los posibles impactos futuros del cambio del clima debe estar basada en una comprensión de la carga actual y recientes tendencias en la incidencia y predominio de enfermedades que son sensibles al clima, y las asociaciones entre el clima y la salud. Las asociaciones actuales necesitan ser descritas de manera que puedan unirse con proyecciones de cambio de clima.

Esta estimación está dirigida a la identificación de las tendencias, asociaciones y variaciones del clima que provocan situaciones favorables para la incidencia del dengue, la malaria, las enfermedades respiratorias agudas y las diarreas en Paraguay. Así también, para determinar cómo sería la situación futura de las mismas de persistir tales condiciones adversas, o de presentarse un cambio en la variabilidad o tendencia de la condición de fondo climática.

IRAs

En los Gráficos 3.1 y 3.2 puede observarse que las IRAs están en estrecha relación con las bajas temperaturas, más que con las precipitaciones. Esta tendencia es mucho más marcada en Asunción y el departamento Central. Esta aparente diferencia geográfica, tal vez se deba a un mejor registro en estas áreas, lo cual debería ser mejor analizado desde la perspectiva de la representatividad y oportunidad del sistema de vigilancia en estos departamentos.

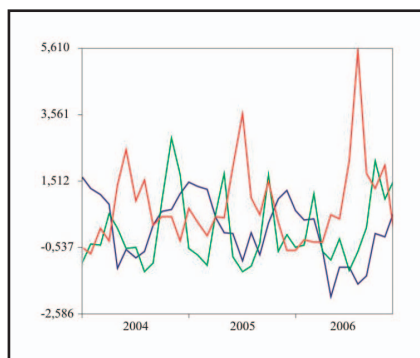


Gráfico 3.1: IRAs Asunción 2004-2006

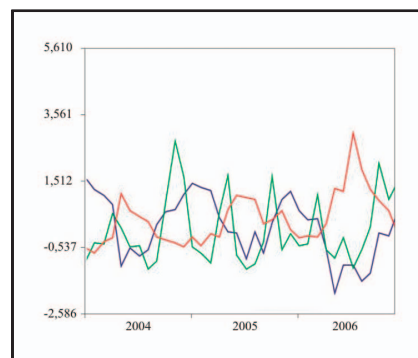


Gráfico 3.2: IRAs Central 2004-2006

Referencias
 — Tasa de Incidencia
 — Precipitación
 — Temperatura

EDAs

Las EDAs muestran tendencia estacional, con picos en los meses de julio y noviembre, siendo el de este último mes el de mayor impacto. Este comportamiento se puede observar en todas las áreas estudiadas durante este trabajo, conforme a los gráficos que se muestran a continuación (Ver Gráficos 3.3 y 3.4).

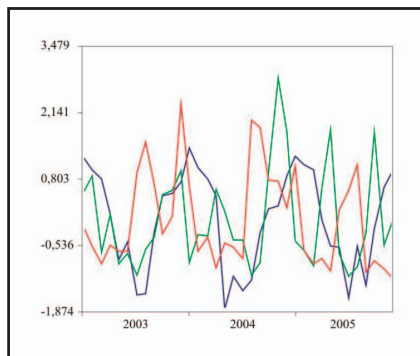


Gráfico 3.3: EDAs Asunción 2003-2005

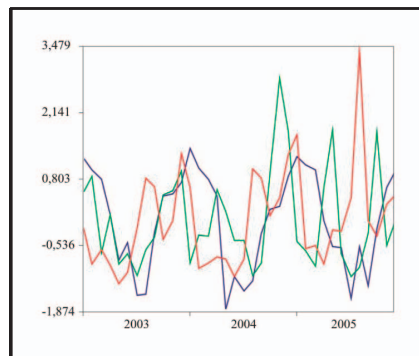
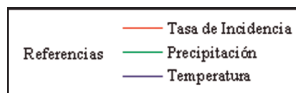


Gráfico 3.4: EDAs Central 2003-2005



Malaria

El comportamiento de la malaria presenta una variación estacional, incluso interanual, con dos picos bien marcados que van de marzo a mayo y de septiembre a noviembre.

En los gráficos se puede observar la relación positiva de la incidencia respecto a las precipitaciones y la temperatura, es decir, que los picos de malaria son precedidos de altas precipitaciones y temperaturas en forma conjunta.

Esto es similar en casi todos los departamentos estudiados; no obstante, Caaguazú presentó un marcado aumento durante el 2006, coincidente con un año atípico, desde el punto de vista climatológico, que debería observarse con el mismo impacto en los tres departamentos estudiados, a no ser que Caaguazú tenga otro factor ambiental predisponente que no tienen los otros dos, que bien podría ser el lago Yguazú.

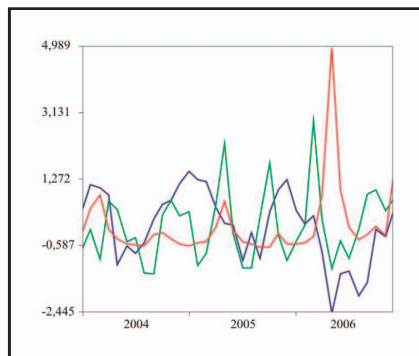


Gráfico 3.5: Malaria Caaguazú 2004-2006

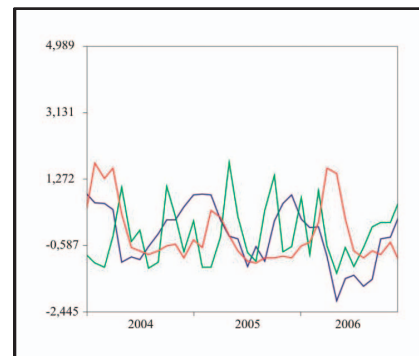


Gráfico 3.6: Malaria A. Paraná 2004-2006

— Tasa de Incidencia
 Referencias — Precipitación
 — Temperatura

3.2.3 Proyecciones climáticas y de las enfermedades por regiones

Datos definidos para la conformación de la Línea Base

Variables epidemiológicas

Para este estudio se utilizaron los datos secundarios, provenientes de los archivos del Servicio Nacional de Erradicación de Enfermedades Transmitidas por Vectores (SENEPA) del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Los datos fueron tomados en dos plazos temporales: anuales y mensuales, correspondientes al periodo 1971-2006 para la malaria y al periodo 2000-2001-2006, respectivamente, para el caso de las EDAs y las IRAs. En el caso del dengue, se dispuso solo de la información para el periodo 2000-2006. Esta información se refiere a los reportes estadísticos de casos para Asunción, Central, Alto Paraná, Canindeyú y Caaguazú. (Tabla 3.2). Los periodos de estudio fueron establecidos según datos disponibles en el país.

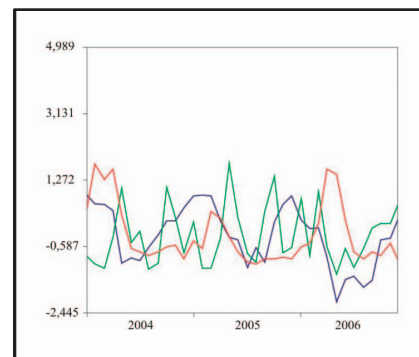


Gráfico 3.7: Malaria Canindeyú 2004-2006

— Tasa de Incidencia
 Referencias — Precipitación
 — Temperatura

Tabla 3.2: Enfermedades seleccionadas por áreas y periodo de información disponible

Sitios	Enfermedades	Periodos de Estudio
Asunción y departamento Central	Dengue	Ene., 2000 – Dic., 2006
	EDAs / IRAs	Ene., 2001 – Dic., 2006
Caaguazú, Alto Paraná y Canindeyú	Malaria	Ene., 1991 – Dic., 2006

El periodo para la línea base fue desde 1971 al 2000, y para realizar el ajuste de los modelos y los análisis de la variabilidad asociada al clima, se utilizó el periodo 2000-2006, ya que en esas fechas, en una primera apreciación, aparentemente se observan los puntos de cambio de tendencias y del comportamiento de sus patrones epidemiológicos.

Variables socioeconómicas y demográficas

Para el estudio se definieron varios índices a ser usados en el estudio de vulnerabilidad y adaptación en el sector de la salud tanto socioeconómicos como demográficos que permitan analizar cómo pueden cambiar los impactos atribuibles al cambio climático, entre los que se encuentran: índice migratorio, población actual y proyecciones estimadas, índice de desarrollo humano, índice de analfabetismo y condiciones sanitarias de la vivienda. Los mismos fueron obtenidos de publicaciones del Atlas de desarrollo humano del Paraguay (DGEEC, 2005).

Variables climáticas

Los datos de la línea base climática utilizados son los comprendidos en la base de datos generada por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) del Paraguay, cedidos oficialmente a la SEAM para esta Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. Esos datos fueron utilizados para generar los valores mensuales de 7 variables meteorológicas, a saber: temperatura máxima (TX), temperatura mínima (TN), oscilación térmica mensual (OSC), humedad relativa (HR), totales de precipitación (PP), la presión atmosférica (PAT), tensión de vapor de agua (TVA), insolación (Is), radiación (Rd) y número de días con precipitación (NDPP) para el periodo 1971-2006.

Resultados de las proyecciones

Departamento Central y Asunción - Condiciones climáticas

Según el Índice de Bultó (IB) -índice mensual complejo que describe la variación de las condiciones climáticas-, para el departamento Central y Asunción, el comportamiento de las variables climáticas muestran un aumento pronunciado hacia el 2030, con una característica de curva bimodal de aumento de las temperaturas a partir de octubre, incrementándose aún más en los meses de diciembre a febrero (Figuras 3.19 y 3.20).

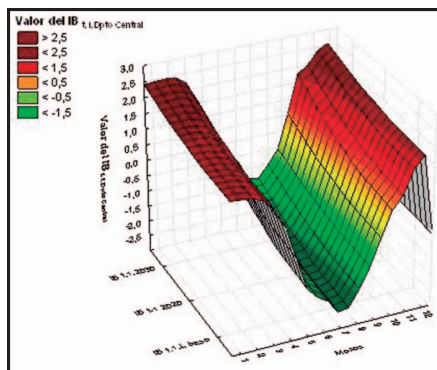


Figura 3.19: Central

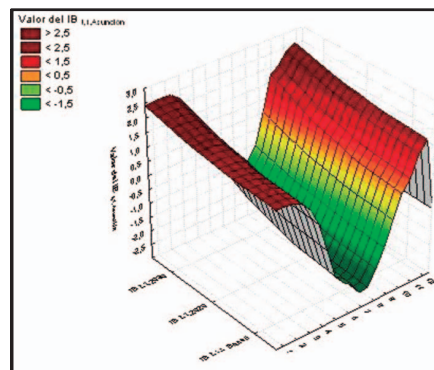


Figura 3.20: Asunción

Figuras 3.19 y 3.20: Condiciones climáticas esperadas para el 2020 y 2030, según IB, respecto a la línea base para Central y Asunción

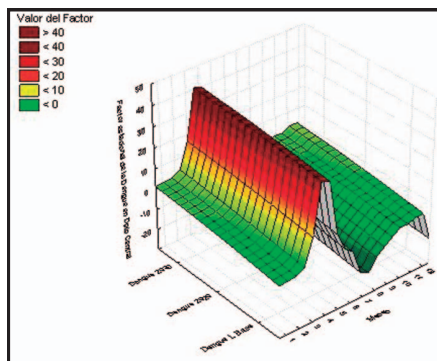


Figura 3.21: Central

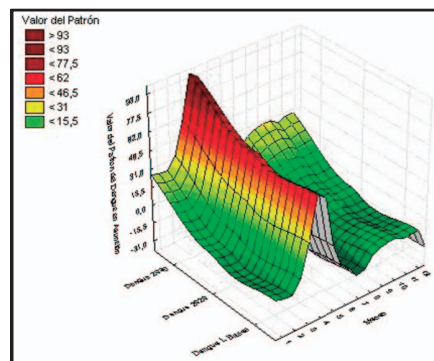


Figura 3.22: Asunción

Figuras 3.21 y 3.22: Proyección del dengue según escenario climático para el 2020 y 2030 respecto a la línea base para Central y Asunción

Departamento Central y Asunción - Dengue

Como puede apreciarse en la Figura 3.21, el número de casos de dengue en el departamento Central no muestra aumentos muy significativos hacia ambas décadas al compararlos con su línea de base, sigue siempre el patrón de un mayor número de casos en los meses de verano con permanente transmisión no patente a partir de agosto.

Sin embargo en Asunción (Figura 3.21), puede notarse un paulatino aumento de casos hacia ambas décadas, siguiendo siempre el patrón de un mayor número de casos en el verano.

Departamento Central y Asunción - EDAs

Las EDAs presentarán un aumento para las décadas de 2020 y 2030 en relación a su línea de base, con picos pronunciados hacia el 2030 en verano y primavera en el Departamento Central (Figura 3.23). Sin embargo, en Asunción se presentan aumentos paulatinos también en meses de invierno (Figura 3.24). El aumento en invierno no se observa en la línea de base.

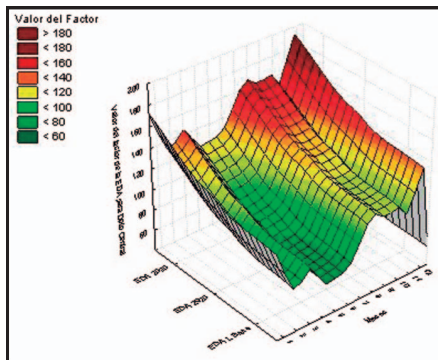


Figura 3.23: Central

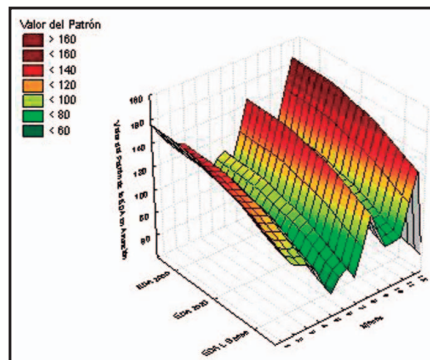


Figura 3.24: Asunción

Figuras 3.23 y 3.24: Proyección de las EDAs según escenario climático para el 2020 y 2030 respecto a la línea base para Central y Asunción

Departamento Central y Asunción - IRAs

Las IRAs presentarán un moderado aumento con relación a la línea de base para ambas décadas en el caso de Asunción (Figura 3.26), mientras que en el departamento Central se observa un aumento hacia fines del 2030 (Figura 3.25).

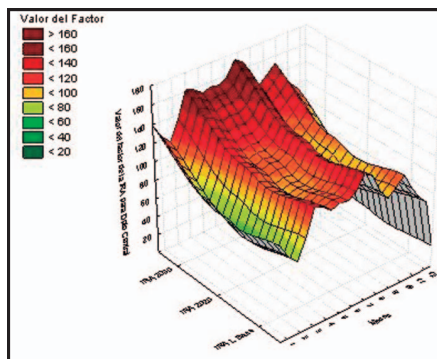


Figura 3.25: Central

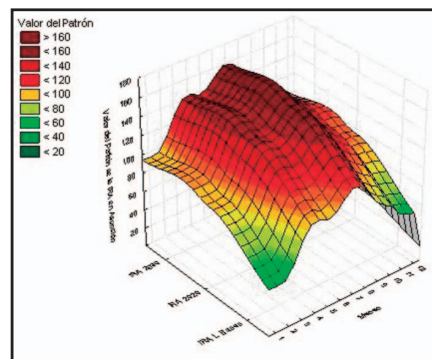


Figura 3.26: Asunción

Figuras 3.25 y 3.26: Proyección de las IRAs según escenario climático para el 2020 y 2030 respecto a la línea base para Central y Asunción

Departamentos de Alto Paraná, Caaguazú y Canindeyú - Condiciones climáticas

En los 3 departamentos se puede notar un aumento paulatino de las temperaturas a partir de octubre, incrementándose aún más en los meses de diciembre a febrero hacia ambas décadas (Figuras 3.27, 3.28 y 3.29). Este aumento es aún mayor para el departamento de Alto Paraná.

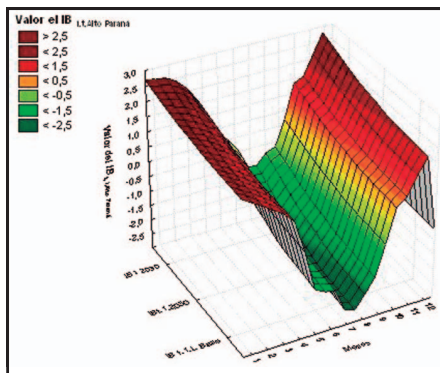


Figura 3.27: Alto Paraná

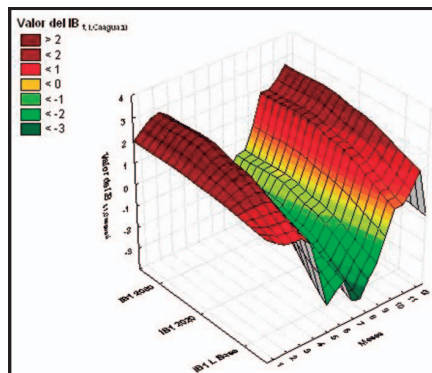


Figura 3.28: Caaguazú

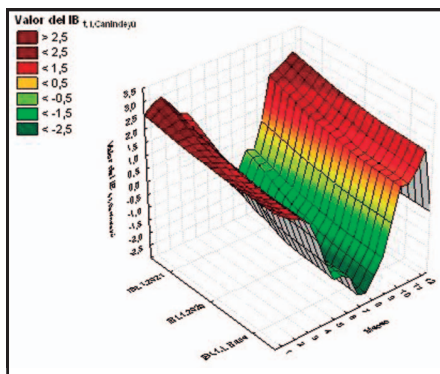


Figura 3.29: Canindeyú

Figuras 3.27, 3.28 y 3.29: Condiciones climáticas esperadas para el 2020 y 2030 según IB respecto a la línea base para Alto Paraná, Caaguazú y Canindeyú

Departamentos de Alto Paraná, Caaguazú y Canindeyú - Malaria

Particularmente para la Malaria (IPA: Índice de Paludismo Anual), el escenario que se predice para Alto Paraná es un aumento importante en el número de casos hacia la década del 2030, pronunciándose el perfil de la curva en los meses de primavera y verano. Sin embargo, en los departamentos de Caaguazú y Canindeyú podemos observar que el patrón de comportamiento de esta enfermedad persiste con unas pocas variaciones hacia ambas décadas al compararlo con su línea de base (Figuras 3.30, 3.31 y 3.32).

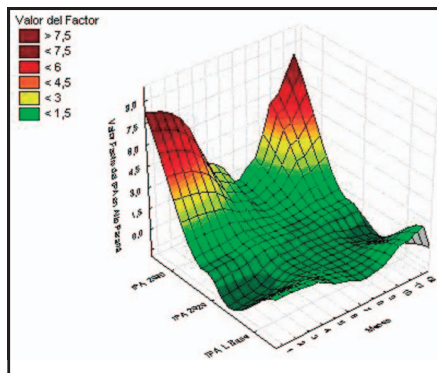


Figura 3.30: Alto Paraná

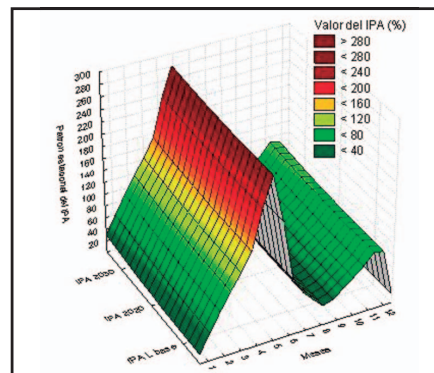


Figura 3.31: Caaguazú

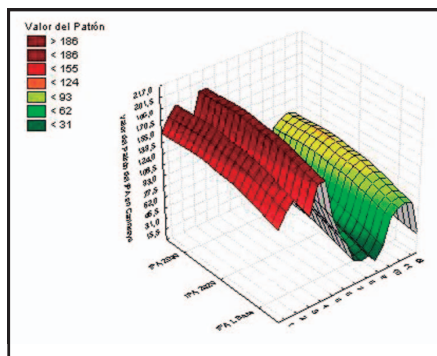


Figura 3.32: Canindeyú

Figuras 3.30, 3.31 y 3.32: Proyección de la malaria según escenario climático para el 2020 y 2030 respecto a la línea base para Alto Paraná, Caaguazú y Canindeyú

Conclusiones

El sector que enfoca la salud humana en Paraguay es uno de los que ha mostrado avances importantes después de la Primera Comunicación Nacional (PCN), abarcando otras enfermedades y áreas geográficas, así como perfeccionando los conocimientos acerca de la influencia del clima en la salud humana, que permiten determinar los riesgos y las enfermedades de alta prioridad para el país.

Las condiciones climáticas que caracterizan las áreas estudiadas del país, conjugadas con la vulnerabilidad que presentan los ecosistemas, facilitan el desarrollo de los vectores y la transmisión de la malaria y el dengue en el país. El presente

estudio arrojó resultados que deben ser considerados por los Organismos Gubernamentales responsables de la vigilancia de estas enfermedades, pues se han evidenciado cambios en los patrones estacionales e interanuales de la malaria y el dengue, los cuales están relacionados con las variaciones observadas en el clima de la región, que tiende al reforzamiento de las condiciones cálidas, con una tendencia a la disminución de las lluvias y expansión del periodo más cálido, concordando estos resultados con lo esperado para la región del Cono Sur. A todo esto debemos añadir los siguientes resultados:

1. Se comprueba la validez del uso de la metodología propuesta y de los modelos utilizados, tanto para la evaluación de impactos de la variabilidad climática en la salud, como en su extensión a los estudios de cambio climático en el sector a otras regiones de clima tropical.
2. De forma general, para las enfermedades estudiadas se producirán incrementos importantes en su patrón epidemiológico como consecuencia del cambio climático. La importancia de estos aumentos no radica sólo en el número total de enfermos, sino en que se producirán en meses y temporadas diferentes en relación con su comportamiento actual.
3. Algunas de las tendencias y variaciones estacionales que se proyectan en la enfermedad, como consecuencia del cambio climático futuro, ya se están manifestando. Esto puede considerarse como un indicio de la validez y consistencia de las proyecciones realizadas.
4. La futura existencia de distintos factores de riesgo (grupos de edades, grado de urbanización, importancia del asentamiento humano, los elementos migratorios en las áreas) podrían agravar o atenuar los impactos que se han descrito. De hecho, esto puede considerarse como una de las fuentes de incertidumbre, entre otras, de las proyecciones realizadas.

3.2.4 Medidas de adaptación

Medidas de adaptación de carácter global dirigidas al sistema nacional de salud

Para reducir el efecto de la variabilidad climática sobre el sistema de salud en general, y sobre todo del subsistema de vigilancia epidemiológica, se propone desarrollar medidas de adaptación tendientes a:

- 1) Generar más conocimientos sobre la variabilidad climática y su impacto sobre las enfermedades vulnerables, de gran importancia para la salud pública del país,
- 2) Establecer un sistema de alerta temprana en el propio subsistema de vigilancia epidemiológica, basado en el monitoreo de los factores climáticos, y
- 3) Fortalecer la capacidad de respuesta del sistema de salud ante brotes y epidemias influenciados por el impacto del cambio climático.

Medidas de adaptación dirigidas a la malaria y el dengue

En forma específica, para el control de la malaria y el dengue, una medida es la de incorporar los monitoreos de los factores ambientales regionales, como el fenómeno del niño y la niña, para las alertas tempranas. Debe prepararse el sistema de vigilancia entomológica con mejores indicadores predictores, y se debe introducir en los análisis y los modelos los hábitos conductuales de la población.

Tabla 3.3: Medidas de adaptación y costos asociados

Línea de Acción	Actividad	Costo
Fortalecimiento del Sistema Nacional de Salud, priorizando la infraestructura de salud tanto en recursos humanos como financieros.	Establecimiento de un sistema de red de predicción bioclimática, que permita con antelación preparar al servicio sanitario como a las comunidades, para los eventos climáticos.	US\$ 150.000 para el establecimiento del sistema y mantenimiento US\$ 70.000 por año.
	Desarrollar infraestructuras públicas para los periodos de inundaciones y sequía.	Un albergue temporal para 100 familias US\$ 700.000, para 1.500 familias: US\$ 10.500.000. US\$ 500.000 de mantenimiento anual del refugio.
Aumentar la cobertura en prevención, control y atención del Sistema Nacional de Salud.	Intensificación a nivel de las APS de la detección de casos y su pronta intervención en enfermedades vulnerables al cambio climático.	Sistema de vigilancia fortalecido en flujo de información y respuesta rápida US\$ 2.500.000 para fortalecer red.
Comunicación de riesgos a la población a diferentes niveles para los 4 subsectores.	Plan de comunicación de riesgos a nivel de instituciones de enseñanza y salud.	Talleres de adiestramiento a profesores, tomadores de decisión, e incorporación del tema al curriculum en 4 sub-sectores US\$ 50.000.
	Campañas masivas de concienciación a la población.	Conjuntamente con campañas de vacunación o celebraciones del día "enfrentemos al cambio climático". Materiales impresos: US\$ 700.000 por año.
	Comunicación a nivel de las comunidades.	US\$ 1.600.000, mantenimiento anual de US\$ 200.000.
Elaboración de políticas públicas para adaptación al cambio climático.	Generación de leyes, decretos, ordenanzas.	US\$ 200000 para gestión, preparación y abogacía.

Medidas de adaptación dirigidas a las IRAs y EDAs

Para el caso de las EDAs e IRAs es necesario fortalecer la vigilancia epidemiológica y la representatividad de la misma, garantizando una buena representación en la detección y notificación de los casos, para disponer de datos estadísticos robustos para las alertas tempranas.

Medidas de adaptación específicas

En el marco del Proyecto SEAM - PNUD, "Evaluación de los Flujos de Inversión y Financieros Para la Adaptación de Los Sectores Agropecuario y Salud y Mitigación Para El Sector Forestal ante el Cambio Climático", se han identificado medidas específicas de adaptación para el sector salud, así como los costos asociados a las mismas. La siguiente tabla presenta las medidas identificadas y los costos asociados a las mismas.

Medidas dirigidas al potencial zoonótico de las enfermedades de los animales silvestres

Algunas de las medidas que se deberían tomar para la elaboración de estrategias y la promoción de nuevos conocimientos en cuanto a la eco-epidemiología de los animales silvestres en el Paraguay son:

- 1) Estudiar la dinámica de poblaciones de animales silvestres de interés para la salud pública y animal,
- 2) Impulsar el reconocimiento oficial del Comité Nacional de Vigilancia de Epizootias,
- 3) Elaborar mapas de poblaciones de especies de nuestra fauna de interés epidemiológico y su relación con escenarios climáticos,
- 4) Capacitación a guardaparques sobre procedimientos y comunicación rápida de ocurrencia de mortandad de animales en áreas protegidas,
- 5) Desarrollar programas con universidades, institutos de investigación, ONG'S, sobre salud pública con enfoque ecosistémico, e
- 6) Innovar la gestión de los controles o fiscalizaciones en actividades relacionadas con el comercio y el traslado transfronterizo de fauna nativa, productos de cacería deportiva y/o científica.

3.3 Sector Agropecuario

Paraguay es un país altamente vulnerable al cambio climático, no solo en lo que se refiere a la incidencia de los efectos adversos que se presentan, sino sobre todo por la falta de respuesta adecuada y oportuna, debido a la presencia de las precarias condiciones económicas, políticas y sociales que caracterizan a los países en vías de desarrollo.

En el caso específico del Paraguay, las condiciones que configuran la vulnerabilidad a la variación del clima y a los efectos adversos de extremos climáticos en el sector agricultura y ganadería son las siguientes:

- * Una parte importante de la población se dedica a actividades primarias (agricultura y ganadería), con alta dependencia del clima y de la calidad de los ecosistemas.
- * En el año 1991, existían poco más de 247.000 unidades productivas con superficies de no más de 20 ha en todo el país, representando el 83% del total de unidades, distribuidas en 1.468.764 ha. Por lo general, estos pequeños agricultores familiares poseen baja o casi nula capacidad para hacer frente a contingencias climáticas.
- * La constante expansión del sistema productivo agro- exportador genera el repliegue de la agricultura campesina, viéndose esta última obligada a migrar o reconvertirse sin que se disponga aún de un mercado de tierras dinámico y de nuevas fronteras agrícolas, donde los agricultores paraguayos desplazados puedan asentarse y continuar con una producción agrícola sustentable.
- * La contaminación del suelo y recursos hídricos por el uso indiscriminado de agroquímicos y la falta de control de estos productos en todo su ciclo de vida, constituye también una constante amenaza a la calidad de los ecosistemas.
- * Bajos niveles de recursos financieros, humanos, tecnológicos e instituciones de limitada capacidad.

3.3.1 Análisis de los rubros de renta y consumo y producción bovina

3.3.1.1 Análisis de la Línea Base

Los rubros agrícolas seleccionados para pronosticar su comportamiento con respecto a la variabilidad climática en cuanto a rubros de renta fueron: la soja, que es cultivada por medianos y grandes productores agrícolas y es, de lejos, el principal rubro de exportación del país; el algodón, principal fibra textil, cultivado por pequeños y medianos agricultores, y es un cultivo de renta emergente para el pequeño productor, para el que se perfila como su principal fuente de ingreso; el sésamo y la caña de azúcar, que aparte de ser materia prima para la elaboración de azúcar y alcohol, principalmente, se perfila como un rubro interesante en la generación de biocombustibles. Entre los rubros de consumo, se consideraron: el maíz, la mandioca y el poroto.

El criterio para la selección de los mismos se basó en la superficie ocupada, para los rubros de renta, y en la importancia como parte integrante de la dieta de la población, para los rubros de consumo. En el caso de la producción ganadera, se consideró la producción bovina de carne y leche, por su impacto en la alimentación de la población y en la generación de ingreso en concepto de exportaciones.

Para la evaluación de la situación del sector productivo se consideraron tres fuentes de información: la primera es de la Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería (DCEA/MAG, 2006), tomando

2: MAG/DCEA. Censo Agropecuario Nacional, 1991.

en cuenta las variables relacionadas al rendimiento histórico de 8 rubros (algodón, sésamo, caña de azúcar, maíz, poroto, soja, mandioca y ganadería: carne y leche).

La segunda es la Dirección de Comercialización del Ministerio de Agricultura y Ganadería (DC/MAG, 2005), considerando el histórico de precios pagados por los rubros agrícolas.

La tercera son informaciones extraídas de la revista Estadística pecuaria, 2006, publicación oficial del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA), con respecto al histórico de precio promedio del ganado bovino en ferias del departamento Central.

Algodón

El comportamiento del rendimiento promedio a nivel nacional del algodón en un periodo de 1990 hasta 2006, se presenta en forma decreciente (Figura 3.33). Al mismo tiempo, se observa que el valor de producción es descendente en ese periodo, empezando con una pérdida de 21.027 Gs/ha en el año 1991, llegando en el 2006 a un valor de 49.049 Gs/ha. La variación anual del rendimiento es negativa y se observa una disminución en un rango de 26 a 42 kg/ha anual en esos periodos.

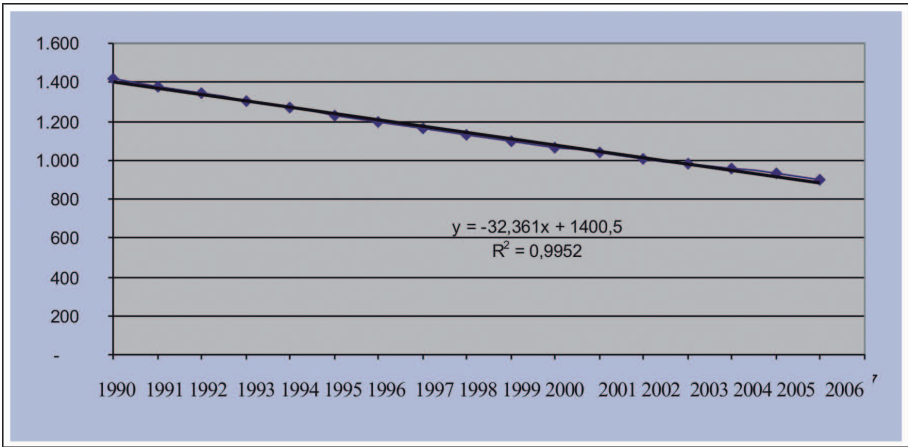


Figura 3.33: Rendimiento del algodón. Periodo 1990-2006. Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006.

Caña de azúcar

El comportamiento del rendimiento promedio a nivel nacional de la caña de azúcar en el periodo de 1990 hasta 2006, indica que el rendimiento no presentó grandes variaciones, pero sí se observa una leve disminución del rendimiento, manteniéndose hasta el 2006 por encima de 47 Tn /ha (Figura 3.34). Al mismo tiempo, se observa que el valor de producción en relación al comportamiento del rendimiento es descendente en ese periodo, empezando con una pérdida de 408,74 Gs/ha; luego presenta valores positivos en los periodos de 1999 al 2001, lo cual se debe más bien al leve ascenso del precio y a la leve variación decreciente del rendimiento. A partir del 2002 al 2006 volvió a arrojar pérdidas en cuanto al valor de producción. La variación anual del rendimiento es negativa y se observa una leve disminución anual en esos periodos.

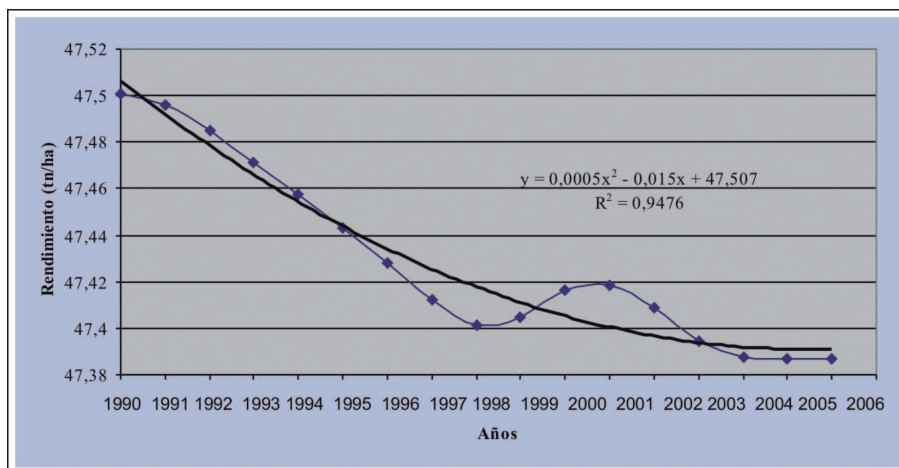


Figura 3.34: Rendimiento de la caña de azúcar. Periodo 1990-2006. Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006.

Maíz

El cultivo del maíz ha presentado un crecimiento sostenido desde el año 1990 al 2006, subiendo de 1.890 hasta 2.504 kg/ha, debido a diferentes factores como el mejoramiento de las tecnologías aplicadas al cultivo, manteniendo una variación interanual de 41 kg/ha (Figura 3.35). Por el contrario, el precio sufrió fluctuaciones con tendencia a la alza llegando a su pico máximo en el año 2005 con 677 Gs por cada kilo de maíz. Con respecto al valor de producción del maíz, éste se mantuvo con un saldo positivo, lo que indica que el aumento tanto del rendimiento como del precio arroja valores alentadores para la producción.

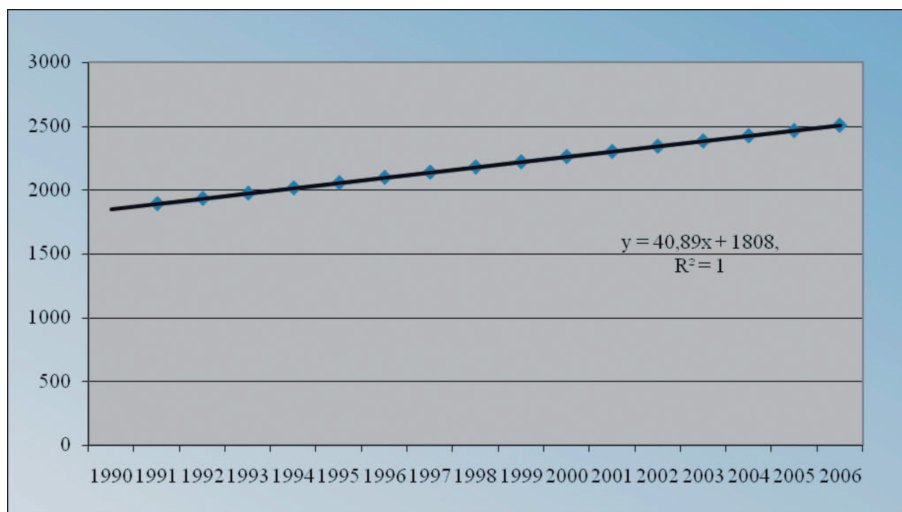


Figura 3.35: Rendimiento del maíz. Periodo 1990-2006. Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006.

Mandioca

En el histórico de producción de este rubro se observa un rendimiento más o menos uniforme de alrededor de 14.000 kg/ha, correspondiente a los años de 1991 a 2001, con un leve descenso a 11.732 kg/ha para el año 1996. La productividad comenzó a elevarse a partir del año 2002 a 17.160 kg/ha, siendo este el año de mayor producción registrada para esta serie de tiempo, para luego ubicarse alrededor de 16.000 kg/ha en los años siguientes.

En la Figura 3.36 se observa que la variación de producción entre safras fue mayormente negativa, de alrededor de 200 kg/ha al menos comparando los cuatro primeros años. La mayor merma de producción fue la observada entre los años de 1995 a 1996, con disminución de casi 3 toneladas por hectárea, siendo también la safra de mayor pérdida con relación al valor de la producción con -472.878 Gs/ha. Por el contrario, entre los años 2001 y 2002 se registró un aumento de cerca de 2.480 kg/ha con un valor de producción muy superior en comparación a todos los años en estudio con 1.111.488 Gs por cada hectárea de mandioca producida.

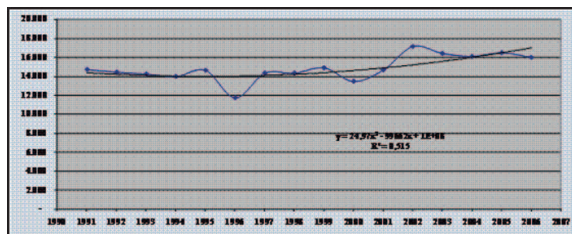


Figura 3.36: Rendimiento de la mandioca. Periodo 1990-2006.

Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006

Poroto

El comportamiento de los rendimientos del poroto durante el periodo 1991 al 2006 no presentó una gran variación, manteniéndose estable. Se observa un crecimiento leve a partir del año 1998, con tendencia a subir en los años siguientes. Todos los años presentaron valores de producción positivos, excepto en la zafra del año 1993, donde se registró una pérdida de 671 Gs/ha. Los valores más altos se observaron en los años de 1999, 2000 y 2001 con 10.822, 12.537 y 11.212 Gs/ha respectivamente, debido a que la relación de variación de producción fue mayor en comparación a los demás años (Figura 3.37).

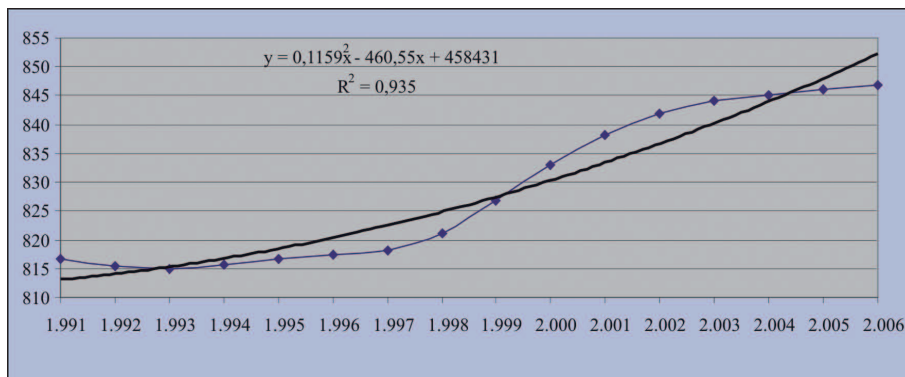


Figura 3.37: Rendimiento del poroto. Periodo 1990-2006. Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006.

Soja

En el periodo 1992-2006, los rendimientos de la soja se mantuvieron uniformes, sin grandes variaciones. La mayor variación se registró entre los años 2003 y 2004, donde los rendimientos fueron de 2.589 y 2.209 kg/ha, respectivamente, lo que representa una disminución de 379 kg/ha (Figura 3.38). De igual manera se comportó el precio pagado por kilogramo

de soja, que registró su pico del 2003 a 2005, con alrededor de 1.000 Gs/kg, pero debido a la variación negativa de la producción interanual, fueron también los años con mayor variación de la producción.

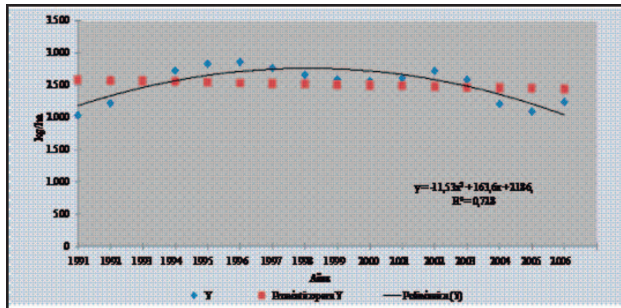


Figura 3.38: Rendimiento de la soja. Periodo 1990-2006.

Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006

Sésamo

El comportamiento del rendimiento promedio a nivel nacional del sésamo en un periodo de 1999 hasta 2006, indica que el rendimiento no presentó grandes variaciones en general; donde se observa una leve disminución del rendimiento, es en el año 2004, bajando a cerca de 500 kg/ha (Figura 3.39). Al mismo tiempo, se observa que el valor de producción acompaña al comportamiento del rendimiento, que es positivo cuando la variación de rendimiento es superior entre una zafra y otra, y negativo en el caso contrario. La línea de tendencia que presenta el rendimiento histórico del sésamo es variable; cabe destacar que es un rubro que aún no se ha afianzado, en comparación a los otros rubros tradicionales del país.

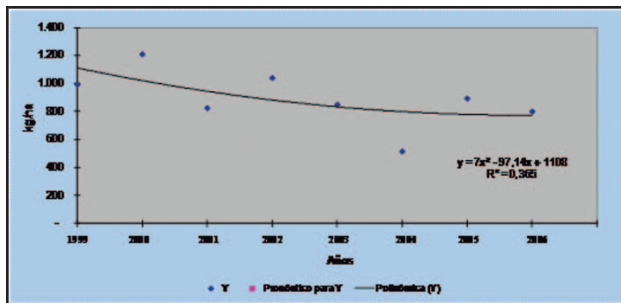


Figura 3.39: Rendimiento del sésamo. Periodo 1990-2006.

Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006

Análisis del sector ganadero

El comportamiento de la cantidad de ganado existente en el país durante el periodo de 1990 hasta 2006, se presenta de forma variable (Figura 3.40). Al mismo tiempo se observa que el valor de producción arrojó ganancias, a excepción de los años 1998 y 2001, donde se observaron pérdidas de 121.279.928 Gs/año y 1.800.586.273 respectivamente, con respecto a la variación de cabezas de ganado existente en el país. En cuanto al precio, se observa que ha presentado valores alentadores, en especial para los últimos años, causa principal de la amplia demanda de la carne paraguaya para la exportación.

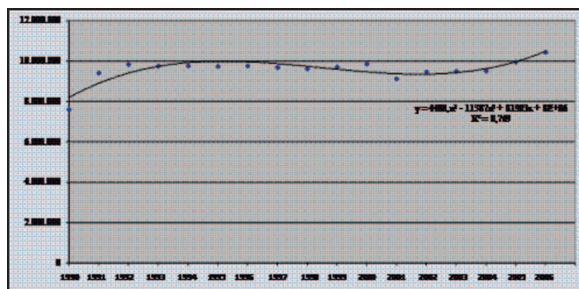


Figura 3.40: Rendimiento del número de cabezas de ganado. Periodo 1990-2006.

Fuente: DCEA/DC/MAG, 2006

En el caso de la producción láctea, sólo se cuenta con una base de datos elaborada en función a proyecciones, no existen registros oficiales estandarizados del SENACSA/MAG en este sector que nos permitan elaborar un estudio serio de la tendencia.

En cuanto a los productores lácteos nucleados en el sector privado, se cuenta con información seriada para la mayoría de los medianos y grandes productores, no así de los pequeños tambos que se encuentran localizados principalmente en las cuencas lecheras de las áreas metropolitanas del país.

3.3.2 Predicción del rendimiento

Para el análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, se utilizaron dos herramientas: un modelo lineal de predicción de rendimientos y un análisis multivariado de regresión lineal múltiple, los cuales han arrojado resultados que se describen a continuación.

3.3.2.1 Modelo lineal de predicción de rendimientos

La predicción de los rendimientos y de los precios del 2007 al 2050, teniendo en cuenta un histórico de 16 años (1990-

2006), está basada en series de tiempo, utilizando el enfoque del modelo Autorregresivo Integrado de Medias Móviles (ARIMA). Este modelo permitió suavizar la línea de tendencia, luego se utilizó el tipo de línea de tendencia lineal y polinómica, según el comportamiento que presentó cada rubro.

Este modelo no toma en cuenta las condiciones climáticas sino que es un análisis de series temporales que asume que las condiciones anteriores tienen gran influencia en las condiciones futuras y se guía por la tendencia observada en grandes periodos de tiempo, en este caso 16 años. Así, basado en la tendencia decreciente, el modelo estima lo que ocurrirá en el 2020 y el 2030.

Resultados obtenidos

Algodón

Con respecto a la proyección del comportamiento del rendimiento del algodón, se observa que será decreciente, lo que caracteriza a este rubro. El cual se mantendrá por debajo de los 850 kg/ha para el periodo de 2007-2020. Además, se observa que la disminución del rendimiento será cada vez mayor a medida que pasan los años. Se pronostica que para el 2020 se presentará un rendimiento de tan solo 429,67 kg/ha.

La proyección futura del rendimiento del algodón para el periodo de 2021-2050 también es decreciente, incluso llegando a situaciones extremas de arrojar solamente pérdidas bajo esas mismas condiciones. No obstante, el precio tenderá a ser creciente ya que se deduce que habrá escasez de productos en el mercado. Además el valor de producción es negativo, lo cual nos indica que las pérdidas serán cada vez mayores si se presentan esas mismas condiciones. La variación de rendimiento es de 32,361 kg/ha menos de un año a otro.

Caña

La proyección del comportamiento del rendimiento de la caña de azúcar, será prácticamente constante, manteniéndose entre 47 y 47,5 t/ha. En el periodo de 2007-2020 se mantendrá por debajo de los 47,5 t/ha. No obstante, se observa además que el rendimiento irá aumentando levemente. Se pronostica para el 2020 un rendimiento nuevamente de tan solo 47,507 t/ha. Así también se observa que el valor de la producción con respecto al comportamiento del rendimiento esperado será creciente, es decir, que para el periodo 2007-2020 el rendimiento de la caña de azúcar solo arrojará ganancias. Con respecto al precio, se estima que irá en aumento, viendo además que este rubro está pasando a ser uno de los rubros de mayor trascendencia económica en el país. La proyección futura del rendimiento de la caña de azúcar para el periodo de 2021-2050, se muestra nuevamente constante en un rango de 47 a 48 tn/ha, e incluso arrojará ganancias para todo el periodo de 2021-2050, bajo esas mismas condiciones. Además el precio tenderá a ser creciente, con valores de producción positivas. La variación de rendimiento de un año a otro será variable, pero siempre positivo. Se estima que para el 2050 el

rendimiento de la caña de azúcar será de 48,407 t/ha, con una variación del rendimiento de 0,0445 t/ha, se venderá a un precio aproximado de 955.752 Gs/ha y se obtendrá un valor de producción de 42.530,9818 Gs/ha.

Maíz

Según el análisis, el rendimiento del maíz seguiría en aumento, de 2.504 kg/ha en 2007, elevándose a un poco más de 3.000 kg/ha en el año 2020. La variación interanual de producción se mantendría igual, con 41 kg/ha. El precio pagado por el maíz iría en aumento hasta llegar a ser pagados alrededor de 1.600 Gs/kg en el año 2020, ofreciendo un panorama favorable para la producción. Siguiendo la tendencia, las proyecciones hasta el año 2050 señalan un crecimiento sostenido de los rendimientos promedios de 3.076 kg/ha que se observaría en el 2021 hasta llegar a 4.262 kg/ha en el año 2055 para suplir al mercado.

La variación de 41 kg/ha observada en el rendimiento se mantendría igual a los años utilizados como base para la proyección. No así los precios que continuarían aumentando: de 1.755 Gs/kg que se registraría en el 2021 hasta llegar aproximadamente a 6.039 Gspagados por cada kilogramo de maíz vendido.

Mandioca

La proyección del rendimiento del cultivo de la mandioca indicaría un incremento progresivo de la producción, aumentando alrededor de 1.000 kg/ha, desde el 2007 con 17.611 kg/ha hasta 29.616 kg/ha que se tendría en el 2020. En condiciones ceteris paribus de mercado, se pagaría siempre mejor el kilogramo de mandioca aumentando 100 Gs/kg año tras año, lo que significa que junto con el aumento de producción se tendrían valores de producción positivos. Entre los años 2021 a 2050 se observaría un comportamiento en donde al cultivar mandioca se tendrían mejoramientos de la producción de alrededor de 1.500 kg/ha los 14 primeros años, aumentando a ± 2.500 kg/ha el resto de los años proyectados. En términos monetarios, significa que el cultivo reeditaría en periodos de aproximadamente 4 años más de 1.000.000 Gs/ha por periodo.

Poroto

En cuanto a la proyección de la producción del poroto, la misma irá progresivamente aumentando un 10 % para el año 2020 llegando a los 935,76 kg/ha. La relación de productividad con el periodo anterior aumentaría a 9,84 kg/ha del 2006 para el 2007; los siguientes 2 años se registraría un leve descenso, para luego aumentar sostenidamente en aproximadamente 1 kg/ha cada cuatro años llegando a 7,47 kg/ha.

Si las condiciones se mantienen constantes en cuanto a los precios pagados por el kilogramo de poroto, significaría que se registrarían valores de producción positivos, significativamente superiores con relación a los años de 1991 a 2006, pasando de 39.312 Gs/ha en el año 2007 a 71.182 Gs/ha para el 2020. En los siguientes 29 años se observarían rendimientos muy

prometedores con respecto a los actuales, superando los 940 kg/ha en el año 2021, con una variación de 7,71 kg/ha, lo que significaría en términos económicos una ganancia de 77.636 Gs por cada hectárea de poroto producida. Esta realidad está sujeta a la condición ceteris paribus. Un panorama similarmente positivo sucedería en todos los años siguientes, donde se observaría una mejora año tras año de la productividad, redituando en beneficios mayores al productor.

Soja

El panorama de la productividad de la soja no es muy alentador, ya que los rendimientos disminuirían de 2.000 kg/ha a $\pm$ 1.500 kg/ha hasta el año 2010. Manteniéndose siempre una variación interanual negativa se observaría que la producción sojera se vería muy comprometida llegando a un valor de 200 kg/ha en el año de 2013. A partir de ese año las proyecciones demuestran valores con rendimientos negativos. Obedeciendo la ley de la oferta y demanda, los precios se dispararían por la escasez de la oleaginosa. En los años 2021 al 2050, la soja arrojaría resultados negativos en cuanto a rendimientos, esta perspectiva no es favorable para el desarrollo del cultivo.

Sésamo

El comportamiento del rendimiento del sésamo muestra que irá aumentando levemente en condiciones ceteris paribus, de 779 a 2.155 kg/ha para los años del 2007 hasta el 2020. Así también se observa que el valor de la producción con respecto al comportamiento del rendimiento esperado será creciente, es decir, que para el periodo 2007-2020 el rendimiento del sésamo solo arrojará ganancias. Con respecto al precio, se estima que irá en aumento, viendo además que este rubro está pasando a ser unos de los rubros de mayor trascendencia económica en el país, principalmente como nueva alternativa de diversificación para pequeños productores. La proyección futura del rendimiento del sésamo para el periodo de 2021-2050 es creciente, se observarían variaciones positivas de rendimiento año tras año. Acompañando esta misma tendencia de aumento progresivo se comporta el precio, lo que significa que el valor de producción será siempre positivo y con valores cada vez mayores, llegando a redituar más de 8.600.000 Gs/ha, solamente por la variación del rendimiento.

Ganado

La proyección de la cantidad de cabezas de ganado que existirán en el país durante el periodo 2007 al 2020, se observa que será creciente, demostrando que se tendrán grandes aumentos en la producción ganadera si se mantienen las mismas condiciones, llegando en el 2020 a alcanzar 51.055.160 cabezas de ganado distribuidos por todo el Paraguay. Así también, se observa que el valor de la producción con respecto al comportamiento de la cantidad de ganado y el precio de ganado en pie proyectado esperado será creciente, es decir, que para el periodo 2007-2020 solo arrojará ganancias. Las variaciones proyectadas de un año a otro son bastante alentadoras, lo que demuestra el financiamiento de este rubro, tanto en el mercado local como internacional.

La proyección futura de la cantidad de cabezas de ganado para el periodo de 2021-2050 también se demostrará creciente. Este análisis nos permite resaltar que para el 2050 se tendrá 61.497.272 cabezas de ganado, distribuidos por toda la Región Oriental y occidental del país, e inclusive arrojará ganancias para todo el periodo si mantiene las mismas condiciones dadas durante el periodo 1990 al 2006. El precio tenderá a ser creciente, con valores de producción positivos. La variación de un año a otro será variable pero siempre positiva.

3.3.2.2 Análisis multivariado de regresión lineal múltiple

Fueron consideradas las series históricas de las variables en estudio (1990-2006); para cada una de las respuestas (variables dependientes) de la serie, fueron calculados los valores medios de los fenómenos climáticos de influencia, considerados dentro de su ciclo reproductivo.

Se utilizaron los resultados mencionados en la Sección escenarios climáticos y que se relacionan con las salidas para los horizontes temporales de 2020 y 2050, de los dos escenarios SRES A2 y B2, de los cuatro modelos climáticos de mejor ajuste sobre la región: HADCM3 (modelo del Hadley Centre - Reino Unido), ECHAM4 (modelo del Max Planck Institute - Alemania), CSIRO-mk2 (CSIRO - Australia) y GFDL-R30 (GFDL - USA).

Los valores promedios de ambos escenarios fueron aplicados para la construcción del modelo mediante un análisis multivariado de regresión lineal múltiple, utilizado como predicción de eventos por el método de mínimos cuadrados con el paquete estadístico SPSS 11.5. Se asumió que las únicas variables son las climáticas y que las demás variables (valores de producción) permanecen constantes. Las consideraciones fueron realizadas sobre la agricultura y la ganadería, y las posibles influencias que podrían tener los efectos del clima (temperatura y precipitación). Este modelo utiliza los valores de predicción para la temperatura y la precipitación para los años 2020 y 2050, al igual que los previstos para el rendimiento de los rubros, y observa la correlación entre ambas variables, utilizando un análisis multivariado de regresión lineal múltiple y el método de mínimos cuadrados.

Básicamente, la diferencia entre este método y el anterior es que el primero no toma en cuenta la variación climática sino la tendencia de los precios y el rendimiento de series históricas, en cambio este toma como variables la temperatura y la precipitación, dejando como constante los valores de producción.

Resultados obtenidos

El modelo planteado no arrojó resultados significativos para 5 de los 8 rubros en estudio. Las conclusiones obtenidas con la aplicación del modelo se presentan a continuación:

Algodón

La ecuación del plano que relaciona la temperatura y la precipitación con el rendimiento del algodón es la siguiente :

AL = - 4265.198 + 116.905Tns + 19.063P* ; R2 = 0.517

La bondad de ajuste explicada por el modelo es de 52%; modelo con una alta significación por la correlación de la precipitación en la respuesta, sin embargo el cambio de temperatura no influye en gran medida sobre el rendimiento. Bajo las condiciones climatológicas proyectadas, se pronostica un rendimiento promedio del algodón en dos escenarios y en dos periodos de tiempo:

Cuadro 3.1: Rendimiento del algodón / Escenarios A2 y B2 según modelo propuesto

Rendimiento kg/ha	Escenario A2	Escenario B2
	1.421,22	1.400,78
	1.561,48	1.518,64

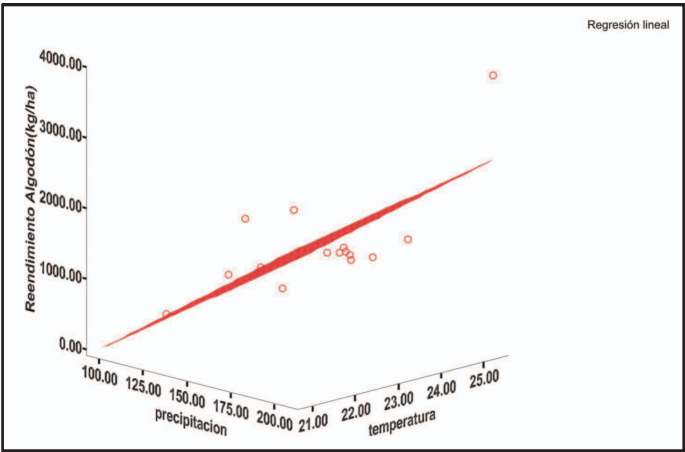


Gráfico 3.8: Dispersión del rendimiento de algodón con relación a la temperatura y la precipitación.

Soja

La ecuación del plano que relaciona la temperatura y la precipitación con el rendimiento de soja es la siguiente:

$$SO = -1997.225 + 185.867T^* + 0.693Pns; R2 = 0.359$$

Con una bondad de ajuste explicada por el modelo de 36%; modelo con una alta significación por la correlación de la temperatura con la respuesta, sin embargo la cantidad de precipitación no influye en gran medida.

Cuadro 3.2: Rendimiento de la soja / Escenarios A2 y B2 según modelo propuesto

Rendimiento kg/ha	Escenario A2	Escenario B2
	2.679,32	2.654,03
	2.856,76	2.803,06

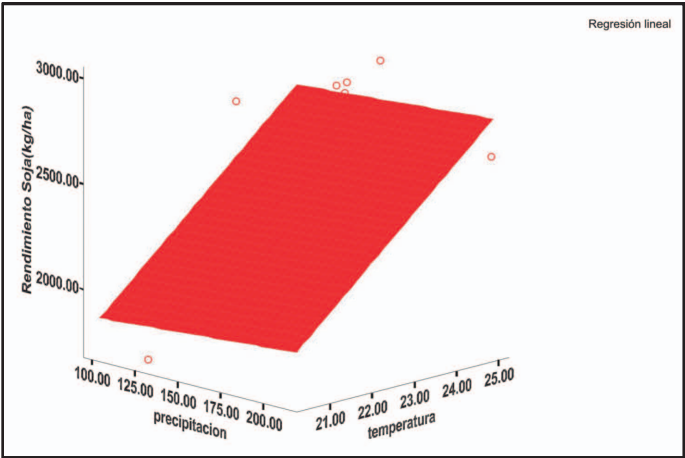


Gráfico 3.9: Dispersión del rendimiento de la soja con relación a la temperatura y la precipitación.

Cantidad de carne para exportación

La ecuación del plano que relaciona la temperatura y la precipitación con la cantidad de carne para exportación es la siguiente:

CE = 2666674.31 - 1939.201Pns - 94587.212T*²; R2 = 0.488

Con una bondad de ajuste explicada por el modelo de apenas el 49%; sin embargo, este modelo es significativo por la correlación existente entre la temperatura y la respuesta.

**Cuadro 3.3: Rendimiento de la carne vacuna para exportación
Escenarios A2 y B2 según modelo propuesto**

Rendimiento kg/ha	Escenario A2	Escenario B2
	309.256,78	322.828,66
	217.343,38	245.432,99

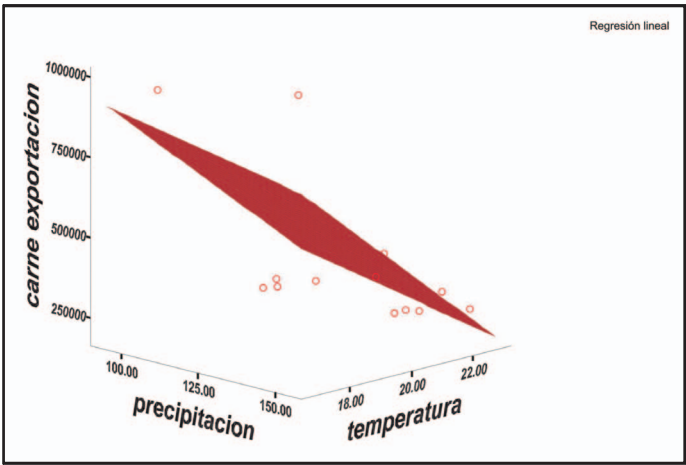


Gráfico 3.10: Dispersión de la cantidad de carne para exportación con relación a la temperatura y la precipitación.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que el sector agrícola ganadero representa una de las actividades económicas más importantes del país, el estudio de la sensibilidad y vulnerabilidad al clima, tanto de los rubros relacionados al autoconsumo como también de aquellos de renta, constituye una herramienta clave para la planificación nacional, pues una variación en su rendimiento podría significar un problema de seguridad alimentaria y afectar a la economía nacional.

Los resultados obtenidos en los modelos planteados no deben tratarse como resultados estáticos. En el primer caso, las variables climáticas no están incluidas sino que se realizan las proyecciones en base a los rendimientos históricos contemplados. En el segundo caso, las variables climáticas están incluidas, pero las incertidumbres del modelo planteado son importantes y se deben principalmente a:

- * Las variables consideradas, temperatura y precipitación, son tratadas de forma separada, no interactúan entre sí, por lo tanto no existe una combinación de los efectos.
- * Se utilizan valores promedio de las variables climáticas.

Resulta importante complementar los resultados obtenidos con estudios más recientes, tales como el “Estudio regional de la economía del cambio climático”, realizado por la CEPAL, 2009, y “La evaluación de los flujos de inversión y financieros”, PNUD, 2011.

3.3.3 Medidas de adaptación

Por otra parte, se realizaron consultas y salidas de campo a fin de observar in situ la ejecución de algunas medidas que busquen la adaptación frente a este fenómeno. Se observó que existen esfuerzos estatales en algunos casos, y en otros particulares, en el cual el desarrollo de las actividades productivas está hecho de manera tal a mitigar los impactos que ocasiona en las plantas y los animales el efecto combinado de las altas temperaturas y la humedad, lo cual ha llevado a desarrollar un sistema de manejo con características únicas en el país. En base a estas medidas, se seleccionaron y categorizaron las mismas y se ofrecen las medidas de adaptación recomendadas para el sector agropecuario en Paraguay.

Perspectivas de adaptación del sector agrícola

Experiencias específicas enfocadas desde la perspectiva de adaptación del sector agrícola al cambio climático, probablemente no existan en el país. Sin embargo, se pueden mencionar como experiencias de adaptación agroclimática interesantes a las siguientes:

- * Zonificación de cultivos: En el marco del proyecto FAO-GCP/RLA/126/JPN, se han elaborado mapas de zonificación

agroecológica para 12 diferentes cultivos de renta y consumo, así como cuatro proyectos piloto para asegurar una cosecha segura en cultivos como algodón, sésamo, soja y banana. Hay apoyo permanente a los productores sobre los riesgos de la producción, con base en las predicciones meteorológicas que se divulgan en boletines bimensuales.

- * Sistemas de siembra directa o laboreo mínimo: Es considerado como un sistema de labranza conservacionista, pues al reducirse el uso del arado al mínimo, conserva mejor la humedad a nivel del suelo, mantiene más fresca la temperatura del suelo, reduce la erosión hasta cerca del 100% y el escurrimiento superficial del agua en un 98,7%, las emisiones de GEI y aumenta el contenido de materia orgánica. Esta técnica viene siendo implementada en el país, fundamentalmente asociada a la producción sojera, pero en los últimos años se han hecho experiencias interesantes también con cultivos como poroto, maíz y hortalizas a través del Programa Nacional de Conservación de Suelos.
- * Sistemas de producción agroforestales: Esta técnica permite, hasta cierto punto, simular las condiciones y relaciones ecológicas naturales del bosque nativo, combinando componentes forestales con la agricultura (incluyendo hortaliza y fruticultura), así como la ganadería. Experiencias exitosas son las del CPCC de Eusebio Ayala (Cordillera) y del CECTEC en Pirapey (Itapúa), entre otros. La combinación con especies arbóreas proporciona las siguientes ventajas: a) regulación de la radiación entre los diferentes estratos vegetales del sistema. Los árboles grandes disminuyen la radiación solar sobre el suelo y las plantas más pequeñas, lo cual disminuye la evaporación; b) regulación de la temperatura entre los componentes vegetales y el suelo. Por ejemplo, la planta de mandioca ejerce con sus hojas y ramas, una sombra directa sobre el suelo. Si este cultivo está asociado además con una especie forestal, por ejemplo, ybyraju (*Albizia hassleri*), una leguminosa, la radiación sobre la planta de mandioca será menor, el suelo tendrá, por tanto, menor temperatura que en el caso de monocultivo de mandioca. Este sistema es también de suma importancia en la crianza de animales, denominándose silvopastoril.
- * Sistemas biointensivos de producción: Corresponde a una experiencia exitosa en la Comunidad de Campo Ampú, en la cuenca del río Pilcomayo, caracterizada por una amplitud térmica muy fuerte. Este método es una variación de la agricultura orgánica en pequeña escala, que aprovecha al máximo los recursos naturales existentes, con mayores rendimientos aun en condiciones adversas de suelos, y un máximo ahorro en la compra de insumos; no requiere de maquinaria y aplicación adicional de fertilizantes y pesticidas; requiere menor consumo de agua, especialmente diseñado para zonas áridas o semiáridas.
- * Análisis de riesgo: La UGR del MAG publica un boletín bimensual, propicia reuniones con los productores al comienzo de cada cosecha y produce mapas, bases de datos, resultados de simulación y pronósticos meteorológicos acompañados de recomendaciones para las cosechas, conectados mediante un sistema de información geográfica que permite realizar estudios de variabilidad espacial, desde el nivel nacional hasta el nivel local.
- * Cortinas rompevientos: El método clásico de defensa de los cultivos frente al viento son los muros cortavientos o rompevientos, muy utilizados sobre todo en el Chaco. Estos son franjas más o menos amplias de plantas leñosas de hoja perenne y de rápido crecimiento (pinos, cipreses, eucaliptos), dispuestas perpendicularmente a la dirección del viento, del cual se quiere erigir una protección. Aquí hay que considerar que los vientos dominantes en nuestro país son los provenientes del Norte. La acción que desarrollan estos árboles generalmente alcanza una distancia de 15 a 20 metros por cada 1 metro de altura del mismo.

- * Uso eficiente del agua: El sector agrícola, especialmente el dedicado a la producción intensiva en ciertas regiones con déficit hídrico, sobre todo en el Chaco central, ha desarrollado sistemas de colecta de agua para suplir este déficit. Un ejemplo es el sistema de riego desarrollado en la estación experimental de Isla Po'i, en cultivos como algodón y maní con rendimientos importantes en parcelas regadas. El uso de tajamares excavados en el suelo arcilloso para la colecta de agua de lluvia es también importante, de donde se saca la tierra excavada para construir los tanques australianos. Otra nueva propuesta consiste en la construcción de tajamares con represas elevadas, que son más económicos y eficientes en la captación de agua de lluvia.

Perspectivas de adaptación del sector ganadero

Las medidas de adaptación al cambio climático de este sector incluyen:

- * Pastura de corte bajo riego. El uso de sistemas de riego minimiza enormemente la disponibilidad de agua de lluvia, aunque es necesario contar con una fuente de provisión de agua de buena calidad, ya sea superficial o subterránea. Tal es el caso de Granja Guarapi, localizada en Yguarón, a 53 km de la ciudad de Asunción, en donde existen unas 10 ha de pasto de corte implantado, tipo Camerún o Elefante y sorgo forrajero, con un sistema de riego por aspersión. Como estos tipos de pasto son de gran porte, para facilitar el riego, las cañerías del sistema están montadas sobre soportes metálicos y el agua cae en forma de fina lluvia, representando unos 5 mm por hectárea. El riego se efectúa en las primeras horas del día y las últimas de la tarde, para minimizar el efecto de la evapotranspiración.
- * Gestión de los recursos hídricos. Se debe contar con un sistema de captación del agua superficial o subterránea que puede ser: por bombeo, tipo pozo artesiano, combinado con tanque australianos para el almacenamiento del agua.

Hay que tener en cuenta que, por ejemplo, una vaca lechera de 600 kg en producción consume diariamente unos 120-140 litros para producir un promedio de 35 l de leche diarios; solamente en invierno, cuando la temperatura es más agradable, el consumo de agua por el animal desciende en un 30%. El sistema de almacenamiento del agua captada también es importante, hay que procurar minimizar el efecto de la evaporación: por ejemplo, almacenamiento subterráneo, en tanques o bajo sombra.

- * Enfriado del agua. Este aspecto es fundamental para permitir a las vacas el libre acceso durante todo el día a agua fresca y limpia, para ayudar a reponer el agua corporal perdida por la transpiración y el jadeo. Esta agua fresca reduce la temperatura corporal y el ritmo respiratorio y aumenta la motilidad rumial, el consumo y la producción de leche.
- * Efecto sombra. La sombra hace que el efecto de las altas temperaturas sea menor, también reduce la evaporación del agua del suelo. Esto se puede lograr por la acción combinada de: sistemas silvopastoriles que incluyan monte nativo, combinado con enriquecimiento del bosque nativo y plantaciones forestales (reforestación) con especies exóticas y

3: Cambio Climático: riesgos, vulnerabilidad y desafíos de adaptación en el Paraguay, PNUD, 2007.

nativas. Dejar una densidad de árboles de 40-45 ejemplares por hectárea. Esto hace que el microclima en conjunto sea más agradable y fresco. Las isletas de monte para ganadería extensiva cumplen también con esta finalidad, al igual que los sistemas de producción silvopastoriles. Las áreas de ordeño o de faena deben combinar el efecto sombra de los árboles con sombra artificial, consistente en techos de material que absorban menos el calor, como por ejemplo, tejas de material cocido, lonas de vivero, paja, cañas, etc., nunca utilizar chapas de metal, que tienen baja reflectividad.

- * Sistemas combinados (baño + ventilación). La aspersión de agua en el corral de espera resulta también un método eficaz contra el estrés calórico; combinado con ventiladores, ha sido usado con éxito en países con temperaturas extremas, como es el caso de Israel. En Paraguay, este sistema israelí es usado con éxito por Granja Guarapí, S.A. Existen a su vez dos formas de aplicación: a) aspersores y ventiladores: con aspersores que produzcan lluvia fina equivalente a 2 mm/ha; b) enfriamiento del aire: sistemas que generan fina niebla que debe evaporarse antes de llegar a la superficie del animal. Este método produce el enfriamiento del aire que, al circular sobre los animales, incrementa la pérdida de calor por convección.
- * Efecto viento. Otro factor importante para reducir el efecto de la temperatura es el viento, lo cual se logra localizando las instalaciones en un lugar suficientemente alto. Por regla general, por cada 300 m de altura, la temperatura desciende 1,6 °C, lo cual vuelve al ambiente más fresco y mejor ventilado. En la zona de La Colmena, por ejemplo, donde se hace cría de ganado lechero, a una altura de 400 m.s.n.m., con un promedio de temperatura entre 3-4 °C inferior al de la zona de llanura.
- * Biotipo animal. Este aspecto posiblemente sea uno de los factores más importantes para reducir el estrés calórico. Los ganados indios son más rústicos que los de tipo europeo. El indio fue introducido en el país en la década de 1950, para la producción de carne. En el mencionado ejemplo de Granja Guarapí, desde hace unos 10 años, el establecimiento incorporó a su plantel lechero el ganado Gyrholando, híbrido obtenido en el Estado de Minas Gerais, Brasil, como resultado de la cruce de ganado Gyr (tipo indio) con Holando (tipo europeo). Esta combinación dio por resultado la conformación de un ganado más rústico, que tolera mejor el calor, de gran vigor híbrido, con buena producción de leche (del orden de 6.000-7.000 l por lactancia = 305 días) y lo que es más importante, con una mayor producción de sólidos totales en la leche, lo cual es importante para su procesamiento e industrialización en producción láctea (leche entera y descremada, yogur, quesos, manteca, etc.).
- * Especies forrajeras o de corte. Han demostrado su adaptación a condiciones ambientales más rigurosas como las del Chaco, ciertas especies de gramíneas, en particular los pastos Búfalo (*Cenchrus ciliaris*), Estrella (*Cynodon niemfueensis*), Gatton Panic (*Panicum maximum*), Pangola (*Digitaria eriantha* var. *Pentzii*, anteriormente *D. decumbens*).

Existe también una oferta grande de leguminosas que pueden utilizarse como forrajeras. Contrariamente a las gramíneas, las leguminosas son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en simbiosis con una bacteria (*Rhizobium* sp.), las cuales se alojan en nódulos localizados en las raíces y transforman el nitrógeno atmosférico en compuestos nitrogenados asimilables por las plantas, tales como los nitratos y el amonio, nutrientes esenciales para todas las plantas para la biosíntesis de proteínas.

Entre las leguminosas ya introducidas como forraje se encuentran: *Stylosanthes hippocampoides*, *S. hamaca*, *S. scabra*, *Lotononis bainesii*, *Macroptilium atropurpureum*, *Alysicarpus vaginalis* y *Chamaecrista rotundifolia* para suelos arenosos. Para suelos arcillosos pesados se encuentran: *Desmanthus virgatus* (nativa del Chaco), *Clitoria ternatea*, *Leucaena leucocephala*, especies estas últimas que están siendo estudiadas actualmente.

3.4 Ecosistemas frágiles

Los ecosistemas frágiles son aquellos ecosistemas altamente susceptibles al riesgo de que sus poblaciones naturales, su diversidad o las condiciones de estabilidad decrezcan peligrosamente o desaparezcan por la introducción de factores ajenos o exógenos.

La estabilidad en un sistema ecológico depende de la capacidad que tiene éste para mantener su estructura y función, dentro de ciertos umbrales, frente a disturbios ocasionados por fenómenos naturales o por la acción del hombre. Cuando los disturbios son crónicos, como ocurre generalmente en la región del Chaco por la implementación de sobrepastoreo, se producen alteraciones que en algunos casos conllevan a cambios en la trayectoria de la sucesión en la vegetación y, como consecuencia, se cuenta con sistemas ecológicos estructural y funcionalmente transformados.

Ante el abanico de fragilidades que los ecosistemas del Chaco presentan y la diversidad de impactos que pueden aumentar su deterioro, el propósito de este estudio se basa en la medición del impacto potencial de la variabilidad climática sobre los ecosistemas frágiles del departamento de Presidente Hayes y su posible adaptación al cambio climático.

3.4.1 Generalidades del área de estudio. Departamento de Presidente Hayes

El departamento de Presidente Hayes está situado en el sureste de la región del Chaco con una superficie aproximada de 73.000 km², situado a una altura promedio de 110 m aproximadamente del nivel del mar en la zona del noreste, con una inclinación leve hacia el río Paraguay.

Se encuentra entre el río Paraguay y el río Pilcomayo. Regado por afluentes que van del oeste al este, entre ellos se cita en orden de norte a sur: el río Mosquito, riacho Yacaré Norte, riacho González, riacho San Carlos, río Verde, río Siete Puntas, río Montelindo, río Negro, río Aguaray Guazú, y río Confuso. En la parte norte del departamento se encuentran las dos lagunas grandes, laguna Ganso y laguna Salada.

El río Paraguay, que es un río de elevado caudal, nace en el territorio brasileño y en determinadas épocas del año su caudal aumenta inundando los territorios próximos. El volumen de flujo de caudal promedio en el extremo norte del departamento es de 2.000 m³/seg.

El río Pilcomayo, que corre a lo largo de la frontera con Argentina, nace en la cordillera de los Andes en Bolivia, uniéndose al río Paraguay en su extremo sur. En el extremo oeste del departamento inunda los afluentes de los ríos Montelindo y Negro. Al mismo tiempo contribuye a la formación de pantanos extensos en esas latitudes. El volumen de flujo promedio de este río es de 200 m³/seg., con grandes variaciones anuales e interanuales.

En cuanto a la red vial, por el departamento de Presidente Hayes cruza la ruta pavimentada Transchaco que une la Ciudad de Asunción con Filadelfia, ciudad situada en el departamento de Boquerón; y la ruta pavimentada que une la ciudad de Pozo Colorado (capital de Presidente Hayes) con la ciudad de Concepción, ubicada en el departamento de Concepción.

3.4.2 Clima y eventos climáticos

El clima del Chaco se caracteriza especialmente por sus temperaturas extremas, pues se mueve entre los extremos de temperatura elevada (calores del verano) y el extremo de las bajas temperaturas (templado invierno). La característica de clima continental es observable, ya que se produce una amplitud térmica media anual muy importante, alrededor de 10 °C de diferencia que se observa entre la temperatura media diaria de enero y la temperatura media diaria de julio. Puntualmente se miden temperaturas máximas extremas de hasta 45 °C durante la primavera y el verano, y temperaturas mínimas extremas de hasta -7 °C durante los meses del invierno, especialmente julio. Esta amplitud de temperaturas extremas supera los 50 °C y puede darse en cualquier año en general. Así como también puede suceder el fenómeno de que en plena estación invernal se produzcan elevadas temperaturas, o bien poseer el día caluroso y la noche fría.

Con frecuencia, en el invierno las masas de aire polar llegan trayendo consigo aire frío y seco. La advección de aire frío se produce a través del frente polar que transporta masas de aire con estas características, que a veces producen fuertes heladas en el centro y oeste chaqueño, creando un polo de heladas durante el invierno, de junio a agosto, coincidente con las zonas más secas del Chaco.

La advección del aire frío y seco desde el sur es el mecanismo principal para la ocurrencia de bajas temperaturas, que, posteriormente, por procesos de pérdidas de calor por radiación nocturna desde el suelo, se produce un fuerte enfriamiento nocturno del aire frío y seco adyacente al suelo dentro del anticiclón frío que precede al frente polar. Cuanto mayor sea la penetración del anticiclón frío, mayor es la posibilidad de ocurrencia de heladas en las noches de invierno.

Durante el verano la circulación se vuelve fundamentalmente del norte, transportando aire caliente y húmedo del norte, desde el Amazonas y el Matto Grosso. Esta corriente de aire sigue la circulación de los vientos alisios impulsados por el anticiclón subtropical semipermanente del Atlántico sur.

Durante los meses estivales, de diciembre a febrero, se observa una corriente en chorro en capas bajas (Low Level Jet, LLJ, por sus siglas en inglés), entre 1.000 y 1.500 m de altitud, que viene bordeando la cordillera de los Andes desde Perú y

Bolivia, transportando aire húmedo y caliente sobre el Chaco paraguayo, este Low Level Jet juega un rol muy importante en el mecanismo de precipitación en el Chaco paraguayo, especialmente en verano. En la atmósfera superior, se observa el desarrollo de la “Alta de Bolivia”, este anticiclón caliente se desarrolla entre 200 y 300 hPa y actúa como mecanismo de divergencia para el aire superior, facilitando los procesos de convergencia del aire húmedo y caliente en la superficie del suelo, de esta forma se facilita el desarrollo de tormentas y precipitaciones durante el verano.

Temperatura

En términos de temperaturas mínimas extremas, julio es más frío. Sin embargo, las temperaturas máximas en julio son mayores que en junio. Esta mayor amplitud térmica de julio hace que en términos medios los meses de junio y julio tengan temperaturas medias muy próximas entre sí. La razón es que en junio predominan los cielos nublados con cierta humedad residual de las lloviznas invernales, mientras que en julio el aire está más seco como producto de la invasión de los anticiclones polares. Dentro de los parámetros del mes más caliente se encuentra enero, pues en el Chaco es el mes que tiene el récord de temperaturas medias diarias más altas del año. Durante este mes se registran los días más calurosos del año, en promedio, dentro del territorio paraguayo. Las altas temperaturas coinciden con las abundantes lluvias que caen en el verano chaqueño.

Se observa que durante el año la temperatura en el Chaco presenta una forma simple con un máximo entre los meses de diciembre a enero, y un mínimo entre los meses de junio y julio. El mes más frío es el mes de julio, que tiene el récord de temperaturas más bajas del año; durante este mes se registran normalmente las heladas más fuertes del Chaco. Estas bajas temperaturas coinciden con las bajas precipitaciones que hacen que la atmósfera se encuentre muy seca, la sequedad del aire en invierno facilita el enfriamiento nocturno por pérdida de radiación de onda larga desde el suelo.

Precipitación

En condiciones de clima semiárido y subhúmedo, como son los dominantes del Chaco, las precipitaciones juegan un papel muy importante. Las precipitaciones ocurren fundamentalmente en verano, mientras que durante el invierno la sequía es la condición predominante. Si un verano es escaso en lluvia, la acumulación de agua es limitada, por lo que se torna difícil llevar adelante todas las actividades agropecuarias hasta la próxima temporada de lluvias.

Realizando un análisis de los datos de precipitación anual, se puede observar que la lluvia chaqueña presenta variabilidades que responden a ciclos bien diferenciados y que pueden resumirse de la siguiente manera:

Por un lado, tenemos una tendencia a largo plazo de aumento de la precipitación. La pendiente que es el módulo del aumento anual medio depende mucho de cada localidad, pero en general se observa una pendiente positiva con los años, es decir, un aumento de la lluvia.

Por otro lado, también se observa una tendencia a un ciclo bidecadal de aproximadamente 20 años; durante las décadas de los años 60 y 70 fueron dominantes las sequías, mientras que a partir de los años 80 se inicia un periodo húmedo que finaliza en los últimos años de la década de los 90.

3.4.3 Impactos actuales - Deforestación en el Chaco

A más de las causas climáticas, se puede determinar que la acción antrópica ha colaborado para el avance acelerado de la desaparición de estos ecosistemas.

En relación porcentual podemos decir, mediante las observaciones y análisis de los datos, que 5,67% de la cobertura vegetal de los ecosistemas del departamento de Presidente Hayes fueron transformados en tierras para la agro-ganadería o bien han sido deforestadas por sus riquezas en madera. Tampoco se debe descartar las poblaciones humanas asentadas en esta región.

En cifras numéricas se puede determinar que 414.150 ha de bosques ya no existen y fueron transformados para diferentes usos. Esto equivale a un avance de la deforestación de 82.830 ha por año. Si se toma esta tendencia numérica, podemos determinar la proyección de que en el año 2007 se tendría una cobertura vegetal de 3.010.680 ha, aumentando las áreas descubiertas por vegetación a 19,85% menos en relación con el año 1999.

En caso de que no se adopten medidas políticas de conservación y teniendo en cuenta que cada año se promedia una desaparición de 82.830 ha de cobertura vegetal natural del ecosistema chaqueño, se tendría la suma de aproximadamente 828.300 a 830.000 ha descubiertas de comunidades vegetales naturales.

Estas cifras numéricas dan una tendencia frontal a la desertificación y transformación de los ecosistemas, haciendo que cada día el Chaco paraguayo se torne más frágil y vulnerable ante las reacciones y acciones del hombre.

3.4.4 Descripción de los ecosistemas

Desarrollo metodológico

Para el logro de los objetivos del estudio y para la formación y creación de bases de datos comparativos, se elaboraron mapas básicos y necesarios para la determinación de las áreas vulnerables y adaptables de la región del departamento Presidente Hayes, tales como los mapas de áreas de acción antrópica o uso de la tierra, y los mapas de vegetación o cobertura boscosa, así como los mapas de clasificación de los tipos de cobertura según las características de los ecosistemas existentes en dicha región.

El área proyectada está situada en el departamento de Presidente Hayes con 22°10' a 25°20' de la latitud sur y a 57°10' a 60°45' de la longitud oeste del Bajo Chaco.

La construcción de los mapas para el estudio consistió en dos etapas o fases. En la primera fase, se realizaron la colección de los datos básicos, las investigaciones en el sitio, el análisis de los resultados y el trazado de la dirección básica de los límites territoriales del departamento Presidente Hayes. Y en la segunda fase se realizó el mapeo propiamente dicho. La zona de estudio cubre ocho (8) escenas de los datos del TM del LANDSAT. Los mapas de las escenas fueron proveídos por la Dirección de Sistemas de Información Geográfica de la Secretaría del Ambiente de la Republica del Paraguay. Como referencia se utilizaron mapas topográficos de escala 1:1.000.000 y de escala 1:500.000.

De las mismas se determinaron las coberturas boscosas de las comunidades vegetales, base de datos para el análisis. Estas comunidades vegetales fueron clasificadas de acuerdo a la organización estructural y fisionómica. Para organizar dichas estructuras se han tomado patrones de distribución al azar de algunos elementos que ayudan a definir la fisonomía de la comunidad vegetal, en este caso particular: bosque denso, abierto, sabana o matorral, entre otros.

Y en cuanto a la fenología, puede ser semidecídua, decíduo, siempre verde, entre otros. Además, para dicha caracterización se tomaron en cuenta factores físicos como la humedad del suelo, tipo de suelo, y su complementación con los datos de precipitación, evapotranspiración y especies de plantas típicas de cada comunidad vegetal. En base a los datos aportados por la elaboración de las imágenes de falso color se delimitaron los territorios con coberturas vegetales. Los datos numéricos de las áreas de cobertura fueron convertidos en hectáreas para mejores interpretaciones.

Como opción, en el análisis ecosistémico se ha utilizado el Sistema Ecológico del Gran Chaco en proceso de elaboración por Nature Serve, quien describe los siguientes sistemas como:

- * Sistemas ecológicos de alturas topográficas con suelos bien a medianamente bien drenados (uplands), y
- * Sistemas ecológicos de las llanuras topográficas con suelos desde mal drenados hasta inundados (wetlands).

Para facilitar el contexto ecosistémico, la ecorregión Chaco se ha dividido en cinco ecosistemas que son:

- * Ecosistema forestal o bosque,
- * Ecosistema matorral,
- * Ecosistema sabana,
- * Ecosistema rupestre, y
- * Ecosistema lacustre.

En este contexto se han determinado las 21 comunidades vegetales para la Ecorregión Chaco Paraguay - Bolivia, basados en la organización estructural y fisonómica de los mismos. Así tenemos que, de las 21 comunidades vegetales, 18 pertenecen a las del departamento de Presidente Hayes, que son:

1. El Bosque Abierto Semideciduo Estacionalmente Saturado (BASES).
2. La Sabana de Inundación Periódica (SIP). Ambos cumplen un rol ecológico importante en el flujo hídrico de los acuíferos superficiales y subterráneos.
3. El Bosque Abierto Semideciduo Estacionalmente Inundado (BASEI).
4. El Bosque Denso Semideciduo Subhúmedo (BDSH).
5. El Matorral Xerofítico Subhúmedo con Dosel Arbóreo (MXHDA).
6. El Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Saturado (BDSSES).
7. El Bosque Denso Xeromórfico Semideciduo Subhúmedo (BDXSH).
8. El Matorral Semideciduo Xerofítico (MSX).
9. El Bosque Abierto Semideciduo Xerofítico Subhúmedo (BASXH). Las cuatro comunidades vegetales dentro del ecosistema del gran Chaco albergan la mayor riqueza de especies y diversidad de especies amenazadas.
10. El Bosque Abierto Siempreverde de Inundación Periódica (BAVIP).
11. El Bosque Abierto Semideciduo Xerofítico (BASX).
12. El Bosque en Galería (BEG).
13. El Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Inundado (BDSEI).
14. El Matorral de Inundación Periódica (MIP).
15. El Pastizal en Suelo Temporalmente Inundado (PSTI). Actualmente están siendo alterados debido a la implantación de pastura.
16. El Bosque Abierto Siempreverde Semipermanentemente Inundado (BAVSPI). Ha sido muy poco estudiado hasta la fecha.
17. La Sabana Xeromórfica Subhúmeda (SXH). Posee un alto valor por su belleza escénica y es muy rica en especies de valor ornamental.
18. La Vegetación Hidromórfica Permanente (VHP). Son sitios de descanso de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos.

La descripción de estas comunidades que incluye sus principales características, superficie y localización, así como su importancia y las principales amenazas sobre las mismas, se presenta en el Anexo 3.1.

3.4.5 Vulnerabilidad y adaptación de los ecosistemas de Presidente Hayes ante los escenarios climáticos planteados

El análisis del escenario A2 de temperatura y precipitación en relación a los datos obtenidos para la Región Occidental

se llevó a cabo en base a las seis escenas presentadas en los mapas predictivos. Para ello se han tomado los datos de las medias de precipitación y temperatura de la región occidental, correspondiente a las zonas de influencia del departamento de Presidente Hayes, correspondiéndole seis de las isoyetas. Para los periodos abajo señalados y con los datos arrojados se identificaron las comunidades vegetales correspondientes.

Los escenarios de precipitación y temperatura

Periodo 2001-2030

Las zonas de mayor precipitación se encuentran situadas en el extremo sur del departamento de Presidente Hayes, donde se encuentran comunidades vegetales de zonas bajas de inundación periódica o temporal pueden verse afectados como la Vegetación Hidromórfica Permanente (VHP) puede encontrar mayor extensión de saturaciones de agua para extender su población vegetal sobre otras comunidades. Para las zonas del norte, donde las precipitaciones van en descenso, las más vulnerables desde el punto de vista de necesidad hídrica podrían ser: las Sabanas Xeromórficas SubHúmedas (SXSH), el Matorral Xeromórfico Sub Húmedo con Dosel Arbóreo (MXSHDA), el Matorral Semideciduo Xerofítico (MSX), el Bosque Abierto Semideciduo Xerofítico (BASX) y el Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Saturado (BDSES).

Con relación a la temperatura, las zonas de mayor temperatura se encontrarían en el extremo norte del departamento, donde se encuentran comunidades vegetales más vulnerables como: las Sabanas Xeromórficas Sub Húmedas (SXSH), el Matorral Xeromórfico Sub Húmedo con Dosel Arbóreo (MXSHDA), el Matorral Semideciduo Xerofítico (MSX), el Bosque Abierto Semideciduo Xerofítico (BASX) y el Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Saturado (BDSES).

Periodo 2031-2050

Las zonas de mayor precipitación, extremo sur del departamento, donde se encuentran comunidades vegetales de zonas bajas de inundación periódica o temporal, seguirán afectadas, teniendo en cuenta el análisis de varianza de los años 2001 al 2030. Aquí se destaca que no solo la Vegetación Hidromórfica Permanente (VHP) puede encontrar mayor extensión de saturaciones de agua para extender su población vegetal sobre otras comunidades, sino que el Bosque Abierto Semideciduo Estacionalmente Inundado (BASEI), Bosque Abierto Siempre verde de Inundación Periódica (BASIP), podrían mezclar poblaciones vegetales con otras, así como la desaparición de ciertas especies vegetales susceptibles a la vida hidromórfica. Para las zonas norte, donde las precipitaciones van en descenso, las más vulnerables, desde el punto de vista de necesidad hídrica, nuevamente podrían ser: las Sabanas Xeromórficas Sub Húmedas (SXSH), el Matorral Xeromórfico Sub Húmedo con Dosel Arbóreo (MXSHDA), el Matorral Semideciduo Xerofítico (MSX), el Bosque Abierto Semideciduo Xerofítico (BASX) y el Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Saturado (BDSES). Con tendencias a transformación en comunidades de sabanas permanentes o desaparición de ciertas especies intolerantes a la escasez hídrica.

El escenario A2 para el 2031 al 2050 desde el punto de vista optimista, con aumento en la precipitación media anual de 57,73 mm. En cierto modo beneficiará a las comunidades vegetales adaptadas a las saturaciones, especialmente aquellas comunidades vegetales que tienen funciones importantes en el mantenimiento del flujo hídrico de los cauces permanentes y/o temporales, entre esta comunidad tenemos al Bosque Denso Semidecídúo Estacionalmente Saturado. Desde el punto de vista pesimista, esta comunidad vegetal se verá afectada por la colmatación de suelos que serán arrastrados por las fuertes corrientes de agua de las lluvias, suelos actualmente descubiertos en gran parte de su extensión ya que está siendo afectada por la acción antrópica (quema, tala indiscriminada, construcción de carreteras, sobrepastoreo, etc.).

Para el caso del Bosque Abierto Semidecídúo Xerofítico, que tiene la característica de poseer especies adaptadas a los ambientes xéricos, éstas se verán afectadas con el aumento de las precipitaciones, puesto que el tipo de los suelos de esta comunidad vegetal, va de bien drenado a medianamente drenado, con lo que el incremento de las precipitaciones saturaría estacionalmente los suelos, transformando estos ecosistemas en sistemas saturados. Otra comunidad vegetal con tendencia a su desaparición dentro del departamento de Presidente Hayes es el Bosque Denso Xeromórfico Semidecídúo Sub Húmedo, el cual es susceptible a cualquier cambio. Es una de las comunidades que menos se adapta a los cambios, por ello su escasa superficie de cobertura. El Matorral Semidecídúo Xerofítico con características de drenaje imperfecto y con el aumento en la variabilidad de las precipitaciones, hará que el ecosistema se transforme, ya que las características xéricas de esta comunidad vegetal lo jerarquiza como de muy alta fragilidad y de poca resistencia a cambios en el sistema. Para el Matorral Xeromórfico Sub Húmedo con Dosel Arbóreo el aumento de las precipitaciones lo hace vulnerable a las inundaciones por tener suelos mal drenados, a más de poseer especies que por sus características xéricas tenderían a su desaparición, como es el caso de las familias de las Cactáceas. Otro de los factores importantes es la saturación de los suelos, pues aumentaría el proceso de salinización al cual tienden. Por último, la Sabana Xeromórfica Sub Húmeda, caracterizada por la dominancia de un estrato herbáceo y por sus suelos de moderada acidez, tendería a la vulnerabilidad con el aumento de las precipitaciones, ya que la misma es tolerante a las sequías.

Con relación a las temperaturas, las zonas de mayor temperatura oscilarían en el extremo norte del departamento, donde se encuentran comunidades vegetales más vulnerables como las Sabanas Xeromórficas Sub Húmedas (SXSH), el Matorral Xeromórfico Sub Húmedo con Dosel Arbóreo (MXSHDA), el Matorral Semidecídúo Xerofítico (MSX), el Bosque Abierto Semidecídúo Xerofítico (BASX) y el Bosque Denso Semidecídúo Estacionalmente Saturado (BDESE).

Estas características de aumento en las temperaturas en contraste con el aumento de las precipitaciones, hace que los ecosistemas del Chaco, en especial del departamento de Presidente Hayes, tengan mayor vulnerabilidad en las épocas de largas sequías. Pues las temperaturas elevadas aumentan el volumen de evapotranspiración de las especies vegetales y, por consiguiente, la susceptibilidad para la desaparición de especies que son vulnerables a las sequías. A pesar de que gran parte de las comunidades vegetales se caracterizan por adaptarse a los climas de elevada temperatura y sequías como las Sabanas Xeromórficas Sub Húmedas (SXS), el Matorral Xeromórfico Sub Húmedo con Dosel Arbóreo (MXSDA), el Matorral Semidecídúo Xerofítico (MSX), el Bosque Abierto Semidecídúo Xerofítico (BASX).

El aumento de los focos de incendios en épocas de temperatura elevada y largas sequías podría aumentar, poniendo en peligro la fauna y la flora del lugar. En cuanto a la fauna, se podría observar un escenario futuro de migraciones a otros territorios. En este sistema se verán severamente afectadas las comunidades del Bosque Denso Semideciduo Subhúmedo (BDSS), susceptibles a desaparecer por su intolerancia al fuego; las Sabanas Xeromórficas Subhúmedas (SXS), que poseen características xéricas propicias para la extensión del fuego, como así los pastizales, aunque a su vez estas comunidades vegetales de Pastizal en Suelos Temporalmente Inundados (PSTI) poseen la capacidad de resistencia al fuego en cierto grado, con posibilidad de recuperación, pero no así la fauna del suelo.

Desde el punto de vista pesimista, el aumento en la temperatura será uno de los factores de mayor importancia a tener en cuenta para determinar la vulnerabilidad de los ecosistemas, puesto que con el aumento de las temperaturas sumado a la disminución de los bosques, a causa de la acción antrópica, ciertos ecosistemas tenderían a transformarse en sabanas, como en el caso del Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Saturado. Para el mismo enfoque de análisis, se debe tener en cuenta que a mayor temperatura mayor evapotranspiración, teniendo como consecuencia menor retención de agua en los suelos, por ende, una disminución acelerada de la humedad del suelo y, consecuente con esta reacción, sequías en tiempos más cortos, que pone en peligro a las comunidades vegetales por el aumento de los focos de incendios.

Las más afectadas con el aumento de las temperaturas serán aquellas comunidades vegetales que tienen funciones importantes en el mantenimiento del flujo hídrico de los cauces permanentes y/o temporales; entre estas comunidades tenemos: el Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Saturado, en primer lugar, por su escasa cobertura y tendencia a su desaparición; luego, otras que aún poseen gran cobertura pero que no dejan de ser importantes como el Bosque Abierto Siempre verde de Inundación Periódica, el Bosque Abierto Siempre verde Semi Permanentemente Inundado, Bosque Denso Semideciduo Estacionalmente Inundado, Matorral de Inundación Periódica, Pastizal en Suelos Temporalmente Inundado y las Sabanas de Inundación Periódica.

Para el caso del Bosque Abierto Semideciduo Xerofítico, sus características de poseer especies adaptadas a los ambientes xéricos se verán afectadas con el aumento de las temperaturas, puesto que gran parte de esta comunidad vegetal está siendo utilizada para la producción ganadera y el sobrepastoreo. Sus posibilidades de desaparición serán a causa del posible aumento de los incendios. Su tendencia de recuperación dependerá de las frecuencias de las precipitaciones y del control de los focos de incendio.

Otra comunidad vegetal con tendencia a su desaparición dentro del departamento Presidente Hayes es el Bosque Denso Xeromórfico Semideciduo Subhúmedo, el cual es susceptible a cualquier cambio. Es una de las comunidades con menor adaptabilidad a los cambios, por ello su escasa superficie de cobertura, con lo que el aumento de la evapotranspiración potencial será uno de los factores que incidirán en su vulnerabilidad. En el caso del Matorral Semideciduo Xerofítico, sus características xéricas lo jerarquizan de muy alta fragilidad y de poca resistencia a cambios en el sistema, un aumento de las temperaturas lo harán susceptible al aumento de las condiciones xéricas.

Para el Matorral Xeromórfico Subhúmedo con Dosel Arbóreo, cuya tendencia a la salinización se verá acentuada por el incremento de la saturación de sus suelos, las altas temperaturas y el aumento de la evapotranspiración acelerarán el proceso de salinización de sus suelos, lo que traerá como consecuencia la pérdida de especies vegetales poco resistentes y la transformación de los ecosistemas arbóreos en sabanas con tendencia a la desertificación.

Por último, la Sabana Xeromórfica Subhúmeda, por estar amenazada por la implantación de pastura y la incorporación de la ganadería, se convierte en susceptible a los focos de incendios posibles que serán generados por el aumento de las temperaturas y las sequías, puesto que aunque esta comunidad vegetal es medianamente tolerante a las sequías y los incendios, no deja de ser vulnerable a los mismos.

En el caso de las observaciones para las comunidades y asentamientos humanos, las condiciones de aumento de las temperaturas podrían llevar a la evaporación rápida de las fuentes de agua superficiales, como de los estanques, reservorios, tajamares artificiales, entre otros, que sirven de provisión de agua para la cría de animales y para el consumo de algunas comunidades o asentamientos humanos.

En cuanto a la cría de animales, el aumento de las temperaturas hace necesario mayor necesidad de agua para el consumo animal, que es un problema actual en el territorio chaqueño.

3.5 Recursos hídricos

Desastres naturales afectan la vida de miles de personas. En cosa de minutos, un desastre natural puede producir un daño irreparable a miles de personas cada año. Muchos de los desastres naturales en las cuencas están relacionados con extremos hidrometeorológicos, donde eventos meteorológicos extremos producen tormentas, lluvias intensas, las que pueden producir a su vez inundaciones que pueden afectar en forma diferente a zonas rurales y urbanas.

El calentamiento gradual de la atmósfera acelera los ciclos hidrológico y de energía, lo que consecuentemente podría afectar la frecuencia e intensidad de eventos extremos climáticos y del estado del tiempo. Cambios en los extremos pueden ser negativos para las actividades humanas en todo el mundo, y en especial en las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná, ya que pueden afectar tanto a las ciudades como al medio rural, comprometiendo la agricultura y producción de alimento para consumo local y exportación. Otra actividad que potencialmente puede ser afectada es la generación de energía hidroeléctrica, pues la mayor parte de energía usada en la región del sudeste de América del Sur es generada en base al agua, siendo el río Paraná la fuente principal; cambios en el régimen hidrológico debido a cambios en totales anuales y extremos de lluvia pueden reflejarse en falta o exceso de agua en las represas. Otra actividad que podría ser afectada es la navegación, teniendo en cuenta que más del 50% del comercio exterior del país se desarrolla por vía fluvial. El propósito de este subcapítulo es realizar una evaluación de los componentes principales de los factores intervinientes en el ciclo hidrológico en lo que respecta a las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná, fundamentalmente en el territorio paraguayo. De acuerdo a ese

diagnóstico inicial (periodo actual) y en correspondencia a los escenarios climáticos basados en los resultados de los modelos de cambios globales, determinar los más probables condicionantes de la vulnerabilidad ambiental y socio-económica y, en base a ello, construir los esquemas de adaptación configurables que se desprenden ante las amenazas identificadas.

3.5.1 El sistema hídrico

El río Paraguay constituye el afluente más importante del río Paraná, junto con el cual es considerado el segundo sistema fluvial más importante de Sudamérica; en su cuenca y su continuación en el Paraná medio e inferior, se encuentra el mayor sistema de humedales del planeta, el Sistema de Humedales Paraguay-Paraná, que se extiende por más de 3.000 kilómetros de norte a sur y abarca más de 400.000 kilómetros cuadrados desde su extremo norte, hasta el Río de la Plata. En el norte del sistema, se encuentra el Pantanal del Alto Paraguay, con más de 140.000 kKm² (Hamilton, 1995) en Brasil, Paraguay y Bolivia, que contiene más de 650 especies de aves, 240 variedades de peces y más de 90.000 tipos de plantas, entre otras. Excluyendo las cabeceras de los ríos Pilcomayo y Bermejo, que descienden del altiplano boliviano con sus valles profundos y laderas abruptas, y la parte meridional de la margen izquierda del río Paraguay, comprendida entre los ríos Apa y su confluencia con el río Paraná, el resto de la cuenca se extiende por una inmensa llanura de naturaleza aluvial de muy escasa pendiente y con extensas planicies de inundación; la zona inundable se restringe a un ancho variable de 5 a 10 km y ocupa mayoritariamente la margen derecha, siendo el terreno de la margen izquierda más alto y firme. La cuenca del río Paraguay está constituida principalmente por una gran planicie con una superficie que abarca unos 1.095.000 km². Su nacimiento está a unos 300 m sobre el nivel del mar. El río Paraguay se puede caracterizar en cuatro zonas, que se extienden de norte a sur (Figura 3.39):

Zona 1: Región del Pantanal (parte de Paraguay y Bolivia, principalmente en Brasil).

Zona 2: Región entre el Pantanal (margen derecha en Paraguay) y el río Apa (margen izquierda).

Zona 3: Región entre el Apa y el río Pilcomayo (margen derecha).

Zona 4: Región entre el río Pilcomayo y el río Paraná.

El lecho del río acusa un perfil longitudinal muy regular a lo largo de su trayecto. La cota del lecho varía de 125 m sobre el nivel a la entrada en El Pantanal a 48 m sobre el nivel del mar, al final de la zona 4, en la confluencia con el río Paraná, teniendo un gradiente hidráulico muy débil, causa por la cual se forma un sinnúmero de meandros en su recorrido de 2.500 km aproximadamente.

La delimitación topográfica (planialtimétrica) de las áreas que vierten sus aguas provenientes de las precipitaciones, están dadas por las cuencas y subcuencas; las cuencas principales son las de los ríos Paraguay y Paraná, cuyas áreas de captación de las aguas exceden el territorio nacional, es así que el aporte de superficie de soberanía nacional está dado por las subcuencas afluentes a las cuencas ya mencionadas. Las subcuencas principales del río Paraguay (Región Oriental) son la del Apa, Aquidabán, Ypané, Jejuí, Manduvirá, Piribebuy, Salado, Subcuenca de Asunción, Paray, Tebicuary (la más importante cuenca interior del país), Ñeembucú. En



Figura 3.41: Zonas de la cuenca del río Paraguay

la Región Occidental, tenemos el Negro, Montelindo, Aguaray Guazú, Confuso, Pilcomayo. Las cuencas que aportan al Paraná son las del Piratiy, Karapá, Itambey, Acaray, Monday, Ñacunday, Yacuí Guazú, Tembey, Pirauyui, Pirapó, Capiibary, Mboy Cae, Quiteria, Tacuary, Aguapey, Atinguy, Yabebyry.

Acuíferos

Los principales acuíferos del Paraguay forman parte de dos cuencas geológicas preponderantes. En la Región Oriental conforman la gran cuenca del Paraná, y los principales acuíferos son:

Acuífero Caacupé: constituido por areniscas y conglomerado basal, es un acuífero de extensión restringida, con un espesor de 300 m, afectado por numerosas fallas, permeabilidad mediana con caudales de pozos de $22 \text{ m}^3/\text{h}$ y caudales específicos de $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, en media. Acuífero Coronel Oviedo: compuesto por sedimentos de origen glacial, siltitas, lutitas y areniscas. Acuífero local, con espesor de 650 m, permeabilidad variable con caudales medio del orden de los $8 \text{ m}^3/\text{h}$ y caudales específicos de $0,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, pudiéndose mejorar con la ubicación cercana a estructuras geológicas. Acuífero Independencia: Este acuífero presenta alternancia de areniscas y siltitas, acuífero local. Tiene un espesor de 700 m, permeabilidad baja, con caudales de pozos, dependiendo de la ubicación, del orden de los $10 \text{ m}^3/\text{h}$ y caudales específicos en media de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Acuífero Misiones: La Formación Misiones, que es la principal unidad dentro del Sistema Acuífero Guaraní, está conformada por areniscas de color rojizo, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, porosidad y permeabilidad media a alta. Los caudales medios extraídos de los pozos están en el orden de los $22 \text{ m}^3/\text{h}$ y caudales específicos de $1 \text{ a } 5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, estos sedimentos tienen un espesor variable de 200 a 400 m. Una parte de la misma se encuentra aflorante y otra confinada por los basaltos de la Formación Alto Paraná. La extensión de la Formación Misiones en el Paraguay, se estima en 67.000 km^2 , correspondiendo el 50 % a la zona de exposición o aflorante, es decir, que tiene características de acuífero

libre y constituye, en parte, el área de recarga. Unos 30.000 km² corresponden a la zona cubierta por los basaltos de la Formación Alto Paraná, en donde el acuífero es confinado. El confinamiento determina características de artesianismo -agua bajo presión- y termalismo -aguas con temperaturas entre 30 y 60 °C -; en el área central de la gran cuenca del SAG, principalmente en la zona de San Pablo y noroeste de Uruguay, se explotan las aguas termales (Proyecto SAG/OEA, 2009). El acuífero de referencia se extiende desde el norte de la Región Oriental del Paraguay, en el departamento de Amambay, hasta el sur del país, en el departamento de Itapúa, abarcando parte de los departamentos de Concepción, San Pedro, Amambay, Canindeyú, Caaguazú, Caazapá, Alto Paraná, Misiones y Ñeembucú (Figura 32 y Foto 1). Acuífero Patiño: El agua del Acuífero Patiño se encuentra alojada en el Grupo Asunción, conformado por las Formaciones: Patiño, Cerro Perú, e Itapytapunta. La constitución del Grupo se origina con el relleno de una gran fosa tectónica durante el Cretácico medio hasta finales del Terciario y la base de la mismas constituyen rocas de edad Silúricas y están constituidas por areniscas friables de grano grueso a fino -en el caso de las Formaciones Patiño y Cerro Perú tienen conglomerados en su parte basal-. Estas Formaciones se encuentran instruidas por rocas intrusivas básicas de edad Oligocena-Miocena. Este acuífero, de extensión restringida, abarca parte de los departamentos de Central y Paraguari. Acuífero Alto Paraná: constituido por derrames basálticos y areniscas intercaladas (intertrapp), es un acuífero local, de espesor de 600 a 700 metros. El agua se transmite y acumula a través de fisuras, fracturas y areniscas interconectadas hasta 200 m. La permeabilidad es muy variable, los pozos pueden dar caudales del orden de los 18 m³/h y caudales específicos del 1,5 m³/h/m.

Agua subterránea en formaciones cuaternarias

Se encuentran en paleocauces y mesocauces en la región del Chaco, y en la zona cercana al río Paraguay. Su carácter es local y de vital importancia en zonas de los departamentos de Concepción, San Pedro y Boquerón; están constituidas por arenas, limos y conglomerados, y el espesor es de entre 10 a 60 m.

Por su parte, la Región Occidental, componente de la cuenca pericratónica del Chaco, está constituida por Paleocauces y Mesocauces con agua dulce:

Acuífero Yrendá: llámase al complejo de agua subterránea confinado y semiconfinado de edad Terciario-Cuaternario, con sedimentos arenosos finos, medios a gruesos, intercalados con estratos de material arcilloso, ubicado al sur de la línea 21° de latitud Sur en el Gran Chaco Americano. Este acuífero es transfronterizo, pues se extiende en la parte andina de Bolivia (acuífero Tarijeño), parte del territorio argentino (acuífero Toba) y en el Paraguay por los territorios de los departamentos de Boquerón y Presidente Hayes, generalmente a más de 50 m de profundidad en el Oeste, reduciéndose al Este, donde descarga en los riachos al Este de Loma Plata (pe. Riacho Yacaré norte). A nivel regional se le denomina Sistema Acuífero Yrendá-Toba Tarijeño, (ISARM América).

3.5.2 Escenarios climáticos y sus consecuencias probables

La variabilidad hidrológica es comprendida como las alteraciones que podrían ocurrir en las entradas y salidas de los sistemas hidrológicos. La principal variable de entrada es la precipitación y las principales variables de salida son la evapotranspiración (que depende de otras variables climáticas, como por ejemplo la temperatura, el viento, la humedad relativa, la presión atmosférica, etc.),

y los caudales (traducido en niveles de aguas superficiales y de acuíferos subterráneos). La relación entre las variables de entrada y salida de los sistemas hidrológicos presenta un comportamiento no-lineal, en función de los diferentes subsistemas y características del sistema físico. Generalmente, la precipitación, su distribución temporal y espacial, es la principal variable de entrada. La evaporación y la evapotranspiración presentan menor variabilidad y menor efecto en las regiones más húmedas, pero con gran sensibilidad al aumento de la temperatura ambiente. Los principales efectos de la variabilidad hidrológica están relacionados con tres aspectos: modificación climática (debido al calentamiento global del planeta), variabilidad natural (efecto interanual e interdecadal, de difícil detección debido a la falta de representatividad de las series históricas disponibles), y el uso de suelo (alteraciones de las características físico-químicas y biológicas de las cuencas hidrográficas debido a efectos naturales y antrópicos). La alteración de la precipitación presenta un impacto relativo diferenciado sobre los caudales de una cuenca hidrográfica, pero la incorporación de la variable temperatura, con tendencias importantes de aumento, impacta en la escorrentía, a través de la evapotranspiración. Se observa en los datos que en los años con valores extremos (inundaciones y sequías), la respuesta de la cuenca se amplifica en relación a la variación adimensional de la precipitación.

Figura 3.42: Balance hídrico para estaciones climáticas referenciales del Paraguay, para un largo periodo de tiempo 1961-1990, 1976-2005, (Fuente de datos DMH-DINAC) y los coeficientes de escorrentía basados en el balance hídrico vertical, para los distintos escenarios de GEI, y el ensamble de los multimodelos, calculado para el periodo 2070-2100 (Fuente de datos CRU - East Anglia).

Balance Hídrico del Paraguay Largo Periodo de Tiempo por Estación									
Fuente de Datos: DMH DINAC									
	Estación Aunción, Central	Estación Ciudad del Este, Alto Paraná	Estación Concepción, Concepción	Estación Encarnación, Itapúa	Estación Mac. Esigerilla, Boquerón	Estación Pilar, Neembucú	Estación Puerto Casado, Alto Paraguay	Estación San J. Bautista, Misiones	Estación Villarrica, Guairá
P anual (mm)	1134	934	1342	1768	776	1413	1198	968	1637
T anual °C	22,7	24,5	23,5	28,4	24,5	22,1	24,5	24,8	24,8
ETR (mm/c)	1098	1068	1041	1028	733	1017	538	1038	1068
Ran off (mm)	346	826	301	732	43	396	132	629	567
Coeff de Escorrentía	0,24	0,37	0,22	0,42	0,06	0,28	0,16	0,38	0,35
1961 - 1990									
P anual (mm)	1385	928	1362	1833	825	1428	1247	968	1655
T anual °C	22,8	24,9	23,4	24,8	24,1	21,8	24,4	24,5	24,8
ETR (mm/c)	1032	1116	1044	1072	764	1088	1024	1067	1074
Ran off (mm)	353	783	318	761	61	412	222	622	582
Coeff de Escorrentía	0,25	0,39	0,23	0,42	0,07	0,29	0,18	0,37	0,35
1976 - 2005									
Coeficiente de Escorrentía Escenarios Ensamble Multimodelos									
A1F1	0,32	0,38	0,31	0,21	0,03	0,34	0,08	0,33	0,37
A2	0,34	0,21	0,33	0,24	0,03	0,36	0,09	0,21	0,28
B2	0,37	0,25	0,35	0,28	0,04	0,38	0,11	0,25	0,24
B1	0,38	0,27	0,37	0,31	0,04	0,21	0,12	0,28	0,26
2070 - 2100									

Esta condición ocurre debido a la proporcionalidad de los valores de precipitación relacionados a la de caudales: en los años más húmedos, con el aumento de la precipitación, se produce mayor aumento de caudales, ya que la infiltración aumenta poco y la evapotranspiración potencial disminuye por el aumento de la lluvia; mientras que en los años secos, la reducción de la precipitación, aumenta la evapotranspiración, lo cual reduce en mayor magnitud los caudales.

El efecto combinado de la disminución de la precipitación con el aumento de la temperatura, da como resultado un aumento en la evapotranspiración potencial mayor.

El análisis de los resultados de los modelos climáticos apunta para un aumento de temperaturas medias, tanto para los valores anuales como estacionales.

Por otro lado, si bien las precipitaciones no apuntan a una reducción significativa de las mismas, sino más bien a un relativo aumento en el sur y este del país, con el aumento estimado de las temperaturas, y los cambios en el uso del suelo, el balance hídrico se vería alterado, con una tendencia hacia la disminución de la escorrentía debido al incremento de la evapotranspiración real. Al disminuir la escorrentía también se destaca la posibilidad cierta de la infiltración hacia la baja, lo cual alteraría la recarga de los acuíferos más superficiales y de los más profundos en el muy largo plazo. Esta tendencia estará potenciada por el radical cambio del uso de la tierra en las áreas de recarga, muy especialmente en las del Acuífero Guaraní, donde el Bosque Atlántico Interior fue en su mayor parte transformado en campos de cultivos de soja y pasturas.

Los caudales de los ríos Paraná y Paraguay se verían alterados. El aumento de las temperaturas medias anuales y estacionales no harían otra cosa que variar la escorrentía, sobre todo de los aportes de las subcuencas cuyas aguas desembocan a los principales ríos, especialmente en preponderancia al río Paraguay, cuyos caudales efluentes, en términos medios, dependen en un orden del 50 % de la escorrentía del territorio nacional.

En cambio, para el río Paraná, el 90 % de su cuenca aportante se encuentra en territorio brasileiro, y de su caudal efluente, en términos medios, un 83% depende de lo entrante hasta la desembocadura del río Iguazú y este aporta, a su vez, alrededor del 11% del caudal efluente. El tramo paraguay-argentino, aporta alrededor del 6%, por lo tanto los aportes de las subcuencas del tramo paraguay son bastante menores en relación a los de la cuenca del río Paraguay, pero, sin embargo, en valores absolutos son mayores en escorrentía.

A fin de obtener la real incidencia en los caudales, se deben incluir en los análisis los escenarios climáticos resultantes para las cabeceras de estos ríos importantes, los cuales se encuentran fuera de la soberanía del Paraguay, a fin de reproducir las tendencias y variabilidades de los caudales afluentes a territorio paraguay.

El análisis anterior es válido además para el río Pilcomayo, afluente del Paraguay, cuya cabecera se encuentra en los altos de la cordillera andina, teniendo en cuenta que el aporte en el tramo paraguay-argentino, según la escorrentía resultante

de los escenarios climáticos, es prácticamente nula.

En general, los coeficientes de escorrentía del periodo 2070-2100 se verían disminuidos, en relación a los del periodo climatológico 69-90, notándose más críticamente en el norte de la Región Oriental y noroeste del Chaco paraguayo, ocurriendo anulación de la escorrentía en algunos casos (Figura 3.42).

Las Figuras 3.43 a la 3.51 indican los coeficientes de escorrentía de las medias móviles 1961-1990, 1971 - 2000 y 1976 - 2005, para las estaciones meteorológicas elegidas por su disponibilidad de datos con respecto a su longitud temporal, así como los escenarios climáticos de acuerdo a los SRES de los ensambles multimodelos para el periodo 2071 - 2100, con su correspondiente varianza para los escenarios A2 y B2, suponiendo una distribución de la campana de Gauss. Como consecuencia del análisis de los diferentes gráficos, se aprecian cambios en la tendencia a partir del periodo 2030-2060 y se acrecientan las diferencias justamente para el final del periodo de escenarios presentados.

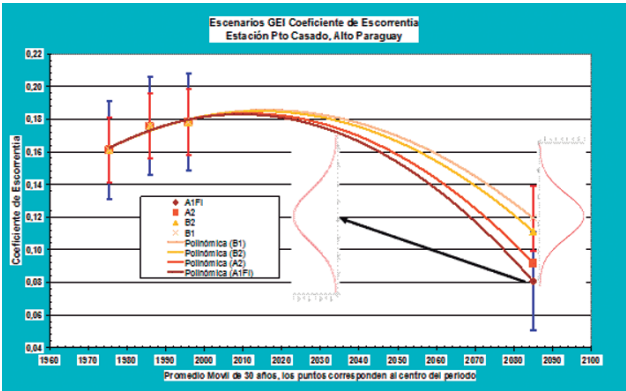


Figura 3.43: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Chaco

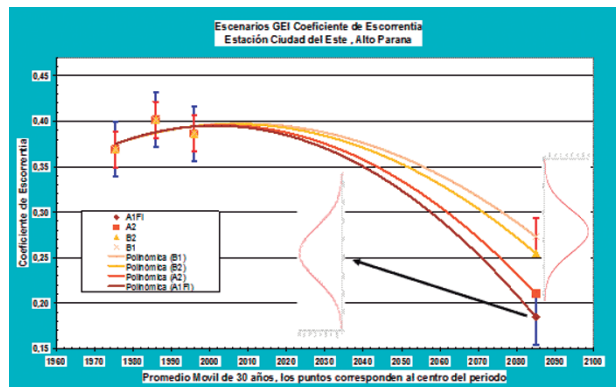


Figura 3.44: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. A. Paraná

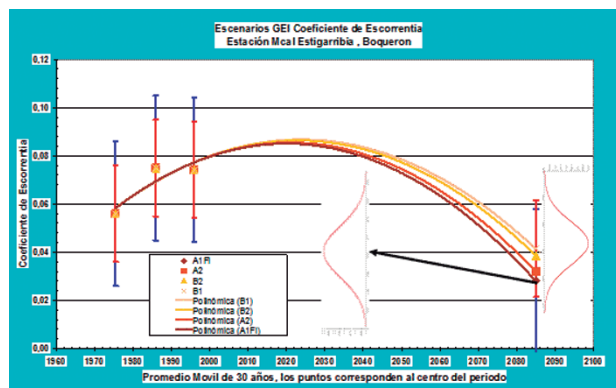


Figura 3.45: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Bajo Chaco

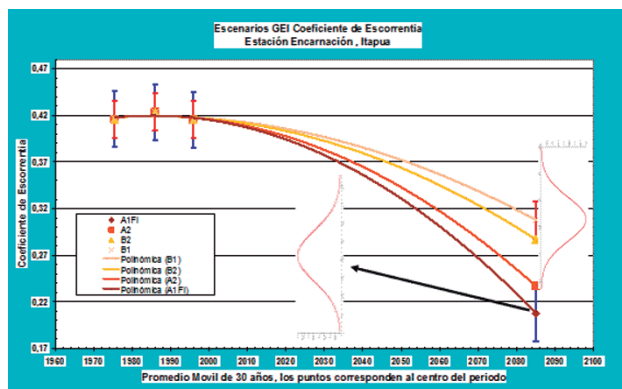


Figura 3.46: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Sur de Paraguay

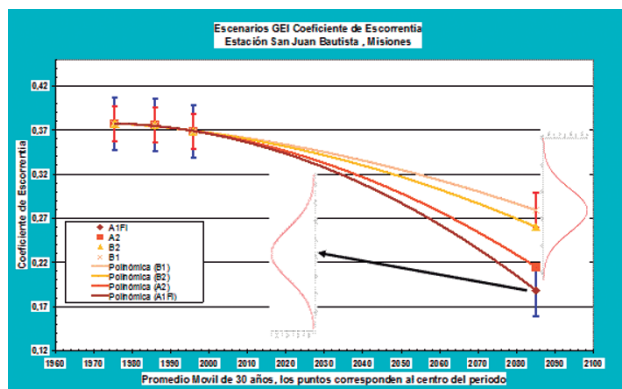


Figura 3.47: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Sur de Paraguay

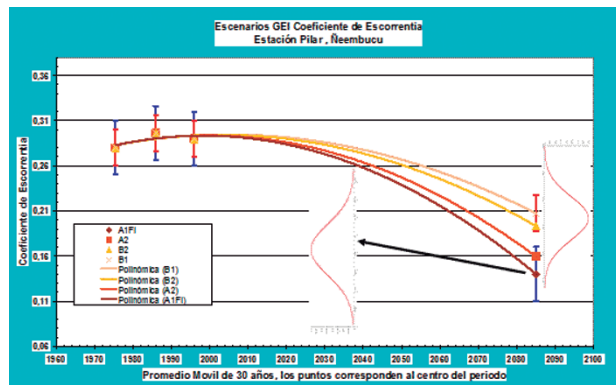


Figura 3.48: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Sur de Paraguay

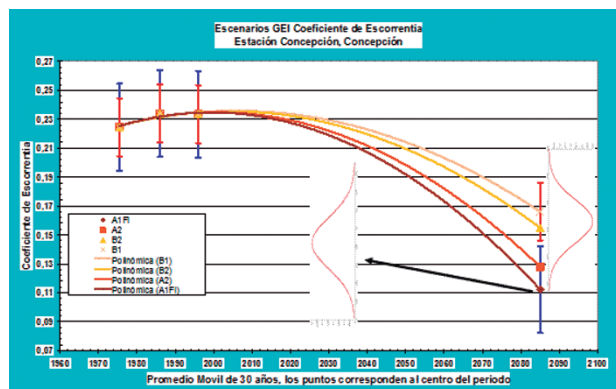


Figura 3.49: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Norte de Paraguay

En lo concerniente a la población, aquellos grupos con menos recursos y que tienen menor capacidad de adaptarse son los más vulnerables, en especial en los municipios con menor capacidad económica. La transformación a regiones semiáridas afectaría principalmente a la agricultura de subsistencia, a la disponibilidad de agua para consumo humano y animal, y a salud de la población, obligando a las poblaciones a emigrar y generando oleadas de desplazados por el clima para las grandes ciudades. Sin estar estas adaptadas a recibir importantes conglomerados humanos, crecerían los cinturones de pobreza de las grandes ciudades donde los servicios se verían resentidos y aumentarían los problemas sociales que acarrea esta situación.

Por otro lado, la navegación de los ríos principales se verá comprometida por los tirantes escasos de agua que se tendría disponible. La hidrogenación no alcanzaría permanentemente las capacidades máximas de generación, y la pesca de subsistencia y deportiva sería

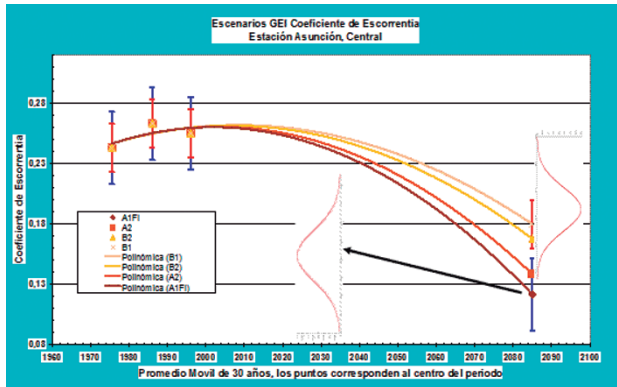


Figura 3.50: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Centro de Paraguay

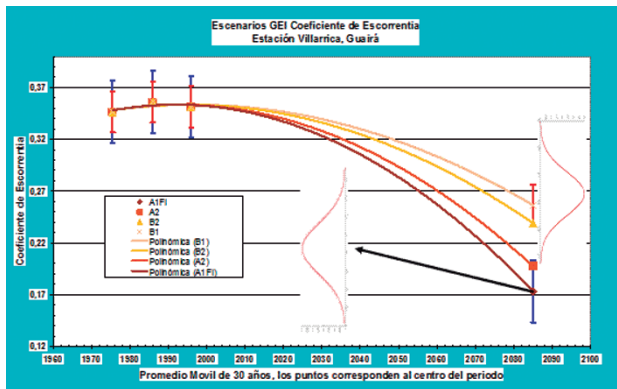


Figura 3.51: Evolución de la Escorrentía. Media de 30 años. Escenarios. Centro de Paraguay

reducida drásticamente.

Por otro lado, en las grandes ciudades, al aumentar la cobertura de techos y disminuir las superficies libres para infiltración, sumada a la escasa cobertura de desagües pluviales, las tormentas intensas ocasionarían crecidas urbanas de poca duración pero de picos muy elevados de escurrimiento.

3.5.3 Adaptación

Teniendo en cuenta los riesgos climáticos, los impactos son productos de la amenaza (cambio climático) y la vulnerabilidad de la región.

A fin de reducir los riesgos en la perspectiva futura, se debe planificar en base a los escenarios principales identificados y así crear las adaptaciones que permitan convivir y reducir los eventuales riesgos clasificados y producir impactos inmediatos en el presente mirando hacia el mañana.

Medidas y políticas de adaptación recomendadas

- * Crear estrategias comunicativas a los actores apropiados sobre las implicancias del cambio climático.
- * Incluir las estrategias adaptativas dentro de la Política Nacional de Planificación (Planes Nacionales).
- * Establecer metas de reducción de pérdidas del agua potable en redes.
- * Establecer metas de reducción de pérdidas de electricidad por robo.
- * Implementar una adecuada gobernabilidad del uso y planificación de los recursos hídricos a través de una gestión integrada (utilizar mecanismos como guías prácticas para la incorporación de riesgos climáticos, insertar medidas tecnológicas, establecer un inventario de los recursos hídricos y diseminar la información y conocimientos respecto al manejo del agua).
- * Establecer planes adecuados al nivel de los municipios con respecto al ordenamiento territorial, e introducir regulaciones adecuadas con respecto a áreas de infiltración.
- * Identificar las medidas adaptativas ya emprendidas sin estar concebidas desde el punto de vista del cambio climático.
- * Establecer planes de restauración de bosques y otros ecosistemas nativos, atendiendo muy especialmente a los bosques protectores de márgenes de cuerpos de agua y nacientes y las áreas de recarga de los acuíferos.
- * Rescatar prácticas agrícolas tradicionales, promocionar esquemas de agricultura ecológica y de siembra directa e implementar la búsqueda de material genético adaptado (semillas resistentes a los climas extremos).
- * Implementar y mejorar las redes de medición climática, hidrológicas y freáticas con un adecuada sustentabilidad.
- * Crear un Inventario Nacional de Proyectos Nacionales y una base de datos que incorporen al cambio climático.
- * Crear redes de conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los municipios del país.
- * Establecer medidas conservativas teniendo en cuenta al cambio climático en áreas protegidas y monumentos y parques nacionales.
- * Adecuar los planes de gestión, ampliación de cobertura y mantenimiento de los desagües pluviales de las ciudades.
- * Planificar la construcción de reservorios de agua en las cabeceras de los afluentes de los ríos interiores para fines múltiples.
- * Establecer acuerdos con los centros de especialización y universidades para impulsar investigaciones sobre las reutilización de aguas pluviales y del sector industrial.
- * Propender a estudios con centros especializados de investigación con respecto a la reutilización de aguas pluviales y del sector industrial.
- * Detener la deforestación en el noroeste del Chaco, especialmente en la zona de médanos y conservar el remanente de bosque nativo en el Chaco central, que son las zonas más afectadas de acuerdo a los modelos presentados en esta sección.
- * Fomentar la reforestación con especies nativas a nivel nacional y aplicar fuertes condenas a los infractores de las leyes ambientales.

4. Mitigación

El presente capítulo tiene por objetivo delinear las principales medidas de mitigación que el Paraguay podría impulsar ante el Cambio Climático, mediante un consenso de los actores clave, tendiendo con ello a reducir los impactos de los factores climáticos minimizándose las pérdidas, tanto en el sector productivo como social y ambiental. Al momento de priorizar los sectores, se tuvo en cuenta la recomendación principal a nivel mundial y que sigue el patrón de pensamiento lógico: enfocarse en aquellos sectores que constituyen principales fuentes de emisión de GEI. Conocer la situación real de cada sector mediante un diagnóstico acabado y lo más próximo posible a las condiciones reales, constituye la base de las proyecciones y tendencias que hacen al escenario de línea base. Conforme al Inventario de GEI año 2000 (resultados presentados en el capítulo 2), los sectores de mayor contribución lo constituyen el sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, el sector Agrícola y el sector Energético.

4.1 Sector Energético

4.1.1 Descripción del sector

La producción de energía en Paraguay se destaca por la producción de Hidroenergía y por el uso de Biomasa como se detalla en el Tabla 4.1. Sin embargo, el país mantiene aún una alta dependencia en el uso de combustibles derivados del petróleo, principalmente en el transporte.

Tabla 4.1: Producción Nacional de Energía (2005)

Tipo de energía	Producción en TEP ¹	%
Producción primaria		
Hidroenergía	5.459.000	43%
Leña	1.590.000	13%
Residuos vegetales	575.000	5%
Otras biomasas	155.000	1,3%
Producción secundaria		
Electricidad	4.399.000	36%
Carbón vegetal	161.000	1,3%
Derivados del petróleo	32.000	0,3%
Alcohol	17.000	0,1%
TOTAL	12.388.000	100%

Fuente: Elaborado en Base a Datos del Balance Energético Nacional 2005.

Este sector presenta dos tendencias bien marcadas: la importación es totalmente dependiente del petróleo, mientras que en las exportaciones, la energía eléctrica proveniente casi enteramente de fuente hídrica; es la dominante. El balance entre ambas es favorable a esta última, registrándose una diferencia equivalente a 2,6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) en el 2005 (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones - MOPC, 2005). Esto último se visualiza en la Tabla 4.2, al comparar la disponibilidad con la composición del consumo final de energía, donde la electricidad representa el 12%, mientras el consumo de biomasa es muy superior, representando aproximadamente 57% del total disponible.

Tabla 4.2: Disponibilidad vs. Consumo de energía

	Disponibilidad de energía en miles de TEP		Consumo de energía en miles de TEP	
Electricidad	5.459	(61%)	431	(12%)
Biomasa	2.321	(26%)	2.090	(57%)
Derivados del petróleo	1.162	(13%)	1.159	(31%)
Total	8.942	(100%)	3.680	(100%)

Fuente: Balance Energético Nacional 2005.

Los patrones de consumo del Paraguay se caracterizan por la alta demanda de productos provenientes de la biomasa que, durante el decenio 1996/2005, representó en promedio 58%. El Censo Nacional de Población y Viviendas (2002) refleja que, de un total de 1.098.005 viviendas, 658.803 utilizan leña y carbón como energía para la cocción de alimentos. En cambio, durante el mismo decenio 1996/2005, en segundo lugar se encuentran los derivados del petróleo (demandado por el sector transporte básicamente) que representan 32%. Finalmente, la energía eléctrica es consumida en menor proporción, representando 10% del consumo total. La Tabla 4.3 muestra las cantidades consumidas durante el periodo de tiempo mencionado.

Tabla 4.3: Consumo de energía por tipo

Tipo de energía	Consumo de energía en miles de TEP por año									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energía eléctrica	334	357	368	384	405	406	419	405	406	431
Biomasa	2.412	2.524	2.377	2.171	2.182	2.207	2.084	2.106	2.095	2.090
Derivados del petróleo	1.166	1.256	1.348	1.335	1.093	1.126	1.196	1.245	1.252	1.159
Total energía consumida	3.912	4.137	4.093	3.890	3.680	3.739	3.699	3.756	3.753	3.680
Total energía disponible	9.280	10.284	10.214	10.114	8.666	7.928	8.770	9.038	8.948	8.945

Fuente: Elaboración propia con datos del ViceMinisterio de Minas y Energía (VMME).

1: Toneladas equivalentes de petróleo.

En el Gráfico 4.1, se observa que, para el año 2005, la mayor parte de la energía ofertada fue consumida en el sector residencial y comercial con un 36%, seguida por el sector industrial con un 34% y el sector transporte que demanda un 28% del total de energía disponible. Si bien alrededor del 70% de este consumo de energía proviene de fuente nacional (biomasa y electricidad), no es menos cierto el hecho que todo el petróleo y sus derivados que se consumen es de origen extranjero, afectando directamente al sector transporte donde prácticamente un 98% se mueve alimentado por este tipo de energía y un 2% con alcohol.

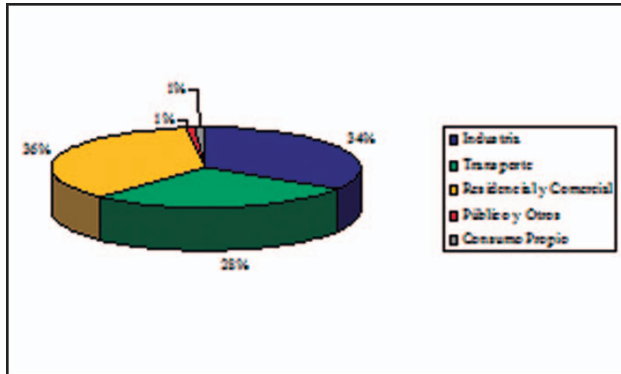


Gráfico 4.1: Consumo energético por sectores.

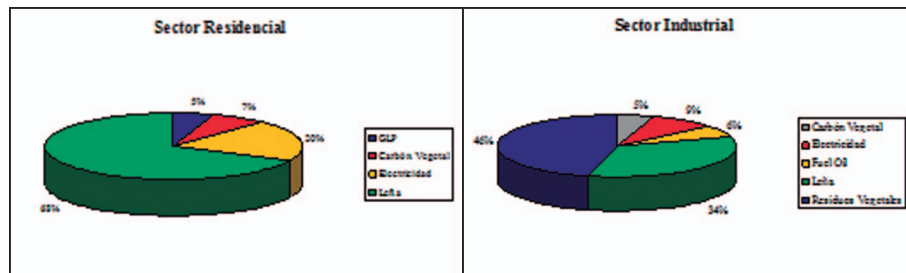
Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional (2005).

Si se realiza una nueva disgregación por tipo de energía consumida, tanto en el sector de consumo mayoritario (el sector residencial y comercial), así como en el sector industrial, puede observarse (Gráfico 4.2) que los productos derivados de la biomasa, sea en forma de leña, carbón vegetal o derivados vegetales, constituyen las fuentes ampliamente mayoritarias.

En el caso de las industrias, prácticamente el 80% de la energía consumida es biomasa. Este comportamiento es explicable debido -y como ya se mencionó con anterioridad-, a las características de las mismas que obedecen a un modelo de pequeñas y medianas empresas (Pymes), artesanales y con bajo nivel de transformación de la materia prima, a más de registrarse un bajo número de establecimientos industriales existentes.

En tanto, a nivel residencial esta característica (mayor consumo de biomasa) responde al hecho de que Paraguay mantiene aún un elevado índice de población rural (casi 50%), siendo el combustible derivado de biomasa la alternativa más abundante y, por ello, más económica, y no colisiona con la tecnología de la población campesina, por lo cual constituye la alternativa más utilizada.

Grafico 4.2: Consumo energético por subsectores



Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional (2005).

La oferta interna de energía está compuesta en un 50% por biomasa, 25% de hidroelectricidad y el restante 25% de derivados del petróleo, como se puede observar en el Gráfico 4.3. Esto indica que el 75% de la energía ofertada es de origen nacional y el 25% es de fuentes externas o importadas.

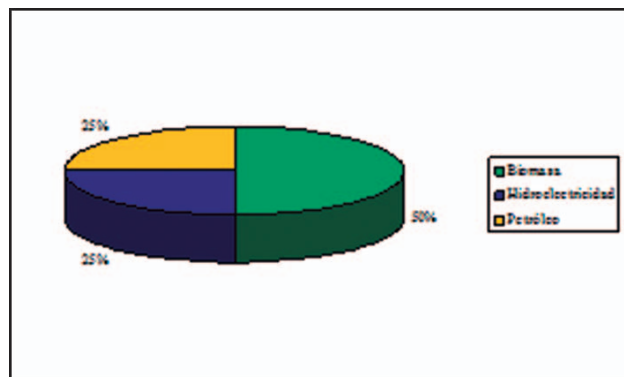


Grafico 4.3: Oferta energética nacional.

Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional.

4.1.2 Metodología de trabajo y resultados

El análisis del sector energético se basó en los siguientes pasos.

- * Construcción del escenario de línea base, incluyendo proyecciones de la demanda y oferta energética.
- * Identificación de las opciones de mitigación.

- * Ranking de las opciones, considerando compatibilidad con aspectos políticos y con aspectos técnicos.
- * Evaluación del potencial de mitigación y de los costos de las opciones.
- * Descripción de las opciones enfocando los aspectos social, ambiental y económico.

Construcción de la línea base sector Energético

A fin de medir la eficiencia de las medidas de mitigación que se vayan a seleccionar e implementar, se considera primordial la elaboración o fijación de una línea base del sector. Esta línea base se encuentra definida principalmente por el comportamiento de la oferta, así como del consumo o demanda de energía que se da en el país y que se ha dado durante un periodo de tiempo. Asimismo, la línea base analiza el comportamiento de estas dos variables a través de un escenario de proyección durante un periodo dado de tiempo que, en el caso del presente análisis, se extendió hasta el año 2050.

Para un análisis de serie de tiempo, son necesarios datos relevados durante un largo número de años, aproximadamente 30. Considerando la existencia de datos en el Balance Energético Nacional, durante un largo periodo resultó factible la realización de análisis de serie de tiempo. Si bien las proyecciones generadas mediante la utilización de la tasa de crecimiento histórico de la demanda o de la oferta energética puede resultar útil a modo de tener un panorama de partida, se observan “saltos” importantes entre los valores actuales de consumo y el incremento esperado para el intervalo de tiempo 2010-2050, debido a la existencia de valores picos con la media forzando los resultados para arriba.

El análisis aquí expuesto considera la oferta y la demanda de energía interna, excluyéndose aquella destinada a la exportación (especialmente en el análisis de la oferta energética), y en este sentido se espera que para el año 2050 la demanda energética de Paraguay se encuentre prácticamente duplicada, en tanto, el comportamiento esperado de la oferta interna de energía se triplicará, registrándose un superávit energético. El comportamiento puede verse en la Figura 4.1.

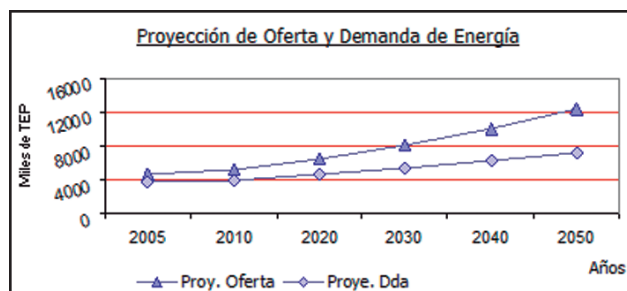


Figura 4.1: Proyección de la oferta y la demanda interna energética.

Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional.

Analizando de manera independiente el comportamiento de los subsectores que entran a formar parte de la demanda, es decir, la demanda de biomasa, la eléctrica y los derivados del petróleo, se observa un incremento “importante” en el consumo de la energía eléctrica durante el mismo periodo de tiempo analizado que, de 455 miles de TEP consumidos en el año 2006, se incrementa a 5.444 miles de TEP en el 2050.

En tanto, se espera una disminución en la demanda de biomasa, mientras la demanda o consumo de los derivados del petróleo prácticamente se quintuplicaría en el mismo periodo de tiempo. Ver Figuras 4.2 (a), (b) y (c).

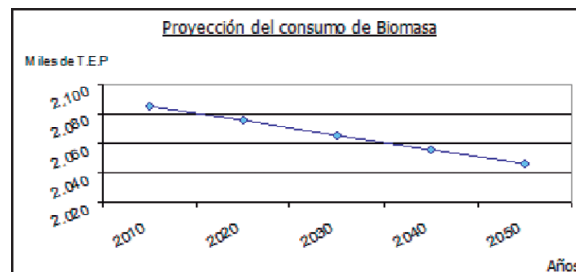


Figura 4.2 (a): Proyección del consumo de biomasa.

Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional.

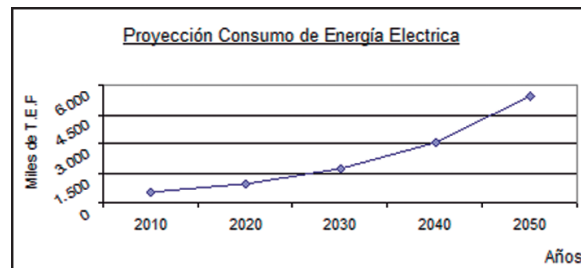


Figura 4.2 (b): Proyección del consumo de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional.

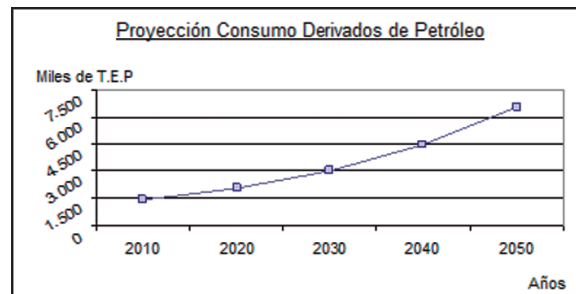


Figura 4.2 (c): Proyección del consumo de derivados del petróleo.

Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional.

El dato llamativo constituye el sector eléctrico, proyectándose un incremento significativo en la demanda. Este hecho tendría una explicación coherente si se asume una sustitución de biomasa por energía eléctrica (en el sector industrial se esperaría la sustitución, pues el sector residencial utiliza la biomasa para cocción, siendo poco viable la penetración, a escala importante, de la energía eléctrica para este uso). Por ello, se podría esperar una reducción de GEI proveniente del sector quema de biomasa/energía.

Análisis por fuentes, con supuestos

Si se analiza la demanda residencial y comercial por fuente, se esperaría una reducción del consumo de leña, mientras que se daría un aumento del consumo eléctrico, especialmente en el área rural aún no electrificado. Igualmente, podría esperarse que la demanda de carbón vegetal se incremente atendiendo al aumento de precio del gas licuado de petróleo, pues la biomasa constituye un sustituto del GLP principalmente para la cocción.

En tanto, para el sector industrial, el análisis de la demanda por fuente revela que, de introducirse medidas de mitigación, el consumo de energía eléctrica se incrementa, sustituyendo en parte a la leña, mientras se percibe un incremento del etanol.

A la luz de las medidas de sustitución introducidas, el comportamiento de la demanda del sector transporte se espera que muestre un descenso del consumo de combustible diesel, un descenso del consumo de la gasolina e incremento de la demanda del GLP (pues es más económico que los otros combustibles para el transporte), y un incremento del etanol.

Proyección de los escenarios energéticos

Utilizando el modelo de PISTONESI (2007), se construyen pronósticos del consumo final de energía para los próximos 50 años. Para ello, se asumen hipótesis referidas al crecimiento del PIB per cápita y de la población urbana, creando así los diferentes escenarios de consumo final de energía.

Las hipótesis manejadas en lo que respecta a la evolución del Producto Interno Bruto para los tres escenarios, son las utilizadas en las predicciones elaboradas por el ViceMinisterio de Minas y Energía para los años 2005-2013 en el "Plan Estratégico del Sector Energético de la República del Paraguay". Para los años que siguen, se supone que el producto seguirá creciendo a una tasa constante hasta el 2050.

Según estas hipótesis, el primer escenario, Escenario 1, es el no deseable, donde no se aplican medidas de políticas económicas activas de desarrollo y crecimiento, y la economía continúa registrando sus actuales desequilibrios estructurales.

En el Escenario 2 se aplican medidas que suponen un primer paso hacia el fortalecimiento de la economía paraguaya, haciéndola menos vulnerable. Se adoptan medidas de reforma institucional y legal que producen un clima de transparencia y estabilidad, lo cual estimula la inversión interna y extranjera.

El Escenario 3 puede denominarse como óptimo, ya que conlleva profundos cambios socioeconómicos. Supone la puesta en funcionamiento de un conjunto de medidas estratégicas, como ser: fomento a la competitividad, fomento a la innovación tecnológica y reinversión productiva, desarrollo de conjuntos productivos exportadores (clusters), entre otros. Por ende, las hipótesis sobre el PIB per cápita surgen de la división entre ambas variables (PIB y Población total). Las tasas de crecimiento del PIB per cápita más bajas se registran en el Escenario 1, donde no se aplican medidas de políticas económicas activas de desarrollo y crecimiento, y las tasas más elevadas se registran en el Escenario 3, dado que este escenario supone profundos cambios socioeconómicos.

Por su parte, la población urbana supone una tendencia inercial de continuidad con respecto a los periodos anteriores. Consiste simplemente en proyectar la población urbana en función a la tasa de crecimiento anual acumulativo promedio que ha tenido en los últimos años. Los niveles de consumo final de energía para los diferentes escenarios se indican en la Tabla 4.4. Como puede observarse, en todos los casos las proyecciones se encuentran por arriba del escenario base o de referencia.

Tabla 4.4: Tasa de crecimiento del consumo de energía

	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
Años	2004 2013	2013 2050	2004 2013	2013 2050	2004 2013	2013 2050
Proyección	3,06%	3,20%	3,60%	3,90%	4,7%	5,5%
Tasa de crecimiento de referencia o escenario base: 1,5%						

Fuente: Elaboración propia.

Existe una asociación positiva entre el consumo final de energía y el PIB per cápita y la población urbana, por lo que, a medida que se suponen tasas de crecimiento del PIB per cápita y de la población más elevadas, la línea de tendencia del consumo de energía muestra mayores niveles de consumo energético (Ver Gráfico 4.4).

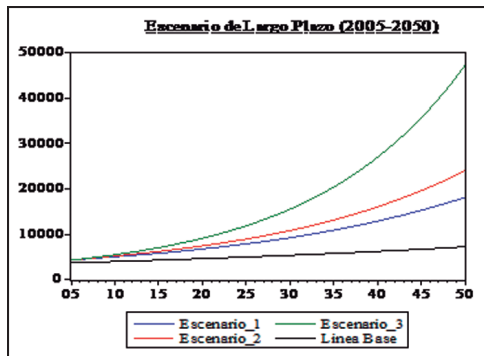


Gráfico 4.4: Escenario a largo plazo

Fuente: Elaboración propia.

Comportamiento de las emisiones del sector, considerando las proyecciones

Los resultados dan cuenta que el subsector que experimentará mayor crecimiento es el eléctrico. Para el caso paraguayo, este subsector se podría considerar como de “energía limpia renovable”, pues proviene prácticamente en su totalidad de fuente hídrica. Sin embargo, un aspecto a considerar apunta a la “eficiencia energética”, asumiéndose que se prevé un aumento considerable en el consumo. El sector de biomasa experimentaría un leve descenso por lo cual se asume que las concentraciones de emisiones de gases de efecto invernadero no registrarán incrementos provenientes de esta fuente. En cambio, el sector de consumo de derivados del petróleo experimentará un crecimiento importante (prácticamente se quintuplicará), por lo cual las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono proveniente de la combustión de los derivados del petróleo, continua siendo la arista más relevante como fuente de emisión en el sector energético.

Medidas de mitigación

Posterior al análisis de los resultados del escenario base con proyecciones a largo plazo para el sector energético paraguayo, se observa que, entre las fuentes de demanda, el sector responsable de los mayores niveles de emisión de GEI y en especial CO₂, es el sector transporte; en menor medida se sitúan las industrias, finalmente, el residencial. Entretanto, si se habla de los procesos de transformación de energía, el más importante constituye la producción secundaria de biomasa (leña y carbón vegetal). Sin embargo, la generación de energía eléctrica se considera como limpia.

Análisis de medidas priorizadas. Ranking de medidas

Como medidas de mitigación se priorizaron aquellas sugeridas o abordadas en el interior del Grupo Sectorial de Trabajo Energía (GST). El aporte original del GST se centró en medidas concernientes al sector transporte, entendido en su conjunto y no solo enfocado al sector transporte público de pasajeros; también se abordó la energía convencional, focalizándose la atención hacia el sistema eléctrico, básicamente, no como fuente de polución, sino más bien desde el punto de vista de la eficiencia energética. Los biocombustibles, como una realidad nacional ya implementada, ha sido objeto de profuso intercambio de opinión entre los miembros del grupo para, finalmente, abordarse la temática de las energías alternativas de origen solar y eólica.

El objetivo es analizar la situación-país al respecto de las alternativas mencionadas, realizando recomendaciones que podrían mejorar la implementación de cada alternativa.

Las medidas priorizadas han quedado establecidas como sigue:

- * biocombustibles;
- * sistemas fotovoltaicos rurales;
- * promoción y difusión de fogones mejorados de ahorro de leña;

- * biogás;
- * sustitución de lámparas de alto consumo por fluorescentes; y
- * energía eólica.

El ranking de medidas se realizó utilizando un enfoque cualitativo y, para ello, se tomó como base la metodología desarrollada por ECOENERGY (2000) de Ecuador, en ocasión de realizar su Segunda Comunicación Nacional al Cambio Climático (proyecto ECU/99/G31).

El análisis se realizó mediante dos matrices. La primera analizó la compatibilidad de la medida priorizada con los instrumentos de política nacional, entendida como los planes sectoriales, compromisos internacionales y la legislación nacional vigentes o actualmente impulsadas en el país y que de alguna manera influyen sobre las medidas priorizadas. Como resultado final se obtuvo el Índice ponderado de compatibilidad (Ipc).

También se analizaron las barreras que deben enfrentar las medidas propuestas en el proceso de implementación. Estas barreras fueron divididas en: técnicas, institucionales, financieras y sociales. Para cada categoría de barrera fueron, a su vez, consideradas variables que intervenían en dicha categoría. Como resultado final se obtuvo el Índice promedio de barreras (IpB).

Resultado del ranking de medidas priorizadas

De entre las medidas de mitigación identificadas y evaluadas, la sustitución de combustible fósil por biocombustibles es altamente compatible con los instrumentos de política (Ipc = 1,15). Sin embargo, la incidencia de las barreras se presenta como severa (IpB = -1,92), especialmente aquellas concernientes a las institucionales, más específicamente, capacidad técnica y coordinación interinstitucional, así como las barreras sociales en lo que respecta a la baja competitividad y al conflicto de intereses que puede suscitar la sustitución de rubros destinados a la alimentación humana por energéticos.

El biogás también presentó alta compatibilidad (1,25). No obstante, la incidencia de las barreras es muy alta (-2,2), con énfasis en barreras técnicas y financieras. La medida de mitigación al sector energético que resultó con media o moderada compatibilidad con los instrumentos de política ha sido la promoción y difusión de fogones mejorados de ahorro de leña (0,9), pero la incidencia de las barreras se mostró irrelevante (-0,83).

Las medidas de mitigación que resultaron con baja compatibilidad con los instrumentos de política han sido las siguientes:

- * sistemas fotovoltaicos rurales (Ipc = 0,5), con alta incidencia de las barreras (-1,96), especialmente las barreras técnicas;
- * implementación de la energía eólica (Ipc = 0,75), siendo la incidencia de las barreras muy alta (-2,05), especialmente las barreras técnicas (entendido este indicador como las condiciones naturales del viento / irregularidad, tanto geográfica como

- estacional, así como la intensidad) y financieras; y
- * sustitución de lámparas de alto consumo por fluorescentes ($I_{pc} = 0,64$), con incidencia moderada o media de las barreras (-1,13).

El resumen de los valores obtenidos mediante las matrices puede verse en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Resumen de ranking de medidas de mitigación priorizadas

Medidas	Índice compatibilidad (I_{cp})	Índice barreras (I_{pB})
Biocombustibles	1.15	-1.92 (severa)
Sistemas fotovoltaicos rurales	0.5	-1.96 (severa)
Fogones mejorados	0.90	-0.83 (irrelevante)
Biogás	1.25	-2.2 (muy severa)
Energía eólica	0.64	-1.13 (moderada)

Fuente: Elaboración propia.

La medida de fogones eficientes de leña presenta una oportunidad viable, pues los obstáculos para la implementación pueden ser superados con poca inversión, así como con la autogestión. A más de ambiental, esta medida ejerce un gran impacto sobre la salud humana, principalmente sobre las mujeres, por lo cual su fomento debe ser considerado en su real importancia. Asimismo, esta medida podría coadyuvar a reducir el uso de materia prima forestal disminuyéndose la presión sobre estos ecosistemas e incrementándose los sumideros de carbono.

4.1.3 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Los principales sectores demandantes de energía en Paraguay son el residencial y comercial (36%), el industrial (34%) y el sector transporte (28%).
2. Analizando el comportamiento de la demanda y oferta energética desde un punto de vista único (la tasa de crecimiento intrínseca de ambas), se espera que la demanda de energía de Paraguay prácticamente se duplique en el 2050, en tanto, la oferta se triplicaría generándose superávit. Si consideramos que el mayor porcentaje de energía consumida proviene de la biomasa, se espera que el índice de emisiones aumente. Por ello, es preciso fomentar sistemas que apunten a mejorar la eficiencia energética de aquellos que tengan como fuente materia prima contaminante (derivados del petróleo, cocinas a leña y carbón). Si se produce una mayor sustitución de este tipo de fuente por electricidad, sería un escenario deseable para el país, dado el exceso y la condición de “energía limpia”.

3. El modelo econométrico que permitió relacionar el Consumo Final de Energía (CFE) del Paraguay para el 2050 como variable dependiente, con el Producto Interno Bruto per cápita y la tasa de crecimiento poblacional como variables independientes, indica que una variación positiva de un uno por ciento en el PIB per cápita inducirá a un aumento de 0,48% en el consumo final de energía, sugiriendo una inelástica con respecto a esta variable. Sin embargo, entre la población urbana y el consumo de energía, se observa que una expansión de un uno por ciento en la primera inducirá a un aumento de un dos por ciento en la segunda. Para el pronóstico del CFE para los próximos cincuenta años, se asumieron tres Escenarios con variación distintas del PIB y el crecimiento de la población, siendo el Escenario 1 aquel donde no se aplican medidas de políticas económicas, el Escenario 3 asumen profundos cambios socioeconómicos.
4. Mediante la metodología cualitativa de Ranking de medidas, se analizaron seis de ellas, algunas priorizadas con anterioridad para este sector en el interior del Grupo Sectorial de Trabajo, a fin de evaluar dos aspectos: la compatibilidad con las medidas de políticas sectoriales y ambientales existentes, y las barreras que podrían dificultar la implementación. Como resultado del ranking, se tuvo que la sustitución de combustible fósil por biocombustibles es altamente compatible con los instrumentos de política ($I_c = 1.15$). Sin embargo, la incidencia de las barreras se presenta como severa ($I_pB = -1.92$), especialmente aquellas concernientes a las institucionales, más específicamente capacidad técnica y coordinación interinstitucional, así como las barreras sociales en lo que respecta a la baja competitividad y al conflicto de intereses que puede suscitar la sustitución de rubros destinados a la alimentación humana por energéticos.

El biogás también presentó alta compatibilidad (1.25). No obstante, la incidencia de las barreras es muy alta (-2.2), con énfasis en barreras técnicas y financieras.

Las medidas de mitigación al sector energético que resultó con media o moderada compatibilidad con los instrumentos de política, han sido la promoción y difusión de fogones mejorados de ahorro de leña con 0.9, pero la incidencia de las barreras se mostró irrelevante (-0.83).

Las medidas de mitigación que resultaron con baja compatibilidad con los instrumentos de política han sido las siguientes: sistemas fotovoltaicos rurales ($I_c = 0.5$), con alta incidencia de las barreras (-1.96), especialmente las barreras técnicas, la implementación de la energía eólica (0.75), siendo sin embargo la incidencia de las barreras muy alta (-2.05), principalmente las barreras técnicas (entendido este indicador como las condiciones naturales del viento/irregularidad tanto geográfica como estacional, así como la intensidad) y financieras. Y, finalmente, la sustitución de lámparas de alto consumo por fluorescentes muestra un índice de compatibilidad de 0.64 con incidencia moderada o media de las barreras (-1.13).

La medida de fogones eficientes de leña presenta una oportunidad viable, pues los obstáculos para la implementación pueden ser superados con poca inversión, así como con la autogestión. Esta medida, a más de ser ambiental, ejerce impacto sobre la salud humana, principalmente sobre las mujeres, por lo cual su fomento debe ser considerado en su real importancia. Asimismo, esta medida podría coadyuvar a reducir el uso de materia forestal disminuyéndose la presión sobre estos ecosistemas.

5. Con la implementación de la mezcla de biocombustible con el diesel, se evita emitir a la atmósfera, aproximadamente 226.145 toneladas de CO₂ en total para los tres años de análisis.
6. Con la implementación de los fogones a leña eficientes, la cantidad aproximada de CO₂ que se evita emitir a la atmósfera sería de 20.143,03 toneladas.
7. La disminución de los gases de efecto invernadero se verá favorecida con el aumento de la eficiencia energética. Además, disminuye la factura final abonada por el usuario. El ahorro de energía se muestra particularmente interesante para los sectores transporte, industria y residencial, donde se registran las mayores demandas energéticas.
8. Un incremento en la temperatura promedio del país incrementará el consumo de energía principalmente de uso residencial. Sin embargo, la energía utilizada para confort corresponde en un alto porcentaje a la eléctrica, por lo cual no se prevé un aumento de gases contaminantes de la atmósfera.
9. Los proyectos de diversificación energética, uso eficiente de energía y aprovechamiento de fuentes energéticas no renovables, pueden representar índices económicos y financieros menos atractivos que aquellos sistemas convencionales, por lo cual precisan, en etapas iniciales generalmente, ser financiados mediante fondos especiales que se circunscriban bajo la temática de desarrollo sustentable, tecnologías limpias, y el beneficio social y ambiental que ellos conllevan.
10. A nivel industrial, existe un gran espacio para la adopción de fuentes de energía más limpia.
11. Se considera que la sustitución de GLP por energía eléctrica, constituye una propuesta interesante de profundizar en estudios posteriores y, a su vez, podría constituir una política gubernamental, considerando el gran excedente de energía eléctrica limpia que el Paraguay posee.

Recomendaciones

El papel regulador del Estado debe verse reflejado en el control efectivo sobre el uso de los recursos energéticos y la preservación del medio, mediante disposiciones explícitas orientadas a la aplicación de la eficiencia energética, al aprovechamiento de fuentes renovables de energía, diversificación y sustitución de fuentes de energía, así como al fomento y difusión de tecnologías limpias mediante incentivos.

A fin de reducir los costos o mantenerlos sin incremento, a más de las medidas priorizadas, se mencionan las siguientes estrategias cuya observancia permitirá al país coadyuvar a reducir la problemática del calentamiento global, así como morigerar o reducir la probabilidad de impactos sobre la economía nacional y los recursos que la sostienen.

Estrategias sectoriales

- * Si bien el país dispone de un Plan Estratégico del Sector Energético del Paraguay (2004-2013), donde se contemplan diversos componentes que integran el área energética, tanto en el contexto local como regional, debe propiciarse un mayor grado de involucramiento de los actores directamente vinculados en el tema, de modo a armonizar y articular acciones efectivas.
- * Debe incrementarse el fomento de medidas que conlleven a una mayor eficiencia energética, así como aquellas que propicien el despegue de las energías renovables.

- * Fortalecer la capacidad institucional del sector Energético, evitando la atomización y dispersión de las instituciones, así como clarificando roles y funciones de cada una de ellas.
- * Incorporar la temática del cambio climático en las directrices y políticas del sector, de modo a coadyuvar en la mitigación de los efectos y las emisiones causadas por las actividades energéticas.
- * Propiciar y fomentar la adopción de políticas que favorezcan la incorporación de tecnologías limpias en el sector, tales como la importación de vehículos Flex y acceso a paquetes tecnológicos. Asimismo, las medidas orientadas a propiciar la incorporación de equipos más eficientes deben ser impulsadas desde la esfera gubernamental con el apoyo del sector privado.
- * Gestionar y canalizar recursos financieros que permitan introducir mejoras en el sistema energético, principalmente en los sectores transporte e industrial.
- * Intensificar las campañas de concienciación, educación y sensibilización de la población hacia el uso más eficiente y limpio de la energía, pretendiendo obtener una generación de personas comprometidas con su entorno.

El sector de la oferta energética

- * Establecer acciones de planificación energética integrada e integral, atendiendo al gran excedente de energía eléctrica limpia disponible en el Paraguay.
- * Transparentar el sistema de comercialización de la leña y carbón, de modo a dimensionar la cantidad real de personas que se encuentran interactuando en esta cadena de valor. Esto permitirá conocer la demanda efectiva (y con esto la emisión real) y estimar, atendiendo al stock actual disponible, el horizonte de materia prima disponible, si no se introducen medidas diferentes a las actuales.
- * Impulsar y revitalizar los Programas de Fogones Eficientes desarrollados por autoridades gubernamentales en las áreas rurales, propiciando la disminución de la presión sobre los bosques, así como la disminución de agentes que podrían causar enfermedades, especialmente a mujeres y niños rurales.
- * Las nuevas formas de producción de energía impulsadas por el gobierno, la aplicación enfática de la legislación ambiental, conteste con la creciente preocupación internacional por la cuestión ambiental, se espera que fomenten la aplicación de tecnologías limpias y el empleo de procesos energéticamente más eficientes en el país.
- * Paraguay es un país con mucho caudal hídrico, numerosos ríos y arroyos riegan el territorio nacional, por lo cual se presenta con gran potencial hidroenergético que puede ser aprovechado como pequeñas centrales de generación eléctrica, en consonancia con la legislación ambiental.
- * Se considera importante fortalecer las unidades que puedan impulsar, asesorar y brindar información sobre las fuentes de energías renovables.

Sector de la demanda energética

- * Desarrollar alternativas viables y factibles para la disminución del uso de la biomasa, tanto a nivel residencial como industrial. Estimular los mecanismos financieros que permitan la sustitución tecnológica, apoyando las tecnologías limpias.
- * Impulsar la implementación del Plan de Desarrollo de Energías Renovables, como la solar por ejemplo, mediante la incorporación

de modelos piloto, así como condiciones financieras flexibles o blandas en las etapas iniciales del proyecto.

- * Desarrollar programas de uso eficiente de la energía, principalmente en el sector rural, orientados al uso eficiente de la leña y otros recursos de la biomasa usados con fines energéticos.
- * Identificar y desarrollar esquemas o mecanismos organizativos que permitan lograr la aplicación y sostenibilidad de proyectos de fuentes alternativas, tales como los sistemas fotovoltaicos. Gestionar fuentes de financiación de proyectos a nivel de proyectos piloto o demostrativos en comunidades distantes o carenciadas del interior del país.
- * Identificar y analizar a profundidad las barreras que podrían dificultar la adopción de medidas de mitigación, tales como: información insuficiente o falta de información sobre las mejores posibilidades de uso adecuado de la energía, potencialidades y alternativas técnicas para mejorar la eficiencia de los procesos, ausencia de apoyo técnico-institucional adecuados, falta de capital y fuentes de financiamiento para cubrir los costos iniciales normalmente elevados, y ausencia de líneas de financiamiento específicas que aborden la innovación tecnológica.
- * Fomentar la sustitución de fuente energética en la industria nacional.
- * La mayor eficiencia y, por ende, mayor racionalidad en el consumo de la materia prima, debe ser fortalecida desde la esfera gubernamental apoyada por diversos sectores, en especial en lo referente a la demanda de biomasa en el sector rural y periurbano.
- * En el sector transporte, promover y difundir el uso de combustibles alternativos que generen menos emisiones. Sin embargo, esta generación energética debe respetar la seguridad alimentaria tanto local como global, por lo cual se propenderá a favorecer la utilización de aquellas especies que no son destinadas a consumo humano, tales como biomasa seca, colza, tártago, entre otras.
- * Mejorar todo el sistema de transporte público (planificación urbana y vial), atendiendo a lograr a mayor eficiencia y con ello un consumo menor de combustible fósil.
- * En el sector transporte, como un gran consumidor y con tendencias a incrementarse el consumo de energía fósil con relación al incremento del PIB per cápita, es prioritario emprender un verdadero proceso de uso racional de energía, aplicando medidas que incluyan el uso de medios de transporte más eficaces. En este sentido, y atendiendo a la gran oferta interna de energía eléctrica, se deben profundizar estudios de factibilidad técnica y económica del empleo de medios de transporte movidos por energía eléctrica.
- * Para el sector agrícola ganadero, emprender programas de aprovechamiento masivo de desechos del campo. Programas de utilización de estiércol del ganado, en proyectos de biogás constituyen alternativas útiles de explorar.
- * Se debe fomentar la participación del sector privado en iniciativas que tengan como objetivo la reducción de gases de efecto invernadero mediante una mayor eficiencia y, en consecuencia, un incremento de ingresos.
- * Las campañas de educación y concienciación a la población, proveniente de los organismos del sector gubernamental, con relación a un uso racional de la energía, la utilización de energías limpias, la sustitución de fuentes menos contaminantes, entre otras, deben reforzarse y acentuarse en aquellas zonas donde el acceso a la información es vital debido al alto consumo de materia prima, incrementando la vulnerabilidad de la población.

4.2 Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura

4.2.1 Descripción del sector

Con una superficie de 406.752 kilómetros cuadrados, el país poseía, en 1997, una cobertura forestal total de aproximadamente 11.474.637 hectáreas que representan el 28.20% del territorio nacional, según estimaciones basadas en datos de 1986-87. De este total, el 28.10% (11.437.537 ha) está cubierto por bosques naturales, 75% en la Región occidental y 25% se encuentran en la Región oriental. Tan solo, el restante 0.09% (37.100 ha) son forestaciones y reforestaciones, cuyo promedio anual de superficie plantada fue de 5.000 ha/año entre 1995 y 1998 (VALDEZ, 2002). Las actividades humanas como la agricultura y la ganadería, así como los asentamientos humanos han avanzado sobre ecosistemas naturales, sin considerar en ocasiones aspectos concernientes a la vulnerabilidad, aptitud, condiciones agro-lógicas, gestión adecuada y otros aspectos tendientes a propender a una armonía entre el entorno y el hombre. Estas prácticas imperantes se recrudecieron a partir de la década de los setenta, donde los bosques eran considerados “enemigos verdes gigantes” del progreso del país. El bosque no fue el único ecosistema sobre el cual avanzó el hombre. Los humedales, que cubren entre 15 y 20% de la superficie del país (PNUD, 2006), también han sido y siguen siendo áreas vulnerables a cambios, convirtiéndose posterior drenaje, en áreas propicias para otras actividades. Esto ha ocasionado pérdidas que aún no han sido valoradas en la diversidad biológica del país.

Economía y sector forestal en Paraguay

En la década de los setenta, el sector forestal vio favorecida su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) gracias a la política nacional de expansión de la frontera agrícola, que reemplazaba bosques (y la consecuente comercialización de rollos) por grandes extensiones de cultivo, además de la creciente urbanización y la construcción de carreteras. La aportación de dicho sector en la conformación del producto alcanza su mayor participación en 1970 con un 4.5%, disminuyendo a partir de ahí hasta llegar a 1.8% en el 2003 (BCP, 2004). En términos de producción física, el tonelaje anual estimado por el Banco Central del Paraguay fue de 6 millones de toneladas en 1992 y asciende a 6,7 millones de toneladas en el año 2001. Según el análisis sectorial que presenta dicha institución, en el 2004 el sector forestal presentó un aumento de la producción del 3.1%, gracias a la recuperación del mercado externo, principalmente el argentino, consecuencia de la paulatina e importante recuperación económica del vecino país. El PIB forestal incluye cinco rubros básicos: rollos, postes, durmientes, leña y palmas; siendo la explotación de rollos y la producción de leña las dos actividades principales que, juntas, suponen el 76% del total. La industria forestal en Paraguay es básicamente primaria, basada fundamentalmente en madera aserrada, madera laminada, y en las actividades de producción de leña, carbón, y postes como ya se mencionó anteriormente. Debido a la escasa reforestación existente con fines energéticos, aproximadamente el 97% de estas industrias primarias procesan maderas provenientes del bosque natural. La producción secundaria se basa en las industrias de contra-chapados, pisos, muebles y sus partes, y en la producción de puertas y ventanas. El sector forestal se ubica en tercer lugar en valor de exportaciones detrás de la soja, el algodón y sus derivados. Las exportaciones de productos procesados en el 2001 representaron 68.908 miles de dólares (FOB), sin embargo en los años 1997 y 1998 alcanzaron valores de 104.299 y 71.292 dólares, respectivamente. Los principales mercados de los productos forestales son el MERCOSUR (Argentina, Brasil, Uruguay), Estados Unidos, Italia, Japón, Alemania, entre otros. Otros productos de madera incluyen láminas para enchapados, pisos, machimbres, molduras, puertas, mangos para herramientas, postes para cercas y otros. Según estima-

ciones de la Federación Paraguaya de Madereros, el sector forestal en general emplea alrededor de 40.925 personas en forma directa. Esta cifra sería aún mayor teniendo en cuenta la existencia de numerosos aserraderos, carpinterías y depósitos que operan de manera informal y de los cuales no existen registros.

4.2.2 Metodología de trabajo y resultados

A fin de realizar un análisis comparable con los demás estudios de la región y el mundo, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) recomienda a los países una serie de pasos a seguir en su Orientación sobre Buenas Prácticas para Uso de la tierra, Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura (2005). Debido a la carencia de datos, el análisis no ha sido realizado a profundidad. Sin embargo, se pretendió realizar una comparación (de la variación de uso) entre dos momentos de tiempo.

El procedimiento de comparación en serie de tiempo se verificó del siguiente modo:

- * Se definió el Momento 1 de análisis (año base). Esto se puede tomar considerando datos de censos nacionales, mapas cartográficos existentes, mapeamientos y monitoreos realizados, imágenes satelitales u otras herramientas que contenga de manera clara todas las categorías contempladas.
- * Considerando el mismo concepto, se definió un Momento 2 o la fecha en que se realiza el análisis comparativo.
- * Se determinó la superficie de cambio de uso de la tierra en cada categoría mediante la diferencia de superficie entre ambos momentos. El resultado de este procedimiento es un cuadro de uso de la tierra en momentos determinados.

La característica principal de este procedimiento es que ofrece una idea de la cantidad de pérdidas o ganancias en el área de categorías de tierras específicas que son analizadas.

Unidad de análisis

Al interior del Grupo Sectorial de Trabajo, se debatió el área geográfica que abarcaría el análisis. Posterior a esto, se consideró útil enfocar tanto la Región oriental como occidental o Chaco por la mayor riqueza que podría generar el análisis. Por todo esto, se consensuó intentar realizar, de acuerdo a la disponibilidad de datos, un análisis nacional, pero por separado.

Momentos del análisis

A fin de evaluar cambios existentes en el uso de la tierra, el año base se consideró 1991, época de realización del Censo Agropecuario Nacional. Pero definir un Momento 2 o año de comparación del cambio de uso se tornó difícil debido a la falta de relevamientos de uso general del suelo, resumiéndose los estudios y monitoreos solo a la cobertura boscosa. Sin embargo, Molinas (2006) recoge datos del uso de la tierra para el año 2002, teniendo como fuente de información primaria las Encuestas Permanentes de Hogares. Se utilizó esta información a fin de disponer de un Momento 2 de comparación, tropezándose con el inconveniente de la diferencia de categoría entre

el año 1991 y el del año 2002, por lo cual el grado de comparación entre un uso y otro deber contemplar esta particularidad.

Análisis del cambio de uso de la tierra considerando las distintas categorías

La información sobre el uso del suelo en Paraguay es difusa, siendo la del año 1991 la que refleja con mayor grado de aproximación el uso, pues deriva del Censo Agropecuario Nacional. Diversas organizaciones, agencias y ministerios se han abocado a la tarea de monitoreos de superficie boscosa, barbechos, uso agrícola. Sin embargo, las cifras difieren unas de otras, probablemente debido a metodologías diferentes. Se recogen en este trabajo los relevamientos a los cuales se pudo acceder a modo de visualizar este comportamiento. Región oriental: Durante los últimos once años, la cobertura boscosa disminuyó en un 20%. No se puede precisar el porcentaje que correspondería al avance del sector agrícola ganadero, que en dicho periodo experimentó un crecimiento superior a 55%, y los asentamientos humanos, que a partir del año 1989 hasta 2002 ocupan 1.695.647 has (predominante sobre cobertura boscosa). En la Tabla 4.6, se observa que también experimentaron un cambio de uso, disminución en este caso, las otras tierras (en esta categoría se incluyen los humedales, áreas protegidas, y otro tipo no citados anteriormente). El dato esperanzador constituye el aumento de las tierras en barbecho, pues estas constituyen sumideros de carbono. Puede verse asimismo que, tanto la agricultura como la ganadería, incrementan su área de expansión en once años. Por lo tanto, cabe el análisis: si la agricultura avanzase sobre el suelo dejado por la ganadería, ésta tendría que disminuir en superficie, pero ello no se refleja en los datos. En consecuencia, se espera que el avance de ambos sectores se produzca sobre la superficie boscosa y sobre otras tierras. No obstante, la cantidad sustituida de ambas categorías es muy inferior a la expansión del sector agrícola-ganadero. Y cabe la pregunta sobre qué tipo de suelo avanzaron los sectores agrícola, preferentemente, y ganadero. Una respuesta sería que han avanzado hacia la Región occidental o Chaco.

Tabla 4.6: Región oriental - Cambio de uso de la tierra 1991-2002

Cambio de uso de la tierra (CUT) - Cifras comparativas (en hectáreas)			
	Momento 2 (2002)	Momento 1(1991)	CUT entre Momentos 1 y 2
Cultivos temporales y permanentes	2.360.962	1.616.187	744.775
Pastura natural y cultivada	6.727.976	6.266.341	461.635
Montes naturales y cultivados	1.847.034	2.312.411	- 465.377
Tierra en barbecho	541.228	494.300	46.928
Otras tierras	691.520	739.510	-47.990
Total	12.168.720	11.428.750	739.971

Fuente. Elaboración propia con datos del **Tabla 4.5**.

Se considera el presente trabajo como un ejercicio interesante, pero al momento de finalizar este informe, no se contaba con datos actualizados del Censo Agropecuario.

Análisis de mitigación. Potencialidad de Paraguay para la ejecución de actividades como sumideros de GEI

Pichs (2002) presenta un ejercicio cuantitativo que provee algunos puntos referenciales en la evaluación del potencial de un país de América Latina, en este caso Paraguay, para desarrollar actividades sumideros de gases de efecto invernadero, considerando el cambio de la cobertura boscosa y la disponibilidad de bosque per cápita.

Se presentan básicamente tres índices: la tendencia de la cobertura boscosa, como un indicador “grueso” del nivel de presión/urgencia para que el país detenga la reducción de bosques (rango posible de valores: 0-1, donde 0 indica máxima presión y 1 mínima presión); índice de bosque per cápita, como un indicador grueso del atractivo relativo del país para actividades sumideros diferentes a la forestación y reforestación (rango posible de valores 0-1, donde 0 indica mínimo atractivo y 1 máximo atractivo). El tercer índice se refiere a la superficie no boscosa per cápita, como un indicador del grado de atractivo del país para actividades de reforestación y forestación (rango posible de valores 0-1, donde 0 indica mínimo atractivo y 1 máximo atractivo).

Los datos para el Paraguay pueden verse en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7: Índices para desarrollar actividades de sumidero de GEI

Países	Índice I. Cobertura boscosa	Índice II. Cobertura de bosque <i>per capita</i>	Índice III. Área no boscosa <i>per capita</i>
Argentina	0.458	0.138	0.978
Bolivia	0.505	1.000	1.000
Brasil	0.495	0.492	0.228
Paraguay	0.486	0.677	0.410
LAC	0.486	0.292	0.280

Fuente: Pichs 2002. (Comp). Instituto de Meteorología de Cuba/ Centro de investigaciones de la Economía Mundial.

Puede observarse que el índice para Paraguay de la presión urgencia es prácticamente medio (casi mitad del rango). Sin embargo, si se considera solo la Región oriental, quizá el índice sea inferior reflejando mayor presión/urgencia sobre el recurso boscoso.

El país se presenta como medianamente atractivo para actividades sumideros, tanto de forestación y reforestación (Índice III), así como para las actividades sumideros que no representen la forestación y reforestación (Índice II).

El desafío para el sector cambio de uso de la tierra en Paraguay es, sin dudas, incrementar el área de superficie boscosa. Por un lado, la

reforestación con fines energéticos debe cobrar fuerza a fin de disminuir la presión sobre los bosques naturales; por el otro, el mantenimiento o recomposición de la cobertura boscosa original, constituida por especies nativas, como sumideros de gases de efectos invernadero, debe ser objeto de interés prioritario.

En cuanto a la superficie de bosque original, la Ley 422/73 “Forestal”, prevé que los propietarios que deseen hacer uso de su propiedad deben mantener 25% de la superficie boscosa original. Sin embargo, esta disposición no ha sido cumplida a cabalidad. Con la promulgación de la Ley 3001/06 “De Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales”, actualmente en proceso de reglamentación total, se crea la figura del incentivo económico que podría facilitar que aquellos propietarios que disponen de masa boscosa superior a la establecida como obligatoria por la Ley, participen del mercado verde, mediante la Bolsa de Valores de Asunción y ofrezcan los Certificados Ambientales generados por los servicios que brindan los bosques y, de este modo, obtengan beneficios económicos por la conservación.

Bajo esta Ley se contempla que aquellas personas que no mantuvieron 25% de la cobertura original de bosque adquieran Certificados Ambientales y con ello compensen el daño ocasionado. Es un mecanismo útil (pero no el único) que coadyuvaría a mantener la cobertura boscosa, asegurando la existencia de éstos como sumidero de carbono.

El desafío principal para el Paraguay radica en mantener e incrementar la superficie boscosa. En este sentido, la reforestación iniciada bajo estímulo de la Ley 536/05 y otros estímulos, no ha llegado a tener el éxito deseado, pues se ha reforestado una superficie aproximada de 40.000 hectáreas. La Tabla 4.8 permite visualizar las hectáreas reforestadas bajo las principales modalidades.

Tabla 4.8: Superficie reforestada bajo diferentes proyectos e incentivos

Concepto	Superficie (ha)
Ley 422/73 (Plan Nacional de Reforestación)	10.025
Decreto N° 14.047 (Régimen Compensatorio)	1.227
Ley 536/95	26.148
Fines energéticos	1.763
Bosque modelo	115
Total	39.278

Fuente: GONZÁLEZ R., s/f. Estudio de Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Documento de trabajo. Informe Nacional Paraguay.
<http://www.fao.org/docrep/007/j3292s/j3292s00.htm>.

Dependiendo del tipo de ecosistema forestal, la cantidad de carbono almacenado en la parte aérea del bosque varía. Sin embargo, las cifras más utilizadas en bosques nativos tropicales o subtropicales húmedos dicen que estos bosques almacenan en promedio entre 250-300 toneladas de dióxido de carbono por hectárea y 30% en la biomasa del suelo (CASTRO, 2000). Si mantenemos el remante boscoso por ejemplo, en la Región oriental del Paraguay (aproximadamente 1.700.000 hectáreas), se evitaría emitir a la atmósfera el equivalente a 450.000.000 toneladas de dióxido de carbono, solo considerando la sección aérea.

El sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura constituye el sector de la producción agropecuaria con la mejor capacidad para la remoción del carbono. Si el mercado de los “bonos de carbono” prospera, las forestaciones podrían constituir una alternativa válida desde el punto ambiental, observándose las demás condiciones, como la social y la vulnerabilidad de los ecosistemas donde vaya a implementarse. Estudios han demostrado que forestación con especies tales como Eucaliptus camandulensis, por ejemplo, absorben entre 344 y 439 toneladas de carbono por hectárea. Considerando una cotización del mercado internacional equivalente a 10 dólares por tonelada de carbono, podría representar una opción válida, inclusive a nivel de pequeños productores asociados.

4.2.3 Conclusiones y recomendaciones

- * En el sector Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura, el desafío principal para el Paraguay radica en mantener e incrementar la superficie boscosa. En este sentido, la reforestación iniciada bajo estímulo de la Ley 536/05 y otros estímulos, no ha llegado a tener el éxito deseado, pues se ha reforestado una superficie aproximada de 40.000 hectáreas, consideradas absolutamente insuficientes comparando con la cantidad de hectáreas de bosque que se han deforestado a los largo de casi seis décadas.
- * Apuntar a operativizar la implementación de la Ley de Incentivos Ambientales, mediante la valoración económica de los recursos naturales, pues constituirá un paso fundamental para motivar a los propietarios de bosques a ingresar a un sistema de manejo, uso y conservación de la superficie boscosa.
- * La recomposición o forestación de la cantidad exigida por Ley (25% de la superficie de bosque de la propiedad) debe ser el objetivo primordial.

4.3 Agricultura y ganadería

En el Paraguay, la agricultura es una actividad económica fundamental. La reseña del sector ha sido abordada en el componente Adaptación y Vulnerabilidad, por lo cual no se tratará en este componente. Si se analiza la correlación existente de ciertos elementos climáticos sobre la producción agrícola.

4.3.1 Potenciales de mitigación del sector

En este apartado se abordan recomendaciones de posibles acciones a fin de mitigar los efectos del cambio climático en el sector agrícola. Sin embargo, se considera de mayor relevancia centrar la atención en medidas que permitan la adaptación al cambio climático y con ello disminuir de manera gradual pero sostenida los efectos, evitando mayores costos por pérdidas de cosechas.

En el sector agrícola, la mayor fuente se encuentra en la quema de residuos en el campo y, en este sentido, la quema de rastrojos del algodón como una práctica cultural para el combate de plagas constituye la causa principal de aporte de CO y NOx.

3: DÍAZ, Raúl. Capacidad de Adsorción de carbono de plantación de eucaliptos. INTA, Instituto de Clima y Agua, CNIA-CIRN. Las Cabañas y los Reseros, 1712, Castelar, Bs. As. 12^a Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales-8,9 y 10 de Junio 2006, El Dorado, Misiones.

Sin embargo, Vázquez (2007) menciona que la práctica de arranque y quema de rastrojo ha sido paulatinamente reemplazada por arranque y destrucción, según su experiencia personal, a partir del año 1999/2000, aproximadamente. Esto surge como consecuencia de la conciencia que ha comenzado a imperar en el interior de los técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería respecto a la contaminación ambiental que la práctica de quema ocasionaba en el campo. La destrucción del rastrojo del algodón se realiza de manera mecánica mediante la utilización de la rastra, incorporando restos del vegetal en el suelo. Otra modalidad de destrucción también difundida por los técnicos en las campañas de extensión agraria consiste en el corte de la planta a nivel de raíz, dejando en el campo hasta producirse la descomposición de la materia viva.

Una práctica de manejo arraigada en el sector ganadero constituye la quema de campo, especialmente entre los meses de julio-agosto para favorecer el rebrote de pasto durante las primeras lluvias de primavera-verano y así hacerla palatable al ganado. Durante el año 2007, esta práctica, originada de manera antrópica o natural, se vio agravada por la profunda sequía, llegando a producir desastres y daños de gran envergadura, tanto a las cosechas de campesinos como a las viviendas, obligando al Gobierno nacional a declarar Estado de Emergencia en cuatro departamentos: San Pedro, Canindeyú, Amambay y Presidente Hayes, durante el año 2007. No se ha podido acceder a datos oficiales respecto al costo que representó para el Gobierno nacional, específicamente desde una de las instituciones encargadas de brindar ayuda directa, la Secretaría de Emergencia Nacional. Sin embargo, se estima que esta institución asistió a más de 54 mil familias por un monto elevado.

Este hecho (los incendios) motivó la reacción de diversos estamentos del Gobierno, llegando a elaborarse un anteproyecto de Ley, actualmente en la Cámara de Senadores, que prevé mecanismos que permitan realizar una quema controlada y responsable de las pasturas. Se espera que la Ley sea promulgada al inicio del periodo legislativo (marzo 2008), con lo cual las emisiones provenientes de esta fuente también podrían reducirse de manera importante. Otra iniciativa impulsada es la llevada adelante el 29 de noviembre de 2007, por la Red de Inversiones y Exportaciones (Rediex), a través de la Mesa Sectorial de Productos Forestales y el Comité Interinstitucional de Incendios. La finalidad es dar inicio al estudio y diseño de un Plan Nacional contra incendios forestales. Esta iniciativa es apoyada por la Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Forestal y la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos (USAID).

Para el sector agrícola-ganadero, se considera importante apuntar a tecnologías o mecanismos que permitan a los productores adaptarse al cambio climático. Entre estas medidas, es prioritario fortalecer las líneas de investigación, tanto de las instituciones del sector gubernamental como del sector académico, para desarrollar variedades o especies que se adapten a las condiciones climáticas estimadas (aumento de temperatura y evapotranspiración), manteniendo o aumentando el rendimiento, y sin que ello represente costos excesivos para los productores. La transferencia de tecnología a nivel de pequeños productores debe ser el puntal que guíe las acciones del Gobierno. A nivel de la ganadería también se precisa ahondar en investigaciones que permitan desarrollar especies que sean más tolerables a las altas temperaturas, mitigando el estrés calórico que puedan experimentar como consecuencia del calentamiento global. Finalmente, se considera primordial realizar masiva difusión de los mapas elaborados por la Unidad de Gestión de Riesgos del Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre las áreas geográficas más

4: Comunicación Personal proporcionada por el Ing. Vázquez del SENA (18 de diciembre de 2007).

5: (<http://www.redandi.org/verPublicacao.php?L=ES&idpais=14&id=5570>).

6: Información brindada por el Senador Ronaldo Dietze en ocasión de la presentación del Informe de Desarrollo Humano, Parlamento Nacional, 27 noviembre de 2007.

7: ABC Color. 30 de noviembre de 2007.

apropiadas, considerando las condiciones climáticas para diez rubros. Con esto se pueden llegar a reducir los impactos de los agentes naturales sobre los cultivos.

4.3.2 Conclusiones y recomendaciones

- * Para el sector agrícola-ganadero, se considera importante apuntar a tecnologías o mecanismos que permitan a los productores adaptarse al cambio climático. Entre estas medidas, es prioritario fortalecer las líneas de investigación, tanto de las instituciones del sector gubernamental como académico para desarrollar variedades o especies que se adapten a las condiciones climáticas estimadas, manteniendo o aumentando el rendimiento, y sin que ello represente costos excesivos para los productores. La transferencia de tecnología a nivel de pequeños productores debe ser el puntal que guíe las acciones del gobierno.
- * A nivel de la ganadería, también se precisa ahondar en investigaciones que permitan desarrollar especies que sean más tolerables a las altas temperaturas morigerando el estrés calórico que puedan experimentar como consecuencia del calentamiento global.
- * Se considera primordial realizar masiva difusión de los mapas elaborados por la Unidad de Gestión de Riesgos del Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre las áreas geográficas más apropiadas, considerando las condiciones climáticas para diez rubros. Del mismo modo, se considera de utilidad para los productores incrementar la cantidad de rubros. Con esto se pueden llegar a reducir los impactos de los agentes naturales sobre los cultivos.

4.4 Opciones de mitigación en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio

En el año 2004, mediante la Resolución SEAM N° 150, se crea la Oficina Nacional del Mecanismo de Desarrollo Limpio y más tarde, la Resolución 1663/05 presenta la Guía y los Procedimientos para la presentación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio en el Paraguay. Con este paso, se abre el camino a muchas iniciativas que pretenden alcanzar beneficios derivados de la transacción de carbono. A Septiembre de 2008, son diez las empresas que cuentan con el Documento de Diseño de Proyecto (PDD por sus siglas en inglés) y otros han culminado la presentación de la Nota Idea de Proyecto (PIN por sus siglas en inglés). Los proyectos que cuentan con el PDD se presentan en la Tabla 4.9. En cuanto a las PIN, se han presentado a la Oficina de Mecanismo Limpio, hasta septiembre de 2008, cuatro proyectos que también se describen a continuación de manera sucinta.

- * Producción de alcohol a partir de la caña de azúcar en la localidad de Niumí, departamento del Guairá, presentado por JOAJU S. A. Reducción de emisiones en planta destiladora de alcohol gracias al manejo de los residuos de la caña de azúcar. Se estima la reducción anual de 33.048 toneladas de CO₂.
- * Frigorífico Guarani S. A. presentó la sustitución de combustible fósil por energía renovable. Producción de biodiesel a partir de grasa animal y su utilización en las actividades productivas del frigorífico reemplazando el uso de fuel oil, estimándose la reducción anual de 9.156 toneladas de CO₂.
- * Comunidad y Desarrollo Sustentable (CODES). Reducción de emisiones de gas metano gracias al manejo de los residuos de la azucarera (bagazo). Utilización de dichos residuos como energía dentro de la planta, sustituyendo energía no renovable. Cálculos de la empresa estiman que anualmente emiten a la atmósfera, a causa de la descomposición a cielo abierto del bagazo, 7.761 toneladas de CO₂ por año.

- * Comunidad y Desarrollo Sustentable (CODES). Proyecto relleno sanitario para los distritos de Obligado, Atyrá y Pirapó. Captura de las emisiones de gas metano del vertedero y la posterior quema de los mismos. La cantidad estimada de gases de efecto invernadero que, en condiciones actuales, emiten a la atmósfera, orilla 7.673 toneladas de CO₂ por año.

Tabla 4.9: Síntesis del Portafolio de Proyectos MDL / Objetivos

PROPONENTE	OBJETIVO
ANDE	Optimización del sistema de generación de electricidad del Paraguay, a través de la construcción de una estación hidroeléctrica utilizando el agua del Río Yguazú.
CERVEPAR	Utilizar biomasa como la extraída del coco o la cascarilla del arroz para generar vapor a las calderas, en lugar de utilizar aceite pesado.
KARTOTEK S.A.	Utilizar biomasa renovable disponible en Paraguay para la generación de vapor, en una primera etapa combinado con el fuel oil o chip de leña y, en una segunda etapa, realizar el reemplazo total.
CARTONES YAGUARETÉ	Sustitución de fuel oil por biomasa renovable en una planta de cartón existente en Paraguay. El fuel oil será sustituido por carozo de coco, en primer lugar, cascarilla de coco, aserrín, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar.
Marcel Burtscher	Sustituir el diesel usado en el transporte por aceite vegetal.
JIRCAS ⁸	Reforestación de tierras de cultivo y pastizales en malas condiciones del suelo. El Proyecto prevé la participación de 297 familias en la plantación de 350.000 mudas de eucalipto.
INTTAS ⁹	Secuestro de carbono a través de sistemas silvopastoriles en el Chaco. Siembra de leguminosas arbóreas, con el doble propósito de proporcionar a los ganaderos un forraje de alto valor nutritivo y, a la vez, ayudar al secuestro de carbono de la atmósfera.
GUYRA PARAGUAY	Restaurar y establecer un corredor biológico entre el área de reserva para Parque Nacional San Rafael y el Parque Nacional Caazapá, a través de la implementación de actividades de reforestación y forestación.
Tobías Koch	Captura de las emisiones de gas metano del relleno sanitario de Asunción y la posterior quema del mismo.
INC ¹⁰	Utilización de 50 % de escoria siderúrgica para la fabricación de cemento en reemplazo del <i>clinker</i> .

Fuente: Oficina de Mecanismo de Desarrollo Limpio / SEAM.

8: Japan International Research Center for Agricultural Sciences - JIRCAS

9: Iniciativa para la Investigación y Transferencia de Tecnología Agraria Sostenible - INTTAS.

La Tabla 4.10 presenta una síntesis del estado en que se encuentra cada uno de los proyectos en relación a la evaluación que la Secretaría del Ambiente realiza sobre los mismos.

Tabla 4.10: Síntesis del portafolio de proyectos MDL / Estado actual

Sector	Proyectos	Reducción CO ₂	Documento de proyecto	Status del Proyecto	
				Nacional	Internacional
Energía	ANDE	96.069 ton/año	PDD	NOL	V
	CERVEPAR	17.315 ton/año	PDD	LoA	V
	KARTOTEC	330.323 ton/año	PIN / PDD	LoA	---
	YAGUARETÉ	25.797 ton/año	PIN / PDD	LoA	---
	ACEITE VEGETAL	120.319 ton/7 años	PDD	---	V
Forestación y Reforestación	JIRCAS	8.000 ton/año	PDD	---	V
	INTTAS	1.110.000/30 años	PIN	NOL	---
	GUYRA PY	8.500 ton/20 años	PIN	NOL/p	---
Residuos	RELLENO SANITARIO	20.000- 90.000 ton/año	PIN/PDD	NOL	---
Industrial	INC	1.723.668 ton/20años	PIN	NOL/p	---
<u>Abreviaturas</u> PDD: Documento de Diseño de Proyecto • PIN: Idea de Proyecto • LoA: Carta de Aprobación Nacional • NOL: Carta de no Objeción • NOL/p: NOL en proceso de aprobación • V: Validación.					

Fuente: Oficina de Mecanismo de Desarrollo Limpio / SEAM.

10: Industria Nacional de Cemento (INC).

5. Acciones relevantes de Paraguay para el cumplimiento de los objetivos de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

5.1 Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC)

En el marco del compromiso asumido por el país para dar cumplimiento a los objetivos de la Convención, en el año 2001 se implementa el PNCC coordinado por la SEAM y se inician las actividades de la Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), que abarca la participación de distintas entidades gubernamentales, privadas y representantes de diferentes sectores sociales.

La CNCC ha participado activamente en la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional (SNC), mediante el aporte de informaciones relevantes, así como en eventos de capacitación, difusión y construcción de diferentes planes de acción destinados al fortalecimiento de las capacidades para hacer frente a los efectos del cambio climático y también dar cumplimiento a lo establecido en la Convención.

Por otra parte, en el año 2004, mediante la Resolución SEAM N° 150 se crea la Oficina Nacional del Mecanismo de Desarrollo Limpio y, más tarde, la Resolución 1663/05 presenta la Guía y los Procedimientos para la presentación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio en el Paraguay. Con este paso, se abre el camino a muchas iniciativas que pretenden alcanzar beneficios derivados de la transacción de carbono.

5.2 Fortalecimiento de las capacidades de negociación

La SEAM, con el apoyo del PNUD, ha llevado a cabo durante el año 2010 un Curso de Capacitación en Cambio Climático y Negociaciones, dirigido a miembros de instituciones relacionadas con la temática y con un alto nivel de decisión en la formulación de políticas y programas relacionados a la adaptación y mitigación.

Durante el mismo año, la CNCC trabajó en la identificación de las diferentes prioridades asociadas a las necesidades de adaptación y mitigación del país en los ámbitos público y privado, así como en la construcción conjunta de la Posición Nacional sobre Cambio Climático.

5.3 Plan Estratégico sobre comunicación y cambio climático

En el marco de la elaboración de la SCN, se ha desarrollado una estrategia de implementación del Art. 6 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Esta estrategia contempla acciones destinadas a la información y comunicación, sensibilización, educación ambiental escolar y educación no formal y un plan de integración y alianzas estratégicas, a fin de establecer enlaces con las iniciativas nacionales para eliminar duplicación o conflicto y maximizar la eficiencia.

En el Anexo 5.1 se presenta un cuadro que contiene las acciones/estrategias orientadas a los grupos meta, planteadas en la Estrategia Nacional.

5.4 Proyectos en ejecución

Autoevaluación de las capacidades nacionales

El Paraguay forma parte del proyecto mundial “Autoevaluación de Capacidades Nacionales para la Gestión Ambiental Global” (NCSA), impulsado técnica y económicamente por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). En el país, el Proyecto de Autoevaluación de Capacidades Nacionales tuvo como objetivo general de trabajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNCCC), el Convenio de Diversidad Biológica (CBD), la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD).

El proyecto se desarrolló dentro de los niveles sistémico, institucional e individual y comprendió las siguientes cuatro etapas de ejecución: levantamiento del diagnóstico de necesidades capacidades, formulación de un perfil temático integrado, evaluación interdisciplinaria de las Convenciones y la elaboración del plan de acción nacional para el fortalecimiento de capacidades con la finalidad de mejorar la gestión ambiental y el cumplimiento de las disposiciones de cada una de las Convenciones.

Como parte de los resultados de las tres primeras etapas, se identificaron una serie de necesidades de capacidades comunes a las Convenciones. A nivel sistémico, es decir, en el ámbito de los marcos generales de políticas, normas y responsabilidades en los cuales funcionan las personas y las instituciones, se determinó la necesidad de fortalecer las políticas y la legislación ambiental nacional, descentralizar la gestión y ejecución de proyectos ambientales, y mejorar los niveles de coordinación interinstitucional e intersectorial, entre otras. A nivel institucional, las necesidades detectadas fueron el desarrollo de mecanismos de coordinación al interior de la SEAM, el fortalecimiento de las organizaciones y gobiernos locales, y el apoyo a las instituciones de investigación. A nivel individual, las necesidades de capacidades se centraron en la formación de recursos humanos capacitados y en el mejoramiento del nivel de educación y concienciación ambiental de la población.

Sobre la base de los problemas ambientales y las necesidades de capacidades detectadas, se formuló el Plan de Acción, el cual comprende los siguientes componentes: Políticas públicas e instrumentos jurídicos, Fortalecimiento institucional, Gestión integrada de recursos y ecosistemas, Educación y comunicación ambiental y Financiamiento y cooperación.

Para la implementación efectiva del Plan de Acción se proponen dos estrategias orientadas, por una parte, a la focalización territorial o geográfica de las acciones en algunas áreas de conservación priorizadas y, por otra, a la integración y coordinación de esfuerzos dentro de la SEAM y entre los diversos actores involucrados en el cumplimiento de las Convenciones, de tal forma que se logre un resultado sinérgico.

Estudios Regionales sobre Economía del Cambio Climático (ERECC)

El propósito de este estudio es hacer un análisis económico de los impactos del cambio climático en Sudamérica. Los objetivos específicos de este estudio son:

- * Realizar una evaluación económica de los impactos probables de distintos escenarios del cambio climático en cada país de la región;
- * Crear una capacidad local para analizar los desafíos identificados;
- * Identificar dependencias inter-regionales de los impactos climáticos,
- * Estimular el debate regional sobre la relación costo/beneficio económico de las acciones de mitigación y adaptación, incluyendo los otros estudios económicos sobre cambio climático que actualmente se encuentran en curso dentro de América Latina y el Caribe;
- * Estimular las acciones de los sectores público y privado para implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático;
- * Incrementar la conciencia en la opinión pública sobre la urgencia del desafío del cambio climático y su potencial impacto socio-económico en Sudamérica;
- * Estimular el debate sobre los objetivos de negociación internacionales.

El Gobierno del Paraguay, representado por el Ministerio de Hacienda (MH) y la Secretaría del Ambiente (SEAM), en coordinación con la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), se adhiere a la iniciativa regional para realizar una evaluación económica de los impactos del cambio climático en Paraguay. Esta evaluación se centra en sectores considerados significativos para el país, desde el punto de vista de la contribución a la economía nacional e importancia social y ambiental.

Los sectores analizados en el contexto país para las necesidades de adaptación son el sector Agropecuario, el sector Salud, el sector Biodiversidad, Eventos extremos e Infraestructura y Recursos hídricos. Los sectores analizados para las oportunidades de mitigación son el sector Energético y el sector No Energético.

El modelo de integración económico utilizado en Paraguay puede definirse como un modelo de equilibrio parcial que relaciona las variables macroeconómicas con las variables climáticas, que tiene como objetivo el de establecer una línea causal que lleva del clima a la tierra y de ésta a la producción; que aparte de permitir la estimación del efecto del cambio climático, permite además identificar requerimientos de otros factores productivos -capital y trabajo-, así como posibles medidas de adaptación y el balance de costo/beneficios que podrían generar.

Sobre la base de los resultados sectoriales y de integración económica, se analizan las opciones de políticas públicas enfocadas a obtener: respuestas de política para la mitigación; respuestas de política para la adaptación y respuestas de política climática internacional y regional.

Programa Nacional Conjunto ONU REDD

En relación al Programa de colaboración de las Naciones Unidas de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (ONU-REDD), el Paraguay ha desarrollado una propuesta en forma participativa desde el año 2009. Esta propuesta o Programa Conjunto Nacional (PCN), fruto del consenso entre la Secretaría del Ambiente (SEAM), el Instituto Forestal Nacional (INFONA) y la organización indígena Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI), fue aprobada en noviembre de 2010 por la Junta Normativa del Programa ONU REDD, por un monto de US\$ 4,7 millones. Actualmente, ha comenzado la fase de “iniciación” del proyecto, que incluye revisiones finales del PCN, su ratificación por las instituciones partes, y el desembolso de los fondos previstos dentro del primer semestre del 2011.

Es importante destacar que en la construcción del PCN se buscó integrar las diferentes visiones y directrices institucionales, incluyendo especialmente unas directrices para la implementación de este programa en territorios indígenas. El PCN se encuentra en www.seam.gov.py.

Este trabajo contó con el apoyo de las agencias de cooperación del PNUD, el PNUMA y la FAO. El Programa ONU REDD es un programa destinado a apoyar a los países en vías de desarrollo para la preparación y la aplicación de programas y estrategias nacionales para implementar el mecanismo de REDD. El mismo está enfocado a desarrollar estrategias que prioricen el desarrollo sustentable de la región que benefician en especial a los sectores más vulnerables, y así lograr una equidad y desarrollo socioambiental.

El Programa Conjunto Nacional ONU REDD, apoyará al Paraguay en sus esfuerzos para superar las causas subyacentes de la deforestación y degradación de bosques, de manera a asegurar que el país esté preparado para REDD. Para alcanzar el objetivo propuesto, el Programa apoyará el desarrollo de capacidades a nivel nacional y local, buscando lograr los siguientes tres efectos y sus respectivos resultados:

- * Resultado 1: Capacidad institucional y técnica mejorada de las organizaciones del Gobierno y de la sociedad civil para gerenciar actividades REDD en Paraguay, mediante la elaboración de un Plan de Acción para la reducción de emisiones debidas a la deforestación y la degradación de bosques (Plan REDD), la implementación de un Sistema Nacional de Información Ambiental (SEAM) y Forestal (INFONA) para medir y evaluar la reducción de emisiones provenientes de la deforestación y degradación de bosques, la implementación de un sistema nacional de contabilidad de carbono y manejo de datos, y un mecanismo de pagos y canalización de los mismos a nivel local.

- * Resultado 2: Capacidad establecida para implementar REDD a nivel local, mediante un proyecto piloto REDD y propuestas de proyectos REDD diseñados para otras áreas boscosas.
- * Resultado 3: Aumento del conocimiento y generación de capacidades para el tema REDD a las comunidades dependientes de los bosques, en especial los pueblos indígenas y otros actores claves del país, mediante una campaña nacional REDD, la capacitación y consulta sobre REDD con pueblos indígenas y la capacitación y consulta sobre REDD con pequeños, medianos y grandes productores, y otros actores.

La estrategia de intervención seleccionada permitirá integrar e incorporar los componentes REDD en los planes, los programas y presupuestos de las instituciones involucradas, al mismo tiempo de fortalecer sus capacidades, asegurando de esta manera que Paraguay alcance el estado de preparación REDD dentro del plazo previsto y posibilitando su sostenimiento en el tiempo. De particular importancia se considera la contribución que el programa, a través de sus componentes, realizará a la mejor implementación de políticas respeto a los derechos humanos y de lucha contra la pobreza. En todas sus fases, el programa conjunto enfatizará el involucramiento y participación de todos los actores, en particular los actores dependientes de los bosques, para asegurar una adecuada apropiación y sostenimiento de la temática REDD y los instrumentos a ser desarrollados en el marco del programa.

Carbon Finance Assist (CF-Assist)

El Proyecto CF-Assist, con la cooperación del Banco Mundial, tiene como objetivos principales los citados a continuación:

- * La creación de capacidad para la instauración de una cartera de proyectos del MDL para el Paraguay mediante la realización de un estudio detallado para identificar oportunidades de mitigación en los principales sectores de la economía paraguaya (agroindustria, agua y saneamiento, energía, transporte, industria, etc.). El estudio incluirá una cuantificación de las estimaciones de los volúmenes de emisiones, planes de acción y las inversiones necesarias y los costos complementarios de información para completar una idea de proyecto para cada sector en particular.
- * Desarrollo y promoción de la cartera de proyectos MDL en el Paraguay a través de un estudio y una encuesta para explorar el potencial de los MDL programáticos en el Paraguay y las oportunidades de la cartera de proyectos existentes.
- * Organización de un seminario para presentar las experiencias exitosas del MDL en la región, con el fin de analizar sus beneficios, desafíos, obstáculos y las oportunidades para el Paraguay.

Fortalecimiento de las capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático

El proyecto "Evaluación de los flujos de inversión y financieros para la adaptación de los sectores Agropecuario y Salud y mitigación para el sector Forestal ante el cambio climático", es promovido por el PNUD y pretende instalar el fortaleci-

miento de las capacidades nacionales de los países en desarrollo a fin de desenvolver opciones de políticas para abordar el cambio climático en los diferentes sectores y actividades económicas, lo que puede servir de aporte en las posiciones de negociación de la Convención, con el fin de evaluar los flujos de inversión y financieros en los sectores claves seleccionados y desarrollar opciones de políticas necesarios para hacer frente al cambio climático.

Los objetivos del proyecto son:

- * Fortalecer la capacidad de países en vías de desarrollo para desarrollar opciones de política para hacer frente al cambio climático:
- * Cuantificar los flujos de inversiones potenciales en mitigación y adaptación, en función de las necesidades nacionales de desarrollo sostenible.
- * Aumentar la capacidad gubernamental para influir en decisiones de inversión.
- * Generar resultados que contribuyan a definir posiciones nacionales en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).
- * Determinar los costos monetarios incrementales (recursos adicionales necesarios) para implementar medidas de mitigación y adaptación específicas en sectores clave, así como las fuentes posibles de esas inversiones.
- * Identificar los flujos de recursos ya existentes (no considerar exclusivamente el nuevo financiamiento externo).

Los sectores analizados por Paraguay en esta primera instancia se resumen en la tabla presentada a continuación.

Tabla 5.1: Sectores analizados

Adaptación en el sector Agrícola	Adaptación para el sector Salud	Mitigación en el sector Forestal
Agricultura Familiar: de renta: algodón, caña de azúcar, sésamo, y de consumo: mandioca, maní, poroto	Dengue	Fortalecimiento institucional
Agricultura Empresarial: maíz, soja, trigo,	Malaria	Plantaciones forestales para pequeños y grandes productores
Producción Ganadera: bovina de carne y de leche	Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS)	Ordenamiento y planificación forestal
	Enfermedades Respiratorias Agudas (IRAS)	Manejo sostenible de los bosques nativos

6. Obstáculos, carencias y necesidades

El objetivo de este capítulo es presentar las diferentes limitaciones, obstáculos y necesidades en materia técnica y financiera que han sido identificados en los años de elaboración de la Segunda Comunicación Nacional (SCN), así como una hoja de ruta y posibles estrategias para el mejoramiento que deben ser implementadas para el logro de resultados más específicos que sirvan al país de base para establecer acciones concretas en lo referente a las medidas de adaptación de los sectores más vulnerabilizados, así como para lograr una mayor claridad en materia de opciones de mitigación.

6.1 Aspectos institucionales

6.1.1 Coordinación interinstitucional

Una de las principales limitantes en el desarrollo de las comunicaciones nacionales ha sido la de contar con la información actualizada y precisa que se requiere y es generada en las diferentes instituciones relacionadas a la temática del cambio climático.

Si bien la SEAM ha fortalecido el Programa Nacional de Cambio Climático designando funcionarios de diferentes especialidades, es necesario el diseño e implementación de un sistema de compilación y validación de datos que se apoye en una estructura más consolidada dentro de la misma Institución. Contemplando además, criterios para el control de calidad de los datos a ser utilizados.

Por otra parte, en el ámbito de la Comisión Nacional de Cambio Climático se deben establecer acuerdos interinstitucionales para la provisión de la información necesaria, en virtud de la preparación de las comunicaciones nacionales y otros informes por parte de la SEAM como autoridad de aplicación del Convenio de Cambio Climático.

Es importante resaltar que dentro de la Comisión Nacional se han conformado Subcomisiones con el objetivo de dar tratamiento a los diferentes temas que competen a la Convención. Estos grupos, de los cuales forman parte las instituciones miembros representantes del sector público, privado y académico, pueden establecerse como facilitadores del proceso de control de la calidad de los datos, además de asesorar a los técnicos, guiando los procesos sobre la base de la experiencia y competencia de cada uno de los representantes institucionales que lo componen.

A fin de fortalecer la estructura existente en el marco del Programa Nacional de Cambio Climático, y asegurar de que el proceso de la preparación de las comunicaciones nacionales se constituya en un proceso continuo y constante, sería conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos:

- * Facilitar los procesos para el acceso a los datos requeridos;

- * Asegurar el control de la calidad de la información - datos;
- * Incorporar estrategias para la recolección, manejo, análisis y archivo de los datos: establecimiento de un sistema de información y procesamiento de datos;
- * Procesos de divulgación que acompañen la preparación de las comunicaciones nacionales a nivel nacional, departamental y local;
- * Fomento del fortalecimiento de las capacidades técnicas nacionales que aseguren la preparación de los informes sectoriales para las comunicaciones nacionales;
- * Incentivar la investigación en relación al cambio climático, como un instrumento para el sustento y la construcción de políticas públicas como componente de las comunicaciones nacionales;
- * Integrar a la Comisión Nacional de Cambio Climático en el ámbito del CONAM, de forma a validar los procesos de preparación de las comunicaciones nacionales; e
- * Impulsar la elaboración de un Plan Estratégico del Programa Nacional de Cambio Climático, integrando a todos sus componentes y en sintonía con las políticas institucionales de la SEAM como punto focal del Convenio de Cambio Climático.

6.1.2 Transversalización del tema cambio climático en políticas públicas

Es de suma importancia que la problemática del cambio climático permee en todos los estamentos de la sociedad, en especial en el común de la gente, de manera que deje de ser vista como un problema lejano y se visualicen las consecuencias e impactos, de forma a despertar un interés real en las estructuras políticas.

Es fundamental contar con un trabajo articulado entre los tres poderes del Estado, entes públicos y privados, se necesita el involucramiento efectivo de los tomadores de decisiones, de manera que se comprometan a trabajar en forma conjunta para elaborar instrumentos de políticas que faciliten la adaptación a los efectos adversos del cambio climático y la mitigación de sus efectos negativos.

Con el objetivo de brindar propuestas que permitan lograr un enfoque para la transversalización de la problemática del cambio climático, principalmente en lo relacionado a la adaptación y al desarrollo de estrategias de mitigación dentro de un proceso de toma de decisiones, se ha desarrollado un Plan de Acción que aborda medidas intersectoriales, con tres ejes, que contiene además medidas sectoriales, que se resumen en la tabla presentada a continuación.

Tabla 6.1: Plan de Acción para la transversalización del cambio climático

PLAN DE ACCIÓN		
Áreas	Sub-Áreas	Metas
MEDIDAS INTERSECTORIALES DE ACCIÓN	Instrumentos reguladores y jurídicos	Incentivos fiscales y económicos para las empresas que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático aplicados.
		Reglamentación de la Ley 3001/06 de Servicios Ambientales finalizada.
		El Sistema Nacional Ambiental fortalecido para la aplicación de los instrumentos de la Política Nacional Ambiental.
		Estrategias y Planes Ambientales elaborados e implementados.
	Instrumentos educativos y de información	Programas de educación ambiental y campañas de difusión masiva diseñadas e implementadas.
		Campañas de sensibilización pública implementadas.
Instrumentos institucionales	Programas de Prevención de riesgos y medidas para el manejo de desastres naturales implementados.	
	Sistemas de monitoreo, supervisión y observación implementados.	
MEDIDAS SECTORIALES DE ACCIÓN	Salud	Sistema Nacional de Salud fortalecido.
		Programa de difusión de información a todos los niveles sobre la relación entre las enfermedades y la variación climática y el impacto de ésta en la vida de las personas, implementado.
		Los efectos por causa del cambio climático incorporado en la Agenda de Salud en el país.
		Sistema de vigilancia de las enfermedades en general, particularmente aquellas relacionadas al cambio climático, como ser las transmitidas por vectores dengue, fiebre amarilla, malaria, implementado.
	Agricultura y Ganadería	Políticas de armonización de prácticas sostenibles de uso de la tierra en las diferentes actividades agropecuarias creadas.
		Comportamiento de los elementos climáticos incorporados en la Planificación Agrícola y Ganadera.
		Programas de Ordenamiento Territorial elaborados e implementados.
	Asentamientos Humanos	Planes ante desastres naturales elaborados e implementados.
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	Eficiencia energética y uso de energías renovables fomentadas a través de incentivos	
	Capacidad institucional del sector energético fortalecida.	
	Temática del cambio climático incorporado en las directrices y políticas del sector.	
	Adopción de políticas que favorezcan la incorporación de tecnologías limpias promovidas y aplicadas.	
	Sistema energético en el sector industrial y transporte mejorado.	
	Campañas de concienciación, educación y sensibilización de la población hacia el uso más eficiente y limpio de la energía, implementadas.	
Programas de transferencia de tecnología implementados.		

6.2 Necesidades técnicas y financieras

En el marco del fortalecimiento del PNCC y de la determinación de prioridades nacionales, la Comisión Nacional de Cambio Climático ha elaborado un documento consensado que contiene las acciones prioritarias nacionales en lo concerniente a adaptación, mitigación, financiamiento y marco legal, identificando principalmente las necesidades de desarrollo de capacidades, investigación, infraestructura, tecnología y financiamiento.

Las acciones necesarias identificadas se citan a continuación:

Respecto a los bosques:

- * Detener la deforestación y la degradación de ecosistemas boscosos, que son piezas claves en los procesos de regulación climática.
- * Iniciar un proceso de restauración de bosques, lo que implica recuperar la estructura, la biodiversidad y la funcionalidad de los mismos, así como otros ecosistemas alterados.
- * Impulsar un nuevo modelo de desarrollo, teniendo en cuenta la generación de información de base y la investigación científica, que asegure el equilibrio entre la producción, la conservación, la preservación y la restauración de los sistemas naturales, a través de una política de Estado, con adecuación de leyes y aplicación de los recursos financieros necesarios, respetando los derechos fundamentales de todos los habitantes, así como las prácticas tradicionales de las comunidades campesinas e indígenas.
- * Establecer una coordinación eficiente y efectiva entre los poderes del Estado que deben velar por el cumplimiento de las normativas vigentes relacionadas con el cambio de uso de la tierra que provoca la deforestación, y el respeto de las atribuciones y competencia entre las mismas.

Respecto a la adaptación:

- * Promover y facilitar la participación de todos los actores de la sociedad, principalmente de las comunidades afectadas, valorando sus conocimientos, para que éstos sean incorporados en las políticas y acciones a ser implementadas.
- * Asegurar la provisión del agua en cantidad y calidad necesaria para el consumo humano y el saneamiento apropiado.
- * Asegurar en las zonas críticas la provisión del agua y combatir la salinización de las reservas de agua del Chaco.
- * Implementar programas de restauración de los ecosistemas degradados y vulnerables al cambio climático, utilizando las herramientas de la iniciativa ONU REDD, y creando una interacción positiva y amplia con los diversos actores de la sociedad, hacia la búsqueda de soluciones estructurales e integrales.
- * Elaborar un diagnóstico de necesidades de adaptación al cambio climático, sobre la base de los distintos análisis existentes y otros que deban aún realizarse.
- * Promover y facilitar la investigación y el análisis de las medidas tecnológicas y soluciones aplicables a la adaptación a los efectos del cambio climático. En especial, aquellas que garanticen la soberanía y seguridad alimentaria y el suministro de agua potable a las poblaciones.
- * Definir y llevar a cabo las acciones urgentes, basadas en los resultados de la investigación, en el conocimiento existente y el resultado del diagnóstico.

Respecto a la mitigación:

- * Elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero:
 - a) Desarrollar procedimientos para la elaboración y actualización periódica de un inventario de gases de efecto invernadero.
 - b) Publicar cada año los resultados del inventario, para visibilizar ante la opinión pública los efectos del cambio climático en nuestro país.
- * Promover y facilitar la participación de todos los actores locales y los sectores de la economía nacional que, de acuerdo a su potencial, pueden colaborar con la mitigación, e incorporar el conocimiento tradicional de los pueblos indígenas y comunidades campesinas.
- * Promover y facilitar la investigación y el análisis de las medidas técnicas, políticas y soluciones aplicables a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero emanadas desde los diferentes sectores productivos.
- * Restaurar los ecosistemas sobre la base del “Enfoque Ecosistémico” y del “Enfoque de Cuencas Hidrográficas”, promoviendo la participación activa de las organizaciones de la sociedad civil.
- * Impulsar la participación de todos los sectores, en especial de los pueblos indígenas y comunidades locales mediante las iniciativas ONU REDD.
- * Sustituir los combustibles fósiles y la leña, optimizando el uso de la biomasa con fines energéticos, utilizando como herramienta la reforestación con especies nativas, principalmente.
- * Promover el uso de energía limpia para la electrificación de los hogares, las industrias, el comercio y el transporte, así como la investigación y utilización de energía solar, eólica y otras posibles fuentes de energía limpia y renovable.
- * Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel nacional.
- * Identificar el potencial de mitigación por sector: cada sector de la economía nacional presenta un diferente potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y cada uno requiere de un enfoque que permita evitar las emisiones excesivas o innecesarias a través de la incorporación de tecnología apropiada, del uso racional de los recursos naturales y de la adecuada disposición final de residuos y efluentes resultantes. De esta manera, se podrán evaluar las oportunidades que existen para implementar proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), lo que servirá de base para la conformación de un portafolio de proyectos que puedan ser ofrecidos a inversionistas interesados.

Respecto al financiamiento interno y marco legal:

- * Adoptar políticas de Estado apropiadas, generando un marco legal regulatorio nacional en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mecanismos de compensación.
- * Crear un registro nacional de empresas, emisoras de gases de efecto invernadero, que participen en las reducciones de emisiones de estos gases y de estos mecanismos de compensación.
- * Adoptar estrategias que conduzcan a una transición hacia economías sustentables, con bajos niveles de emisiones. Para encarar este proceso de transición, es necesario contar con fondos financieros adicionales, públicos y privados, que provean mecanismos de compensaciones adecuados.

1: Orienta las pautas de uso, conservación y restauración dentro de los parámetros estructurales y funcionales de cada cuenca hidrográfica.

ANEXOS

Anexo 3.1: Descripción de comunidades vegetales de Presidente Hayes

Comunidades vegetales analizadas según su cobertura dentro del departamento de Presidente Hayes

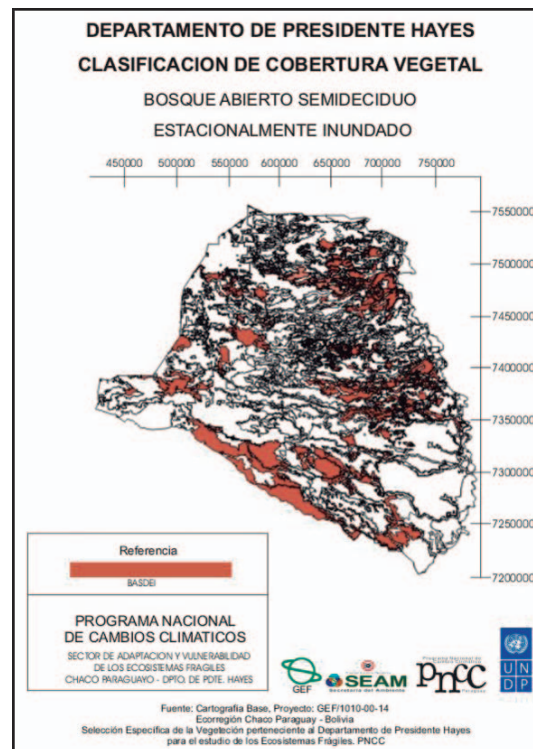
BOSQUE ABIERTO SEMIDE- CIDUO ESTACIONALMENTE INUNDADO

Posee una superficie de 62.518.245 has correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 48% se encuentra en el dpto. de Presidente Hayes, ocupando 30.559.905 has.

Bosque semicaducifolio sobre suelos arcillosos con drenaje lento a moderado con presencia típica de kurupa'y kuru (*Anadenanthera colubrina*), tajy (*Tabebuia* spp.), timbo'y (*Cathormion poyanthum*), quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), también ciertas palmas, entre ellas (*Copernicia alba* spp.), karanday. Dependen en su mayor parte del mal drenaje de los suelos más que del clima, y pueden ser de tipo halomórficos o salinos e hidromórficos o no salinos.

Localización

Este bosque se caracteriza por desarrollarse en zonas xéricas o húmedas. Existen especies vegetales posiblemente limitadas a este tipo de comunidad como la karandilla (*Trithrinax schizophylla*). En Paraguay, este bosque es protegido pues pertenece a la comunidad de ciertos parques de protección. Los suelos de esta comunidad vegetal está siendo transformado rápidamente en áreas de cultivo (NAVARRO, 1998).



BOSQUE ABIERTO SEMIDECIDUO ESTACIONALMENTE SATURADO

Posee una superficie de 291.450 has., de las cuales el 29% se encuentra en el dpto. de Presidente Hayes, ocupando 84.620 has.

Se halla asentado en suelo con texturas arcillo-limoso arenoso a franco-limoso. Son típicos de esta comunidad vegetal el algarrobo (*Prosopis* sp.), *Grabowskia* sp., *tatajyva* (*Machura tinctoria*), *kamba aka* (*Guazuma ulmifolia*), *manduvirá* (*Pithecellobium saman*).

Localización

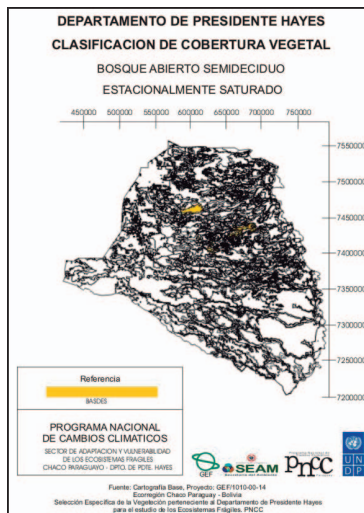
Existe una buena porción de esta comunidad vegetal protegida, una pequeña extensión en el Parque Nacional Tinfunqué y Reserva de la Biosfera del Gran Chaco. Esta comunidad vegetal tiene gran importancia por albergar napas freáticas de baja profundidad.

BOSQUE DENSO SEMIDECIDUO ESTACIONALMENTE SATURADO

Posee una superficie de 3.405.977 has correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 13% se encuentra en el dpto. de Pdte. Hayes, ocupando 463.279 has. Bosque denso semideciduo asentado en suelos franco-arcillosos, a arcillos-limosos que producen desde saturación a inundaciones someras temporales en estaciones lluviosas. Son típicos de esta comunidad vegetal el labón (*Tabebuia nodosa*), palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), trébol (*Amburana cearensis*), cuta o palo lanza (*Phyllostylon rhamnoides*), urunde'y mi (*Astronium urundeuva*), otros.

Localización

Es una de las comunidades vegetales que alberga la mayor riqueza de especies por mantener sistemas hídricos con agua disponible durante todo el año, además de cumplir una función importante en el mantenimiento del flujo hídrico de los cauces permanentes y temporales que se encuentran dentro de la comunidad vegetal. En el lado paraguayo se la puede encontrar en el Parque Nacional Defensores del Chaco sobre la línea 1, Tte. Montanía y la zona de Río Negro. Se encuentra en una zona de mucha presión antrópica, especialmente al este de la ecorregión, lado paraguayo.



BOSQUE ABIERTO SEMIDECIDUO XEROMÓRFICO SUB HÚMEDO

Posee una superficie de 5.880.030 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 18% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 1.060.048 has. El Bosque abierto semideciduo con vegetación caracterizada por especies xerofíticas desarrolladas en suelos arcillo-limoso a arcillo-arenoso.

Localización

Esta comunidad vegetal se caracteriza por albergar la mayor diversidad de mamíferos en la ecorregión y la mayor diversidad de especies amenazadas. Una buena muestra representativa se protege en el Parque Nacional Defensores del Chaco. Se encuentra distribuida desde el centro del departamento de Presidente Hayes hasta el norte del Chaco paraguayo.

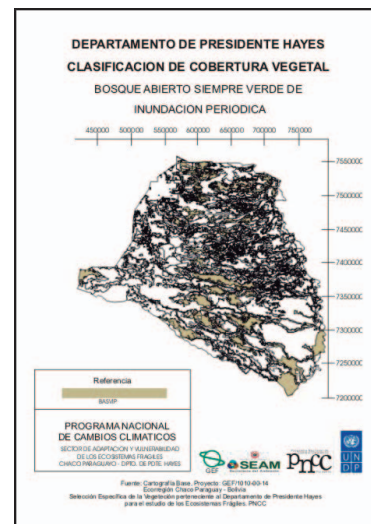
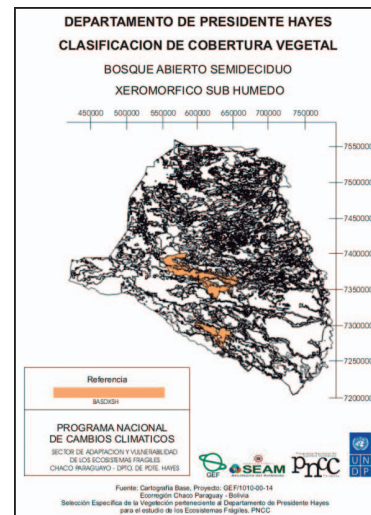
Esta comunidad vegetal se encuentra muy afectada por el uso agropecuario, especialmente en el Chaco central, lado paraguayo, correspondiente al departamento de Presidente Hayes.

BOSQUE ABIERTO SIEMPRE VERDE DE INUNDACIÓN PERIÓDICA

Posee una superficie de 19.573.764 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 76% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 15.017.311 has. Navarro (1998) lo describe como Palmar Chaqueño Estacionalmente Inundado. Se halla asentado en suelo con texturas arcillo-limoso arenoso a franco-limoso. Son típicos de esta comunidad vegetal el algarrobo (*Prosopis* sp.), *Grabowskia* sp., *tatajyva* (*Machura tinctoria*), *kamba aka* (*Guazuma ulmifolia*), *manduvirá* (*Pithecellobium saman*).

Localización

Este tipo de comunidad vegetal se encuentra distribuida en Paraguay a lo largo del río Paraguay, alrededores del río Pilcomayo. La precipitación media anual es de 1300 mm a 1900 mm. Esta comunidad está siendo alterada para la implantación de pastura. El *karanday* (*Copernicia* spp.) es una especie perseguida en Paraguay para uso de mampostería por su resistente característica. Es una de las especies más amenazadas en este tipo de comunidad vegetal.

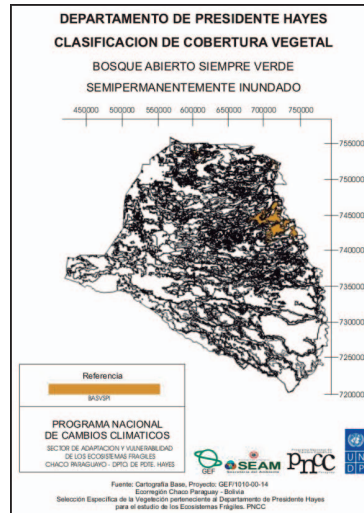


BOSQUE ABIERTO SIEMPRE VERDE SEMIPERMANENTEMENTE INUNDADO

Posee una superficie de 2.707.366 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 34% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 942.255 has. Se caracteriza por ser un bosque abierto generalmente de palmas (*Copernicia* sp.), con capacidad de permanecer casi todo el año inundado. Las especies dominantes de esta comunidad vegetal son heliófitas obligadas, es decir, necesitan crecer a pleno sol. Se conoce poco sobre su sistema ecológico. Y su promedio de evapotranspiración anual es de 1300 mm a 1500 mm.

Localización

En Paraguay, se lo encuentra en el departamento de Alto Paraguay con mayor porcentaje de extensión. En menor porcentaje se lo encuentra en el departamento de Presidente Hayes. Esta comunidad vegetal es considerada acuática emergente debido a que durante todo el año permanece inundada y enraizada al suelo.



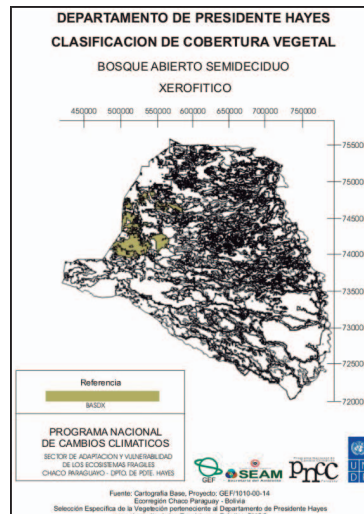
BOSQUE ABIERTO SEMIDECÍDUO XEROFÍTICO

Posee una superficie de 56.353.180 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 12% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 6.991.746 has. Otros sistemas similares o sinónimos son Bosque Chaqueño Xérico Bajo Medianamente Drenado.

Bosque abierto semidecídúo asentado sobre suelo arcilloso, limoso y areno-limoso que hace que el drenaje vaya de bien drenado a mal drenado en algunos sectores.

Localización

Caracteriza a esta comunidad vegetal el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) y samu'ú (*Chorisia insignis*). Presenta un típico paisaje del bosque xerófito chaqueño. Esta comunidad vegetal es utilizada en parte para la ganadería.



BOSQUE EN GALERÍA

Posee una superficie de 6.253.963 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 67% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 4.197.382 has. Navarro (1998) lo describe como Bosque Chaqueño de Cañiadas y Quebradas. Bosque denso desarrollado sobre suelos arcillosos con drenaje lento a moderado con presencia típica de kurupa'y kuru (*Anadenanthera colubrina*), tají (*Tabebuia* spp.), timbo'y (*Cothornion polyanthrum*), quebracho colorado (*Schinopsis balansae*). La inundación de estos terrenos se caracterizan por ser temporal, desarrollándose generalmente en zonas con depresiones sobre suelos compactos, impermeables con dominancia de arcillas.

Localización

El suelo en estas depresiones depende en su mayor parte del mal drenaje más que del clima y puede ser de tipo halomórficos o salinos e hidromórficos o no salinos. Estas comunidades vegetales son importantes pues en ellas habitan especies típicas como kurupa'y kuru (*Anadenanthera colubrina*), tají (*Tabebuia* spp.), timbo'y (*Cothornion polyanthrum*), quebracho colorado (*Schinopsis balansae*).

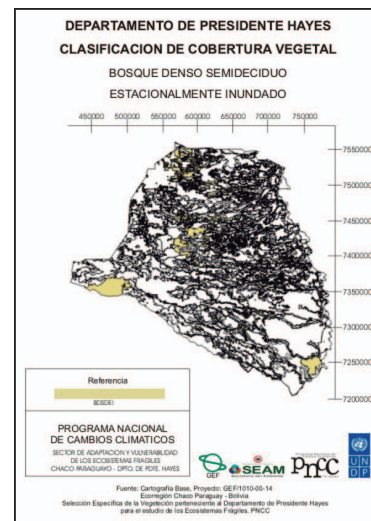
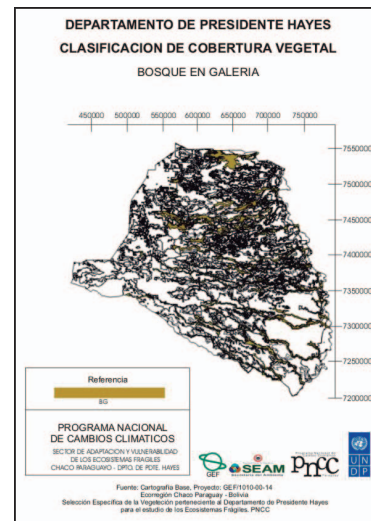
BOSQUE DENSO SEMIDECIDUO ESTACIONALMENTE INUNDADO

Posee una superficie de 32.075.763 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 26% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 8.437.120 has. Navarro (1998) lo llama Palmar Chaqueño Salino Estacionalmente Anegado.

Bosque denso semicaducifolio sobre suelos arcillosos salinos, estacionalmente inundado con drenaje pobre caracterizado por presencias típicas de karanda'y (*Copernicia* spp.) y algarrobo (*Prosopis* spp.).

Localización

Esta comunidad vegetal posee una extensión considerable dentro del territorio chaqueño y presenta poca tolerancia a la ganadería. En Paraguay, una muestra representativa se protege en el Parque Nacional Tinfunqué.



BOSQUE DENSO SEMIDECIDUO SUBHÚMEDO

Posee una superficie de 7.331.330 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de los cuales el 24% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 1.754.763 has. Navarro (1998) lo llama Bosque Chiquitano Transicional, en cambio Vera (1990) lo denominó Bosque Húmedo Subhúmedo. Bosque denso semicaducifolio subhúmedo asentado sobre suelos arcillosos a arenosos de color gris oscuro con drenaje que van desde lento a bien drenado. Dominan el estrato superior el kurup'y (*Anadenanthera* sp.), el urundé'y (*Astronium* sp.), kupa'y (*Copaifera langsdorffii*), trébol (*Amburana cearensis*), entre otras especies de estratos superiores. Es muy rico en materia orgánica incorporada al suelo.

Localización

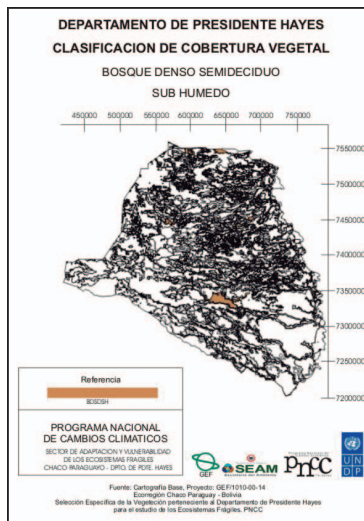
Esta comunidad se asienta sobre suelos submésicos de textura arcillo-arenosa de drenaje bueno a lento. Debido a la humedad del suelo, existe una rica materia orgánica y abundantes lianas y sotobosques herbáceos. Esta comunidad vegetal alberga importantes especies endémicas. En Paraguay no se encuentra bajo ningún régimen de protección. Se encuentra afectada por el fuego que se realiza para rebrote de pastura, utilizada en ganadería. Posee, sin embargo, baja tolerancia al fuego y a la pastura.

BOSQUE DENSO XEROMÓRFICO SEMIDECIDUO SUBHÚMEDO

Posee una superficie de 724.271 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 1,3% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 9.900 has. Navarro (1998), lo llama Bosque Chaqueño Transicional. Bosque denso semideciduo asentado sobre suelo arcilloso a arcillo-arenoso color gris oscuro, que va desde lento a poco drenado. Dominan el estrato superior en Paraguay el yvyra'ita (*Lonchocarpus leucanthus* - Burkart), palo lanza (*Phyllostylon rhamnoides*), quebracho blanco (*Aspidosperma* spp.), palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* - Griseb). Este bosque denso con cobertura vegetal entre 60% y 100% y fenología semicaducifolia subhúmeda, se desarrolla con precipitaciones medias anuales entre 700 mm a 1.000 mm y una evapotranspiración de 1.700 mm a 1.900 mm.

Localización

Esta comunidad vegetal alberga la mayor biodiversidad de la ecorregión y de especies amenazadas. Solo una muestra de esta comunidad se encuentra protegida en el Parque Nacional Defensores del Chaco. La poca extensión que se encuentra en el departamento de Presidente Hayes se encuentra amenazada por el fuego y la expansión de la frontera agrícola y pecuaria.



MATORRAL SEMIDECIDUO XEROFÍTICO

Posee una superficie de 5.647.558 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 10% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 581.837 has. Matorral con una rica diversidad de especies arbustales o árboles de pequeño tamaño, desarrollado sobre suelos arcillo-arenoso a limoso de drenaje imperfecto. Son típicos de esta comunidad vegetal el guaimí piré (*Ruprechtia triflora*), *Capparis* spp. y especies de la familia cactáceas. También se citan al samu'ú, (*Chorisia speciosa* - St. Hil), quebracho blanco (*Aspidosperma* spp.). Se desarrollan en condiciones de precipitación media anual de 800 mm a 1000 mm y una evapotranspiración potencial de 1300 mm a 2100 mm anuales.

Localización

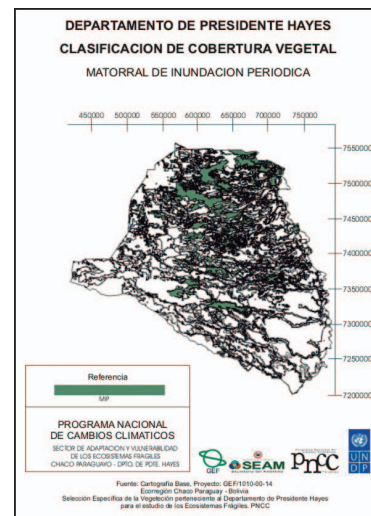
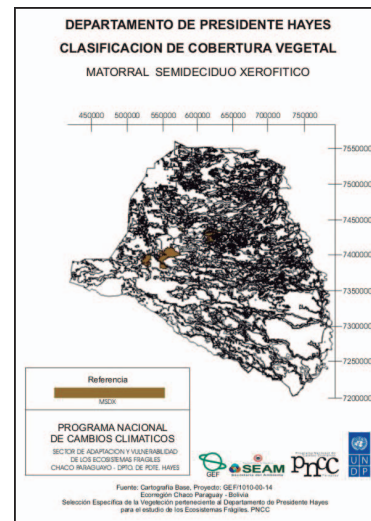
Esta comunidad vegetal se encuentra entre las que albergan la mayor diversidad de especies, además es jerarquizada de muy alta fragilidad debido a que posee lenta etapa seral y poca resistencia (permanece estable ante las tensiones), sufriendo conversiones sistémicas fácilmente. Una muestra representativa se encuentra protegida en la Reserva de la Biosfera del Gran Chaco y una pequeña extensión en los límites oeste del Parque Nacional Defensores del Chaco. La comunidad vegetal posee baja tolerancia a las perturbaciones y pasturas.

MATORRAL DE INUNDACIÓN PERIÓDICA

Posee una superficie de 17.964.531 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 37% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 6.645.939 has. Navarro (1998), lo denomina Bosque Chaqueño Mal Drenado Variante del Guayacán, y Ramella (1989), lo denominó Palobobal. Comunidad vegetal terrestre caracterizada por un matorral latifoliado, con humedad del suelo méxico de textura arcillo-limosa. Matorral fisonómicamente compuesto por arbustos con fenología subperennifolia a subcaducifolia. Se desarrollan en suelos arcillosos a arcillo-limosos, produciéndose inundaciones someras pues las precipitaciones anuales van de 700 mm a 1100 mm y una evapotranspiración potencial de 1.300 mm a 2.100 mm anuales.

Localización

Esta comunidad vegetal alberga al palo santo, especie endémica de la región del Chaco con fragilidad a su desaparición pues es muy explotada para la comercialización y su regeneración es muy lenta. Se encuentra distribuida en el centro, suroeste y sureste de la ecorregión Chaco. Una muestra representativa se encuentra protegida en el Parque Nacional Tinfunké. Sin embargo, la falta de definición física del área de la reserva y la poca presencia institucional no aseguran la conservación a largo plazo. La comunidad vegetal empieza a sufrir degradación por la expansión de la ganadería hacia el área centro este del Chaco paraguayo. La misma posee tolerancia al fuego y a la implantación de pastura.



MATORRAL XEROMÓRFICO SUBHÚMEDO CON DOCEL ARBÓREO

Posee una superficie de 14.560.778 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 3,2% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 471.183 has. Navarro (1998) lo denominó Bosque Chaqueño Xérico Bajo Mal Drenado. Matorral subhúmedo con árboles emergentes muy esparcidos de labón (*Tabebuia nodosa*), quebracho blanco (*Aspidosperma* spp.), samu'u, (*Chorisia* spp.) y variedades de cactus. El matorral posee una fenología subperennifolia a subcaducifolia, con árboles emergentes de cobertura entre 10 a 25%. Los suelos son arcillosos a arcillo-limosos, donde las mencionadas especies encuentran hábitats óptimos en este tipo de suelo para desarrollarse. También se localizan sitios donde los suelos poseen salinidad.

Localización

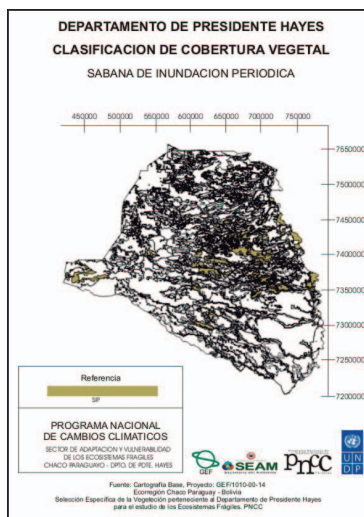
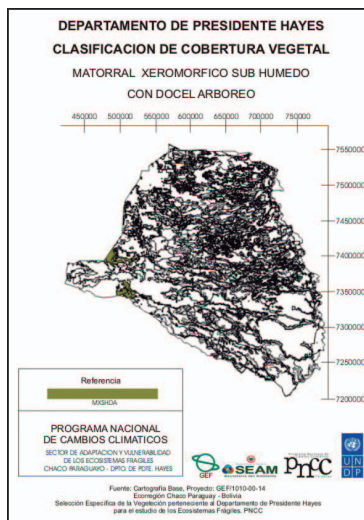
La mayor extensión de esta comunidad vegetal se encuentra distribuida al límite oeste de la ecorregión. Solo pequeñas muestras se encuentran protegidas en la Reserva de la Biosfera del Gran Chaco. La comunidad vegetal se encuentra aparentemente estable, por tener extensiones aún no muy afectadas para usos alternos. Existe una tendencia a la salinización de algunos sitios, en ello reside su fragilidad.

PASTIZAL EN SUELO TEMPORALMENTE INUNDADO

Posee una superficie de 5.618.129 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 95% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 5.337.419 has. Comunidad vegetal terrestre caracterizada por un pastizal con humedad del suelo del tipo méxico, de textura areno-arcillosa. En algunos casos, la única familia componente es la gramínea y generalmente se encuentra adyacente a una corriente de agua, por lo que es considerada colectora de agua dentro del mosaico de paisaje.

Localización

Estas comunidades vegetales cumplen un rol importante en el equilibrio hidrológico de los sistemas ecológicos adyacentes. Las muestras más representativas de esta comunidad vegetal se encuentran distribuidas al límite suroeste y sureste de la ecorregión. Solo una muestra se encuentra protegida en el Parque Nacional Tinfunké. Se encuentra muy afectada por el fuego para el uso pecuario. No obstante, la gramínea posee moderada tolerancia al fuego con pastura.



SABANA DE INUNDACIÓN PERIÓDICA

Posee una superficie de 42.090.624 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 44% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 18.479.968 has. Se trata de una comunidad terrestre sometida a largos periodos de humedad, por lo que el suelo es de tipo hídrico, con textura arcillo-limo-arenoso. Esta comunidad vegetal se caracteriza por una cobertura arbórea de 19 a 25% con presencia de especies adaptadas a sobresaturaciones predominando las especies de karandá y (*Copernicia* spp.), timbo y (*Enterolobium contortisiliquum*) y labón (*Tabebuia nodosa*).

Localización

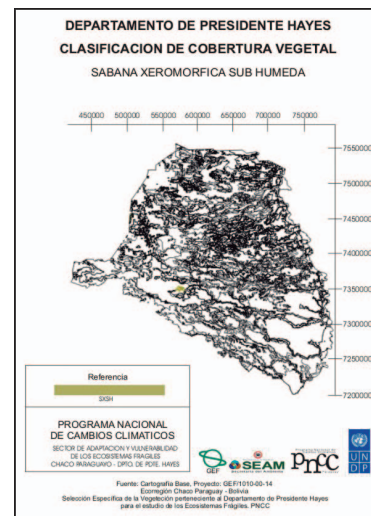
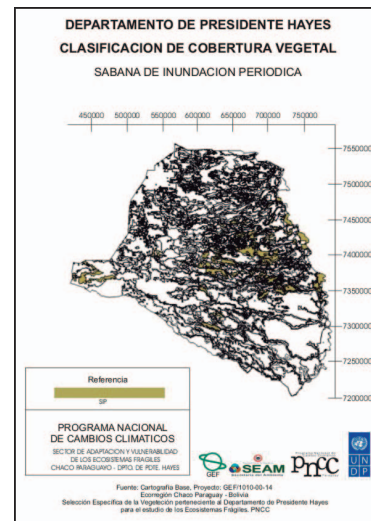
La mayor extensión se localiza en las zonas de Prats Gill y del Fortín Infante Rivarola. Además, pequeñas porciones se ubican al norte de Cerro León, que constituyen las únicas muestras protegidas. La comunidad vegetal cumple un rol ecológico importante debido a su función de colectora de agua en época de estiaje (bajas de agua), considerando que sufre inundaciones por las crecientes del nivel en los cauces de los grandes ríos y por la acumulación de agua durante la época de lluvia. En el Chaco central podría considerarse en vías de extinción, y en otras se encuentra severamente afectada por el fuego y la transformación de la pastura.

SABANA XEROMÓRFICA SUBHÚMEDA

Posee una superficie de 1.866.162 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 15% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 282.561 has. Otros autores como Josse (2002), la denominó Sabanas de Tierras Bajas. En tanto, Mereles (1999), la llamó Sabana, y Ramella (1989), la clasificó como Espartillar. Fisonómicamente se caracteriza por la dominancia de un estrato herbáceo, como el espartillar, con presencia de árboles dispersos entre los que se encuentran como típicos de esta comunidad vegetal el urundé y (*Astronium* spp.), jacarandá (*Jacaranda* spp.), coronillo (*Schinopsis quebracho-colorado*), paratodo (*Tabebuia nodosa*), quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), entre otros. El ph característico para el desarrollo de esta comunidad es su acidez moderada con textura arenosa. Y presenta una vegetación dominada por las gramíneas. Este tipo de comunidad se asienta en sitios cuyas precipitaciones promedio anuales van de 800 a 1.400 mm y una evapotranspiración potencial promedio anual de 1.300 a 1.400 mm.

Localización

SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL | PARAGUAY



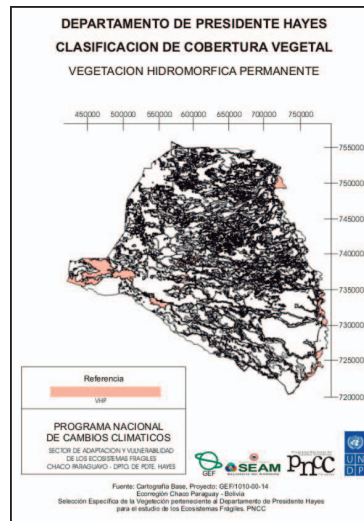
Posee un alto valor por su belleza escénica, es una de las comunidades vegetales de moderada extensión a nivel nacional y regional. Se encuentra en el centro del Chaco central, en la meseta de Cerro León y al norte de la Región oriental del Paraguay. Hasta la fecha, solo una pequeña región se encuentra protegida dentro del Parque Nacional Defensores del Chaco. Es una comunidad medianamente tolerante a la quema y las sequías. Esta comunidad se encuentra seriamente amenazada debido a que es convertida en campo de pastoreo en toda su distribución dentro del Chaco paraguayo.

VEGETACIÓN HIDROMÓRFICA PERMANENTE

Posee una superficie de 11.794.845 has, correspondientes al Chaco paraguayo, de las cuales el 86% se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, ocupando 10.190.798 has. Algunas similitudes de descripción con otros autores son: Palmar Chaqueño Estacionalmente Inundado Variante Lacustre (Navarro, 1998) y Sistema Lacustre (Vera, V., 1990). Comunidad vegetal caracterizada por un sistema lacustre cubierto parcial o totalmente por especies hidrófilas enraizadas y flotantes. Forman parte de esta comunidad vegetal especies que pueblan las lagunas y los lagos. Alberga especies adaptadas a condiciones donde el agua se encuentra en exceso. Generalmente la constituyen plantas pequeñas, flotantes, sumergidas, acuáticas, ancladas en el suelo y plantas anfibias. La comunidad puede estar formada por espejos de agua que van de entre 1 metro a 12 metros de profundidad.

Localización

Estas comunidades vegetales cumplen un rol insustituible como sitios de descanso de las aves migratorias. Se las puede encontrar a lo largo de los principales ríos de la ecorregión. Este tipo de comunidades se encuentran protegidas en el Parque Nacional Defensores del Chaco, Parque Nacional Tinfunqué, Parque Nacional Río Negro. Se encuentran muy afectadas por el uso pecuario. Algunas llegan a ser tolerantes a la salinización.



GRUPO META	OBJETIVOS	ACTIVIDADES	MEDIOS-INSTRUMENTOS
Jóvenes, niños y niñas en sistema escolar	Generar interés por el tema cambio climático Capacitar para la adaptación a los efectos del cambio climático Impulsar a la participación e integración comunitaria en el desarrollo de proyectos para buenas prácticas	Desarrollo e implementación de proyectos de aulas, proyectos colaborativos La distribución de boletines: - en coordinación y con la colaboración de las autoridades nacionales de la enseñanza - a profesores, maestros y alumnos de escuelas, de liceos y de centros de enseñanza técnica del país	Elaboración y distribución masiva de autoadhesivos alusivos al tema cuadernillos de curso guías de cursos
Jóvenes de sectores y/o zonas vulnerables del país (zonas rurales)	Informar y capacitar sobre acciones que causan el cambio del clima. Integrar a su comportamiento medidas adecuadas sobre manejo de energía renovable, emisiones en la industria, la agricultura, el manejo de desechos sólidos, y cuidado de humedales	Proyectos comunitarios La distribución de boletines: - en coordinación y con la colaboración de las autoridades nacionales de la enseñanza - a profesores, maestros y alumnos de escuelas, de liceos y de centros de enseñanza técnica del país Charlas, cursos, talleres de capacitación	Elaboración y distribución masiva de adhesivos alusivos a usos correctos de la energía; reciclaje, control y denuncia de emisiones Folletos, cuadernillos, manuales de cursos
Grupos juveniles, asociación de jóvenes	Generar interés por el tema cambio climático	Llamado a concursos sobre proyectos cortos, exposiciones fotográficas, concurso de carteles publicitarios referentes al tema	Entrevistas, charlas y paneles de prensa Manuales, textos, folletos, videos, rotafolios didácticos, diapositivas
Directores, docentes, estudiantes de instituciones educativas del nivel escolar, medio y técnico superior, de nivel universitario	Capacitar sobre cambio climático para integrar la temática al currículo Aplicar técnicas de trabajo colaborativo en las tareas de aulas de educación ambiental Organizar concursos y exposiciones para motivar al tema	Guías didácticas Concursos Exposiciones	Folletos, trípticos, afiches, videos Materiales de curso: textos, folletos, diapositivas Exposición fotográfica
Directivos, docentes, estudiantes del área agropecuario/Técnico agropecuario	Promover oportunidades de dialogo, intercambio, debate investigación, sobre el fenómeno y analizar estrategias de mitigación del fenómeno cambio climático	Campañas de sensibilización Reuniones informativas Seminarios, conferencias, debates Concursos	Folletos, trípticos, videos Materiales de curso Exposición fotográfica Boletines
Productores agropecuarios, forestales y agricultores, campesinos, asociaciones	Sensibilizar sobre variación del clima Concienciar sobre los efectos Motivar a aplicar buenas prácticas Capacitar para la mitigación y adaptación al cambio Promover la adopción de técnicas innovadoras en el manejo y prácticas agropecuarias para evitar emisiones y otras acciones que causan variación en el clima	Campañas de sensibilización Difusión de materiales informativos Charlas, jornadas de capacitación Debates Difusión de material informativo en medios de comunicación (prensa oral, escrita, televisiva, radios comunitarias)	Folletos, trípticos, videos Materiales de curso Exposición fotográfica Boletines
Autoridades gubernamentales, departamentales, funcionarios ejecutivos de instituciones relacionadas (Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Agricultura, de Medio Ambiente, Administración Nacional de Energía Eléctrica, Entes binacionales hidroeléctricos, Municipalidades, Decisores políticos, prefecturas	Informar sobre el CMNUCC Motivar e interesar por el tema Promover procesos de decisión y consenso	Mesa de diálogo Reuniones Conferencias Foros electrónicos Exposiciones orales y conferencias en diferentes eventos organizados en cooperación con otras instituciones nacionales y organizaciones no gubernamentales	Materiales de información Folletos Boletines electrónicos Murales Fotografías
Periodistas Responsables de radios comunitarias	Sensibilizar sobre la problemática Informar sobre causas, efectos, impactos del cambio climático Capacitar para motivar a la población a reducir los efectos que producen las emisiones, etcétera	Jornadas, reuniones, debates, foros, seminarios Talleres	Folletos, trípticos, videos Materiales de curso Exposición fotográfica Foros electrónicos Boletines electrónicos
Miembros de organizaciones no gubernamentales	Sensibilizar Informar Motivar	Jornadas, reuniones, debates, foros, seminarios	Materiales informativos, resúmenes ejecutivos
Público en general	Informar sobre las causas, efectos, factores determinantes del cambio climático, opciones de mitigación y adaptación.	Campañas de sensibilización Difusión de materiales informativos Publicaciones en medios de comunicación	Carteles publicitarios. Boletines Folletería

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACEPAR	Aceros del Paraguay
APRH	Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos, Paraguay
ARP	Asociación Rural del Paraguay
BCP	Banco Central del Paraguay
CC	Cambio Climático
CEN	Comité de Emergencia Nacional, Paraguay
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COD	Carbono Orgánico Degradable
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
COVIM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes al Metano
CSIRO-mk2	Modelo del Australian's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
CUTS	Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura
DC	Dirección de Comercialización
DCEA	Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, MAG
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DGEEC	Dirección General de Encuestas Estadísticas y Censos, STP
DGP	Dirección General de Planificación/Ministerio de Agricultura y Ganadería
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental, MAG
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, MOPC
DINATRAM	Dirección Nacional de Transporte, MOPC
DMH	Dirección de Meteorología e Hidrología, MOPC
ECHAM4	Modelo del Max Planck Institute für Meteorologie, Alemania
EDAs	Enfermedades Diarreicas Agudas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil
ENOS	El Niño Oscilación Sur (ENSO)
ENPAB	Estrategia Nacional y Plan de Acción de la Biodiversidad
ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios de Paraguay
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCA	Facultad de Ciencias Agrarias
FCM	Factor de Corrección del Metano
FI	Facultad de Ingeniería
FMI	Fondo Monetario Internacional
GEF	Global Environment Fund
GFDL-R30	Modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, EE.UU.
HADCM3	Modelo del Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Reino Unido
IAN	Instituto Agronómico Nacional, Paraguay
INC	Industria Nacional del Cemento, Paraguay
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina
IPA	Índice Parasitario Anual
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
IRAs	Infecciones Respiratorias Agudas
LULUCF	Uso de la tierra, Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura (sigla en inglés)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay
MIC	Ministerio de Industria y Comercio, Paraguay
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Paraguay
MSPBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Paraguay
NAPA	Plan Nacional de Adaptación
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAN	Política Ambiental Nacional
PEA	Población Económicamente Activa
PETROPAR	Petróleos Paraguayos
REMA	Región Metropolitana de Asunción
ROS	Red de Observaciones Sistemáticas
RSU	Residuo Sólido Urbano
SEAM	Secretaría del Ambiente
SENAESA	Servicio Nacional de Salud Animal, Paraguay
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental, Paraguay
SETAMA	Secretaría de Transporte del Área Metropolitana de Asunción
SISNAM	Sistema Ambiental Nacional
TGRS	Tasa de Generación de Residuos Sólidos en los vertederos
UNA	Universidad Nacional de Asunción
USD	Dólares Americanos
VRS	Vertedero de Residuos Sólidos
WHO	World Health Organization

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS. 1991. Anuario Hidrográfico. Año 1974-1991. Asunción, Paraguay.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS. 1998. Informe Hidrológico, diciembre 1997-1998.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS. s/f. Anuario Hidrográfico, Año 1965-1970, Año 1974-1991.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS. 1992. Anuario Hidrográfico, Años 1974-1991. Administración Nacional de Navegación y Puertos, Asunción, Paraguay.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS. 1996. Anuario Hidrográfico, Años 1992-1995, Administración Nacional de Navegación y Puertos, Asunción, Paraguay.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS. 1999. Anuario Hidrográfico, Años 1996-1998, Administración Nacional de Navegación y Puertos, Asunción, Paraguay.
- AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN. 1998. Estudio sobre el Plan de Control de Contaminación del Lago Ypacarai y su Cuenca, Volumen 3.
- ARELLANO ALBORNOZ, R. 1998. Balance Hídrico Superficial de la Cuenca del Río Pilcomayo. La Paz, Bolivia.
- ARMADA PARAGUAYA. DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN. Información hidrométrica desde 1912.
- ARRANZ, U.; GONZÁLEZ, Y.; PRADO, B. 2001. Análisis Económico con Eviews. Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Valladolid. Alfaomega Grupo Editor.
- ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE RECURSOS HÍDRICOS/FOROAGUA. s/f. Lineamientos para un Plan Nacional de los Recursos Hídricos. BÁEZ J., FERNÁNDEZ, W. 1994. "Variabilidad espacial y temporal de la precipitación lluviosa en Paraguay". Revista Geofísica, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, N° 41.
- BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY. 2000. Cuentas Nacionales. Gerencia de Estudios Económicos. Asunción, Paraguay.
- BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY. 2005. Gerencia de Estudios Económicos. Departamento de Cuentas Nacionales y Mercado Interno. Sistema de Cuentas Nacionales del Paraguay. Año Base 2004. Serie 1991-2004.
- BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY. 2006. Gerencia de Estudios Económicos. Departamento de Cuentas Nacionales y Mercado Interno. Informe Económico-Octubre.
- BARROS, V., et al. 2006. El Cambio Climático en la Cuenca de la Plata.
- BASABE, P. 1996. Informes y datos del proyecto PRECUPA, prevención de desastres naturales en la cuenca del río Paute. Cuerpo Suizo de Socorro en Caso de Catástrofe. Cuenca-Ecuador.
- BASABE, P. 1997. Preparación ante posibles inundaciones que pueda ocasionar el fenómeno "El Niño" (incluye plan de contingencia a ser consultado y aprobación). CEN y PNUI. UNDHA.
- BASABE, P. 1998. Seguimiento de la preparación emergente ante posibles inundaciones que pueda ocasionar el fenómeno "El Niño". Comité de Emergencia Nacional (CEN) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUI). Asunción, Paraguay.
- BCP. 1999. Informe Económico Preliminar. Año 1999. Banco Central del Paraguay, Asunción, Paraguay.
- BCP. Cuentas Nacionales (Período 2005-2006).
- BERGER, L. 1996. Evaluación del Impacto Ambiental de los Mejoramientos de la Hidrovía. Asociación Hidroservice. Volumen I.
- BOUNA M. J.; SONDORP, H. E.; VAN DER KAAV, H. J. 1994. Climate change and periodic epidemic malaria. Lancet; 343:1440.
- BOUNA, M. J.; DYE, C.; VAN DER KAAV, H. J. 1995. El Niño Southern Oscillation as a possible early warning system for falciparum malaria epidemics in Northern Pakistan. In: Epidemiology and control of malaria in Northern Pakistan. Dordrecht. p. 45- 57.
- CAMPOS, A. 2001. Centro Nacional del Clima. Instituto de Meteorología. Comunicación personal.
- CASTRO, R. 2000. El Mercado del Carbono. Los bosques la mejor opción. Disponible en <http://www.tierramerica.net/2000/suplemento/pag%2012.ht>.
- 1990. Áreas prioritarias para la conservación en la Región Oriental del Paraguay. Centro de Datos para la Conservación. SSERNMA/MAG. Asunción
- CÉSPEDES, R.L.; RÍOS, L.S. 1984. Análisis del impacto de las inundaciones en el río Paraguay. Informe para la Iglesia. Centro Paraguayo de Estudios Sociológicos y del Centro de Estudios Urbanos, Regionales y Ambientales, CPES-CEURA.
- CLEMENTS, A. N. 1999. The Biology of Mosquitoes. Sensory reception and behavior. London: CAB International.
- CMNUCC. 2006. Guía sobre la elaboración de proyectos de transferencia de tecnología para obtener financiación.
- COLEMAN, D. 1993. "Evaluación de daños a viviendas por las inundaciones en Asunción, reporte final". PADCO preparado para U.S. Agencia para el Desarrollo Internacional, Oficina Regional de Vivienda y Desarrollo Urbano, Paraguay. PADCO.
- COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR (COLOMBIA, CHILE, ECUADOR, PERÚ). 1997. XII reunión del Comité científico del estudio regional del fenómeno El Niño - ERFEN, informe ejecutivo.
- COOK, G. C. 1992. "Effect of global warming on the distribution of parasitic and other infectious diseases: a review". J. Rev. Soc. Med.; 85:688-91.
- CUBILLOS, Z. A. 1987. Calidad y Control de la Polución del Agua. Mérida
- CUENCA DEL RÍO DE LA PLATA-COMITÉ INTERGUBERNAMENTAL. COORDINADOR DE LOS PAÍSES DE LA CUENCA DEL PLATA. 1998. Sistema de Información sobre Calidad del Agua y para el Alerta Hidrológico. junio.
- DE URIES, J.; CONARD, S.G. (eds.). 1991. California Watersheds at the Urban Interface. University of California.
- DEFENSA CIVIL DEL ECUADOR. 1997. Plan de contingencia para afrontar el fenómeno "El Niño". DINC. Quito, Ecuador.
- DEPARTAMENTO DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS ONU. 1998. El seguimiento de la preparación emergente ante posibles inundaciones que pueda ocasionar el fenómeno Niño. Informe de Misión en Paraguay del 8 al 23 de enero de 1998.
- DGVS. 2007a. Enfermedades diarreicas agudas en los menores de 5 años. Boletín Epidemiológico N° 34. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Asunción.
- DGVS. 2007b. Situación de las IRAs en el Paraguay. Boletín Epidemiológico N° 19. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Asunción.
- DHA. 1997. The Paraguay River floodplain zonation project. United Nations, Department of Humanitarian Affairs. Ginebra.
- DIETZE, R. 2001a. Evaluación económica de los cambios climáticos. Sector Agropecuario y Forestal. Asunción. Inédito.
- DIETZE, R. 2001b. Plan Nacional del Biotiesel. Proyecto PAR98/G31. Asunción. Inédito.
- DIRECCIÓN DE CENSOS Y ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS/MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 2000. Producción Agropecuaria 2000. Síntesis Estadística. Informe Final. Asunción, Paraguay.
- DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA/DINAC. Programa Hidrológico Internacional Balance Hídrico Superficial del Paraguay. Asunción, Paraguay.
- DIRECCIÓN DE PARQUES NACIONALES Y VIDA SILVESTRE. 1998. Fauna amenazada del Paraguay. Asunción, DIPNV/S/MAG/AID.

- DIRECCIÓN GENERAL DE ENCUESTAS ESTADÍSTICAS Y CENSOS. Estimación y Proyección de la Población por Distrito Según Sexo y Grupos de Edad. Periodo 1990/2000.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS ENCUESTAS Y CENSOS. 2002. Censo Nacional de Población y Vivienda, 2002. Asunción-Paraguay.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. 2006. Proyecto Erradicación de la Pobreza. Asunción, Paraguay.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DINAC). DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. Datos de Temperatura y Precipitación.
- DISERGEMIL. 1998. Catálogo de producción cartográfica.
- EBIS, K.L. AND PATZ, J.A. 2002. Epidemiological and impacts assessment methods. In: Global environmental change and human health. Martens, P. and McMichael, A. J., Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- ELECTROMON, S.A. 1997. Cartografía digital 1:50.000. Asunción, 1997.
- ENCISO, V. 2002. Estado Actual de la Información sobre Árboles Fuera del Bosque Forestal en el Paraguay. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Santiago, Chile.
- ENPAB. 2003. Estrategia Nacional y Plan de Acción de Biodiversidad. Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay.
- ENTIDAD BINACIONAL YACYRETÁ. 1979. Estudio de Crecidas Ríos Paraná y Paraguay. Volumen 4.Bs. As, Argentina, y Asunción, Paraguay.
- ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES. 1995. Documento Básico sobre Biodiversidad. Asunción, SSERNMA/MAG/GTZ. Ed. ICONO S.R.L.
- FACETTI FERNÁNDEZ, J. F. S/F. Estudio de la Contaminación Industrial y Urbana en el Paraguay. Enaprena. Asunción, Paraguay.
- FACETTI, J.; BOZZANO, B.; DIETZE, R.; FACETTI, M.; RODAS, C. 2003. Propuesta de Moratoria en el BAAPA y Optimización de los Sectores Agropecuario y Forestal en la Región Oriental. World Wild Fund (WWF). Asunción.
- FAO. Perfiles Nutricionales por Países (Paraguay). Encuesta Integrada de Hogares, 1997/98.
- FLORES, F. 2007. El Cambio Climático causa pérdidas en los cultivos de alimentos. Instituto Carnegie y el Laboratorio Nacional de Lawrence Livermore. Disponible en <http://www.fernandoflores.cl/node/1883>.
- FOGEL, R. 1996. Documento base sobre las comunidades indígenas. Consultor/Est. S.R.L. Tercera edición. Asunción, Paraguay.
- GEF/PNUMA/OEA. 2006. Manejo Sostenible de Tierras en el Ecosistema Transfronterizo del Gran Chaco Americano. Diagnóstico del estado y uso actual y potencial de las tierras en el Chaco paraguayo. Informe Final. Proyecto GEF.
- GIACOMETTI, C. 2006. Las metas del Milenio y la igualdad de género. El caso de Paraguay. Consultado 08/11/07. Disponible en <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/26639/Serie%2079.pdf>.
- GIBSON, E. T. 1978. Efecto del estado de tiempo en la biología del mosquito. Weather and Parasitic An Disease; Note 159, Suiza: WMO N° 497:151-67.
- GONZÁLEZ, R. S/F. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Documento de trabajo. Informe Nacional. Paraguay. FAO. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/32925/3292500.h>.
- GONZÁLEZ, R. 2001. Estudio de Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal en América Latina. Documento de Trabajo. Informe Nacional Paraguay. Editor FAO. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/32925/3292500.htm> (visitado el 05.02.07).
- GRASSI, B.; MAX, P.A.; ARMORA, J. 2005. Un análisis del comportamiento de la precipitación en el Paraguay. Informe final del proyecto 05 35 POL 02. Campus de la UNA, San Lorenzo.
- GRASSI, B.; MAX, P.A.; ARMORA, J. 2004. Análisis de la tendencia de la temperatura del aire en el Paraguay. Informe final del proyecto. 018 04 POL 01. Ciudad Universitaria, San Lorenzo.
- GRISSETI, M.; STORH, G. 1995. Lineamientos Sectoriales para una Política Nacional de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Proyecto de la Cooperación Técnica Paraguay-Alemania. Asunción, Paraguay.
- GUENDOLAIN, K.; PALIZA, L. 2006. El Consumo de Energía en México y sus Efectos en el Producto y los Precios. México D.F.
- HALSNES, K.; CALLAWAY, J. M.; MEYER, H. J. 1998. Economics of Greenhouse Gas Limitations. Methodological Guidelines. UNEP: Denmark, 212 pp.
- HOLDRIDGE, L. R. 1969. Estudio ecológico de los bosques de la Región Oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay. FAO/SFN.
- HUESPE, H. F.; SPINZI, L.; CURIEL, M. V.; BURGOS, S. M. 1994. Uso de la tierra en 1991 y avance de la deforestación entre 1984 y 1991. Región Oriental del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay. UNA/FIA/CF.
- IICA. 2007. El Estado del Arte de los Biocombustibles en el Paraguay. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Asunción.
- INSTITUTO DE DERECHO Y ECONOMÍA AMBIENTAL (IDEA). Base de Datos Legislativa Ambiental disponible en <http://64.176.205.32/xpfpHoo/pfpHoo3.php>.
- INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO Y EL MEDIO AMBIENTE. 1985. Perfil Ambiental del Paraguay. Ed. Cromos, Asunción, Paraguay.
- IPCC. 2005. Orientación sobre Buenas Prácticas Para Uso De La Tierra, Cambio De Uso De La Tierra Y Silvicultura.
- IPCC. 1996. Libro de Trabajo 1996 (revisado) para el Inventario de Gases Efecto Invernadero, PNUMA-OMM. Reino Unido.
- IPCC/OECD/IEA. 1996a. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2. Workbook. United Nations Environmental Programme (UNEP), IPCC, OECD, and IEA. Paris-France.
- IPCC/OECD/IEA. 1996b. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 3. Reference Manual. United Nations Environmental Programme (UNEP), IPCC, OECD, and IEA. Paris-France.
- ITAIPÚ BINACIONAL. 1995. Aprovechamiento hidroeléctrico de Itaipú. El proyecto del siglo.
- JICA-SEAM-DIGESA. 2006. Estudio del Río Paraguay y Lago Ypacarai.
- KENT R. 1991. Preparativos para desastres. 1ª edición. PNUD, Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres. UNDRP.
- LE GUENNO, B. 1997. Hemorrhagic fevers and ecological perturbation. Arch. Virol Supp.; 13:91-9.
- LECHA, E. I.; PAZ, R. L. Y LAPINEL, P. R. 1994. El clima de Cuba. Editorial Academia. La Habana. 186 pp.
- LEY N° 1561, 2000. Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, El Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay.
- MAG. 1999. Evaluación de Efectos Climáticos en la Agricultura y la Ganadería. Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San Lorenzo, Paraguay.
- MAG/DCEA. Censo Agropecuario Nacional. 1991.
- MAG/DCEA/DGP. Datos Estadísticos (Periodo 2005-2006).
- MAG/SSERNMA/OEA-PNUMD/UNITAR. Proyecto PAR GLO/95/G31. Inventario Nacional de Paraguay de Gases de Efecto Invernadero por Fuentes y Sumideros. Año 1990. Programa CC. Train-Entrenamiento, Asunción, Paraguay.
- MARQUETTI, M.; BISSET, J.; NAVARRO, A. 1986. Influencia de algunos factores abióticos sobre las fluctuaciones de la población de Culex quinquefasciatus. Say 1823 (Diptera: Culicidae). Rev. Cub. Med. Trop., sept.-dic.; 38(3):281-8.
- MARTENS, W. J. M.; JETTEN, T. H.; ROTMANS, J.; NIESEN L.W.; MACMICHAEL. 1995. Potential impact of global climate change on malaria risk. Environ Health Perspectives; 103 (5). Disponible en: URL: <http://ehis.niehs.nih.gov/topic/global/martens-full.html>. Fecha de Acceso: 13/02/2002.
- MAYERREGER, E. S/F. Nota Técnica. Agroclimatología del Paraguay. Programa Nacional de Agroclimatología: IAN/OIA/MAG en bibliografía.
- MCCABE, G.; CLARK, M.; SERREZE, M. 2001. Trends in Northern Hemisphere Surface Cyclone Frequency and Intensity. Journal of Climate, 14(12): 2763-2768.
- MCMICHAEL, A. J. 1994. Global Environmental Change and Human Health: New Challenges to Scientist and Policymakers. J Pub Health Policy 407-19.
- MEYER, L.A. 1995. El río Pikomayo un caso de estudio.
- MILLER, I.; FREUND, J.; JONSON, R. S/F. Probabilidad y Estadística para Ingenieros.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA SUBSECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE. 1996. Documento Base sobre el sector Agrícola y su impacto Ambiental. Asunción, Paraguay.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DIRECCIÓN DE CENSOS Y ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. Síntesis Estadística Producción Agropecuaria. Año Agrícola 2005/2006. OMEGA SRL. Editorial.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN. 2006. El Sector Agropecuario y Forestal en Cifras.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN. DIRECCIÓN DE ESTUDIOS AGROECONÓMICOS. 2007. Cultivo del Tártago.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTO. 1997. Datos y cartografía digital de localidades, locales escolares y red vial. Asunción.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. s/f. Primera Reunión de Coordinación del Proyecto Regional "Fortalecimiento de Capacidades para el Desarrollo Energético Sostenible". www.mic.gov.py
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. VICE- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. 2000. Balance Energético Nacional. Asunción. Paraguay.
- MINISTERIO DEL INTERIOR/COMITÉ DE EMERGENCIA NACIONAL. 1996. Informe de las actividades realizadas año 1995. Asunción.
- MOLAS, G.; HEYH, R.; ARIAS, R. 1996. Documento base sobre el Sector Pecuario y su Impacto Ambiental. Consultor/Est. S.R.L. Asunción, Paraguay.
- MOLINAS, VEGA, J. R. 2006. Rol de la Agricultura en Paraguay. Desafíos actuales y perspectivas futuras. Instituto Desarrollo/FAO. Asunción. 290 pp.
- MOPC/SEMSE. 2007. Plan Estratégico del Sector Energético de la República del Paraguay 2004-2013. Disponible en www.semse.gov.py
- MOTOR COLUMBIUS Y ASOCIADOS. 1978. Estudio de Crecidas ríos Paraná y Paraguay. Hidrología Básica (Informe Parcial), noviembre.
- MOTOR COLUMBIUS Y ASOCIADOS. 1979. Estudio de Crecidas ríos Paraná y Paraguay. Modelo Hidrodinámico (volumen 3A). Evaluación de Bases Atribuyables a las Crecidas (volumen 4). Evaluación de los Dispositivos de Protección contra Crecidas (volumen 6), octubre.
- MSP y D. 2005. Estrategia de Gestión Integrada Nacional. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Asunción.
- NAVARRA A. 2005. The climate dilemma. In: Extremes Weather Events and Public Health Responses. [In English]. Kirch W., Menne B. and Bertolini. Eds. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- NERVU, A.; DIETZE, R. 2002. Negociaciones Internacionales en Agricultura. Ministerio de Industria y Comercio. Asunción. 295 pp.
- OMS. 1972. Ecología de los vectores. Ginebra; Informe N° 501.
- OPS. 2007. Salud en las Américas 2007. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud, Publicación Científica y Técnica N° 622. Volumen I-Regional. Washington D.C., 2007.
- OPS. 2007. Salud en las Américas 2007. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud, Publicación Científica y Técnica N° 622. Volumen II-Países. Washington D.C., 2007.
- OPS. 1995. Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guía para su prevención y control. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Publicación científica N° 548. Washington D.C.
- ORTIZ, B. P.; RIVERO, A. 2004. Índices climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio- temporales. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 11 N° 1: 41-52.
- ORTIZ, B. P. 2005. Modelos para evaluación del impacto y pronóstico de enfermedades a partir de las condiciones climáticas. Impacto Económico. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Económicas. U. H. Cuba.
- ORTIZ, B. P.; PÉREZ, R. A., RIVERO, V. A.; LEÓN, V. N.; DÍAZ, M. AND PÉREZ, A. 2006. Mini- Monograph "Result to assessing the human health vulnerability to climate variability and change in Cuba". Environmental Health Perspectives (EHP). EU. Vol. 114, No.12 1942-49.
- ORTIZ, B.P.; RIVERO, A., y PÉREZ, A. 2006. La influencia de la variabilidad climática en la ocurrencia de las enfermedades de transmisión digestiva en Cuba. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 13 N° 1.
- ORTIZ, R. 2002. Recursos forestales y cambio en el uso de la tierra. Paraguay. Proyecto Información y análisis forestal sostenible integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina. FAO/CE. Chile. 38 pp.
- ORUE, D. 1996. Relatorio de Impacto Ambiental. Asunción, Paraguay.
- PATZ, J. A.; EPSTEIN, P. R.; BURKE, T. A.; BALBUS, J. M. 1996. Global climate change and emerging infectious diseases. JAMA, Jun; 275(9):217-23.
- PETRÓLEOS PARAGUAYOS (PETROPAR). 2006. Proyecto: Plan de Fomento a la Producción de Biocombustibles.
- PETROPAR. 2000a. Planeamiento Económico, Boletín Estadístico N° 1, Ventas de Combustibles años 2000 a 2006. Petróleos Paraguayos. Asunción, Paraguay.
- PETROPAR. 2000b. Memoria y Balance 2000. Petróleos Paraguayos. Asunción, Paraguay.
- PICH, R., CENTELLA, A.; LLANES, J. (comp.). 2002. Mitigación del Cambio Climático. Documentación de referencia para participantes en el taller de divulgación de los resultados del Grupo de trabajo III del IPCC. Instituto de Meteorología de Cuba/Centro de Investigaciones de la Economía Mundial La Habana. 131 pp.
- PNUMD. 1986. Mapa geológico del Paraguay. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, Asunción, Paraguay.
- PNUMD. 2006. Uso y Gobernabilidad del Agua en el Paraguay. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUMD) en Paraguay. Asunción.
- PNUMD. 2007. Cambio Climático: Riesgos, vulnerabilidad y desafío de adaptación en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUMD). Asunción. 99 pp.
- PNUMD. 2007. Cambio Climático: riesgos, vulnerabilidad y desafíos de adaptación en el Paraguay
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY. SECRETARÍA DEL AMBIENTE. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. 2005. Política

Ambiental Nacional, Asunción, Paraguay.

- QUIJANO, J. 2007. Estudio de los Biocombustibles en el Paraguay. Disponible en: www.redlex.gov.py/carlos-quijano-BID.pdf
- REINERT, W. C. 1989. The New Jersey Light Trap: an old standard for most mosquito control programs. Proceedings of the Seventy-Sixth Annual Meeting of the New Jersey Mosquito Control Association; p.17-25. Disponible en: URL:<http://www-rci.rutgers.edu/~insects/njtrap.htm>. Fecha de Acceso:13/02/2002.
- REITER, P. 1998. Global warming and vector borne diseases in temperate region and high altitude. Lancet; 351: 839-40.
- ROSES, M. Y GUZMÁN, M.G. 2007. Dengue y dengue hemorrágico en las Américas. Rev. Panam. Salud Pública/Pan Am J Public Health 21(4). Washington.
- SEAM. 2001. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. PNUD/GEF/Paraguay. 130 pp.
- SEAM. 2007. Estrategia Nacional y Plan de Acción de Biodiversidad (ENPAB) 2004-2009. 3ª edición. Secretaría del Ambiente (SEAM)/GEF/PNUD. Asunción. 110 pp.
- SEAM/GEF/PNUD. 2007. Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad del Paraguay 2004-2009. 3ª ed.110 pp.
- SEAM/USAID/DESDELCHACO/CE. 2006. Plan de Ordenamiento Ambiental del Territorio. Publicación. Proyecto ORDAZUR/BGR.
- SECRETARÍA DEL AMBIENTE. 2006. Plan de Ordenamiento Ambiental del Territorio. Departamento de Alto Paraguay y Boquerón (pág.3 al 4).
- SECRETARÍA DEL AMBIENTE. DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA. 2006. Tercer Informe Nacional para la Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación.
- SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN. s/f. Evaluación Regional. Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Informe de Paraguay.
- SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN. DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS, ENCUESTAS Y CENSOS. 2005. Principales Resultados de la Encuesta Permanente de Hogares 2005. Empleo y Pobreza.
- SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN/PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 2000. Perfil Socioeconómico del Paraguay. Asunción, Paraguay.
- SENEPA. 2004. Memoria institucional. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo. Asunción.
- SENEPA. 2005. Memoria institucional. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo. Asunción.
- SENEPA. 2006. Memoria institucional. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo. Asunción.
- SIR WILLIAM HALCROW AND PARTNERS, INGENIEROS CONSULTORES. 1980. Mejoramiento de la Navegación del río Paraguay (Arg.

75/012-Par. 75/006), volumen I, octubre.

- SIR WILLIAM HALCROW AND PARTNERS, CONSULTING ENGINEERS. 1973. Report On The Navigation Studies of The Paraguay River South of Asunción August.
- SIR. WILLIAM HALCROW AND PARTNERS INGENIEROS CONSULTORES. 1980. Mejoramiento de la Navegación del Río Paraguay.- Volumen I. Londres, -octubre.
- SOSA TENAILLON. 1998. El Río Pilcomayo. Historia de la Pérdida de un Río. Asunción, Paraguay.
- STAROSOLSZKY AND MELDER, O.M. (eds.) 1988. Hydrology of Disasters.
- Stone R. 1995. Global warming. If the mercury soars, so may health hazards. Science; 267:957-8.
- STP. 1999. Indicadores Socioeconómicos y Demográficos. Atlas Temático Departamental del Paraguay. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos. Secretaría Técnica de Planificación (SPT), Fernando de la Mora, Paraguay.
- TUCCI, C.; BERTONI, J. C. 2003. Inundaciones Urbanas en América del Sur. GWP.
- UGR/DCEA/DC /MAG. 1998. Pérdidas por Efecto Climático.
- UNIDAD TÉCNICA DE ESTUDIOS PARA LA INDUSTRIA (UTEPEI). SUBSECRETARÍA DE INDUSTRIA. Boletín de Competitividad Industrial del Paraguay. www.mic.gov.py
- UNITED NATION DEVELOPMENT PROGRAM/GLOBAL ENVIRONMENTAL FUND. 2004. Adaptation Policy Frame Work for Climate Change. New York, USA.
- URBISAIA, H.; BRUFMAN, J. 2001. Análisis de Series de Tiempo Univariadas y Multivariadas. Ediciones Cooperativas. Argentina.
- VALDEZ, M. 2002. Estado Actual del Sistema de Información Forestal en en el Paraguay. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Santiago.
- VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. s/f. Plan Estratégico del Sector Energético de la República del Paraguay. Capítulo I: Sistema Socioeconómico de Paraguay. Escenarios Económicos. Disponible en: www.ssmg.gov.py
- VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. DIRECCIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS. 2003. Balance Energético Nacional. Versión Preliminar (agosto del 2003).
- VICEMINISTERIO DE RECURSOS ENERGÉTICOS. VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. DIRECCIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS. 2003. Balance Energético Nacional Año 2002, Versión Preliminar (agosto del 2003).
- WEL, W. S. 1990. Time series analysis. Univariate and multivariate methods. Addison-Esley Publishing Company, Inc.
- WEL, W. S. 1990. Time series analysis. Univariate and multivariate methods. Addison-Esley Publishing Company, Inc.
- WHO. 2003. Climate Change and Human Health: Risks and Responses. McMichel A.J., Campbell-Lendrum D.H., Corvalán C., Ebi K.L., Githeko A., Scheraga J.D., et al. (eds.), WHO/WMO/UNEP. Geneva. Chapter 10.
- WIJENSUNDERA, M. 1988. Malaria outbreaks in new foci in Sri Lanka. Parasitology Today; 4:147-50.
- ZARDINI, E. 1993. Paraguay's Floristic Inventory. National Geographic Research and exploration 9(1):128-131.
- ZAVALA, F. S.; SMAJSTRIA, A. G. 1990. Water Management Utilities. Hamilton, Stephen.