

# La economía del Cambio Climático en la Argentina

## Informe de Síntesis. Informe sobre Valorización Económica.

**Coordinador y Editor**

**LEONIDAS OSVALDO GIRARDIN**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológica (CONICET)

Fundación Bariloche (FB)

Universidad Nacional de Moreno (UNM)





# La economía del Cambio Climático en la Argentina

**Informe de Síntesis.  
Informe sobre Valorización Económica.**

**Coordinador y Editor**

**LEONIDAS OSVALDO GIRARDIN**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológica (CONICET)

Fundación Bariloche (FB)

Universidad Nacional de Moreno (UNM)

ISBN: 978-987-45525-3-2



NACIONES UNIDAS



CONICET







A mis queridos viejos, Leónidas Osvaldo y Corina porque, como siempre digo, sin la polenta que ellos le pusieron para enfrentar las épocas duras, nada de los que vino o pudiera venir en el futuro, hubiese sido posible. Porque me hubiese gustado disfrutar un poco más de su compañía.

A Javier, Theo y Karina porque siempre están (en las buenas, en las malas, en los empates...).

A Jorge Gustavo Elías, hermano de la vida, el más completo de toda una camada de profesionales que nos formamos juntos en estos temas que relacionan las cuestiones ambientales en sentido amplio, la educación y la inclusión social. Porque nos dejó muy pronto y con tantas cosas por hacer. Porque lo van a extrañar mucho las pibas y los pibes de la Universidad Nacional de Moreno y la UBA y quienes tuvimos la suerte de conocerlo.



## Presentación

Tengo el agrado de presentar la edición digital de **“La Economía del Cambio Climático en Argentina”**, elaborado por un conjunto de destacados profesionales en el marco de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Coordinado y Editado por el Licenciado Leónidas Osvaldo Girardin, que al momento de la elaboración de este estudio era el Director del Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo de la Fundación Bariloche.

Además de agradecer al Lic. Leónidas Osvaldo Girardin la preparación del material necesario para la publicación, debo también agradecerle su colaboración en la gestión ante la CEPAL para hacer pública la versión completa de este trabajo que, en primera instancia, es digital, proyectando también su edición en papel cumpliendo con el compromiso adquirido con la CEPAL al autorizarnos la publicación completa del documento.

En este sentido, también agradezco a la CEPAL la mencionada autorización, realizada en nombre de la Institución por el Sr. Ricardo Pérez, Director de la División de Publicaciones y Servicios Web, con el compromiso de distribución gratuita de la publicación.

El interés de reproducir y distribuir los documentos resultantes de este estudio, es el de llevar al conocimiento de estudiosos e interesados en la problemática ambiental argentina, bases para el diseño de políticas públicas necesarias para la superación de los problemas identificados en dicho estudio. Ello forma parte de la política desarrollada por las Instituciones que represento.

La publicación detalla Escenarios de Emisión y Mitigación y la Valorización Económica de Algunos Impactos Identificados del Cambio Climático en el País.



**Héctor Ruben González Berrini**

Vicepresidente de la Fundación Patagonia Tercer Milenio

Secretario General del Sindicato Regional de Luz y Fuerza de la Patagonia



## Agradecimientos

Al Ing. Guillermo Gallo Mendoza, que me honra con su amistad y que, desde que mi viejo ya no está conmigo, es lo más parecido que hay a un padre. Porque, como ya dije alguna otra vez, me demuestra cada día que no importa cuántos años uno tenga: hay gente que hace mucho tiempo que viene acumulando juventud. Porque me enseñó que el conocimiento puede engrandecer, pero más engrandece el trabajo. Porque mientras uno pelee por lo que cree, sigue manteniendo vivo ese fuego sagrado. Porque sin su apoyo esta publicación nunca hubiese sido posible.

A la Fundación Patagonia Tercer Milenio y el Sindicato Regional de Luz y Fuerza de la Patagonia, a los compañeros y compañeras que forman parte de ambas organizaciones, por la onda que le ponen siempre que me toca llevar a cabo alguna actividad conjunta, por su apoyo y por seguir confiando en mi trabajo.

Al equipo de la CEPAL, pero principalmente a Carlos de Miguel y Karina Martínez. A Carlos, porque desde un primer momento fue todo lo preciso y riguroso que tiene que ser una contraparte para garantizar la calidad de un trabajo de esta magnitud e importancia. Por esa relación de respeto mutuo y confianza que logramos edificar durante todo el tiempo que estuvimos compartiendo esta actividad. Pero fundamentalmente por el apoyo inestimable que significó para poder defender el trabajo de todos los intereses que estaban en juego para cambiar, modificar o incluso cercenar su contenido. A Karina por su comprensión, paciencia y amabilidad para facilitar el proceso de publicación y por la prolijidad con que siempre tuvo todo el material a disposición.

A Jorge Luis Etcharrán, por ser uno de mis “hermanos de la vida”, por su inestimable ejemplo de conducta, por incitarme a compartir ese hermoso desafío que es participar de la construcción y crecimiento una de las nuevas Universidades del Conurbano. Por compartir la militancia de intentar dejarles a los que vienen después que nosotros un mundo un poco menos choto y más vivible que éste. Porque sin su asistencia, la tarea de revisar y editar los estudios que dieron forma a esta publicación hubiese sido imposible de llevar a la práctica por la cantidad de trabajos que hubo que leer, releer y volver a leer.

A mis afectos de hace mucho, de hace menos tiempo y a de siempre. Porque soy quien soy por quienes quiero y me quieren. Porque sin pasión, sin compromiso y sin alegría, la vida no es vida, es mero paso del tiempo.

A las pibas y los pibes de la Universidad Nacional de Moreno y a quienes trabajan en ella día a día. Porque me cargan las pilas para seguir. Porque, comparto con muchos de ellos la condición de ser “primera generación de universitarios” en la familia y en el barrio. Porque son el futuro. Porque tienen que ser mejor de lo que fuimos nosotros y tenemos que trabajar todos juntos por eso.

A Daniel Rezza y todo el equipo que participó en el proceso de llevar al formato de libro todo este voluminoso material. Hicieron un trabajo monumental y no puedo dejar de agradecerlos.

Gracias a todos ellos. Han contribuido en los aciertos que pueda tener este documento y son absolutamente inocentes de sus errores.



## Prólogo a la Versión Completa del ERECC – Argentina.

El Estudio Regional de Economía del Cambio Climático en Sudamérica (ERECCS), comprende una serie de trabajos correspondientes a ocho Países de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay) que, a su vez, son similares a los estudios desarrollados en México; Brasil, El Caribe y Centroamérica (incluyendo las Guayanas y Surinam). Coordinado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL), el principal objetivo de este estudio es la identificación y posterior valorización económica, desde el punto de vista monetario, de diversos aspectos relacionados con el cambio climático. Estos aspectos están vinculados no solamente con los impactos esperados del cambio climático que han sido identificados en los diversos trabajos, sino también con la determinación y cálculo de los costos de las opciones de mitigación a la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como también de las medidas de adaptación correspondientes a los impactos identificados.

Siendo el primer esfuerzo de este tipo en la región (por la magnitud y alcance de los trabajos emprendidos) es indudable que los resultados que surgen de estos estudios son un insumo importante en el proceso de toma de decisiones políticas.

La mayor parte de los trabajos que comprenden el Capítulo Argentino del ERECCS se desarrolló entre los años 2009 y 2011. Posteriormente, hubo un proceso de convalidación y acuerdo con los integrantes de ambos Paneles Asesores: el Nacional (compuesto por representantes de aquellas áreas de gobierno con incumbencias en las temáticas tratadas) y el Internacional (integrado por funcionarios de CEPAL y por expertos externos en temas de Adaptación, Mitigación y Elaboración de Escenarios Climáticos). También se procedió a la socialización de los principales resultados en diversos talleres y seminarios. Este proceso de “revisión entre pares” fue mucho más rápido en el segundo de los casos, que en el primero. Estas demoras en la discusión y aprobación nacional de los estudios, llevó a que el Informe de Síntesis fuera publicado por CEPAL hacia inicios de 2014 y que sólo algunos de los estudios sectoriales siguieran el mismo camino.

Teniendo en cuenta la calidad de los documentos producidos y el empeño y dedicación que todos (y cada uno) de los miembros de los distintos equipos de trabajo han puesto en ellos, hubiese sido imperdonable no haber estado dispuesto a hacer un esfuerzo adicional para lograr que toda esa valiosa información pudiera estar disponible para ser utilizada por quienes necesitaran hacerlo.

En este sentido, se pidió el permiso correspondiente a CEPAL y se procedió a publicar la totalidad de los documentos que formaron parte del ERECC-Argentina y que fueron aprobados oportunamente por los revisores de CEPAL y los Paneles Asesores. Aquellos que fueron publicados oportunamente por CEPAL están incluidos tal cual se publicaron. Al resto de los trabajos, que no llegaron a ser publicados, se los incorpora con el formato estándar original que en su momento respetaron todos los informes.

Esta publicación comprende tres tomos, en los cuales se trató de agrupar las distintas temáticas involucradas en el estudio. El Tomo I incluye el Informe de Síntesis del ERECC-Argentina, tal cual fue publicado por CEPAL y, además, el Informe sobre Valorización Económica (Monetaria) de los Impactos esperados en cada Sistema, Región y Sector Económico que se han analizado. El Tomo II agrupa todos los estudios referidos a Identificación de Impactos Esperados y Vulnerabilidades ante el Cambio Climático, así como también de las Medidas de Adaptación que se analizaron. El Tomo III, por su parte, comprende la determinación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del período 1990-2005 y la elaboración de Escenarios Socioeconómicos y Sectoriales para estimar las correspondientes emisiones de GEI de los diversos sectores para los Escenarios de Base (aquellos que no prevén la adopción de acciones

explícitas para reducir y/o limitar emisiones de GEI) y de Mitigación. Este tomo también incluye un anexo estadístico en el que se adjuntan las tablas correspondientes a los cálculos de emisiones de GEI así como también los antecedentes del cálculo de los INVGEI correspondientes a 1990, 1994, 1997 y 2000, que estaban incluidos en la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático del Gobierno de la República Argentina (SCN). Esta última información es pública y estuvo disponible para su consulta en línea durante un tiempo en la página Web de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Hoy estos datos no aparecen publicados en la Web y resulta importante que estén a disposición del público.

Más aún, teniendo en cuenta que gran parte de la información relevante con la cual se elaboraron los INVGEI incluidos en la Tercer Comunicación Nacional sobre Cambio Climático del Gobierno de la República Argentina (TCN) se tomó de los INVGEI correspondientes a la SCN, resulta evidente que la publicación de esta información es de suma utilidad para quienes trabajan sobre estas temáticas.

El cambio climático es uno de los más grandes desafíos de carácter global que enfrenta la humanidad. En el marco de la negociación a largo plazo tanto de la Convención, como del Protocolo de Kioto y, recientemente, del Acuerdo de París, está en discusión de qué forma y con qué grado de profundidad los diversos países se comprometerán más estrechamente en la limitación y/o reducción de emisiones de GEI, buscando alcanzar la estabilización atmosférica de las concentraciones de estos gases para evitar que el aumento en la temperatura media de la Tierra supere los 2°C comparada con la que se observaba en la época previa a la Revolución Industrial (y hacer el esfuerzo adicional para que dicho aumento no supere en 1,5°C esos guarismos). De ahí la importancia política de estos estudios. La necesidad de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y, a la vez, participar en una estrategia internacional de mitigación para prevenir los potenciales efectos adversos, supone costos socioeconómicos de una magnitud tal que lo constituyen en un factor insoslayable de tomar en consideración en la toma de decisiones y en un condicionante de las características y opciones de desarrollo económico en el futuro inmediato.

Este nuevo escenario, también plantea la existencia de oportunidades que habrá que saber aprovechar, para lo cual será necesario coordinar las medidas que se tomen en el ámbito local con las que se apliquen en el plano regional (América Latina y el Caribe) y en el mundo.

Durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2008 la CEPAL inició un proceso de consultas en los países en los que se llevó a cabo el proyecto, a los fines de identificar los Coordinadores Nacionales del Estudio en cada uno de ellos y los arreglos institucionales necesarios para llevarlos a cabo. En Diciembre de 2008 se realizó la primer reunión formal del Proyecto en la Sede de CEPAL en el Distrito Federal de México y en Marzo de 2009, un taller en la Sede de CEPAL en Santiago de Chile, en el cual se presentaron los Planes Detallados de Trabajo y una Reseña de la Información Existente Recopilada.

En la citada reunión de diciembre de 2008, se sellaron algunos acuerdos y compromisos básicos respecto de la forma de llevar adelante los trabajos y la utilización de algunos parámetros relevantes. Entre dichos acuerdos y compromisos se destacan los siguientes:

- Los Coordinadores Nacionales fueron los encargados de efectuar una revisión de la información existente en cada uno de sus países (en los temas de adaptación y mitigación del cambio climático) y, como resultado de esta actividad, prepararon un plan de trabajo detallado.
- La construcción de la línea de base económica dependería de las circunstancias nacionales de cada país, por lo que fue tarea de los equipos nacionales reunirse con las áreas económicas de sus respectivos gobiernos. En el caso de Argentina se aprovecharon los Escenarios Socioeconómicos consensuados con anterioridad en la elaboración de dos trabajos previos al presente estudio.

Para los parámetros metodológicos del ERECC Sudamérica se acordó lo siguiente:

- Cortes temporales para centrar el análisis: en los años 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100.



- Supuestos del PIB: El responsable sería el Coordinador Nacional, en acuerdo con los respectivos gobiernos y bajo la supervisión de la CEPAL, principalmente en lo concerniente a las proyecciones de los países socios con alta interdependencia y bajo hipótesis de convergencia.
- Precios de la energía: se acordó utilizar los de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), considerando el escenario de precio medio (entre los 70 y 100 dólares por barril).
- Población: se estableció utilizar la proyección de la CEPAL/CELADE, cuando no se disponga de proyecciones nacionales oficiales.
- Precios de productos agrícolas: se resolvió utilizar las proyecciones internacionales de FAO.
- Valoración actual de los impactos económicos. Como primera opción, se estipuló calcular los diferenciales con la línea base año a año y reportar así los resultados. Como oportunamente no se llegó aún a un acuerdo sobre cuáles podrían ser las tasas de descuento más apropiadas para ser utilizadas, se convino que se podrían utilizar las tasas generalmente usadas en las evaluaciones sociales de proyectos (tasa social de descuento) u otras relevantes, incluyendo un análisis de sensibilidad con distintas tasas. Como ejemplo se puso el caso de México, en el que se utilizaron tasas de 0%, 4% y 8%. En el caso de Argentina, se agregaron tasas de 0.5%, 2% y 12% (esta última, exclusivamente para el caso del análisis de las opciones de mitigación).
- Escenarios climáticos: se acordó utilizar el escenario A2 del IPCC, hasta el año 2050. Para el periodo 2050-2100 hubo una discusión para explorar alternativas que utilicen un escenario más cercano a los niveles de concentraciones de GEI esperados para este periodo. En concreto, se propusieron dos opciones, continuar con el A2 hasta el 2100 o combinar A2 con el B2 después del 2050. Finalmente, en el caso de Argentina, se analizaron tanto el Escenario A2 (mayores impactos esperados) como el B2 (efectos más moderados sobre el clima). La información climática fue suministrada, como punto de partida común para todos los estudios, por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) de San José dos Campos, San Pablo, Brasil. No obstante, los países podían combinar esta información con la de sus propios modelos climáticos o proyecciones climáticas. La información suministrada por el INPE revistió las siguientes características:
- Escenarios climáticos hasta el año 2100 con una cuadrícula de 50km por 50 km, considerando los escenarios del IPCC A2 y B2. Es importante destacar que este modelo excluye una parte del sur de Chile y Argentina y llega aproximadamente hasta el paralelo sur 40, lo que puso un límite al alcance de los estudios.
- Los rangos de tiempo considerados son de 30 años, esto es para 2010-2040, 2041-2070, 2071-2100.
- Los modelos utilizados principalmente son el modelo global HadCM3 y el modelo regional Hadley
- El modelo de prospectiva energética que se contempló utilizar para el análisis de las opciones de mitigación en el sector energético es el Modelo LEAP.

El Estudio también incorporó un Comité Ejecutivo (Panel Asesor), formado por representantes de los diversos organismos estatales con incumbencia en la temática. En el caso de Argentina, Cancillería convocó a una reunión el 22 de Enero de 2009, a los fines de ir consensuando algunos puntos de partida en términos de contenido y alcance de los trabajos. Esta reunión tuvo el carácter de preliminar, puesto que a ese momento, Cancillería estaba comenzando a enviar las invitaciones formales a los diversos organismos, para que designen sus representantes oficiales a este Comité.

Una cuestión de crucial importancia para los gobiernos de la región es cómo abordar el problema del cambio climático, que ya está presentando algunos efectos. Aún se está a tiempo de tomar medidas efectivas para minimizar los Impactos negativos. No obstante, dada la magnitud del cambio climático, sus

múltiples aspectos, los impactos que provoca y la cantidad de actores que involucra es imprescindible contar con información actualizada sobre este fenómeno y sus implicancias a nivel nacional.

Dada la extensión, la diversidad de situaciones y ecosistemas y la complejidad de las relaciones entre clima, ambiente y sociedad prevalecientes en la República Argentina, en este estudio se analizan sólo algunos de los innumerables impactos económicos que puede tener el cambio climático en el territorio del país. Por otra parte, los resultados no deben considerarse pronósticos exactos, ni mucho menos previsiones certeras, teniendo en cuenta los altos márgenes de incertidumbre involucrados en la realización de los cálculos. No obstante, esta información es muy útil en términos de mostrar cuáles son las posibles trayectorias temporales que pueden seguir diversas variables (temperatura, precipitación) en un contexto de mayor variabilidad, mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos y una fuerte heterogeneidad de los impactos que pueden esperarse entre una región y otra del país.

Una visión que se rija exclusivamente por criterios estrictos de corto plazo y que no considere ni la equidad entre generaciones ni los principios precautorios y que valore de forma exagerada el presente, será una visión miope, que no hará sino alentar la inacción y llevará a demorar las medidas que son urgentes de tomar para que puedan tener efecto en los plazos en que la situación no se vuelva irreversible. Puede ser que algunos sectores experimenten algunos beneficios a corto plazo. No obstante, en plazos más largos, las consecuencias negativas pesan mucho más y justifican dedicar esfuerzos y recursos al diseño y la planificación de estrategias, políticas y medidas de adaptación.

“Los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INVGEI) que se incluyen en los estudios elaborados oportunamente y que forman parte del presente documento no incorporan información relativa a las emisiones correspondientes a las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur, dado que son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina, pero se encuentran ilegítimamente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Comité de Descolonización de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales. Lo mismo ocurre con la información necesaria para elaborar los estudios de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación, así como también los datos que se requieren para elaborar los Escenarios Socioeconómicos y otros estudios incluidos en el presente documento”.



## Agradecimientos del Informe de Síntesis

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a todos y cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo por su contribución, dedicación, colaboración y paciencia para llevar a buen puerto este Estudio, del cual, este Informe de Síntesis es sólo un apretado resumen. Además, por su predisposición a reunirse todas las veces que fuera necesario para coordinar la importante cantidad de trabajos individuales que compusieron este estudio y por el compañerismo reinante entre ellos que llevó a que, de alguna forma, todos colaboraran con el trabajo de todos.

También al equipo de la CEPAL y al Panel Asesor Internacional, en especial a los que tuvieron una relación más estrecha con este trabajo: Carlos de Miguel, José Javier Gómez, Luis Miguel Galindo, Karina Martínez, Oscar Cetrángolo, Daniel Bouille, Graciela Magrín y Gustavo Nagy.

Fueron de suma utilidad los comentarios del Panel Asesor Gubernamental para ir encarrilando el desarrollo de este trabajo. Quiero agradecer los comentarios recibidos de todos y cada uno de ellos, particularmente de los representantes de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Secretaría de Energía, el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, la Secretaría de Finanzas del Ministerio de Economía y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Al Lic. Jorge Etcharrán, sin cuya colaboración esta tarea hubiese sido imposible de hacer por la cantidad de trabajos que hubo que leer, releer y volver a leer.

A la Ing. Rocío Aráoz Sandoval, por su ayuda con los intrincados vericuetos de los modelos de prospectiva.

Al Lic. Juan Mandayo, por su valiosísima colaboración en la revisión de los documentos en momentos en que los habíamos revisado tantas veces que ya no encontrábamos los errores aunque losuviésemos enfrente.

Al Ing. Agr. E. Viglizzo por su aporte de información de crucial importancia en el tema de la Valorización Económica de los Impactos.

Gracias a todos ellos. Han contribuido en los aciertos que pueda tener este documento y son absolutamente inocentes de sus errores.

Las afirmaciones vertidas en este documento no son exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen la posición de las Organizaciones Involucradas ni de las diversas Dependencias del Gobierno de la República Argentina.

**Coordinador en la Argentina:**

Leonidas Osvaldo Girardin (CONICET/Fundación Bariloche)

**Asistencia a la coordinación:**

Jorge Luis Etcharrán (Universidad Tecnológica Nacional)

**Colaboradores temáticos:****Impactos sobre la biodiversidad en los esteros del Iberá**

Juan José Neiff (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)/Centro de Ecología Aplicada del Litoral, (CECOAL))

**Impactos sobre la deforestación y la biodiversidad en el noroeste**

Ignacio Gasparri (Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Ecología Regional)

Ricardo Torres (Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Ecología Regional)

Ricardo Grau (Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Ecología Regional)

**Impactos sobre los caudales de los principales ríos de la región del Comahue**

Rafael Seoane (Universidad de Buenos Aires)

Víctor Pochat (Instituto Nacional del Agua)

**Impactos sobre los caudales de los principales ríos de la Cuenca del Plata**

Vicente Barros (Comisión Interdisciplinaria de Medio Ambiente (CIMA)/CONICET/Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA))

**Impactos sobre las inundaciones de los ríos Uruguay y Paraná**

Inés Camilloni (CIMA/CONICET/FCEN/UBA)

**Impactos sobre los caudales de los ríos del sistema de los esteros del Iberá**

Ricardo Vidal (CIMA/CONICET/FCEN/UBA)

**Impactos sobre los caudales de los principales ríos de la región de Cuyo**

José Boninsegna (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA)/CONICET)

**Impactos sobre la oferta y demanda de agua en la región de Cuyo**

Armando Llop (Instituto Nacional del Agua (INA))

**Vulnerabilidad de las costas del río de la Plata**

Vicente Barros (CIMA/CONICET/FCEN/UBA)

**Impactos sobre la producción agrícola**

Ana Murgida (Facultad de Filosofía y Letras/UBA)

María Isabel Travasso (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA))

**Impactos sobre la salud**

Aníbal Carbajo (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)/UBA)

**Valorización económica de los impactos y las medidas de adaptación**

Leonidas Osvaldo Girardin (Coordinación) (Fundación Bariloche/CONICET)

Guillermo Gallo Mendoza (Fundación Patagonia Tercer Milenio)

Marita Mokobodzki Ongaro (Fundación Bariloche)

Juan Mandayo (Fundación Bariloche)

**Escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector energético**

Leonidas Osvaldo Girardin (Coordinación) (Fundación Bariloche/CONICET)

Gonzalo Bravo (Fundación Bariloche)

Rocío Araoz Sandoval (Fundación Bariloche)

### **Escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector de procesos industriales**

Pablo Guidali

Laura Dawidowski (Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA))

### **Escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector agrícola**

Miguel Angel Taboada (FAG/UBA/INTA)

### **Escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector ganadero**

Laura Finster (INTA)

### **Escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector residuos**

Ricardo Vicari (FCEN/UBA)

### **Escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura**

Héctor Ginzo

### **Escenarios socioeconómicos de largo plazo para los escenarios de emisiones**

Leonidas Osvaldo Girardin (Coordinación) (Fundación Bariloche/CONICET)

Héctor Pistonesi (Fundación Bariloche)

### **Cálculo de los costos de mitigación**

Leonidas Osvaldo Girardin (Coordinación) (Fundación Bariloche/CONICET)

Gonzalo Bravo (Fundación Bariloche)

Rocío Araoz Sandoval (Fundación Bariloche)

### **Equipo de la CEPAL:**

Jose Luis Samaniego, Director, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

Carlos de Miguel, Jefe de Unidad, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

José Javier Gómez, Oficial de Asuntos Económicos, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

Luis Miguel Galindo, Jefe de Unidad, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

Karina Martínez, Investigadora, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

Oscar Cetrángolo, Experto en políticas públicas, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires

### **Panel asesor internacional:**

Daniel Bouille, Asesor en mitigación

Graciela Magrin, Asesora en adaptación

Gustavo Nagy, Asesor en adaptación

José Marengo, Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, Brasil (INPE)

Lincoln Muniz, Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, Brasil (INPE)

### **Panel asesor nacional**

Se recibieron comentarios y aportes por parte de las autoridades y funcionarios de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, quienes formaron parte del Panel Asesor Nacional. Se agradece en especial a los siguientes funcionarios de las distintas reparticiones por sus contribuciones para llevar adelante esta investigación: Nazareno Castillo, Gabriel Blanco, Martín Chojo y Vanesa D'Elia.

La ejecución de este estudio, elaborado en el marco del Programa de la Cuenta del Desarrollo de las Naciones Unidas, fue posible gracias a la colaboración y el financiamiento de las siguientes instituciones:



# Índice

## La economía del Cambio Climático en la Argentina. Informe de síntesis.

Resumen ejecutivo	27
I. El cambio climático en la Argentina	35
A. Aspectos generales	35
B. Algunos datos básicos	39
C. El cambio climático en la Argentina	40
II. Escenario macroeconómico y demográfico	46
A. El contexto internacional y sus efectos para el país	46
B. El contexto nacional	48
C. Desarrollo económico y emisiones	51
D. Escenario macroeconómico nacional	57
III. Metodologías empleadas para el análisis económico del cambio climático	62
A. Desarrollo de escenarios	63
B. Valorización del impacto del cambio climático	65
IV. Impactos económicos, y vulnerabilidad al cambio climático y a los eventos extremos	74
A. Recursos hídricos	75
1. Impactos previstos y vulnerabilidad de los principales ríos de la cuenca del Plata	76
2. Impactos previstos y vulnerabilidad según los escenarios de inundaciones de los ríos Paraná y Uruguay	83
3. Impactos previstos en términos de vulnerabilidad ante el aumento del nivel del mar en las zonas costeras del río de la Plata	90
4. Impactos previstos en el sistema de los esteros del Iberá y vulnerabilidad de los recursos hídricos	94
5. Impactos previstos y vulnerabilidad de los recursos hídricos de los principales ríos de la región del Comahue	95
6. Impactos previstos y vulnerabilidad de los recursos hídricos de los principales ríos de la provincia de Mendoza y evolución de los glaciares cordilleranos	102
7. Impactos previstos y vulnerabilidad de los recursos hídricos en la provincia de Mendoza	103
8. Resumen de los impactos previstos y la vulnerabilidad de los recursos hídricos al cambio climático	107
B. Sector agropecuario: impacto del cambio climático en la producción, el rendimiento, la degradación del suelo, las plagas y las enfermedades	108
1. Biodiversidad y ecosistemas	117
2. Población, migración y salud	128



V. Procesos de adaptación en curso: medidas propuestas y estimación de sus costos	136
A. Medidas de adaptación en las costas del río de la Plata	137
B. Medidas de adaptación a las inundaciones de los principales ríos del litoral (Paraná y Uruguay)	138
C. Medidas de adaptación a los impactos previstos en el ámbito de la salud	141
D. Medidas de adaptación en materia de riego en la región del Comahue	143
E. Resumen de las medidas de adaptación identificadas	146
VI. Procesos de mitigación del cambio climático	148
A. Escenarios de base de emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente	149
1. Composición actual de la matriz energética, y posibles tendencias de la oferta y la demanda de energía en el período 2010-2100	153
2. Uso del suelo y cambio del uso del suelo, incluidas la agricultura y la ganadería	159
B. Opciones y costos de los procesos de mitigación del cambio climático	171
1. Escenario de mitigación	171
2. Cálculo del ahorro de emisiones	183
3. Cálculo de los costos de mitigación	187
VII. Síntesis de la valorización de los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación y mitigación	196
A. Resumen del costo de los impactos previstos del cambio climático identificados, cuantificados y valorizados	196
B. Resumen del valor económico de las medidas de adaptación al cambio climático identificadas y cuantificadas	207
C. Resumen del costo de las medidas de mitigación identificadas y cuantificadas	210
VIII. Estrategias de cambio climático	218
A. El contexto internacional y la estrategia nacional	218
B. Posibles criterios para la identificación de metas	222
IX. Conclusiones	233
Bibliografía	239

## Informe sobre Valorización Económica

Resumen Ejecutivo	251
1. Introducción	254
2. La metodología y sus limitaciones	259
3 Valorización Económica de los impactos del Cambio Climático	264
3.1. Recursos hídricos	265
3.1.1. Región Comahue (Río Negro y Neuquén)	265
3.1.2. Región Cuyo (Ríos de Mendoza y San Juan)	269
3.1.3. Región Litoral (Ríos Paraná y Uruguay)	273
3.2. Sector Agropecuario	276
3.3. Bosques, Biodiversidad y Otros Usos del Suelo	285
3.3.1. Bosques del Noroeste Argentino	285
a) Protección de recursos hídricos	287
b) Regulación de clima	289
c) Protección frente a inundaciones y otras crecidas extraordinarias	289
d) Formación de suelos	291
e) Control biológico	292
f) Funciones de recreación	292
g) Obtención de medicinas naturales	292
h) Costos de reposición	293
i) Pérdida de Biodiversidad (Flora).	293
3.3.2. Ecosistema de los Esteros del Iberá	294
a) Agricultura	298
b) Ganadería	299
c) Silvicultura	299
d) Turismo	299
e) Retención de Nutrientes	300
f) Regulador de inundaciones y otras crecidas extraordinarias.	301
g) Recarga de Acuíferos	301
h) Biodiversidad	303
i) Refugio para Poblaciones de Especies Residentes y Migratorias	303

3.4. Salud	304
a) Dengue	307
b) Malaria	309
3.5. Eventos Extremos	311
3.5.1. Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata	311
3.5.2. Inundaciones en la Región Litoral (Ríos Paraná y Uruguay)	313
3.5.3. Resumen de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos al Cambio Climático y a los Eventos Extremos.	319
4. Valorización Económica de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático	321
4.1. Medidas de Adaptación en las Costas del Río de la Plata	321
4.2. Medidas de Adaptación para hacer frente a las Inundaciones de los Principales Ríos del Litoral (Ríos Paraná y Uruguay).	323
4.3. Medidas de Adaptación para los impactos esperados sobre la Salud	325
4.4. Medidas de Adaptación del Riego de la Región Comahue.	328
4.4. Resumen de las Medidas de Adaptación identificadas.	330
5. Síntesis de la Valorización de los Impactos y las Medidas de Adaptación	332
5.1. Resumen del Valor Económico de los Impactos Esperados del Cambio Climático Identificados, Cuantificados y Monetizados en este Estudio.	332
5.2. Resumen del Valor Económico de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático Identificadas, Cuantificadas y Monetizadas en este Estudio.	341
5.3. Consideraciones Finales.	344
6. Bibliografía	351
Anexo 1	356



# **La economía del Cambio Climático en la Argentina. Informe de síntesis**

Primera aproximación

Coordinador y Autor  
**Leonidas Osvaldo Girardin**



## Resumen ejecutivo

El estudio de la economía del cambio climático en la Argentina se enmarca en una iniciativa regional cuyo principal objetivo es demostrar la importancia económica que tiene el cambio climático para las sociedades, los sistemas productivos y el patrimonio natural de los países de la región, a fin de que los responsables de la toma de decisiones en los planos nacional y local tengan una herramienta que les permita tomar en consideración los costos y beneficios pertinentes en sus análisis.

El estudio para la Argentina es una primera aproximación a la valorización monetaria de los efectos previstos del cambio climático y de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad a este fenómeno que presentan los sectores, sistemas y regiones del país analizados en este estudio, como así también de las medidas de adaptación y mitigación identificadas. Por consiguiente, el propósito del presente informe no es establecer lineamientos de políticas ni proponer la adopción de determinadas estrategias respecto del cambio climático, responsabilidad que recae en los organismos y dependencias correspondientes del Estado, sino ofrecer información y datos concretos para la toma de decisiones.

En la Segunda Comunicación Nacional (SCN) del Gobierno de la República Argentina (2007) a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se identifican cambios importantes de algunas tendencias de las variables climáticas, en comparación con lo observado históricamente. En el texto se destacan las tendencias climáticas registradas en la mayor parte del territorio de la Argentina en las últimas tres o cuatro décadas y, además, se indica que muy probablemente estén relacionadas con el cambio climático global. Dichas tendencias han afectado los sistemas naturales y las actividades humanas, y les han exigido una rápida adaptación. Las más importantes son las siguientes; i) el aumento de las precipitaciones medias anuales en casi toda la Argentina, especialmente en el noreste y en la zona oeste que rodea a la región húmeda tradicional; ii) el aumento de la frecuencia de las precipitaciones extremas en gran parte del este y el centro del país; iii) el aumento de la temperatura en la zona cordillerana de la Patagonia y Cuyo, unido a un retroceso de glaciares; iv) el aumento del caudal de los ríos y de la frecuencia de las inundaciones en todo el país, excepto en San Juan, Mendoza, Comahue y el norte de la Patagonia, y e) la disminución del caudales de los ríos de origen cordillerano en San Juan, Mendoza y Comahue.

El estudio consistió en el establecimiento del escenario socioeconómico y demográfico que sirve de base a las posteriores proyecciones de las variables explicativas de la evolución de la actividad económica del país en el período 2005-2100; asimismo, se definió el escenario macroeconómico que se utiliza en todo el estudio. En este escenario también se toman en cuenta los efectos que tienen para el país el contexto internacional, y la relación entre el desarrollo económico y las emisiones en los sectores analizados. Como era de esperar, este presenta un mayor grado de desagregación en el período comprendido entre los años 2005 (considerado año de base del estudio) y 2030, y proyecciones hasta el año 2100 (año horizonte) con un menor grado de detalle. Para la definición del escenario socioeconómico también se identificaron los factores indirectos (*drivers*) empleados en el desarrollo del modelo predictivo de la situación energética y de los análisis destinados a determinar el comportamiento futuro de los demás emisores de gases de efecto invernadero (GEI).

Asimismo, se estudiaron los impactos del cambio climático en diversos sectores, sistemas y regiones de la Argentina, cuya valorización económica se realizó de acuerdo con las metodologías indicadas a continuación:

<b>RECUADRO 1</b> <b>REGIONES Y SECTORES ANALIZADOS,</b> <b>E IMPACTOS E INDICADORES IDENTIFICADOS</b>	
Caudales en la región del Comahue (provincias de Río Negro y Neuquén)	Pérdida de ingreso por disminución del caudal en las centrales hidroeléctricas.
Caudales en la región de Cuyo (ríos de Mendoza y San Juan)	Costo social del agua en situaciones previstas de estrés hídrico, sobre la base del informe sectorial de oferta y demanda de agua en las provincias de Cuyo.
Caudales en la región del litoral (Ríos Paraná y Uruguay)	Potencial pérdida económica por la disminución de la generación hidroeléctrica como consecuencia de la reducción prevista de los caudales a largo plazo.
Agricultura	Impacto en la variación de las toneladas producidas de cada uno de los tres cultivos principales estudiados (trigo, maíz y soja).
Bosques del noroeste	Pérdida de bienes y servicios ambientales como consecuencia del proceso de deforestación: i) servicios de protección de los recursos hídricos, ii) servicios de regulación del clima, iii) servicios de prevención de inundaciones y crecidas extraordinarias, iv) servicios de formación de suelos, v) servicios de control biológico, vi) servicios relacionados con la recreación, vii) provisión de medicinas naturales, viii) costos de reposición y ix) pérdida de biodiversidad en términos de flora.
Esteros del Iberá	Pérdida de bienes y servicios significativos que están potencialmente en riesgo, en condiciones de estrés hídrico prolongado en los siguientes ámbitos: i) agricultura, ii) ganadería, iii) silvicultura, iv) turismo, v) retención de nutrientes, vi) regulación de inundaciones y otras crecidas extraordinarias, vii) recarga de acuíferos, viii) biodiversidad y ix) refugio para poblaciones residentes y migratorias.
Salud	Costos del potencial aumento de los casos de dengue y malaria.
Costa del río de la Plata	Potencial impacto económico por inundación de i) la infraestructura de servicios públicos y ii) la infraestructura edilicia.
Región del litoral (Ríos Uruguay y Paraná).	Valor monetario de las pérdidas provocadas por inundaciones prolongadas de los ríos de la región, tomando en cuenta factores tales como el número de casos y la duración de cada episodio.
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.	

En lo concerniente a las medidas de adaptación identificadas en los estudios mencionados, se valorizaron las correspondientes a la costa del río de la Plata, la región del litoral, el sector salud y la región del Comahue (véase el recuadro 2).



## RECUADRO 2

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN VALORIZADAS

Región o fenómeno	Medidas
Inundaciones del río de la Plata	Se consideraron dos tipos de medidas, a fin de determinar su costo: i) construcción de defensas y ii) reubicación de asentamientos humanos en zonas no inundables.
Inundaciones de los ríos del litoral (Paraná y Uruguay)	Se tomaron en consideración las siguientes medidas: i) construcción de defensas y ii) medidas de emergencia y evacuación tomadas en casos anteriores.
Región del Comahue	Se tomó en consideración el costo de aprovechamiento del agua para regadío de las hectáreas plantadas con árboles frutales.
Problemas de salud	Se tomaron en consideración medidas de adaptación consistentes en control del vector transmisor del dengue, actividades de vigilancia y servicios de laboratorio.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados de las respectivas valorizaciones monetarias se convirtieron a dólares del año 2005, con el fin de determinar los totales correspondientes a los años de corte (2020, 2030, 2050, 2070 y 2100), y se les aplicaron las tasas de descuento acordadas por el equipo técnico y los representantes del Gobierno: 0%, 0,5%, 2% y 4%. El cálculo se aplicó tanto a los impactos previstos del cambio climático en las regiones, los sistemas y los sectores seleccionados para el estudio como a las medidas de adaptación correspondientes. También se estimaron los costos de las medidas de mitigación identificadas utilizando tasas del 4% y el 12%. En el capítulo VII se presentan los resultados agregados de estos cálculos y los relativos a las hipótesis sobre emisiones y mitigación en los diversos sectores socioeconómicos; en dicho capítulo se describe el cálculo de los impactos y de los costos de mitigación y adaptación al cambio climático en la Argentina.

Los resultados de la valorización de los impactos se agruparon por escenario climático y tasa de descuento, como se indica a continuación:

## CUADRO 1

### RESUMEN DEL COSTO DE LOS IMPACTOS PREVISTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO<sup>a</sup>

(En dólares de 2005)

Escenario y tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
A2 0%	13.003.590.535	20.028.545.835	18.316.855.618	16.783.212.774	263.149.205.059
B2 0%	11.426.382.765	19.428.678.692	21.915.718.780	12.590.379.609	232.268.521.805
A2 0,5%	12.444.276.642	18.767.086.079	17.109.126.724	15.447.505.269	180.195.138.708
B2 0,5%	10.941.894.774	18.173.325.668	20.055.827.660	12.572.941.936	159.241.775.912
A2 2%	10.932.018.517	15.550.760.785	14.158.973.127	12.742.476.802	62.853.135.898
B2 2%	9.631.355.314	14.982.162.079	15.739.561.686	11.872.128.352	56.242.700.248
A2 4%	9.247.756.790	12.298.325.398	11.302.645.422	10.480.950.165	21.131.070.846
B2 4%	8.170.534.430	11.773.286.943	11.914.455.469	10.302.377.632	19.647.505.520

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Los años de corte son los indicados en el encabezamiento de las columnas.

Para determinar la magnitud ponderada de estos costos, se calcularon como porcentaje del PIB de la Argentina en el año base (2005). Los resultados se indican en el cuadro 2.

**CUADRO 2**  
**RESUMEN DEL COSTO PONDERADO DE LOS IMPACTOS**  
**PREVISTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes del PIB de 2005)*

Escenario y tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
A2 0%	7,13	10,99	10,05	9,21	144,35
B2 0%	6,27	10,66	12,02	6,91	127,41
A2 0,5%	6,83	10,29	9,39	8,47	98,85
B2 0,5%	6,00	9,97	11,00	6,90	87,35
A2 2%	6,00	8,53	7,77	6,99	34,48
B2 2%	5,28	8,22	8,63	6,51	30,85
A2 4%	5,07	6,75	6,20	5,75	11,59
B2 4%	4,48	6,46	6,54	5,65	10,78

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Los años de corte son los indicados en el encabezamiento de las columnas.

Asimismo, se calculó el costo de las medidas de adaptación identificadas, expresado como porcentaje del PIB del año 2005 (véase el cuadro 3).

**CUADRO 3**  
**COSTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**IDENTIFICADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO, ESCENARIO A2**  
*(En porcentajes del PIB de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	0,96	1,68	2,55	3,89	5,76
0,50%	0,93	1,58	2,32	3,34	4,59
2%	0,85	1,34	1,79	2,24	2,63
4%	0,75	1,10	1,34	1,50	1,59

**Fuente:** Elaboración propia.

A partir de los datos correspondientes al escenario socioeconómico desarrollado, se elaboraron escenarios sobre la situación energética de base y las medidas de mitigación, de los que surgieron los escenarios de base de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de medidas de mitigación en el sector energético. A estos datos se sumaron las emisiones de este tipo de gases de los restantes sectores, con el propósito de desarrollar escenarios consolidados de base de emisiones de GEI y de medidas de mitigación. En el caso de estas últimas, se aplicaron supuestos de intervención en los diversos sectores, con el fin de limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

**CUADRO 4**  
**COSTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**IDENTIFICADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO, ESCENARIO B2**  
*(En porcentajes del PIB de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	0,80	1,40	2,33	3,37	5,20
0,50%	0,78	1,32	2,10	2,90	4,12
2%	0,71	1,12	1,59	1,95	2,33
4%	0,64	0,93	1,17	1,30	1,38

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO 5**  
**EMISIONES SECTORIALES DE GEI, ESCENARIO DE BASE**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e)<sup>a</sup>*

Emisiones sectoriales (incluidos el uso del suelo, el cambio del uso del suelo y la silvicultura, USCUS)	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	103,6	148,8	191,6	260,4	331,2	509,5	757,9	1 500,4
Procesos industriales	8,3	13,9	16,0	23,7	30,7	50,4	82,5	173,1
Agricultura	108,1	136,3	152,4	164,0	178,7	203,9	220,8	249,4
Residuos	8,7	19,2	24,1	29,7	38,7	60,7	79,9	108,9
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	-3,5	-12,4	-7,5	-13,7	-18,5	-27,3	-26,9	-26,6
Total	225,2	305,8	376,6	464,1	560,8	797,2	1 114,2	2 005,2

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>CO<sub>2</sub>e: unidad universal de medida utilizada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los seis gases de efecto invernadero, en este caso del dióxido de carbono.

**CUADRO 6**  
**EMISIONES SECTORIALES DE GEI, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e)*

Emisiones sectoriales (incluido el sector de USCUS)	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	103,6	148,8	179,2	214,8	240,8	350,0	518,4	977,0
Procesos industriales	8,3	13,9	15,9	23,6	30,4	49,6	80,9	168,7
Agricultura	108,1	136,3	143,8	155,6	170,1	193,6	204,6	224,7
Residuos	8,7	19,2	24,1	21,9	27,1	29,5	37,4	49,2
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	-3,5	-12,4	-9,1	-25,9	-32,4	-31,7	-31,3	-31,1
Total	225,2	305,8	353,9	390,0	436,0	591,0	809,9	1 388,5

**Fuente:** Elaboración propia.

En los cuadros 7 y 8 se presenta información detallada sobre las emisiones ahorradas, que se calcularon mediante la comparación de ambos escenarios. Se observa que el sector energético es el que más puede contribuir a evitar emisiones, seguido del sector de residuos.

**CUADRO 7**  
**EMISIONES SECTORIALES DE GEI AHORRADAS, 1990-2100<sup>a</sup>**  
(Gg de CO<sub>2</sub>e)

Emisiones sectoriales (incluido el sector de USCUS)	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	45 594,19	90 417,16	159 477,16	239 517,69	523 427,97
Procesos industriales	170,61	280,89	738,71	1 644,87	4 395,69
Agricultura	8 365,74	8 587,48	10 270,66	16 213,00	24 735,30
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	7 741,11	13 883,96	4 429,29	4 429,30	4 429,30
Residuos	12 212,92	11 611,84	31 273,67	42 469,56	59 724,47
Total	74 084,57	124 781,33	206 189,49	304 274,41	616 712,57

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Escenario de base menos escenario de mitigación.

**CUADRO 8**  
**TOTAL ACUMULADO DE EMISIONES SECTORIALES**  
**DE GEI AHORRADAS, 1990-2100<sup>a</sup>**

Emisiones sectoriales (incluido el sector de USCUS)	Gg de CO <sub>2</sub> e	Porcentaje del total
Energía	19 780 424,08	80,12
Procesos industriales	123 229,69	0,50
Agricultura	1 370 170,69	5,55
Residuos	2 807 791,72	11,37
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	606 066,87	2,45
Total	24 687 682,80	100,00

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Escenario de base menos escenario de mitigación.

Se estimaron los costos de mitigación por tonelada de CO<sub>2</sub>e a tasas de descuento del 4% y el 12%. En ambos casos, las opciones que presentan los menores costos, indicadas en orden ascendente del costo por tonelada evitada, son las vinculadas con el tratamiento de residuos, el etiquetado, el sector forestal, la eficiencia energética en la industria y el transporte de personas. A partir de estos datos, se calculó el costo bruto total acumulado de las medidas de mitigación (véase el cuadro 9).

**CUADRO 9**  
**COSTO BRUTO TOTAL ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**  
**IDENTIFICADAS EN AMBOS ESCENARIOS A TASAS DE DESCUENTO DEL**  
**4% Y EL 12%**  
*(En dólares de 2005)*

	Tasa de descuento del 4%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Energía					
Industria Energética	8.587.884.281	35.139.576.405	127.508.383.536	386.794.930.739	1.080.071.705.445
Transporte	1.277.023.017	3.038.057.132	10.350.468.581	26.489.189.700	83.200.263.350
Residencial y comercial	29.175.493	80.262.270	237.638.896	449.348.654	919.639.878
Industria	297.512.858	502.576.975	2.958.559.401	6.594.598.512	16.750.108.940
Ganadería	468.465.900	1.874.833.128	3.540.025.060	5.280.196.162	8.038.465.386
Sectora forestal	239.699.983	670.721.025	1.269.181.404	1.561.518.263	2.000.020.665
Desechos	4.648.275	16.242.880	67.246.162	153.538.081	336.935.006
Totales	10.904.409.806	41.322.269.815	145.931.503.040	427.323.320.111	1.191.317.138.671

	Tasa de descuento del 12%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Energía					
Industria Energética	16.868.004.532	69.019.855.729	250.447.248.835	544.866.207.669	1.332.079.537.459
Transporte	2.216.292.857	5.272.594.335	17.963.395.560	45.972.391.387	144.395.321.774
Residencial y comercial	30.634.268	84.275.383	249.520.840	471.816.086	965.621.872
Industria	369.136.324	1.090.680.704	3.670.805.183	8.182.187.042	20.782.542.574
Ganadería	468.465.900	1.874.833.128	3.540.025.060	5.280.196.162	8.038.465.386
Sectora forestal	239.699.983	670.721.025	1.269.181.404	1.561.518.263	2.000.020.665
Desechos	7.747.125	27.071.467	112.076.937	255.896.802	561.558.344
Totales	20.199.980.989	78.040.031.771	277.252.253.819	606.590.213.412	1.508.823.068.073

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO 10**  
**COSTO BRUTO TOTAL ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**  
**IDENTIFICADAS EN AMBOS ESCENARIOS**  
*(En porcentajes del PIB de 2005)*

	Tasa de descuento del 12%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Totales (4%)	5,98	22,67	80,05	234,41	653,49
Totales (12%)	11,08	42,81	152,09	332,74	827,66

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se puede observar, el costo total de las medidas mitigación calculado en este estudio supera considerablemente el costo estimado de los impactos identificados y el costo de las medidas de adaptación identificados y valorizadas en términos monetarios. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como un reflejo de la mayor facilidad de recopilación de la información necesaria para calcular los ahorros de emisiones y los costos de mitigación, y de la certeza con respecto a ella, teniendo en cuenta las dificultades generales existentes, tanto en términos de disponibilidad de información

sobre los impactos previstos como de las posibles medidas de adaptación, la mayor incertidumbre sobre estos datos y la dificultad adicional de calcular el costo de bienes y servicios, especialmente los suministrados por el medio ambiente, a los que no se les puede asignar fácilmente un precio de mercado.

El presente documento se compone de nueve capítulos. El capítulo I está dedicado a contextualizar el análisis, para lo cual se presentan los resultados de los estudios más recientes sobre el cambio climático en la Argentina, a fin de establecer el escenario de base que servirá de referencia a los diversos aspectos del estudio.

En el capítulo II se describe el escenario socioeconómico y demográfico que sirve de punto de partida a las posteriores proyecciones de las variables explicativas del comportamiento de la actividad económica del país en el período 2005-2100, y se presenta el escenario macroeconómico nacional utilizado a lo largo del estudio. En este último también se toman en cuenta los efectos del contexto internacional en el país y la relación entre desarrollo económico y emisiones en los sectores analizados. Como es lógico, este escenario presenta un mayor grado de desagregación en lo que respecta al período comprendido entre los años 2005 (año base del estudio) y 2030, y un menor grado de detalle desde entonces hasta el año 2100 (año horizonte del estudio). En el escenario socioeconómico también se incluyen los factores indirectos que se consideran en el modelo energético predictivo y en los análisis sobre el comportamiento futuro de los demás sectores emisores de GEI.

En el capítulo III se describen la metodología empleada para el análisis económico del cambio climático y los métodos de valorización utilizados en cada caso.

En el capítulo IV se presenta la información producida en el marco del estudio de los impactos físicos y económicos previstos debido a la vulnerabilidad al cambio climático; esta información se basa en numerosos informes sectoriales ejecutados en el marco del Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Sudamérica y en los resultados de la aplicación de los modelos climáticos suministrados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil, basados a su vez en los escenarios climáticos A2 y B2 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Los impactos se agrupan en las siguientes categorías: i) recursos hídricos y eventos extremos conexos (inundaciones y vulnerabilidad costera), ii) sector agrícola, iii) biodiversidad y ecosistemas (Esteros del Iberá y deforestación en el noroeste argentino) y iv) salud. El costo monetario de todos estos efectos en los años de corte (2020, 2030, 2050, 2070 y 2100) se calculó a cuatro tasas de descuento (0%, 0,5%, 2% y 4%).

En el capítulo V se consignan las medidas de adaptación identificadas en los informes sectoriales y cuyo costo económico se pudo determinar en el contexto del estudio. Al igual que en el caso anterior, los costos se calcularon para los diferentes años de corte y a las distintas tasas de descuento establecidas.

En el capítulo VI se describen los escenarios de emisiones y de mitigación (por sector y consolidados), elaborados en los informes sectoriales. Además, se determinan el ahorro de emisiones de GEI que podría lograrse como consecuencia de las medidas de mitigación propuestas y los costos correspondientes.

En el capítulo VII se consolidan los resultados de la valorización económica de los efectos previstos y de las medidas de adaptación y de mitigación correspondientes a ambos escenarios, a las distintas tasas de descuento y para todos los años de corte.

El capítulo VIII está dedicado al proceso de elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático que comenzó a aplicar el Gobierno y al análisis de factores relevantes relacionados con los indicadores más comunes de emisiones de GEI.

En el capítulo IX se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones derivadas del presente estudio.

# I. El cambio climático en la Argentina

## A. Aspectos generales

El Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Sudamérica responde a una iniciativa de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL); su principal objetivo es demostrar la importancia económica que tiene el cambio climático para las sociedades, los sistemas productivos y el patrimonio natural de los países de la región, a fin de que los responsables de la toma de decisiones en los planos nacional y locales tengan una herramienta que les permita tomar en consideración los costos y beneficios pertinentes en sus análisis.

En este contexto se elaboró este informe sintético sobre la República Argentina, en el que se dan a conocer las conclusiones más importantes de un conjunto de estudios realizados en el marco del proyecto <sup>1</sup>. El propósito de los estudios era ofrecer una primera aproximación a la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático y de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad a este fenómeno que presentan los sectores, sistemas y regiones del país analizados en este estudio, como así también de las medidas de adaptación y mitigación identificadas (véase el gráfico I.1)

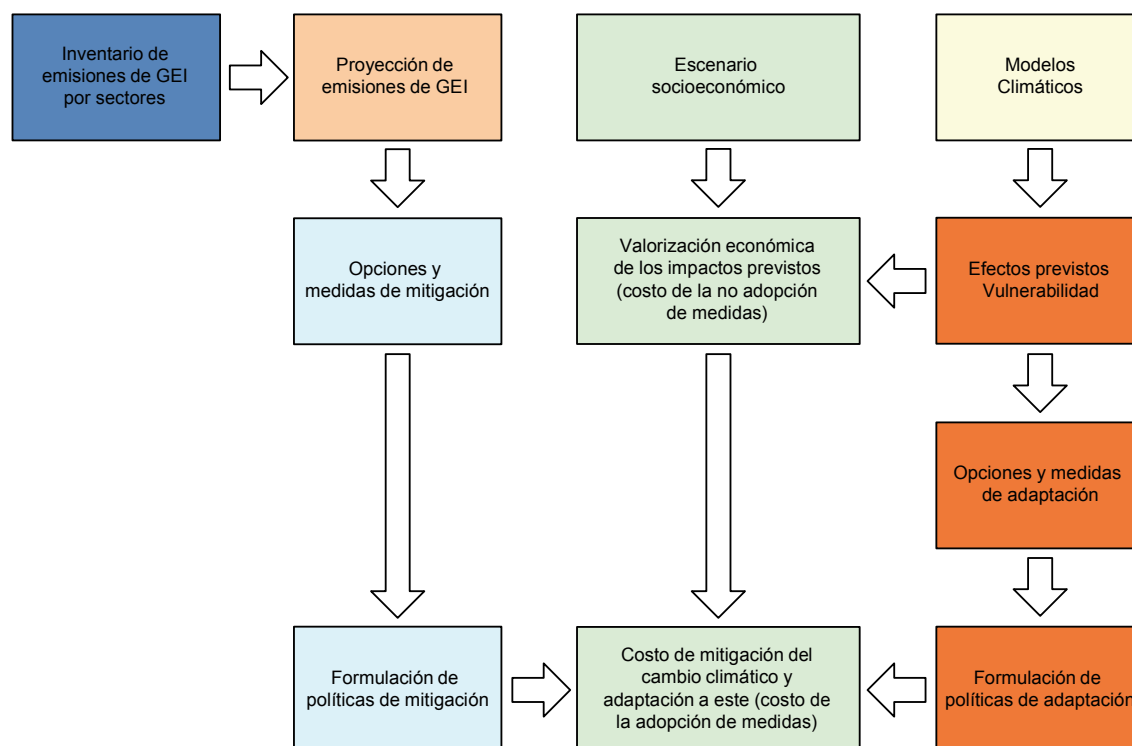
El presente informe no es de carácter exhaustivo, en términos de cobertura de todos los sectores, sistemas y regiones del país, tarea más acorde con los plazos fijados y los fondos disponibles para la elaboración de las comunicaciones nacionales sobre cambio climático<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Los estudios sectoriales en los que se basa la información presentada en este documento se entregarán a los organismos gubernamentales pertinentes, que los pondrán a disposición de los interesados en consultarlos.

<sup>2</sup> Entre los principales criterios utilizados para la selección y posterior ordenamiento por orden de prioridades de las regiones, los sectores y los sistemas considerados relevantes y que, por consiguiente, justifican su inclusión en este estudio destacan los siguientes: i) existencia de información incorporada en las comunicaciones nacionales sobre cambio climático o de estudios especiales sobre los diversos sectores socioeconómicos, sistemas naturales y regiones geográficas del país, teniendo en cuenta la limitación de recursos disponibles para cubrir todos los factores relacionados con el tema; ii) magnitud del impacto potencial, y iii) temas que no hayan sido examinados en las comunicaciones nacionales anteriores, ámbito en el que destacan la salud y la biodiversidad como los casos más emblemáticos.

**GRÁFICO I.1**  
**ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL ESTUDIO**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una característica particular del proceso de toma de decisiones relacionadas con el cambio climático es que, dado el tiempo que suele transcurrir entre la aplicación de las medidas y la obtención de los resultados derivados de su implementación, estas deben adoptarse a pesar del contexto de la incertidumbre que las rodea. Es por ello que el disponer de una valorización monetaria aproximada de los impactos previstos del cambio climático<sup>3</sup> y de la aplicación de medidas de adaptación y mitigación<sup>4</sup> permite comparar la factibilidad, el alcance y el impacto socioeconómico de estas con los daños potenciales de los impactos previstos. De hecho, el cálculo de datos relevantes para la toma de decisiones podría contribuir a crear conciencia en los encargados de su adopción sobre la importancia y prioridad del cambio climático.

Para la realización del estudio nacional de los aspectos económicos del cambio climático, se desarrollaron seis actividades complementarias:

- Estudios de impactos, vulnerabilidad y potenciales medidas de adaptación al cambio climático en diferentes sistemas, sectores y regiones, a partir de información sobre las condiciones climáticas suministrada por el Centro de pronósticos del tiempo y estudios climáticos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (INPE)), correspondiente a los escenarios A2 y B2 de emisiones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático y al período comprendido entre 1990 y 2100.

<sup>3</sup> En este contexto se podrían considerar como “costos de la no adopción de medidas”.

<sup>4</sup> En este contexto, podría representar el costo de la adopción de medidas.



- Desarrollo de un único escenario socioeconómico que abarca todo el país y el período 2005-2100. Este escenario se desarrolló con un mayor grado de detalle hasta el año 2030; a la vez, se identificaron las tendencias más probables de comportamiento de los diversos sectores y actividades del sistema socioeconómico nacional y se tomaron en consideración las tendencias de la economía nacional y regional que presentan mayores posibilidades de concretarse. Con posterioridad al año 2030 y hasta el año 2100, el escenario se elaboró en términos más agregados, como consecuencia de la acentuación de la incertidumbre que se produce mientras mayor es la distancia temporal del año base<sup>5</sup>.
- Estudios específicos destinados a elaborar proyecciones sobre emisiones sectoriales de GEI, por fuentes y absorción de CO<sub>2</sub> por sumideros, e identificar las medidas de mitigación que podrían aplicarse.
- Desarrollo, a partir de las proyecciones mencionadas, de un escenario de emisiones de GEI de base o referencial y un escenario de mitigación, con el fin de determinar la reducción potencial de emisiones netas.
- Cálculo del valor económico de los efectos del cambio climático en las regiones, los sectores y los sistemas incluidos en el estudio, de las medidas de adaptación potencialmente aplicables y de los costos de las medidas de mitigación.
- Inclusión de todos los costos y beneficios identificados como porcentajes del PIB del país en el año base.

Por todos los motivos indicados, la metodología empleada para la determinación de los costos y beneficios que podría representar el cambio climático para la Argentina consiste en la aplicación de un enfoque ascendente (*bottom-up*), que comienza con los impactos físicos en determinados sectores, sistemas y regiones, y continúa con la identificación de las opciones de adaptación y mitigación, la valorización económica de estas y la posterior integración de los valores monetarios calculados.

A continuación se indican los componentes del presente estudio:

## **Impactos previstos y vulnerabilidad**

### ***Biodiversidad***

- impactos en la biodiversidad de los Esteros del Iberá
- impactos en la deforestación y la biodiversidad en el noroeste de la Argentina

### ***Recursos hídricos***

- impactos en el caudal de los principales ríos de la Cuenca del Plata
- impactos en las inundaciones de los ríos Paraná y Uruguay
- impactos en el caudal de los ríos de los Esteros del Iberá
- impactos en el caudal de los principales ríos de la región de Cuyo

---

<sup>5</sup> Cabe recordar que los horizontes temporales más relevantes, considerados tanto en los estudios de impacto y vulnerabilidad como en la aplicación de medidas de adaptación y mitigación, no necesariamente coinciden. Mientras en el primer caso algunos de los efectos comienzan a observarse a partir del año 2050, en el caso de las medidas de mitigación no es realista pretender desarrollar un escenario con un alto grado de desagregación con posterioridad al año 2030.

- impactos en la oferta y demanda de agua en la región de Cuyo
- vulnerabilidad de las costas del río de la Plata

### *Agricultura*

- impactos en la producción agrícola

### *Salud*

- impactos en la salud

## **Valorización económica de los impactos y las medidas de adaptación**

### **Escenarios socioeconómicos a largo plazo correspondientes a los escenarios de emisiones**

#### **Escenarios de emisiones y medidas de mitigación**

- escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector energético y escenario consolidado de los demás sectores
- escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector industrial
- escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector agrícola
- escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector ganadero
- escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector de residuos
- escenarios de emisiones y medidas de mitigación en el sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura
- cálculo de los costos de mitigación

Quedan fuera del alcance del estudio los impactos en los siguientes ámbitos: i) biodiversidad en todas las zonas del país, con excepción de las dos citadas (Iberá y noroeste); ii) recursos hídricos en las cuencas hidrográficas, con excepción de las cuencas de los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay, de la Plata, los principales de Cuyo y los ríos Limay y Neuquén en Comahue; iii) actividades agrícolas en el resto del territorio nacional, con excepción de la zona núcleo (región de la Pampa) y la región del Chaco; iv) la mayor parte de la región de la Patagonia (especialmente la zona sur), tanto en lo concerniente a los recursos hídricos (dinámica de los ríos) como a los glaciares; v) eventos extremos en todo el territorio del país; vi) aumento del nivel del mar, excepto en el estuario del río de la Plata; vii) demás enfermedades transmisibles por vectores o simplemente fruto de las condiciones cambiantes del clima, con excepción de las dos estudiadas (dengue y malaria), y viii) repercusiones socioeconómicas más significativas. Tampoco se analizaron exhaustivamente todas las potenciales medidas de adaptación y de mitigación que podrían aplicarse en las regiones, los sectores y los sistemas estudiados. No obstante, estas limitaciones no le restan validez al estudio, puesto que se trata del primer intento integral de cuantificación de los valores monetarios de los potenciales impactos previstos del cambio climático y de las medidas de adaptación y mitigación que podrían aplicarse.

En la Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina (2007), enviada a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se consigna que “Las proyecciones del clima para este siglo en la Argentina

resultan preocupantes”. En los escenarios climáticos basados en todos los modelos se prevé un aumento de la temperatura, más pronunciado en el norte del país y superior al incremento previsto de las precipitaciones, lo que acentuaría el estrés hídrico en algunas regiones y provocaría un retroceso generalizado de los glaciares cordilleranos, entre otros impactos previstos. Por lo tanto, no se puede dejar de tomar en consideración el tipo de perfil productivo que presenta la Argentina, caracterizado por un alto porcentaje de exportaciones de productos primarios y de manufacturas de origen agropecuario, por lo que la vulnerabilidad al cambio climático de su sistema productivo es potencialmente alta. A esto se suma el importante aporte de las centrales hidroeléctricas a la producción de electricidad. En cuanto a los condicionantes de orden socioeconómico, cabe señalar que la adaptación al cambio climático y las medidas de mitigación de las emisiones de GEI suponen erogaciones que, en algunos casos, competirán con la asignación de recursos a inversiones sociales que son prioritarias para el país. La insuficiencia de recursos podría, entonces, dar origen a más conflictos que sinergias entre algunas medidas de adaptación y de mitigación. Asimismo, en un contexto en que el ya se están comenzando a manifestar los efectos del cambio climático, al margen de la eficacia de las medidas de mitigación que pudiera aplicar un país como la Argentina, una cantidad importante de recursos tendrá que destinarse obligatoriamente a la adopción de medidas que le permitan hacer frente a un problema que afectará al país en una medida desproporcionadamente mayor a su contribución al desencadenamiento del fenómeno<sup>6</sup>.

## B. Algunos datos básicos

La República Argentina, ubicada en el sur del continente americano tiene una superficie continental de 2.737.000 km<sup>2</sup>, mientras que el sector antártico argentino tiene una superficie terrestre<sup>7</sup> de 969.464 km<sup>2</sup>.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del año 2001, el país tiene 36.260.130 habitantes<sup>8</sup> (más de 40 millones, según los datos preliminares del censo de 2010), el 90% de los cuales vive en áreas urbanas. La esperanza de vida supera los 75 años<sup>9</sup> y la mortalidad infantil es de 15 por mil<sup>10</sup>. La educación estatal es gratuita en todos los niveles y obligatoria en los niveles preescolar, primario y secundario (13 años), en tanto que la tasa de alfabetización de los mayores de 15 años es del 97,7%<sup>11</sup>. El país cuenta con más de 80 universidades a las que concurren más de 1,5 millones de estudiantes. La atención sanitaria estatal es gratuita y la mitad de la población está cubierta por servicios sociales.

La República Argentina es un Estado republicano, representativo y federal, con una estructura política descentralizada, integrada por 23 provincias<sup>12</sup> y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En la Constitución Nacional, vigente desde 1994, se consagra explícitamente el cuidado del medio ambiente y se dispone que las provincias tienen “el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio”. La Nación tiene, entre otras, la facultad de dictar las normas sobre el presupuesto mínimo asignable a la protección del medio ambiente.

<sup>6</sup> Gobierno de la República Argentina (2007); Girardin (2009a y b).

<sup>7</sup> Fuente: INDEC. [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> PNUD. Índice de Desarrollo Humano 2010.

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Corrientes, Chaco, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Santiago del Estero, Tierra del Fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur y Tucumán.

Las provincias patagónicas (Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego) tienen escasas precipitaciones (en general menos de 200 mm anuales), excepto en algunas franjas adyacentes a la Cordillera de los Andes. Las temperaturas son típicas de las latitudes medias y la vegetación es de estepa con monte achaparrado. En esta zona los suelos se destinan principalmente a la ganadería ovina, lo que ha causado graves procesos de erosión. En algunas áreas se desarrollan actividades de extracción de gas, petróleo y minerales. La franja cordillerana húmeda es una región de gran belleza natural y está cubierta por glaciares y nieves permanentes, lagos, bosques y pastizales. En esta zona se desarrolla una intensa actividad turística, estrechamente vinculada a los atractivos del paisaje<sup>13</sup>.

Al norte del paralelo 40°S predomina un clima subtropical con veranos cálidos. En el este, las precipitaciones son abundantes (superiores a los 1.000 mm) y permiten la explotación agrícola de secano y la ganadería extensiva. Las precipitaciones disminuyen hacia el oeste hasta menos de 200 mm anuales, por lo que algunas áreas presentan características desérticas y muy escasa vegetación<sup>14</sup>. En estas zonas, las actividades urbanas y la agricultura de regadío se nutren de los ríos que se alimentan del deshielo de las precipitaciones de nieve en la Cordillera de los Andes. Entre el este húmedo y el oeste árido se encuentra la zona semiárida, cuya vegetación original era de monte, pero que ha sufrido grandes cambios y cuyos suelos se destinan actualmente a la cría de ganado vacuno<sup>15</sup>.

En el norte del país se encuentran selvas en la provincia de Misiones y en los faldeos orientales de las sierras de Tucumán, Salta y Jujuy, que se caracterizan por abundantes precipitaciones. En el caso de Misiones, gran parte de la selva original fue sustituida por explotaciones forestales, principalmente de pinos. La silvicultura comercial se extiende a las provincias de Corrientes y Entre Ríos, en las que se cultivan pinos y eucaliptos. Las provincias del Chaco y Formosa y el norte de la provincia de Santiago del Estero conforman la parte argentina de la región del Chaco, caracterizada por una vegetación arbórea en forma de parques, y actividades agrícolas de secano y ganadería extensiva.

## C. El cambio climático en la Argentina

En la Segunda Comunicación Nacional (SCN) del Gobierno de la República Argentina presentada a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>16</sup> se identificaron cambios importantes de algunas tendencias climáticas en comparación con la situación histórica. En esa comunicación se definían como notables las tendencias climáticas registradas en la mayor parte del territorio en las últimas tres o cuatro décadas y se afirmaba que muy probablemente podían atribuirse al cambio climático global. Dichas tendencias han afectado los sistemas naturales y las actividades humanas, por lo que exigen una rápida adaptación. A continuación, se enumeran las más importantes:

- aumento de las precipitaciones medias anuales en casi todo el país y muy especialmente en el noreste y en la zona oeste periférica que rodea la región húmeda tradicional;
- aumento de la frecuencia de precipitaciones extremas en gran parte del este y el centro del país;
- aumento de la temperatura en la zona cordillerana de la Patagonia y la provincia de Cuyo, unido al retroceso de los glaciares;

---

<sup>13</sup> Gobierno de la República Argentina (2007).

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Ibid.

<sup>16</sup> Ibid.

- aumento del caudal de los ríos y de la frecuencia de inundaciones en todo el país, con la excepción de San Juan, Mendoza, Comahue y el norte de la Patagonia;
- disminución del caudal de los ríos de origen cordillerano en San Juan, Mendoza y Comahue.

En la SCN también se indicaba que los probables impactos previstos para la primera mitad de este siglo, que podrían acentuar las vulnerabilidades o dar origen a nuevos factores de vulnerabilidad, serían los siguientes:

- variaciones imprevisibles del caudal de los ríos de la Cuenca del Plata, debido a un aumento de la temperatura superior al correspondiente a las precipitaciones y, por consiguiente, a la evaporación;
- acentuación del estrés hídrico en todo el norte y parte del oeste del país, debido a la misma causa;
- disminución de la precipitación de nieve en la Cordillera de los Andes, probable crisis hídrica en Mendoza y San Juan, y reducción de la generación de energía hidroeléctrica en la región del Comahue;
- prolongación de la alta frecuencia de precipitaciones intensas y de las inundaciones en las zonas actualmente afectadas;
- prolongación del retroceso de los glaciares, y
- problemas en algunos puntos del litoral marítimo y de la costa del río de la Plata, debido al aumento del nivel del mar.

En la SCN se indicaba también que en la Argentina los mayores impactos del cambio climático son los relativos a la variación interanual de las precipitaciones, que afectan considerablemente a la producción agropecuaria en períodos de sequía. Otro de los impactos importantes, aunque menos acentuado, son las intensas precipitaciones que generan excedentes hídricos, causan inundaciones de campos productivos, y tienen efectos dañinos para la infraestructura, la seguridad y la salud de las poblaciones urbanas.

En casi toda la Argentina, la mayor fuente conocida de variación interanual del clima es el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur que, en distintas regiones y en distintas fases mensuales, provoca anomalías en las precipitaciones<sup>17</sup>. En general, en los períodos en que se manifiesta este fenómeno se producen precipitaciones superiores a la media, mientras que el fenómeno de La Niña tiene efectos diametralmente opuestos. En algunos casos del primero estos, las precipitaciones son tan cuantiosas que provocan inundaciones en los grandes ríos de llanura del este del país. En efecto, casi todas las mayores crecidas de los ríos Paraná y Paraguay se deben a la fase de El Niño<sup>18</sup>.

En el presente estudio se utilizaron los datos climáticos suministrados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil (INPE), basados en la aplicación del modelo PRECIS de provisión de información climática regional para estudios de impacto correspondiente al período 1960-1990, que representa el clima actual, y al período 2070-2100, para la estimación del clima futuro. Los datos climáticos sobre el período 1990-2070 se calcularon mediante una interpolación elaborada por el Instituto, basada fundamentalmente en valores medios, en lugar de variaciones interanuales, calculados por los equipos locales de estudio de los caudales.

<sup>17</sup> Ropelewski y Halpert, (1987); Aceituno, (1988); Grimm et al. (2000), citados en Gobierno de la República Argentina (2007).

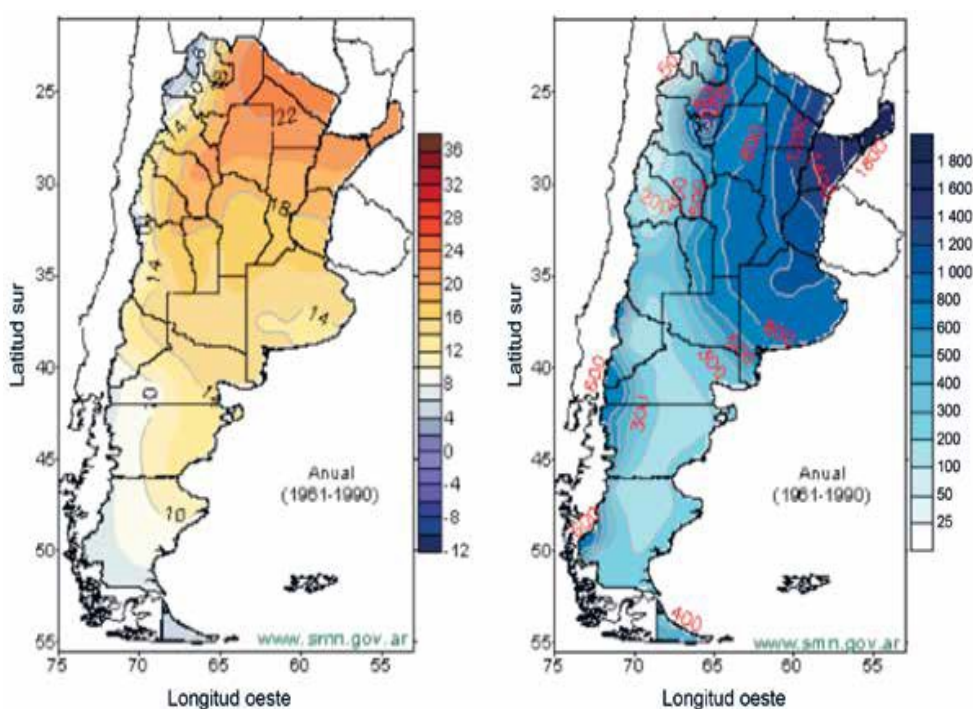
<sup>18</sup> Camillioni y Barros (2003) citado en Gobierno de la República Argentina (2007).

En el mapa I.1 se indican los valores medios actuales de las temperaturas y las precipitaciones anuales en el territorio argentino. En dicho mapa se observa que las isoyetas van en aumento del noreste al suroeste, con la excepción de una estrecha franja de la Cordillera de Los Andes, principalmente en el sur del país, mientras que las isotermas se desplazan de norte a sur, pero también reciben la influencia de los fenómenos que se registran en los puntos más altos de Los Andes.

La aplicación de los escenarios climáticos revela que hasta mediados del presente siglo no habría mayores diferencias entre los escenarios A2 y B2, pero que hacia fines del siglo el aumento de las precipitaciones podría ser muy pronunciado, sobre todo en el escenario A2, y en algunos casos, el aumento superaría el 25% (véase el mapa I.2).

En lo que respecta a las temperaturas (véase el mapa I.3), el aumento medio anual proyectado respecto de 1960-1990 fluctúa entre 1°C y 1,5°C en la década de 2020-2029, de acuerdo al escenario A2. Las temperaturas mínimas aumentan apenas un poco menos que las máximas, tendencia que se acentuaría progresivamente, al igual que las diferencias relativas entre los escenarios A2 y B2. El aumento de la temperatura máxima media anual en el norte de la Cuenca del Plata podrían llegar a los 6°C hacia fines del presente siglo según el escenario A2.

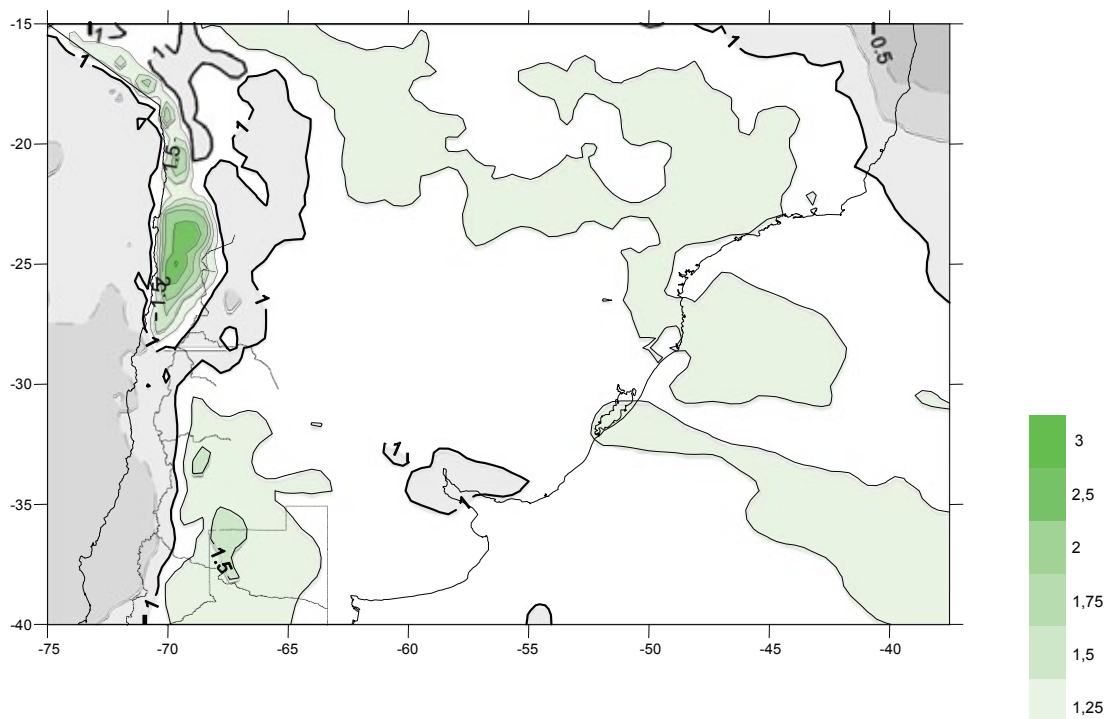
**MAPA I.1**  
**TEMPERATURAS Y PRECIPITACIÓN ANUAL MEDIA**  
*(En grados centígrados y milímetros cúbicos)*



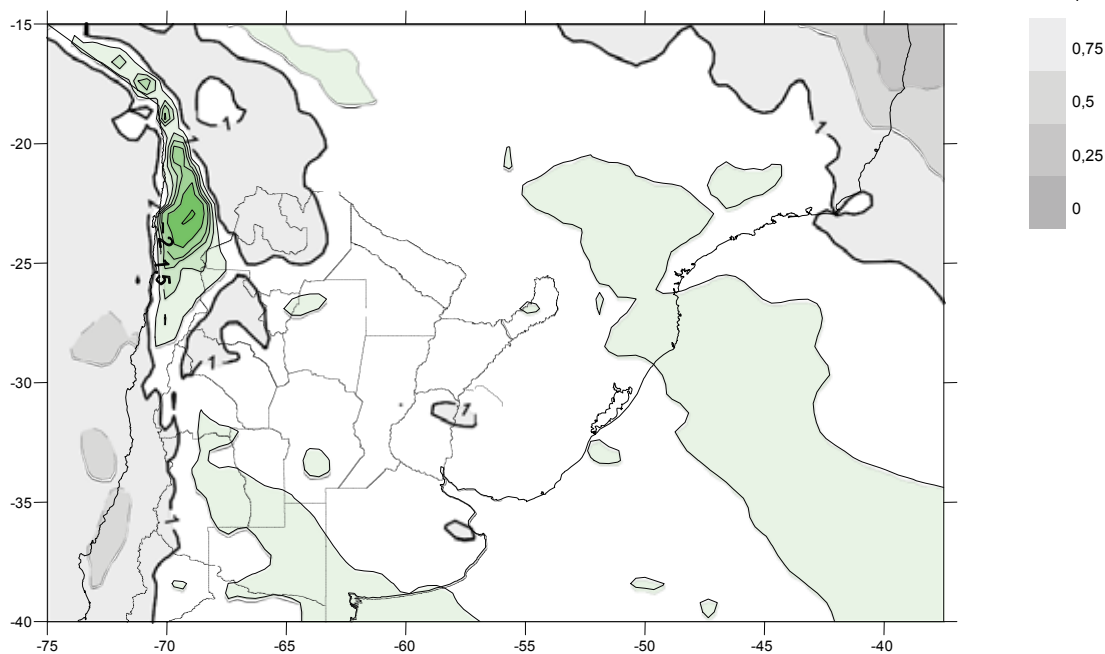
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de los datos del Servicio Meteorológico Nacional.

**MAPA I.2**  
**ESCENARIOS DE VARIACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES MEDIAS ENTRE**  
**LOS PERÍODOS 1960-1990 Y 2090-2099**  
*(En cociente)*

Escenario A2



Escenario B2

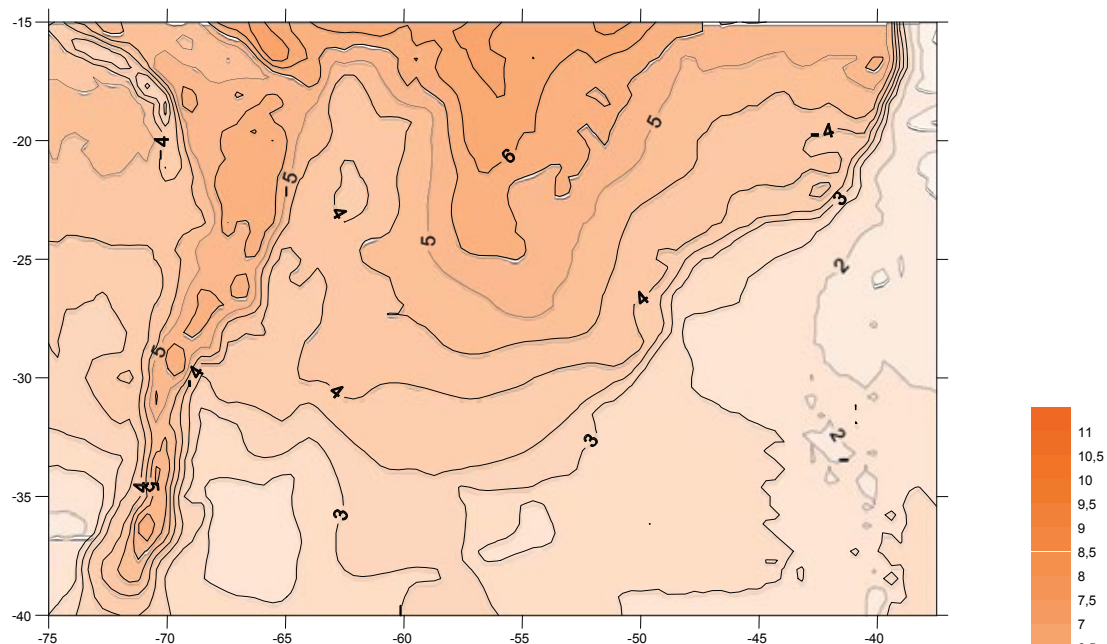


**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de los escenarios climáticos del modelo PRECIS del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil.

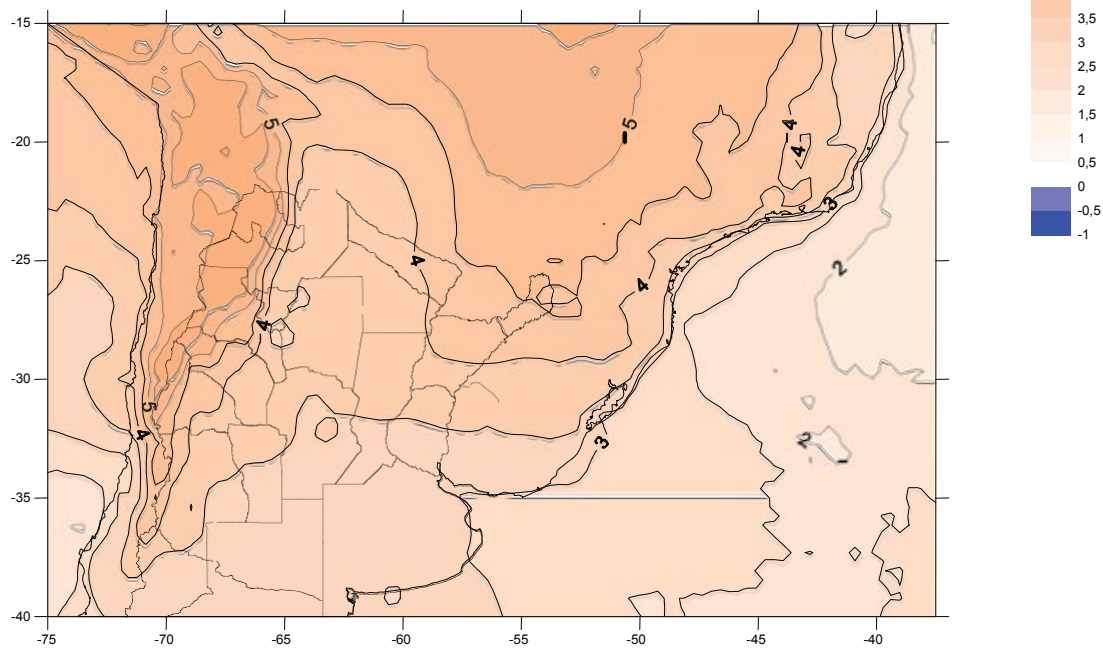


**MAPA I.3**  
**ESCENARIOS DE VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA ANUAL MEDIA**  
**ENTRE LOS PERÍODOS 1960-1990 Y 2090-2099**  
*(En grados centígrados)*

Temperatura máxima, escenario A2

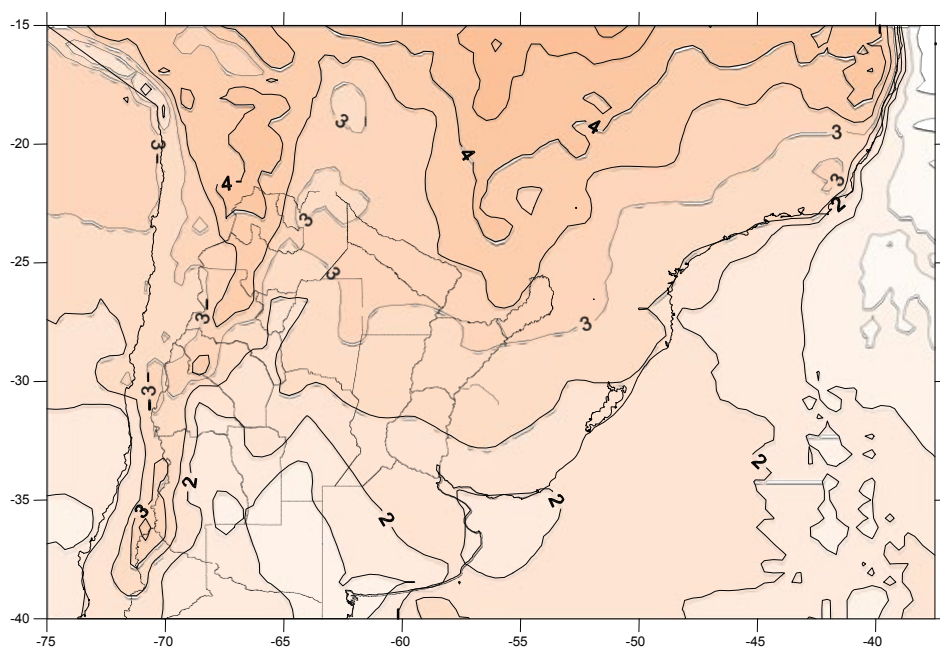


Temperatura mínima, escenario A2





### Temperatura máxima, escenario B2



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de los escenarios climáticos desarrollados con el modelo PRECIS del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil.

## II. Escenario macroeconómico y demográfico

### A. El contexto internacional y sus efectos para el país

La evolución económica de la República Argentina ha obedecido, históricamente, tanto a las políticas públicas como a las condiciones y los factores condicionantes del entorno económico mundial y regional<sup>19</sup>.

Tal como se observa en el gráfico II.1, existe una vinculación entre los ciclos de la economía mundial y de los Estados Unidos y los de la economía argentina. En general, y salvo algunas excepciones, tanto los descensos como los repuntes de las tasas de crecimiento de la Argentina coinciden con los ciclos mundiales. Las mayores excepciones a esta regla se registran en la década de 1980 y se relacionan con las políticas para hacer frente a la deuda externa que la Argentina contrajo después de 1975 y, en especial, entre 1978 y 1981 y posteriormente, aunque en un contexto de crecimiento durante parte del período, entre 1990 y 2001<sup>20</sup>. Es notorio que las oscilaciones de la economía argentina superan con creces las de la economía mundial.

Se puede apreciar que la Argentina ha mostrado tener en el largo plazo un desempeño inferior a la media mundial, especialmente después de 1980, y una variabilidad muy superior a la media mundial y de la registrada por otros países en desarrollo<sup>21</sup>.

Tomando como referencia la información presentada, así como diversos estudios, informes y estimaciones<sup>22</sup>, se supusieron y adoptaron una serie de tasas de crecimiento del PIB, tanto a nivel mundial agregado como de grandes regiones (véase el cuadro II.1).

---

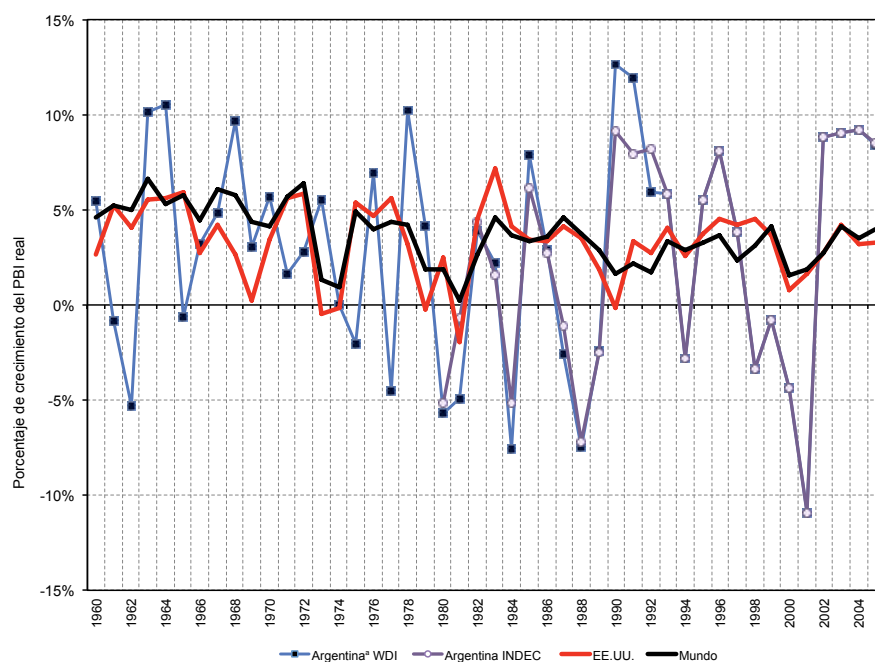
<sup>19</sup> Fundación Bariloche (2008).

<sup>20</sup> Ibid.

<sup>21</sup> Ibid.

<sup>22</sup> Véase Fundación Bariloche (2008) y también DOE (2008), Banco Mundial (2008), UN-DESA (2008) y WEF (2008).

**GRÁFICO II.1**  
**TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB DE LA ARGENTINA, LOS ESTADOS UNIDOS**  
**Y LA ECONOMÍA MUNDIAL, 1960-2007**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Fundación Bariloche (2008).

\*World Development Indicators, Banco Mundial.

**CUADRO II.1**  
**TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB MUNDIAL Y DE GRANDES REGIONES**  
**EN TÉRMINOS REALES**

	1990-2006		Proyecciones 2007-2030		
	1990-2000	2001-2006	2007-2010	2011-2020	2021-2030
Unión Europea	2,2%	1,6%	1,8%	1,4%	1,2%
Oriente Medio y Norte de África	3,9%	4,3%	4,6%	4,0%	3,8%
América Latina y el Caribe	3,3%	3,5%	3,7%	2,8%	2,5%
Federación de Rusia	-3,9%	6,5%	6,5%	4,8%	4,5%
EE.UU.	3,3%	3,0%	2,0%	2,0%	1,8%
China	10,4%	10,0%	7,5%	6,5%	5,0%
Asia meridional	5,2%	7,3%	6,0%	4,8%	3,8%
Asia oriental y el Pacífico	8,4%	8,8%	6,2%	5,6%	4,0%
Total mundial	3,2%	3,4%	2,7%	2,5%	2,2%

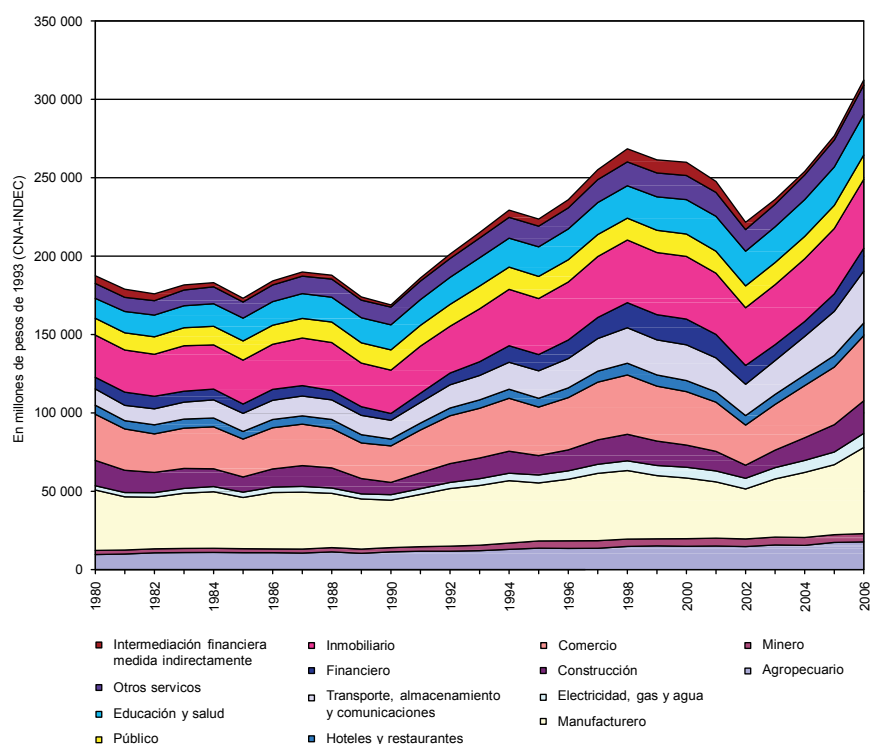
**Fuente:** Fundación Bariloche (2008) basado en datos del Banco Mundial.

## B. El contexto nacional

En el gráfico II.1, en el que se ilustra la evolución de los valores agregados sectoriales en el período 1980-2006, se observa una relativa estabilidad de los sectores agropecuario, minero y de servicios y una mayor exposición a los cambios del entorno interno y externo de los restantes sectores, afectados también por los precios relativos y su impacto en la medición del producto.

A partir de la recesión registrada entre 1998 y 2002 y tras el abandono de la convertibilidad, la economía argentina ha mostrado un considerable dinamismo atribuible a las condiciones favorables del entorno mundial, al menos hasta mediados de 2008<sup>23</sup>, y a las ventajas competitivas derivadas del nuevo esquema cambiario. Desde entonces y hasta fines de 2008 se registraron 27 trimestres consecutivos de crecimiento, por lo que el nivel del PIB aumentó un 63,33% con respecto al de 2002, que a su vez es un 33,35% mayor que el récord anterior, alcanzado a mediados de 1998, es decir, antes del comienzo de la recesión (véase el gráfico II.2)<sup>24</sup>. Dada la estructura productiva de la Argentina, el entorno internacional continuará siendo uno de las principales condicionantes de la evolución futura de la economía del país<sup>25</sup>.

**GRÁFICO II.2**  
**EVOLUCIÓN DEL VALOR AGREGADO POR GRANDES SECTORES**  
(En millones de pesos de 1993)



**Fuente:** Fundación Bariloche (2008); Censo Nacional Agropecuario (CNA), Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

<sup>23</sup> En el cuarto trimestre de 2008 se comienzan a observar los primeros efectos de la crisis internacional, que se reflejan en una desaceleración del crecimiento en la serie desestacionalizada, aunque no en la serie trimestral. Esta situación se prolongó durante gran parte de 2009, pero la economía retomó la trayectoria de crecimiento sostenido a partir de 2010. Véase [en línea] [www.indec.mecon.gov.ar](http://www.indec.mecon.gov.ar).

<sup>24</sup> Fuente: INDEC. Véase [en línea] [www.indec.mecon.gov.ar](http://www.indec.mecon.gov.ar)

<sup>25</sup> Fundación Bariloche (2008).

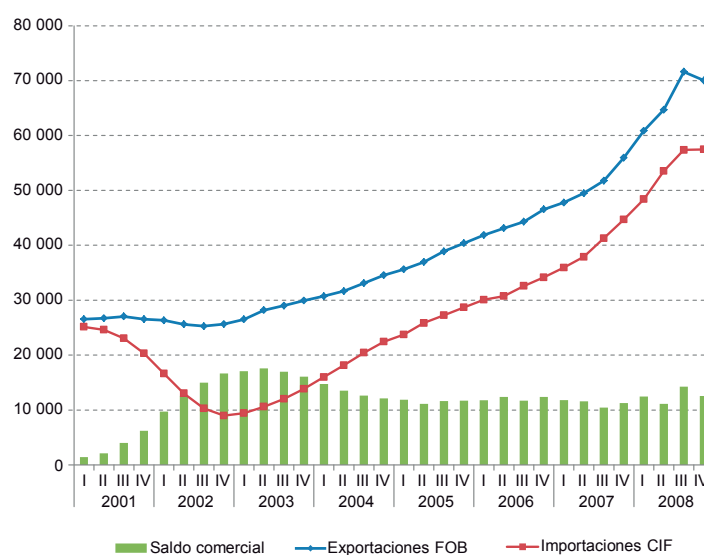


**CUADRO II.2**  
**CONTRIBUCIÓN AL PIB POR SECTORES EN 2005**  
**Y CRECIMIENTO DEL PIB EN 2004-2005**  
*(En miles de millones de pesos constantes de 1993 y en porcentajes)*

PIB a precios de mercado	304,8	9,2
<b>Sectores productores de bienes</b>	99,1 (32,5)	9,5%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura.	17,0 (5,6 %)	11,7%
Pesca	0,3 (0,1 %)	-14,3%
Explotación de minas y canteras	5,1 (1,7 %)	-0,2%
Industria manufacturera	50,5 (16,6 %)	7,5%
Suministro de electricidad, gas y agua	8,6 (2,8 %)	5,0%
Construcción	17,6 (5,8 %)	20,4%
<b>Sectores productores de servicios</b>	186,4 (61,1 %)	8,4%
Comercio mayorista, comercio minorista y reparaciones	38,5 (12,6 %)	9,8%
Hoteles y restaurantes	7,5 (2,5 %)	7,9%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	29,1 (9,5 %)	14,8%
Intermediación financiera	11,9 (3,9 %)	17,5%
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	42,2 (13,8 %)	4,5%
Administración pública y defensa	14,9 (5,0 %)	3,3%
Enseñanza, y servicios sociales y de salud	24,9 (8,2 %)	4,2%
<b>Otras actividades</b> (servicios comunitarios, sociales y personales y servicio doméstico)	17,5 (5,7 %)	9,8%
Impuestos al valor agregado y a la importación, menos servicios financieros medidos indirectamente	19,3 (6,3 %)	15,6 %

**Fuente:** SCN (2007), basado en datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos.

**GRÁFICO II.4**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES Y LAS IMPORTACIONES Y SALDO**  
**COMERCIAL ACUMULADO, 2001-2008**  
*(En miles de millones de dólares corrientes de cada año)*

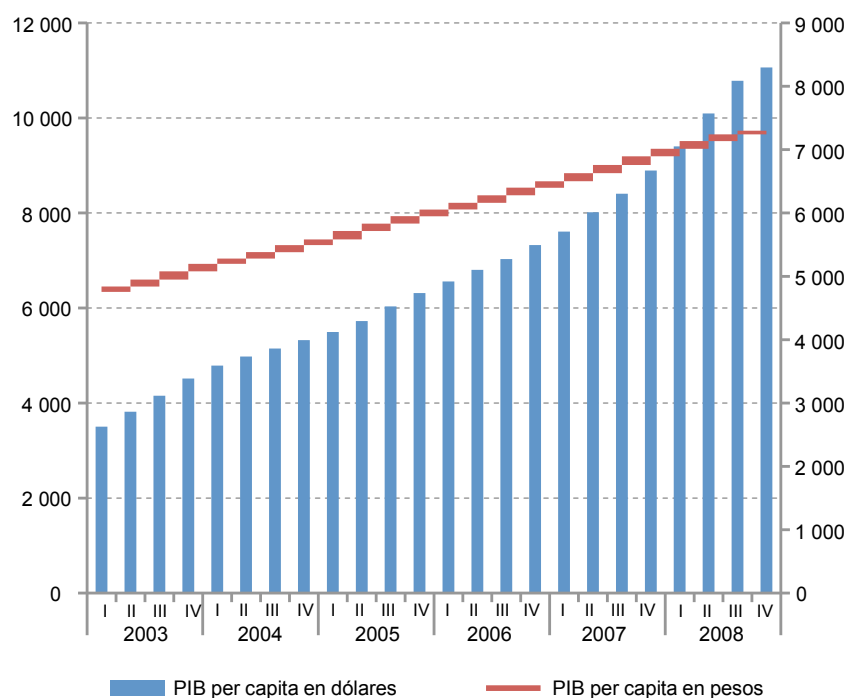


**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2008.

El proceso de crecimiento económico de los últimos años se tradujo en una mejora de los indicadores sociales, una expansión del empleo y una recuperación de los niveles salariales debida al aumento de la productividad y a la rentabilidad específica de algunos sectores, todo lo cual permitió una reducción de la pobreza y la indigencia y una mejora, aunque moderada, de la distribución del ingreso<sup>26</sup>. Por otra parte, el crecimiento de la actividad económica produjo un aumento sostenido del PIB per cápita (véase el gráfico II.5).

**GRÁFICO II.5**  
**EVOLUCIÓN DEL PIB PER CÁPITA**

(En pesos a precios del cuarto trimestre de 2008 y en dólares de 2008)<sup>a</sup>



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2008.

<sup>a</sup>Datos correspondientes a la media de los últimos cuatro trimestres.

## C. Desarrollo económico y emisiones

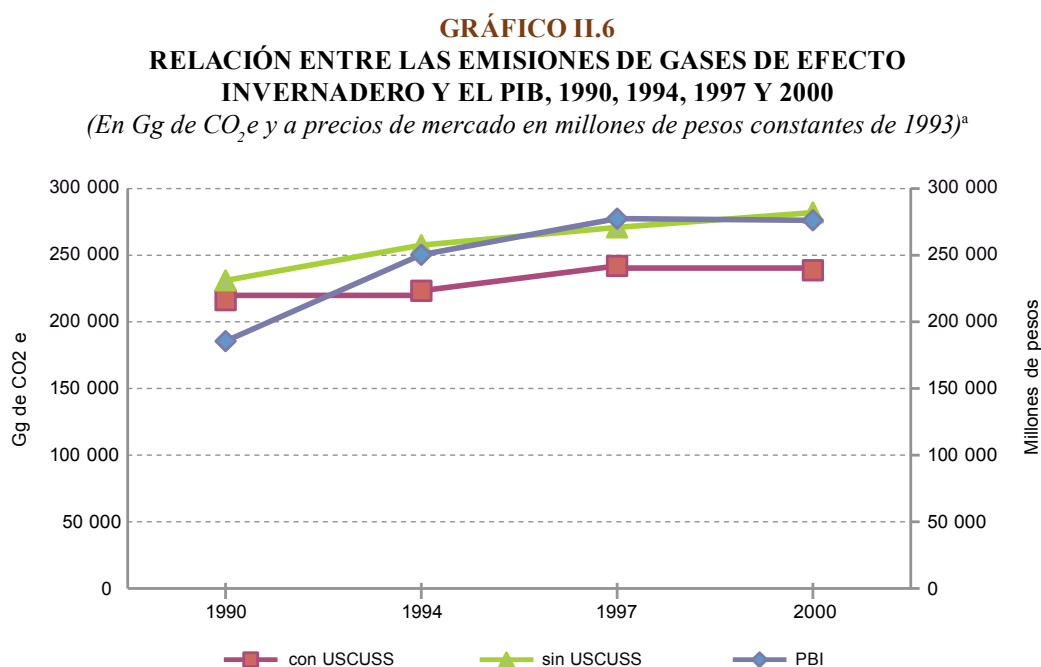
Si bien no hay un vínculo directo y unívoco entre el crecimiento económico y el incremento de las emisiones de GEI<sup>27</sup>, dado que la composición y el perfil de emisiones de un país responden a distintos factores, es posible establecer cierta relación entre las magnitudes y los cambios observados de ciertas variables y los niveles y variaciones de las emisiones de este tipo de gases. Esta relación puede adoptar diversas formas y darse entre los niveles de actividad de ciertos sectores, determinadas características de la dinámica poblacional, la matriz energética, la estructura de fuentes y usos del sector energético y el

<sup>26</sup> Ibid.

<sup>27</sup> De lo contrario, diversos países con similar grado de desarrollo tendrían que presentar niveles similares de emisiones de GEI.

patrón de prácticas de uso del suelo en actividades ligadas a los recursos naturales, entre otros. En el caso de las emisiones de GEI de la República Argentina, se identificaron algunas relaciones entre estas y las características de la actividad de ciertos sectores; en esta sección se consideran solo algunas de las más destacadas, mientras que en el análisis de las emisiones por sector se presenta un análisis más detallado.

En el gráfico II.6 se ilustra la relación histórica entre la evolución del PIB y de las emisiones de GEI, basada en datos oficiales incluidos en la SCN.



**Fuente:** Elaboración propia basada en información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y datos incluidos en la Segunda Comunicación Nacional.

<sup>a</sup>Los años corresponden a los incluidos en los inventarios de GEI presentados en la Segunda Comunicación Nacional.

El PIB presenta un crecimiento sostenido en el período 1990-1997, a continuación del cual se estanca y luego desciende levemente hacia el año 2000. En cambio, las emisiones de GEI presentan una constante tendencia creciente, especialmente si se excluye el sector de USCUS. En tal caso, las emisiones muestran una tendencia ascendente en todo el período, mientras que si se incluye dicho sector presentan un comportamiento más errático e incluso disminuyen levemente hacia el año 2000, debido a la mayor absorción de CO<sub>2</sub> de este sector.

Esta situación se refleja en el cuadro II.3, en el que se muestra la evolución de la intensidad de emisiones medida como tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida por cada mil pesos constantes de 1993 de PIB.



**CUADRO II.3**  
**INTENSIDAD DE LAS EMISIONES EN RELACIÓN CON EL PIB<sup>a</sup>**

Año	Intensidad de las emisiones	
	Incluido USCUS	Excluido USCUS
1990	1,16568758	1,24526807
1994	0,89224475	1,02882049
1997	0,87209893	0,97645986
2000	0,86432417	1,02110271

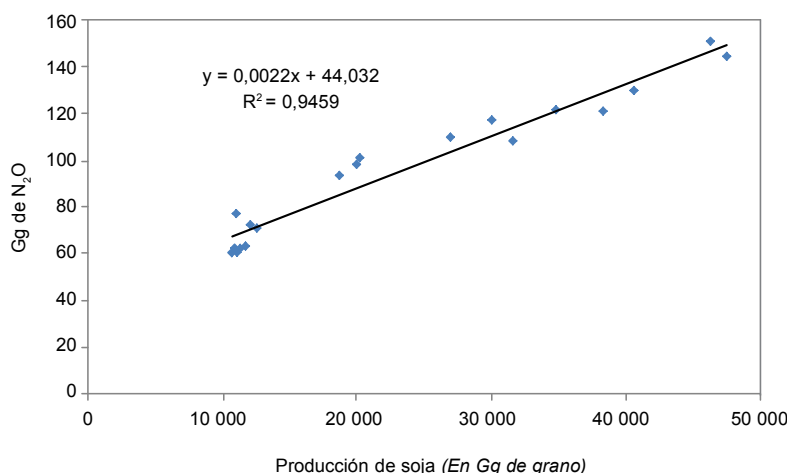
**Fuente:** Elaboración propia basada en información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y datos incluidos en la Segunda Comunicación Nacional.

<sup>a</sup>Calculada como Gg de emisiones de CO<sub>2</sub>e por cada millón de pesos constantes de 1993 de PIB, lo que equivale a toneladas por miles de pesos.

Como se desprende del gráfico II.6 y del cuadro II.3, en el período analizado la intensidad de emisiones de GEI, incluido el sector de USCUS, se redujo más del 15%, porcentaje que se eleva a más de un 18% si no se toma en consideración dicho sector. Sin embargo, se observa una acentuación de la intensidad entre 1997 y 2000, que obedece fundamentalmente a la crisis económica<sup>28</sup>.

Tomando como ejemplo el caso del sector agrícola, históricamente las emisiones directas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) debidas al uso de los suelos para cultivos agrícolas, lo que excluye la ganadería, muestran la misma evolución que las del nitrógeno correspondiente a diversas fuentes. Como se observa en el gráfico II.6, estas emisiones provienen principalmente de la producción de soja y, solo en menor medida, de los fertilizantes o de otros cultivos fijadores de nitrógeno. La producción de soja dio origen a casi un 95 % de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O, lo que equivale a un aumento de 2,2 mg por cada mil toneladas de incremento de la producción de soja.

**GRÁFICO II.7**  
**RELACIÓN ENTRE LAS EMISIONES DE N<sub>2</sub>O Y LA PRODUCCIÓN DE SOJA**  
*(En Gg)*



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>28</sup> En este caso, se ha tenido en cuenta que las emisiones de algunos sectores no están directamente relacionadas con la evolución del PIB; tal es el caso, por ejemplo, del sector agropecuario (USCUS).

En el sector de procesos industriales las emisiones de GEI están estrechamente relacionadas con el nivel de actividad. En vista de esta situación, en el cuadro II.4 se presentan algunos indicadores empleados para estimar las emisiones previstas de determinados componentes del sector.

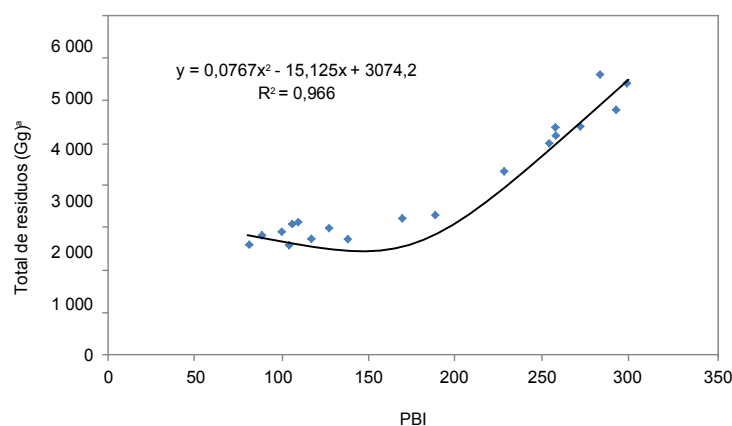
**CUADRO II.4**  
**INDICADORES SOCIOECONÓMICOS EMPLEADOS PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE PROCESOS INDUSTRIALES**

Subsector	Indicador
Cemento	PIB de la construcción
Cal	PIB de la construcción
Uso de piedra caliza y dolomita en la industria del vidrio	Evolución de la actividad de metales comunes
Química y petroquímica (excepto uso de urea en suelos agrícolas)	Evolución de la actividad de productos químicos
Uso de urea en suelos agrícolas	Evolución de la actividad agrícola
Producción de hierro y acero	Evolución del sector
Producción de aluminio	Evolución del sector
Uso de hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> ) en equipos eléctricos	PIB por habitante

**Fuente:** Elaboración propia.

En el caso del sector de residuos, existen dos relaciones funcionales de las emisiones de los residuos sólidos urbanos, correspondientes a los que se depositan en rellenos sanitarios y los que se vierten en depósitos a cielo abierto (véanse los gráficos II.8 y II.9). Mientras que en el primer caso la relación directa se establece con el PIB total, en el segundo las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) están directamente vinculadas con la población.

**GRÁFICO II.8**  
**RELACIÓN ENTRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEPOSITADOS EN RELLENOS SANITARIOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES Y EL PIB EXPRESADO EN PRECIOS CORRIENTES**  
*(En miles de toneladas y en miles de millones de dólares corrientes de cada año)*

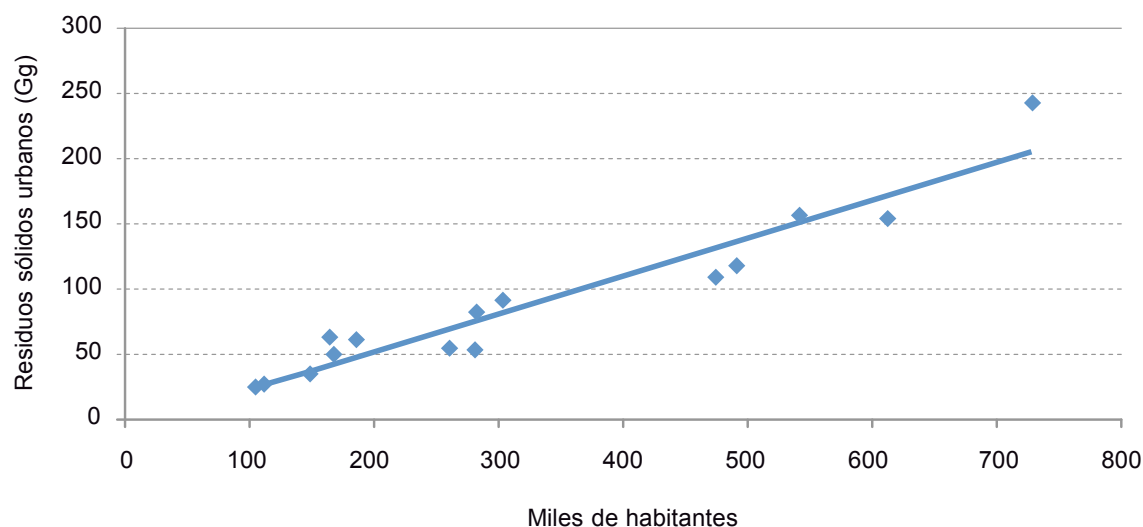


**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Información proporcionada por Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado.

Sobre la base de los residuos generados en el periodo indicado se calcularon las emisiones de  $\text{CH}_4$  para el periodo 2009-2030. En el año 2009 estas ascenderían a 727,35 Gg, cifra que registraría un aumento del 1,7% en el año 2010, del 27,9 % en 2020 y del 78,8 % en 2030, lo que significa que alcanzarían a 1300,61 Gg en este último año.

**GRÁFICO II.9**  
**RELACIÓN ENTRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**  
**VERTIDOS EN DEPÓSITOS A CIELO ABIERTO Y LA POBLACIÓN**  
*(En Gg y en miles de personas)*

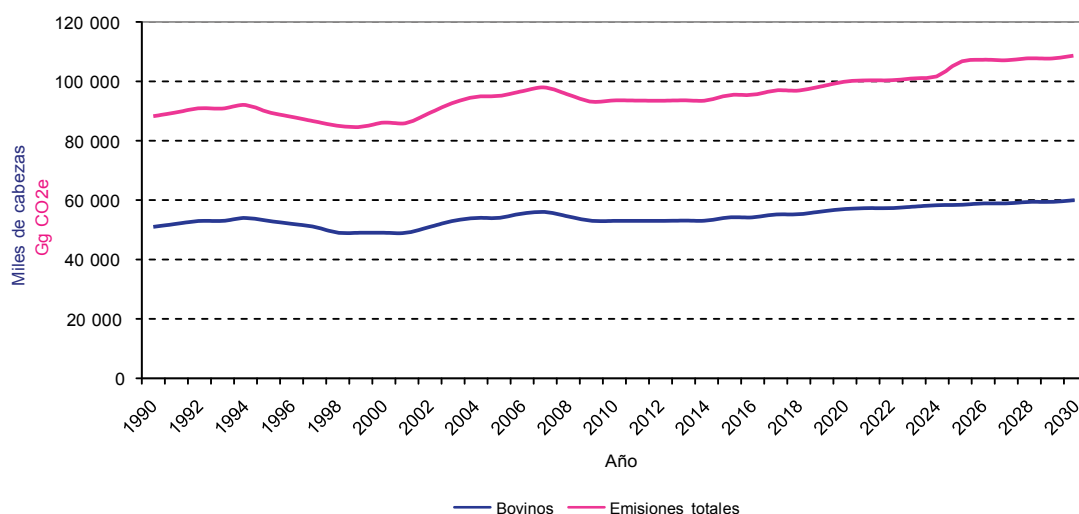


**Fuente:** Elaboración propia.

Una proporción muy alta de las emisiones de GEI atribuibles al sector ganadero corresponde a la crianza de ganado vacuno (véase el gráfico II.10). El cercado de ganado vacuno es la principal variable explicativa de las emisiones de  $\text{CH}_4$  por fermentación entérica y manejo de estiércol, y de las emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) por manejo de estiércol y uso de suelos agrícolas (pastoreo de ganado), que son los principales componentes de las emisiones de GEI del sector.

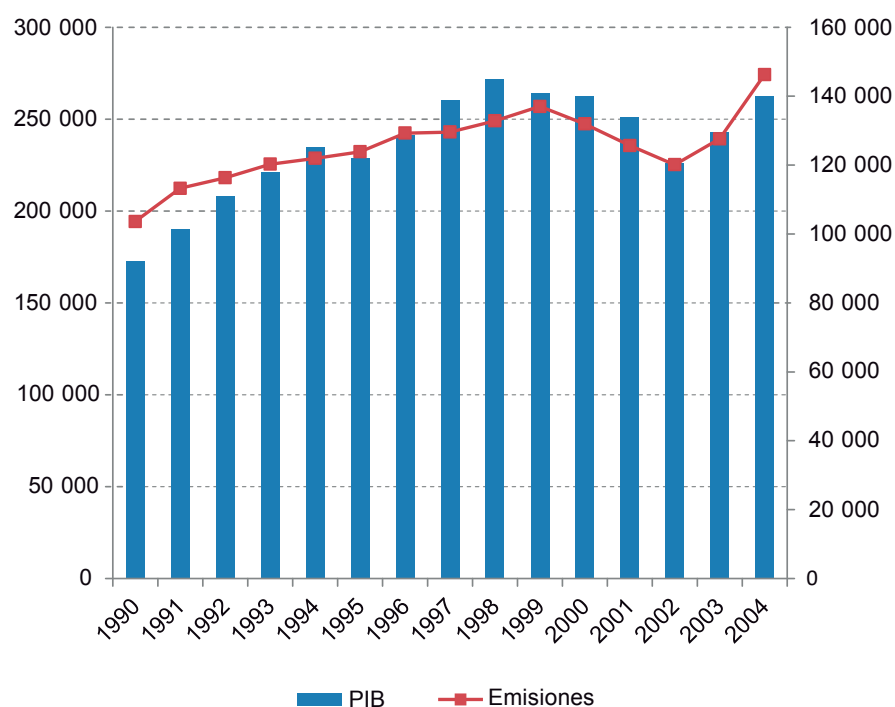
En lo concerniente al sector energético, hay una estrecha relación entre las emisiones de GEI y el consumo de energía de los usuarios finales, que a su vez está estrechamente relacionado con la evolución del PIB, por lo que las emisiones del sector también lo están (véase el gráfico II.11).

**GRÁFICO II.10**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR GANADERO**  
**Y DE LAS EXISTENCIAS DE GANADO BOVINO**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e y en miles de cabezas de ganado)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO II.11**  
**RELACIÓN ENTRE LA EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI**  
**DEL SECTOR ENERGÉTICO Y EL PIB**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e y en millones de pesos a precios de 2004)*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de Fundación Bariloche (2008).

## D. Escenario macroeconómico nacional

Para la elaboración del escenario socioeconómico nacional del período 2005-2030 y con el objetivo de realizar proyecciones sectoriales consistentes con las hipótesis globales sobre crecimiento económico, se aplicó una metodología basada en la matriz de insumo-producto, actualizada a 2004, que permitió determinar el comportamiento de las componentes de la demanda final.

Se adoptaron supuestos específicos sobre los siguientes factores: i) consumo de los hogares a partir de la evolución de canastas de consumo correspondientes a diferentes deciles de ingresos (el aumento del gasto de los hogares concuerda con el del PIB y responde a pautas de progresiva disminución de la brecha entre el gasto de los hogares más pobres y los más ricos); ii) composición y evolución de las exportaciones clasificadas por bloques de productos (sobre la base de un análisis histórico del comportamiento de las exportaciones y la previsión de una mayor participación de las ventas externas de maquinarias, principalmente agrícolas y del sector automotor, como también de los servicios turísticos); iii) demanda de inversiones y consumo público (se supuso una elasticidad de 1,1 de la demanda de los sectores productivos al sector de la construcción; una elasticidad de 1 de la demanda de maquinarias y equipos nacionales, siempre que se dé la expansión de las importaciones de bienes de capital que suele acompañar al alza de la tasa de inversión y, por último, que el consumo público crecería al mismo ritmo que el producto, salvo en los sectores sociales más pobres, con respecto a los cuales se supuso una elasticidad de 1,1 al crecimiento del PIB); iv) importaciones caracterizadas por crecientes compras externas de bienes de capital y una restricción a corto plazo de las importaciones de bienes de consumo, que aumentarían a mediano y largo plazo, unidas a la mayor integración al mercado mundial). En el cuadro II.5 se presentan las principales relaciones que se establecerían en el período 2004-2030.

**CUADRO II.5**  
**RELACIONES BÁSICAS: OFERTA Y DEMANDA GLOBALES**  
(En porcentajes)

Datos básicos <sup>a</sup>	2004	2010	2020	2030
Consumo/PIB	59,0	58,4	57,6	54,9
Exportaciones de servicios de turismo /PIB	1,5	2,1	2,2	3,3
Exportaciones /PIB	24,2	25,0	24,9	27,3
Gasto público /PIB	11,9	12,3	12,4	13,8
Inversión bruta fija total /PIB	17,3	18,1	18,8	23,4

**Fuente:** Fundación Bariloche (2008).

<sup>a</sup> Datos tomados con el PIB calculado en miles de pesos de 2004.

Aplicando la metodología descrita, se calcularon el valor bruto de la producción (VBP) de los 82 sectores de la matriz insumo-producto (MIP) expresada en precios de 2004. Estos resultados se reagruparon en varios sectores, conforme a la desagregación sectorial del sistema de planificación de otras fuentes de energía para los países menos desarrollados (conocido como LEAP por su sigla en inglés), a fin de realizar las proyecciones de la demanda energética (véase el cuadro II.6).

**CUADRO II.6**  
**DESAGREGACIÓN SECTORIAL DEL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN**  
**Y DEMÁS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS UTILIZADOS PARA ELABORAR EL ESCENARIO SOCIOECONÓMICO NACIONAL**

Sector	Estimaciones del valor bruto de la producción (VBP)				
	2004	2005	2006	2007	2010
Agricultura	40 744 549	45 512 360	46 207 838	55 547 008	62 399 949
Ganadería	21 064 415	23 529 313	23 888 866	28 717 099	31 839 161
Alimentos y bebidas	95 109 676	103 719 178	115 443 294	116 228 278	130 803 762
Productos textiles	7 769 183	8 459 476	9 115 932	9 312 191	10 776 528
Papel y productos de papel	9 374 122	10 360 395	11 561 568	11 790 040	13 546 781
Minerales no metálicos	6 182 202	7 054 537	8 327 009	8 400 968	9 945 211
Metales comunes	21 693 015	23 584 504	26 244 411	26 732 060	31 933 095
Otros	117 498 603	125 412 125	133 153 615	148 808 626	169 269 504
Sustancias y productos químicos, productos de caucho y de plástico	54 854 312	58 982 523	66 956 191	67 578 250	77 352 625
Transporte	52 134 866	59 862 608	67 914 539	74 704 515	84 914 294
Construcción	39 524 969	47 586 709	56 089 369	58 690 871	69 526 885
Electricidad	12 280 423	12 897 313	13 539 867	14 332 190	16 062 514
Gas	3 090 888	3 246 154	3 407 880	3 607 302	4 097 073
Otros	3 242 604	3 485 799	3 625 231	3 770 241	4 349 530
Explotación de minas y canteras	32 259 152	32 199 452	33 155 197	32 237 683	36 078 962
Comercio al por mayor y al por menor	58 876 122	64 652 633	69 856 056	75 438 202	85 228 443
Comercio, servicios y sector público	233 001 987	252 496 495	271 916 613	288 886 196	329 916 953
<b>VBP total de la matriz insumo-producto proyectada y corregida</b>	808 701 088	883 041 576	960 403 475	1 024 781 720	1 168 041 270
<b>Tasa de crecimiento interanual (%)</b>		9,2%	8,8%	6,7%	4,5%
<b>PIB estimado a precios de 2004</b>	417 878 681	456 292 510	496 267 587	529 533 644	603 559 897
<b>Población (en miles)</b>	37 431	37 903	38 380	38 864	40 171
<b>PIB per cápita/pesos de 2004 per cápita</b>	11 164	12 039	12 930	13 625	15 025

Fuente: Elaboración propia basado en Fundación Bariloche (2008).

en miles de pesos de 2004			2050	2070	2100	2004-2100
2020	2030	2006-2030				
83 021 858	98 558 138	3,2%	119 919 589	145 848 963	195 624 465	1,6%
35 170 241	38 849 827	2,0%	40 547 061	42 372 787	45 266 667	0,8%
187 397 665	227 488 978	2,9%				3 0%
17 620 509	23 328 524	4,0%				
21 389 517	32 246 177	4,4%				
15 953 754	22 321 207	4,2%				
51 830 306	73 611 457	4,4%				
244 463 411	307 967 849	3,6%				
124 690 588	155 261 124	3,6%				
110 777 384	143 084 315	3,2%	234 486 013	384 232 635	805 953 919	2,9%
105 593 598	152 716 924	4,3%				3 0%
24 411 681	30 266 031	3,4%				
6 552 772	8 264 666	3,8%				
7 859 474	9 885 390	4,3%				2,9%
52 576 655	63 849 155	2,8%				3,0%
120 882 531	150 620 868	3,3%				2,9%
502 522 322	648 150 635	3,7%				
1 712 714 268	2 186 471 264	3,5%	3 582 834 847	5 870 892 083	12 314 592 893	2,9%
3,9%	2,5%	3,5%	2,5%	2,5%	2,5%	
885 007 810	1 129 811 424	3,5%	1 851 308 854	3 033 585 125	6 363 149 806	2,9%
44 189	48 625	1,0%	50 477 (1)	55 125 (2)	62 676 (2)	0,5%
20 028	23 235	2,5%	36 584	55 031	101 524	2,3%

En el cuadro II.7 se presenta una desagregación aun más detallada, a nivel de los países indicados, de las tasas agrupadas por regiones (véase el cuadro II.1).

**CUADRO II.7**  
**TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO HISTÓRICO**  
**DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA**  
*(En porcentajes anuales)*

País o región	1960-2000		2000-2006	
	Promedio de tasas	Valor medio entre extremos	Promedio de tasas	Valor medio entre extremos
Argentina	2,6	2,4	2,8	3,0
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2,7	2,6	3,2	3,3
Brasil	4,7	4,6	3,1	2,9
Chile	4,4	4,3	4,2	4,2
Colombia	4,2	4,2	3,8	3,9
Ecuador	3,8	3,8	4,7	5,0
El Salvador	3,1	3,0	2,4	2,5
México	4,7	4,7	2,9	2,3
Panamá	4,7	4,6	4,6	4,9
Paraguay	4,5	4,4	1,9	2,8
Perú	3,1	3,0	4,6	4,8
República Dominicana	5,4	5,3	5,2	4,6
Trinidad y Tabago	2,8	2,7	8,4	8,7
Uruguay	1,9	1,8	1,7	1,9
Venezuela (República Bolivariana de)	2,7	2,7	4,2	3,8
Otros, América Latina y el Caribe	3,6	3,5	2,5	2,4
Latinoamérica y el Caribe	3,9	3,9	3,2	3,0
Mundo	3,8	3,8	3,1	3,0

**Fuente:** Fundación Bariloche (2008) basado en datos del Banco Mundial, WDI-online, 2008.

Se prevé que la Argentina siga mostrando un dinamismo superior al mundial hasta 2020, para luego ir convergiendo con este, pero a tasas ligeramente superiores al crecimiento mundial (véanse los cuadros II.1 y II.7). Esta hipótesis responde al conjunto de supuestos utilizados respecto de la evolución de las distintas regiones y los factores impulsores del crecimiento interno y externo considerados en este estudio, que a su vez se basan en el escenario utilizado por la Fundación Bariloche (2008). Sin embargo, cabe advertir que si se extrapolara el crecimiento medio registrado por la Argentina entre 1960 y 2007, la tendencia del crecimiento en 2030 sería inferior a la aplicada en este escenario (véase el cuadro II.6).



En la elaboración del escenario socioeconómico para el período 2030-2100 se utilizaron los siguientes supuestos y fuentes:

- La estimación de las series de población de la Argentina<sup>29</sup> para el período 2030-2050 se basa en las estimaciones y proyecciones de población del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía-División de Población de la CEPAL (CELADE); para el período 2050-2100 se utilizó un promedio de la información proporcionada por el CELADE y las Naciones Unidas (escenario alto)<sup>30</sup>, que sirvió de base a una interpolación lineal.
- Se estimó que el precio internacional del petróleo, en términos reales, ascenderá a alrededor de 70 dólares por barril. Este precio se tomó como promedio y se utilizó para la serie 2030-2100.
- La tasa de crecimiento de la economía argentina para los 70 años comprendidos entre 2030 y 2100 se estimó en un 2,5%, tasa similar a la observada en el período de 74 años transcurrido entre 1930 y 2004<sup>31</sup>. Esto implica un aumento anual del PIB del 2,9% entre 2005 y 2100 y del 2,3% del PIB per cápita del mismo período. El PIB per cápita de 2100 sería de 101.524 dólares.
- El grado de desagregación sectorial utilizado para las estimaciones correspondientes al período 2030-2100 es menor al utilizado para la estimación correspondiente a 2005-2030. En la agrupación empleada se distinguen los sectores productores de bienes, construcción, electricidad, gas y explotación de minas y canteras, por una parte, y transporte y demás servicios, por otra; las estimaciones relativas a la agricultura y la ganadería se realizaron por separado y se aplicaron diferentes tasas a cada una de las cuatro categorías.

---

<sup>29</sup> Para el período 2005-2030 se utilizaron las series sobre población del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la Argentina (INDEC) hasta el año 2015 y posteriormente las del CELADE.

<sup>30</sup> United Nations (2004). World Population in 2300. New York.

<sup>31</sup> Ferreres (ed.) et al. (2005).

### III. Metodologías empleadas para el análisis económico del cambio climático

El estudio de la economía del cambio climático en la Argentina está enmarcado en el contexto más amplio del Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Sudamérica, por lo que sus resultados deben ser comparables con los de los estudios nacionales de los demás países participantes en el proyecto. Por lo tanto, en las reuniones de coordinación de representantes de los países participantes en el estudio regional<sup>32</sup> se acordaron algunos criterios y parámetros comunes para homogeneizar, en la medida de lo posible, la metodología aplicable en los distintos estudios.

Para la realización del presente estudio se desarrollaron seis tipos de actividades complementarias:

- Estudios sobre impactos, vulnerabilidad y posibles medidas de adaptación al cambio climático en distintos sistemas, sectores y regiones, sobre la base de la información climática suministrados por el INPE para los escenarios de emisiones A2 y B2 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático correspondientes al período comprendido entre 1990 y 2100.
- Elaboración de escenarios socioeconómicos para el período 2005-2100, con mayor grado de detalle hasta el año 2030 y en términos más agregados con posterioridad al 2030.
- Estudios específicos para elaborar las proyecciones de emisiones sectoriales de GEI por fuentes y absorción de CO<sub>2</sub> por sumideros en el sector forestal, y medidas de mitigación potencialmente aplicables.
- Desarrollo, a partir de las proyecciones mencionadas en el punto anterior, de un escenario de emisiones de GEI de base (o referencial) y un escenario de mitigación, con el fin de determinar los ahorros o reducciones potenciales de emisiones netas de GEI.

---

<sup>32</sup> Las reuniones a las que se hace referencia son las siguientes: i) Taller Metodológico del Estudio Regional de Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe y primera reunión del equipo del Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Sudamérica, Ciudad de México, 15 y 16 de diciembre de 2008; ii) reunión técnica de los coordinadores del Estudio Regional, Santiago de Chile, 23 y 24 de marzo de 2009; iii) reunión técnica de los equipos nacionales del Estudio Regional, Santiago de Chile, 13 a 15 de julio de 2009, y iv) reunión de presentación de los informes nacionales, Santiago de Chile, 24 al 26 de agosto de 2009. Estas reuniones contaron con la participación de representantes de los gobiernos de la región.

- Valorización económica de los impactos del cambio climático en las regiones, los sectores y los sistemas estudiados, de las medidas de adaptación potencialmente aplicables y de los costos de las medidas de mitigación.
- Integración de todos los costos y beneficios identificados como porcentajes del PIB del país en el año base.

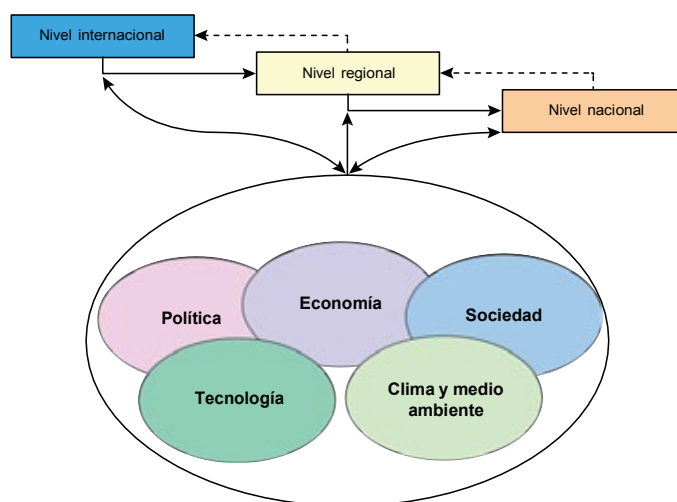
La metodología empleada para la determinación de los costos y beneficios que puede suponer el cambio climático en la Argentina se basa en la aplicación de un enfoque ascendente (bottom-up) que comienza con los impactos físicos en determinados sectores, sistemas y regiones y continúa con la identificación de las opciones de adaptación y mitigación, la valorización económica de estas y la posterior integración de los valores monetarios calculados.

## A. Desarrollo de escenarios

Los escenarios permiten analizar interacciones complejas, no todas las cuales pueden ser cuantificadas o modeladas. Como queda en evidencia en el gráfico III.1, hay que adoptar supuestos sobre las interacciones entre los factores climáticos, económicos, políticos, tecnológicos, sociales y ambientales. También deben tomarse en cuenta los niveles de interacción entre esta serie de factores a nivel internacional, regional y nacional, cuya influencia mutua no es necesariamente recíproca ni simétrica.

Dada la existencia de múltiples escenarios, la elección de uno u otro suele depender de su finalidad. En este contexto, lo que interesa es saber qué trayectorias se consideran posibles, para lo cual es importante definir qué sucedería si la situación futura presentara las características derivadas de los supuestos y parámetros adoptados sobre las condiciones climáticas, económicas, tecnológicas, sociales, políticas y ambientales.

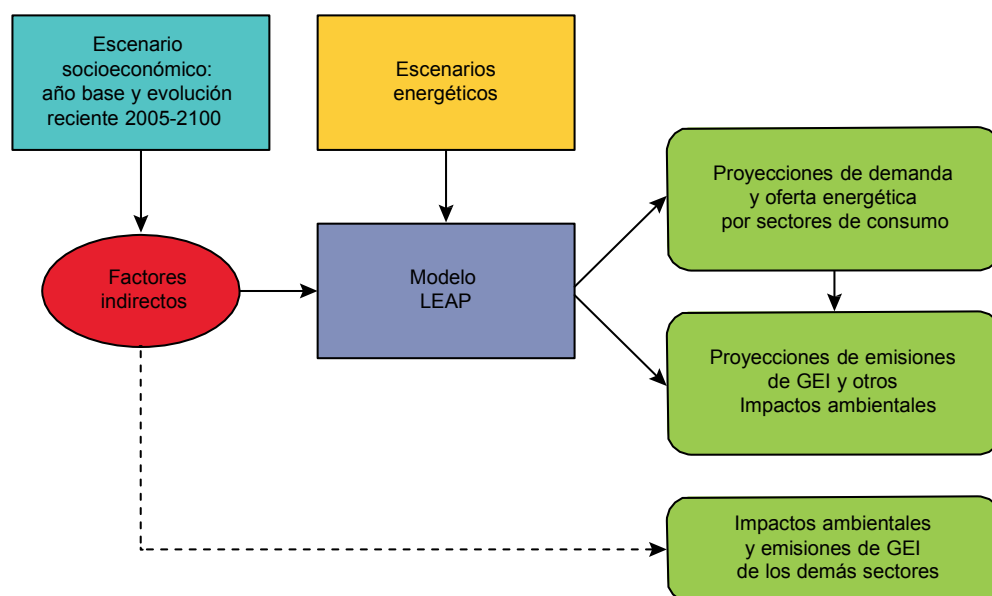
**GRÁFICO III.1**  
**ESQUEMA BÁSICO DE INTERACCIONES IMPLÍCITAS EN**  
**EL DESARROLLO DE ESCENARIOS**



**Fuente:** Elaboración propia basado en Fundación Bariloche (2008).

El punto de partida del presente estudio es la elaboración de un único escenario socioeconómico que, como se ha indicado, se basa en supuestos y especificaciones que pueden clasificarse en tres categorías: i) marco de referencia del escenario mundial; ii) marco de referencia del escenario regional y iii) marco de referencia específico de la Argentina. El desarrollo del escenario socioeconómico responde a la necesidad de contar con una estimación de la evolución de las principales variables socioeconómicas que, a su vez y conforme a determinadas políticas y pautas tecnológicas y de aplicación de estas últimas, determinen la trayectoria de consumo energético futuro y la provisión de los recursos necesarios, la evolución de los niveles de actividad de diferentes sectores (agropecuario, forestal, industrial), la generación de residuos y otros impactos en el medio antrópico y el comportamiento de los indicadores sociales relevantes. Se trata, principalmente, de calcular los factores indirectos o las “variables de arrastre” presentes en los diferentes sectores, a fin de desarrollar los escenarios de emisiones de base y de mitigación (véase el gráfico III.2).

**GRÁFICO III.2**  
**ESQUEMA DE LA FUNCIÓN DEL ESCENARIO SOCIOECONÓMICO**  
**EN EL CONTEXTO DEL ESTUDIO**



**Fuente:** Elaboración propia basada en Fundación Bariloche (2008).

Además de los escenarios socioeconómicos, se dispuso de escenarios climáticos elaborados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (A2 y B2), que corresponden a distintos supuestos sobre la evolución de los niveles previstos de emisiones, la concentración de GEI en la atmósfera y otros factores determinantes del clima a nivel global y regional. Mediante la aplicación de esta información climática a las regiones, los sistemas y los sectores estudiados, se determinaron los impactos previstos en cada uno de los escenarios climáticos tomados en consideración. En este contexto, se trataba de cuantificar esos impactos desde el presente hasta el año horizonte del estudio (2100), tanto en términos físicos como, en la medida de lo posible, monetarios. El resultado de los cálculos monetarios se comparó posteriormente con el PIB del año base (2005), a fin de determinar la cambio climático en la economía nacional<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Debe tenerse presente que, por motivos relacionados con el alcance limitado del proyecto, es imposible tomar en

Aunque para la determinación de todo el impacto del cambio climático en la economía habría que realizar un proceso iterativo de incorporación de los escenarios de emisiones y climáticos en el escenario socioeconómico, este ejercicio no se llevó a cabo porque hubiese obligado a manejar varios escenarios simultáneamente, lo que habría dado mucha más complejidad al análisis. Luego de valorizar los impactos y las medidas de adaptación y de mitigación, estos se compararon con los resultados correspondientes a los escenarios socioeconómicos, con el propósito de determinar la magnitud de los impactos de los cambios climáticos en la economía nacional.

## B. Valorización del impacto del cambio climático

El problema que representa el cambio climático está relacionado con variados factores económicos y sociales, entre los que destacan los siguientes: i) los patrones de producción y consumo prevalecientes, ii) la matriz energética preponderante y iii) el aumento del ingreso. Muchos de los factores mencionados se relacionan, a su vez, con los incrementos de las emisiones de (GEI) registrados fundamentalmente en el último siglo. Desde el punto de vista estrictamente económico, una de las principales causas de la dificultad para controlar la emisiones de estos gases radica en que los agentes económicos no incorporan la totalidad de los costos sociales de los impactos del cambio climático, por lo que las externalidades negativas que afectan a terceros no se incluyen en los costos y precios de los productos o servicios que las originan.

Sin embargo, mediante la implementación de políticas adecuadas se podrían modificar los patrones de producción y consumo, orientándolos al establecimiento de un marco integral caracterizado por el uso menos intensivo de carbono. Para ello, los responsables del diseño de estas políticas deberían contar con información más precisa sobre las pérdidas económicas que podrían ocasionar los impactos previstos del cambio climático, como también sobre el costo de las medidas de corrección, mitigación y adaptación que se podrían tomar.

Como ya se ha indicado, el objetivo del presente estudio es aportar material que permita realizar una valorización económica, de carácter general y con un grado razonable de aproximación<sup>34</sup>, de un conjunto de impactos previstos del cambio climático y de las consecuentes medidas de adaptación que deberían aplicarse en los sectores, sistemas y regiones de la Argentina seleccionados para la realización del estudio. El análisis pertinente se extiende a los siguientes sectores y fenómenos: i) agricultura, ii) ganadería, iii) silvicultura y otros usos del suelo, iv) ecosistemas naturales y diversidad biológica, estudiados en mayor detalle en los casos del noroeste y los Esteros del Iberá, iv) situación de las principales cuencas hidrográficas (Cuenca del Plata, Cuyo y Comahue) y v) salud. Con respecto a todos estos se ofrece un marco analítico mínimo para la elaboración de políticas activas, que implican la adopción de decisiones respecto de las medidas necesarias, costo, duración y ubicación<sup>35</sup>. Tomando en

---

consideración todos los impactos posibles en todos los sectores afectados o vulnerables, por lo que los resultados del presente estudio solo pueden interpretarse como parciales. Asimismo, los valores aplicados a determinados sistemas, sectores y regiones no pueden considerarse definitivos, debido a la falta de estudios específicos sobre la materia, lo que ha obligado a una recopilación y adaptación de resultados de diversos estudios.

<sup>34</sup> Esto se debe a que para realizar cálculos más detallados y precisos se requieren investigaciones y estudios de campo que aporten la información necesaria, lo que no es posible en esta etapa, dado el escaso tiempo disponible y los limitados recursos asignados al estudio.

<sup>35</sup> Se hace necesario consignar expresamente la imposibilidad de hacer un estudio exhaustivo, dado que, tanto por motivos presupuestarios como por las limitaciones de información, tiempo y recursos, este no abarca todos los sistemas, sectores y regiones de la Argentina, que presentan características y complejidades específicas. De hecho, esa posibilidad excede el alcance del presente trabajo e incluso de las comunicaciones nacionales sobre cambio climático ya elaboradas. Ante esta situación, se otorgó prioridad a algunos sectores, sistemas y regiones para

consideración el nivel de especificidad de este ejercicio de valorización, obligatoriamente acotado por los motivos señalados, se realizaron también algunas comparaciones intrasectoriales e intertemporales.

El cálculo de los valores monetarios se basó en todos los casos en información contenida en los estudios sectoriales correspondientes, en algunos de los cuales no se incluyen datos sobre impactos monetarios sino solo físicos. En otros, como ocurre con el estudio de oferta y demanda correspondientes a los ríos de Mendoza y San Juan, se aplicaron directamente los valores calculados en este estudio. En general, en los estudios sectoriales respectivos no se había determinado el costo de las posibles medidas de adaptación, por lo que se recurrió a información complementaria, que se integró a los datos suministrados por los expertos sectoriales para calcular los valores necesarios. Por otra parte, cabe señalar que en todos los casos se contó con la colaboración de los expertos encargados de los estudios, que proporcionaron la información indispensable para la valorización monetaria de todos los aspectos considerados en el presente documento.

Tomando en consideración que el principal antecedente de este estudio de los impactos económicos del cambio climático es el Informe Stern<sup>36</sup>, algunos de los supuestos, escenarios y parámetros utilizados en dicho informe se adoptaron como punto de partida. Tal es el caso, por ejemplo, de los escenarios climáticos y el horizonte temporal seleccionados y de las tasas de descuento utilizadas, que se describen a continuación:

- **Escenarios de emisiones.** La mayoría de los modelos climáticos utilizados se basan en el escenario de emisiones A2, contenido en el Informe Especial sobre Escenarios de Emisión del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de 1992<sup>37</sup>, que representa con bastante precisión la trayectoria actual de emisiones mundiales de GEI. Las principales características de dicho escenario de emisiones son las siguientes:

- un mundo menos globalizado (alto grado de heterogeneidad entre regiones, y autosuficiencia y conservación de las identidades locales);
- población mundial en continuo crecimiento, y
- desarrollo económico y cambio tecnológico más lentos que en el escenario A1 y heterogeneidad regional.

---

recabar información que posibilitara las valoraciones monetarias pertinentes, a fin de maximizar los recursos económicos y humanos y la información disponibles. Cabe destacar, entre otros, los siguientes criterios utilizados para la selección de los sectores, sistemas y regiones que se incluyeron en el estudio: i) disponibilidad de trabajos, estudios, datos e información sobre las regiones, los sistemas y los sectores que debían estudiarse, principalmente los no incluidos en las anteriores comunicaciones nacionales sobre cambio climático; iii) importancia del material disponible y magnitud de los impactos previstos en cada ámbito; iii) disponibilidad de recursos humanos capacitados para el manejo de esos temas y dedicados a su estudio; iv) potencial de valoración económica, y v) disponibilidad de metodologías y herramientas aplicables a los fines del estudio. La validación de las regiones, los sistemas y los sectores seleccionados se realizó en reuniones de trabajo sobre la ejecución del proyecto, especialmente sus primeras etapas. La primera reunión de presentación del proyecto a los futuros integrantes del Gabinete Técnico Asesor se realizó en la Cancillería el 22 de enero de 2009.

<sup>36</sup> Stern (2006).

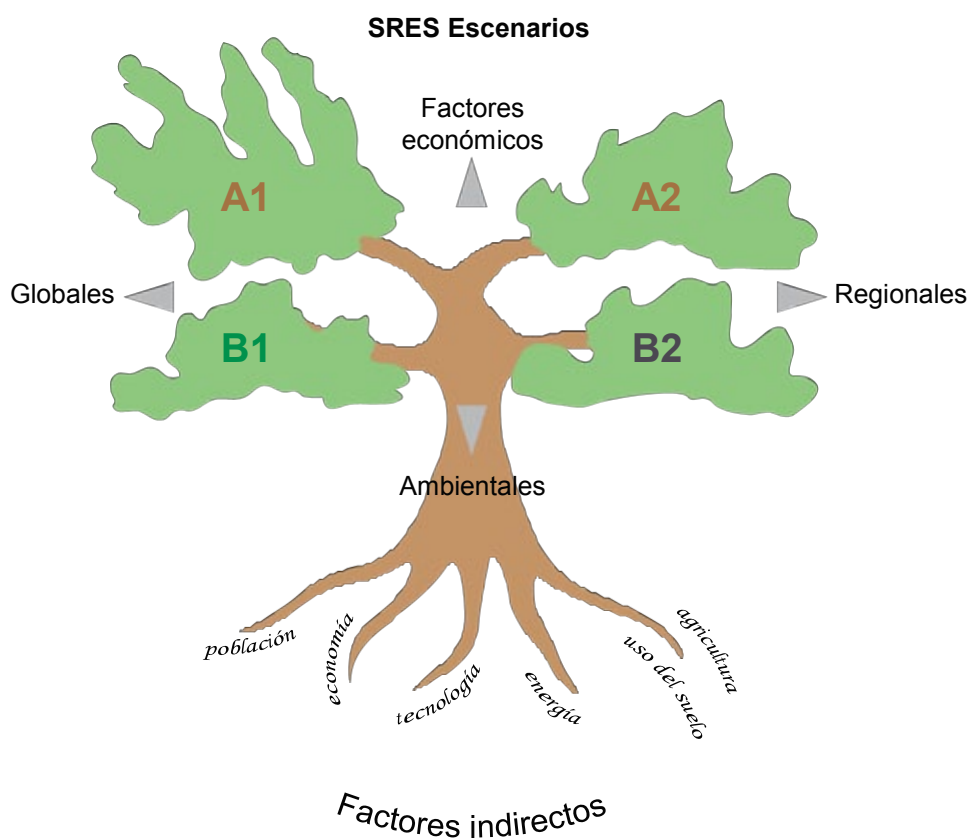
<sup>37</sup> IPCC SRES (1992).

Se decidió comparar el escenario A2 con el escenario B2, cuyas características distintivas son las siguientes:

- predominio de soluciones locales, por contraposición a los criterios de sustentabilidad global;
- población mundial en progresivo aumento, pero inferior a la supuesta en el escenario A2;
- niveles de desarrollo económico intermedios y desarrollo tecnológico más lento y heterogéneo que en los escenarios A1 y B1, y
- aplicación de criterios de protección del medio ambiente e igualdad social, fundamentalmente en los planos local y regional.

En el gráfico III.3 se ilustran esquemáticamente las grandes tendencias, y las variables y los supuestos considerados.

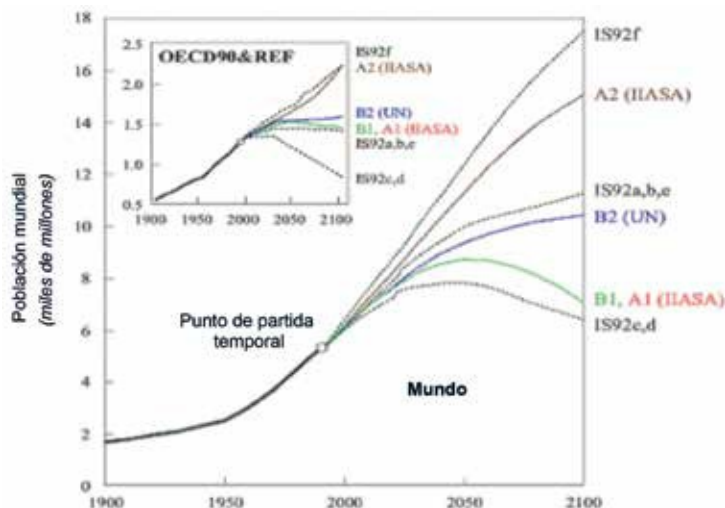
**GRÁFICO III.3**  
**PRINCIPALES SUPUESTOS, TENDENCIAS Y VARIABLES CONSIDERADOS**  
**EN LOS ESCENARIOS DE EMISIONES**



**Fuente:** Adaptado del Informe Especial sobre Escenarios de Emisión, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (1992).

En el gráfico III.4 se presentan las emisiones de GEI correspondientes a los distintos escenarios de emisiones.

**GRÁFICO III.4**  
**ESCENARIOS DE EMISIONES DE GEI**



**Fuente:** Adaptado del Informe Especial sobre Escenarios de Emisión, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (1992).

En relación con los dos escenarios de emisiones (A2 y B2) se dispuso de información sobre escenarios climáticos desarrollados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil<sup>38</sup>. Estos escenarios climáticos están basados en el modelo HadCM3 (versión 3 del modelo de la circulación general desarrollado por el Centro Hadley del Reino Unido) y son compatibles con el modelo regional PRECIS con una resolución de 50 km x 50 km y que abarca hasta el año 2100, cuyas condiciones climáticas están representadas por el promedio de 2071-2100, y una representación del clima actual basada en el promedio del período 1961-1990. Al respecto, cabe destacar dos elementos determinantes de algunos de los resultados del estudio. En primer término, las aplicaciones disponibles de este modelo llegan hasta el paralelo 40 de latitud sur, lo que excluye del análisis gran parte de las regiones del sur de la Argentina y Chile<sup>39</sup>. En segundo lugar, se realizaron interpolaciones entre el principio y el final de la serie, debido a lo cual en el caso de los estudios relacionados con caudales e inundaciones se tuvieron que realizar algunos ajustes de los datos originales.

**- Horizonte temporal.** Se seleccionó el año 2100, que coincide con el del Informe Stern, teniendo en cuenta que en la mayoría de los sectores los impactos previstos solo aparecían como significativos a mediano y largo plazo, lo que imponía la necesidad de considerar un período amplio para su medición. Los demás cortes temporales fueron los siguientes: i) 2020, teniendo en cuenta que muchos de los anuncios sobre asunción de compromisos de reducción o limitación de emisiones se formularon con respecto a ese año; ii) 2030, como límite aproximado del horizonte de planificación de las medidas de adaptación y mitigación; iii) 2050, año a partir del cual comienzan a aparecer diferencias significativas entre los impactos previstos en los dos escenarios; iv) 2070, año a partir del cual no es necesario interpolar los resultados de los escenarios climáticos del INPE, y v) 2100.

<sup>38</sup> Esta información se aplicó en todos los estudios nacionales del Estudio Regional, lo que garantiza la coherencia de los datos climáticos.

<sup>39</sup> Esta situación determinó en parte las regiones, los impactos y los ecosistemas incluidos en el análisis para su posterior valoración.



- **Supuestos sobre el PIB.** Al comienzo del estudio regional<sup>40</sup>, la CEPAL, y los representantes del panel asesor nacional y de los equipos acordaron aplicar los supuestos que coincidieran en la mayor medida posible con los escogidos por los demás países participantes en el estudio. Los supuestos sobre la evolución del PIB sectorial y agregado y el PIB per cápita se utilizaron también en todos los estudios realizados en la Argentina, sobre todo en los relativos a los escenarios de emisiones y mitigación, aunque también en algunos estudios sobre impactos y medidas de adaptación. Algo similar sucedió con las estimaciones de la población, dado que en todos los estudios sobre la Argentina se usaron las mismas estimaciones suministradas por los coordinadores. Concretamente, se adoptaron todos los datos sobre población, PIB, tasas de crecimiento sectoriales y demás variables y parámetros socioeconómicos utilizados en los correspondientes estudios sectoriales; estos se emplearon como datos de referencia, lo que aseguró la coherencia interna de los todos estudios, incluido el que se describe en el presente informe.

En cuanto a los precios utilizados en los análisis predictivos, en el caso de los productos agrícolas se emplearon las proyecciones internacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Respecto de los precios internacionales previstos del petróleo, se acordó utilizar los basados en los escenarios de precios medios de la Agencia Internacional de Energía que, a largo plazo, oscilan entre 70 y 100 dólares por barril<sup>41</sup>.

- **Valores utilizados.** Los resultados de los cálculos monetarios se expresaron en dólares del año 2005, teniendo en cuenta que es el año inicial del escenario socioeconómico desarrollado y sirve de base a la mayoría de las estimaciones, fundamentalmente las basadas en el modelo LEAP para la determinación de los escenarios de emisiones y medidas de mitigación de emisiones de GEI<sup>42</sup>, y para la selección de las principales variables. El uso de este modelo también garantiza la coherencia interna de los análisis. El empleo de valores expresados en dólares del año 2005 supuso dos operaciones: i) la deflactación o el ajuste por concepto de inflación de los valores expresados en dólares estadounidenses correspondientes a otros años, utilizando el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos, y ii) la transformación a pesos corrientes del año 2005 de los valores expresados en pesos y su posterior transformación a dólares del año 2005, utilizando el tipo de cambio medio anual de ese año<sup>43</sup>.

- **Tasas de descuento.** Para la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático y las medidas de adaptación pertinentes, se utilizaron tasas de descuento de un 0%, un 0,5%, un 2% y un 4%. Estas tasas, aplicadas para “actualizar” los valores calculados en el estudio, son las acordadas en las reuniones de coordinación realizadas en México (2008) y Santiago de Chile (2009) y posteriormente ratificadas y validadas por los integrantes de los equipos nacionales y los representantes de los paneles asesores en reuniones celebradas en Santiago de Chile en julio y agosto de 2009.

En todos los estudios sectoriales la determinación de los impactos y el cálculo de sus costos se basó en la comparación de la situación inicial (“línea de base”) y la situación resultante del cambio climático. Por otra parte, se desarrolló un solo escenario macroeconómico, por lo que solo se consideraron los efectos directos del cambio climático; en el análisis no se tomaron en consideración los efectos iterativos de las consecuencias económicas del cambio climático en los sectores afectados y el

<sup>40</sup> Etapa comprendida entre diciembre de 2008 y marzo de 2009.

<sup>41</sup> La utilización de estos valores en todos los estudios realizados en la región, no solo en América del Sur sino también en Centroamérica y México, se acordó por consenso de todos los participantes en las reuniones sostenidas en el marco del proyecto (véase la nota 33).

<sup>42</sup> Entre otros, cabe destacar los siguientes: i) “Elementos para el Diagnóstico y Desarrollo de la Planificación Energética Nacional, 2008-2025”, del Grupo de Planeamiento Estratégico de la Secretaría de Energía de la Argentina, dado a conocer en abril de 2008 y ii) “Argentina: diagnóstico, perspectivas y lineamientos para definir estrategias posibles ante el cambio climático”, de la Fundación Bariloche (2008). Para los estudios sobre medidas de adaptación y mitigación realizados con miras a la preparación de la segunda comunicación nacional sobre cambio climático del Gobierno de la Argentina también se adoptó el año 2005 como año base.

<sup>43</sup> Para la conversión se utilizó el tipo de cambio promedio del año 2005 (3,03 pesos argentinos por dólar de los Estados Unidos).

resto de la economía como consecuencia de interacciones posteriores. Tampoco fue posible determinar la situación que se podría dar en ecosistemas naturales que no han sido objeto de estudios específicos de los posibles impactos o cambios que podrían sufrir.

Cuando se inició el presente estudio no se contaba con un modelo económico de equilibrio general convalidado y adaptado a la economía argentina, por lo que las conclusiones finales del estudio se basaron en una agregación ascendente de los resultados, es decir, en la superposición de los impactos sectoriales.

Las limitaciones de las metodologías disponibles para la valorización monetaria de los componentes de este estudio obedecen en gran medida a la complejidad inherente de sus diversos aspectos. La dimensión económica del cambio climático se relaciona con el uso abusivo de un bien de propiedad común (la capacidad atmosférica de absorber GEI), por parte de agentes económicos (los países incluidos en el anexo I de la Convención Marco) en el pasado y en el presente (los principales emisores, independientemente de que estén incluidos o no en el anexo I); todos ellos generan una externalidad que se acumula a lo largo del tiempo, consistente en el aumento de la concentración atmosférica de GEI y su incidencia en el cambio climático, por la que no han compensado al resto de los “propietarios” de ese recurso, es decir, a toda la humanidad<sup>44</sup>. Desde el punto de vista económico, es un problema de falta de regulación de un bien de propiedad común, cuyo uso abusivo da origen a una externalidad que se acumula progresivamente.

El problema de la valorización monetaria de los impactos del cambio climático se traduce, entonces, en diversos problemas que deben resolverse. La mayor parte de ellos están relacionados con la dificultad de calcular el valor monetario de algunos aspectos del fenómeno, principalmente los vinculados con la pérdida de recursos naturales, diversidad biológica, vidas humanas y otros, y con los efectos negativos para la salud. Ante la imposibilidad de utilizar como fuente exclusiva de valorización de los precios registrados en un determinado mercado, debido a la inexistencia de un mercado en el caso de la mayoría de los elementos en juego o a que tanto los mercados pertinentes como los precios registrados en ellos no reflejan necesariamente el verdadero costo de estos elementos para la sociedad, se hace necesario utilizar métodos de valorización no tradicionales.

Hay diferentes métodos que pueden utilizarse para la valorización económica o monetaria de los bienes y servicios suministrados por el medio ambiente, cuya elección generalmente depende de las características del elemento que se desea valorizar. En general, los métodos específicos más empleados<sup>45</sup> para la valorización monetaria de estos bienes y servicios son los siguientes<sup>46</sup>: i) valorización contingente<sup>47</sup>,

<sup>44</sup> Girardin, L.O. (2007).

<sup>45</sup> En Gerogiou, Pearce et al. (1997), Girardin (2001) y Azqueta Oyarzún (1994), entre otros, se presentan recopilaciones de los métodos específicos de valoración monetaria utilizados en diversos estudios. Estos métodos específicos de valoración monetaria, definidos como tales porque en ellos no se considera directamente el precio de mercado del bien en cuestión, suelen clasificarse en las siguientes categorías: i) métodos directos o hipotéticos (valorización contingente, por ejemplo) y ii) métodos indirectos o basados en observaciones (precios hedónicos, costos de viaje y costos evitados o inducidos, entre otros.). La principal diferencia entre ellos estriba en que los primeros se emplean para determinar directamente la “disposición a pagar” de los individuos por el bien en cuestión, generalmente por medio de encuestas; los métodos de la segunda categoría permiten aprovechar la relación existente, en caso de que sean sustitutos o complementarios, entre el bien que se desea valorar y otros bienes que tienen precios de mercado. Véase también el programa Extern para el cálculo de los costos externos de la energía, desarrollado como parte del Proyecto de Investigación de la Comunidad Europea, [en línea] <http://www.externe.info>. En Georgiou, Pearce et al. (1997) se presenta abundante bibliografía sobre ejercicios de valoración económica de bienes y servicios ambientales y de los cambios cualitativos del medio ambiente, orientados principalmente a países en desarrollo.

<sup>46</sup> Determinación del precio implícito de los atributos que le otorgan valor a un bien, a partir de una función en la que se incluye una amplia gama de características de este. Para la aplicación de este método se suele utilizar información del mercado inmobiliario (Griliches (1971); Rosen (1974); Palmquist (1991); Freeman (1993) y Azqueta Oyarzún (1994), entre otros).

<sup>47</sup> Este método consiste en determinar la “disposición a pagar” por un bien de los individuos a partir de encuestas o cuestionarios. La disponibilidad a pagar por una cantidad determinada de un bien dado es un punto de la curva de demanda de ese bien. Entre otros, los textos de consulta obligatoria sobre este método son los estudios de Mitchell

ii) precios hedónicos y iii) costos de viaje<sup>48</sup>. En la práctica, la aplicación de estas metodologías exige una magnitud de recursos que supera el alcance del presente estudio. Por consiguiente, en este no se incluyeron componentes específicos relacionados con el desarrollo de estas metodologías.

La metodología empleada comúnmente para la valorización económica o monetaria de los impactos previstos del cambio climático consiste en una combinación de métodos basados en “las funciones de dosis/respuesta”<sup>49</sup>, conforme a los cuales en primer lugar se identifican los impactos registrados a partir de una determinada exposición a una situación dada, y a continuación se cuantifican en términos físicos para luego asignarles un valor económico o monetario, lo que permite determinar el daño real<sup>50</sup>.

En este estudio se aplicó principalmente esta metodología, mientras que la determinación del valor monetario de los impactos se basó en todos los casos en un estudio destinado a identificar los impactos físicos del cambio climático. Una vez identificados estos impactos, se emplearon distintos métodos de valorización económica, seleccionados de acuerdo a cada caso, y si bien para el cálculo del costo monetario de la mayoría de los impactos se utilizaron métodos basados en los costos (entre otros, costos evitados, costos de reposición, gastos defensivos o protectivos, costos inducidos, costos de restauración, costos de tratamiento y costos de oportunidad)<sup>51</sup>, para el cálculo de los impactos del cambio climático en el sector agrícola, entre otros, se utilizó el método de pérdidas de productividad basado en los precios de mercado (véase el recuadro III.I).

Aunque se considera que la metodología más adecuada para este tipo de valorizaciones es la expuesta en el Manual de cuentas patrimoniales, puesto que se basa en el costo de manejo integral<sup>52</sup>, la información disponible no permite aplicarla<sup>53</sup>.

En consecuencia, para el presente estudio se aplicaron los métodos de valorización monetaria que se adaptaban en mayor medida a la información disponible, tanto en términos de cantidad como de calidad (véase el recuadro III.I). Se aplicó un criterio general de aprovechamiento de información ya disponible, para lo cual se aplicaron métodos de valorización que permitieran llegar a resultados robustos, aunque reconociendo que, en todos los casos, se corría el riesgo de subestimar, no de sobreestimar, el verdadero costo del daño.

---

y Carson (1989); Carson (1991), Kahneman & Knetsch (1992a y b) y Smith (1992).

<sup>48</sup> Este método consiste en inferir el valor monetario de un bien a partir de los gastos que los individuos realizan para disfrutar de este o acceder a él. Se suele utilizar para valorizar elementos tales como la bellezas de un paisaje o de un sitio recreativo (Mc Connell (1985); Bockstael et al. (1991); Freeman (1993) y Azqueta Oyarzún (1994), entre otros).

<sup>49</sup> También conocidas como “funciones de daño”. En Georgiou, Pearce et al. (1997) se presentan numerosos ejemplos de aplicación con fines de valoración económica en países en desarrollo.

<sup>50</sup> Véase Girardin (2001) y Delacámara (2008), entre otros.

<sup>51</sup> Véase una explicación más detallada de estos procedimientos en Azqueta Oyarzún (1994), Georgiou, Pearce et al. (1997) y Girardin (2001).

<sup>52</sup> Véase información más detallada en Sejenovich y Gallo Mendoza (1996). Los costos de manejo integral pueden definirse como una suerte de “costo de producción de la fábrica de la naturaleza”, integrado, entre otros, por los costos de investigación, de regeneración, de las actividades de intervención, del manejo de recursos, de capacitación y de estudios de mercado. También se debe tener presente que es uno de los pocos métodos de valoración económica basado implícitamente en un criterio de sustentabilidad, que a su vez determina el monto de las erogaciones necesarias para responder a ese criterio u objetivo de sustentabilidad.

<sup>53</sup> Los costos de manejo permiten tomar en cuenta la maximización del potencial productivo de los ecosistemas a largo plazo, lo que supone la consideración conjunta de la maximización de los procesos de producción, aprovechamiento y uso integral, junto con la minimización de los procesos de degradación, desaprovechamiento y uso parcial. Por lo tanto, podría decirse que, en cierto sentido, su cálculo obedece a un criterio implícito de sustentabilidad, lo que no ocurre con todos los demás métodos de valoración, puesto que los valores que permiten calcular no son obligatoriamente óptimos a largo plazo y solo se puede suponer que lo son por el hecho de ser los registrados en el mercado.

### RECUADRO III.1

#### MÉTODOS DE VALORIZACIÓN MONETARIA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

Impactos económicos, v vulnerabilidad al cambio climático y a los eventos extremos		Método
Recursos hídricos	Reducción del potencial de generación de energía hidroeléctrica y aumento de los costos para la agricultura (fruticultura), como consecuencia del estrés hídrico en la región del Comahue	Variación de la productividad (reducción del ingreso) Método basado en costos (costos derivados de la necesidad de riego)
	Reducción del potencial de generación hidroeléctrica, como consecuencia del estrés hídrico prolongado en la Cuenca del Plata	Variación de la productividad (reducción del ingreso)
	Estrés hídrico en la región de Cuyo y consecuencias relacionadas con el precio del agua para los diferentes usos	Método basado en costos (costo social del agua)
Sector agropecuario	Variación del rendimiento de los cultivos (soja, maíz y trigo) y extracción de nutrientes del suelo	Variación de la productividad (a valores de mercado) Método basado en costos (costo de reposición de los nutrientes extraídos del suelo)
Cambio de uso del suelo, y efectos relacionados con la biodiversidad y los ecosistemas	Expansión de la frontera agropecuaria en el bosque nativo (parque chaqueño semiárido)	Métodos basados en costos (costo de oportunidad, costos inducidos, costos de reposición)
	Episodios de estrés hídrico en los Esteros del Iberá	Métodos basados en costos (costos de reposición, costos inducidos, costos evitados) Variación de la productividad (a valores de mercado)
Salud	Aumento de la población afectada por las enfermedades consideradas	Métodos basados en costos (costos de tratamiento, costos evitados, costos inducidos)
Eventos extremos	Inundaciones en la región del litoral y la costa del Río de la Plata	Métodos basados en costos (costos de reposición, costos inducidos, costos evitados) Variaciones de la productividad

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de los estudios sectoriales.

En el recuadro III.2 se presenta información resumida sobre las regiones estudiadas, los impactos cuantificados en términos monetarios y las metodologías de valorización utilizadas.

### RECUADRO III.2

#### REGIONES ESTUDIADAS, IMPACTOS IDENTIFICADOS Y MÉTODOS DE VALORIZACIÓN ECONÓMICA UTILIZADOS

Caudales en la región del Comahue (provincias de Río Negro y Neuquén)	Reducción del ingreso por disminución del caudal en las centrales hidroeléctricas de la región.
Caudales en la región de Cuyo (ríos de Mendoza y San Juan)	Costo social del agua indicado en el informe sectorial respectivo (oferta y demanda de agua en las provincias de Cuyo), ante situaciones previstas de estrés hídrico.
Caudales en la región del litoral (ríos Paraná y Uruguay)	Potencial pérdida económica por el descenso de la generación de energía hidroeléctrica como consecuencia de la disminución de los caudales a largo plazo.

(continúa)

**Recuadro III.2 (conclusión)**

Agricultura	Variación de las toneladas producidas de los tres principales cultivos estudiados (trigo, maíz y soja).
Cambio de uso del suelo, y efectos relacionados con la biodiversidad y los ecosistemas	Expansión de la frontera agropecuaria en el bosque nativo (parque chaqueño semiárido)
Bosques del noroeste	Pérdida de bienes y servicios ambientales, como consecuencia del proceso de deforestación: i) servicios de protección de los recursos hídricos, ii) servicios de regulación del clima, iii) servicios de prevención de inundaciones y crecidas extraordinarias, iv) servicios de formación de suelos, v) servicios de control biológico, vi) servicios vinculados a la recreación, vii) medicinas naturales, viii) reposición y ix) biodiversidad vegetal.
Esteros del Iberá	Pérdida de los bienes y servicios significativos expuestos a riesgo potencial por estrés hídrico prolongado, en los siguientes ámbitos: i) agricultura, ii) ganadería, iii) silvicultura, iv) turismo, v) retención de nutrientes, vi) regulación de inundaciones y otras crecidas extraordinarias, vii) recarga de acuíferos, viii) biodiversidad y ix) refugio para poblaciones residentes y migratorias.
Salud	Costos del potencial aumento de los casos de dengue y malaria.
Costa del río de la Plata	Efectos económicos potenciales de las inundaciones provocadas por el aumento del nivel del mar en la infraestructura de servicios públicos y la infraestructura edilicia.
Región del litoral (ríos Uruguay y Paraná)	Métodos de valorización monetaria de las pérdidas provocadas por inundaciones prolongadas de los ríos de la región, tomando en cuenta factores tales como el número de casos y la duración de cada episodio
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.	

En lo que respecta a las medidas de adaptación identificadas en los estudios, se valorizaron las correspondientes a la costa del río de la Plata, el litoral, el sector salud y la región del Comahue.

**RECUADRO III.3**  
**REGIONES ANALIZADAS, MEDIDAS DE ADAPTACIÓN IDENTIFICADAS Y MÉTODOS**  
**DE VALORIZACIÓN ECONÓMICA UTILIZADOS**

Medidas de adaptación a las inundaciones del río de la Plata	Se seleccionaron dos tipos de medidas de adaptación a fin de determinar su costo: i) la construcción de obras de defensa y ii) la reubicación de los asentamientos humanos afectados en zonas no inundables.
Medidas de adaptación a las inundaciones de los ríos del litoral (Paraná y Uruguay)	Se tomaron en consideración i) la construcción de obras de defensa y ii) las medidas de emergencia y evacuación tomadas en casos anteriores.
Medidas de adaptación a las infecciones	Las medidas de adaptación consideradas corresponden a las actividades de control del vector transmisor del dengue y de vigilancia; asimismo, se tomaron en consideración los costos de los servicios de laboratorio.
Medidas de adaptación en la región de Comahue	Se consideró el costo del aprovechamiento del agua para regadío, basado en la ponderación del número de hectáreas dedicadas al cultivo de árboles frutales.
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.	

Todos los resultados de las valorizaciones monetarias se convirtieron a dólares del año 2005 y se procedió a su agregación, con el propósito de calcular los totales correspondientes a los años de corte (2020, 2030, 2050 2070 y 2100); posteriormente, se aplicaron a estas cifras las tasas de descuento acordadas en las reuniones de coordinación (0%, 0,5%, 2% y 4%). Este ejercicio se realizó con respecto a los impactos previstos del cambio climático en las regiones, los sistemas y los sectores seleccionados y a las medidas de adaptación pertinentes. En el capítulo VII se presentan, en términos agregados, los resultados de estos cálculos y los relativos a los escenarios de emisiones y mitigación en diversos sectores socioeconómicos; en el mismo capítulo se presenta una ponderación de los impactos y de los costos de adaptación y mitigación.

## IV. Impactos económicos, y vulnerabilidad al cambio climático y a los eventos extremos

En la SCN de la Argentina se afirma que “la variabilidad del clima, cuando excede las condiciones a las que están adaptadas las actividades que dependen del mismo, es una fuente de problemas sociales y de pérdidas económicas”<sup>54</sup>. Los mayores impactos observados en la Argentina se deben a la variabilidad interanual de las precipitaciones, que afectan considerablemente la producción agropecuaria en períodos de sequía y también, aunque en menor medida a nivel nacional, en casos de fuertes lluvias dan origen a excedentes hídricos, provocan inundaciones de las tierras productivas y daños en la infraestructura, y ponen en peligro la seguridad y la salud de las poblaciones urbanas. En casi todo el país, la mayor fuente conocida de variabilidad interanual del clima es el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que produce precipitaciones anómalas en algunas regiones y en algunas de sus fases<sup>55</sup>. En general, El Niño provoca precipitaciones superiores a la media, situación diametralmente opuesta a lo que sucede en el fenómeno de La Niña. En algunas temporadas, el primero de ellos se ha traducido en cuantiosas precipitaciones, que provocan inundaciones debidas a la crecida de los grandes ríos de llanura del este del país. En efecto, casi todas las mayores crecidas de los ríos Paraná y Paraguay coinciden con la fase de El Niño<sup>56</sup>. No obstante, el efecto que tiene este fenómeno en lo que respecta a las precipitaciones varía mucho de un caso a otro, por lo que no permite realizar pronósticos estacionales satisfactorios aplicables al agro y los procesos hidrológicos. La influencia de El Niño es menos intensa en términos de las temperaturas, se limita al noroeste y el centro del país y solo se manifiesta en el invierno, época en que se registran temperaturas más altas en la fase de El Niño y más bajas en la fase de La Niña<sup>57</sup>.

A continuación se describe la información recopilada sobre los impactos previstos del cambio climático en distintos sectores, sistemas y regiones del país, así como la información existente sobre su vulnerabilidad al cambio climático.

---

<sup>54</sup> Gobierno de la República Argentina (2007).

<sup>55</sup> Ropelewski y Halpert, (1987); Aceituno, (1988); Grimm et al. (2000), citados en Gobierno de la República Argentina (2007).

<sup>56</sup> Camiloni y Barros (2003) citado en Gobierno de la República Argentina (2007).

<sup>57</sup> Barros et al. (2002), citado en Gobierno de la República Argentina (2007).

## A. Recursos hídricos

Tal como se indica en la SCN<sup>58</sup>, los registros hidrológicos muestran que en las últimas décadas los recursos hídricos superficiales de la Argentina superan los 21.000 m<sup>3</sup>/s de escurrimiento medio anual (el 95% de dichos recursos ha sido medido sistemáticamente desde principios del siglo XX). Esta cifra revelaría una notable riqueza hídrica, pero la distribución de los recursos dista mucho de ser adecuada. De hecho, existen diferencias marcadas que provocan un serio desequilibrio y debido a las cuales un 75% de la superficie continental se encuentra en condiciones de aridez y semiaridez, mientras que el 25% restante se ve afectado cada cierto tiempo por inundaciones provocadas en su mayor parte por el desborde de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay. Además, extensas zonas de la pampa húmeda sufren inundaciones y sequías alternadas. En la Provincia de Buenos Aires, la cuenca del Río Salado, conocida también como “pampa deprimida”, aparece como la región potencialmente más vulnerable a un incremento de las precipitaciones unido a un aumento, por pequeño que sea, del nivel del mar, con respecto al cual no se dispuso de estudios específicos más actualizados sobre los impactos potenciales<sup>59</sup>.

**MAPA IV.1**  
**RED HIDROGRÁFICA AGUAS SUPERFICIALES**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de Pochat (2008).

<sup>58</sup> Ibid.

<sup>59</sup> Ibid.

**CUADRO IV.1**  
**CAUDALES MEDIOS ANUALES**  
*(En m<sup>3</sup>/s)*

Bermejo	320	Negro	1.000
Juramento	15	Limay	700
Tercero	30	Chubut	50
Jáchal	10	Santa Cruz	700
San Juan	60	Paraná	11.800
Tunuyán	30	Iguazú	920
Diamante	35	Uruguay	2300
Atuel	35	Paraná	16.000
Neuquén	300	Uruguay	4.700
Colorado	130		

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de Pochat (2008).

En el marco del estudio, se realizaron investigaciones específicas sobre los impactos previstos y la vulnerabilidad al cambio climático de los siguientes sistemas hidrológicos o cuencas: i) principales ríos de la Cuenca del Plata (ríos Paraná y Uruguay); ii) escenarios de inundaciones de los ríos Paraná y Uruguay; iii) vulnerabilidad al aumento del nivel del mar de las zonas costeras del río de la Plata; iv) sistema de los esteros del Iberá; v) principales ríos de Comahue; vi) principales ríos de Mendoza y evolución de los glaciares cordilleranos, y vii) oferta y demanda de agua en la Provincia de Mendoza. Si bien en estas investigaciones se incluye una gran parte de las principales cuencas hidrográficas, cabe aclarar que no abarcan la totalidad de los recursos hídricos del país.

Tal como se indicó anteriormente, se utilizaron los datos climáticos suministrados por el INPE (resolución 50 km x 50km) derivados de la aplicación del modelo PRECIS, que a su vez se ejecutó con datos del modelo global HadCM3 correspondientes al período observado 1960-1990 y la estimación de un período futuro (2070-2100). Para el período 1990-2070 el INPE realizó una interpolación en la que no se incluyeron las variaciones interanuales, que fueron estimadas por los equipos sectoriales locales encargados de los estudios sobre caudales, por tratarse de datos de suma importancia para los estudios hidrológicos. En el caso de los ríos de la Cuenca del Plata, una vez realizados estos ajustes de los datos de entrada, se utilizó el modelo hidrológico sobre capacidad variable de infiltración (VIC por su sigla en inglés), que permite calcular el escurrimiento en una cuenca a partir de las características del suelo, la vegetación y la pendiente del terreno; asimismo, se utilizó un período de cinco años tanto para la calibración (1995-1999) como para la validación (1990-1994).

## 1. Impactos previstos y vulnerabilidad de los principales ríos de la Cuenca del Plata

En las últimas décadas del siglo XX los caudales medios de los grandes ríos de la Cuenca del Plata registraron un notable incremento, de un 35% entre los períodos 1951-1970 y 1980-1999. Esta situación tuvo efectos positivos relacionados con la generación de electricidad, la navegación y otros usos del agua, pero la evolución futura de estos caudales depende de una serie de factores, tanto climáticos como no climáticos, entre los que destacan la precipitación media anual y la distribución estacional y regional de las precipitaciones, aunque también de la evaporación, que depende tanto de la lluvia como de la temperatura.



La aplicación del modelo PRECIS indica que prácticamente en toda la Cuenca del Plata las precipitaciones se intensificarán considerablemente a lo largo de todo el siglo XXI y que en algunas zonas registrarán un aumento del 25% al 50% a fines del siglo, lo que no es el resultado típico de la mayoría de los modelos de circulación general (MCG). En promedio, en la Cuenca del Plata la intensificación sería más moderada e incluso en algunos casos se produciría una disminución de las precipitaciones.

En el mapa IV.2 se ilustra la Cuenca del Plata y la extensión que abarca en el territorio de la Argentina.

**MAPA IV.2**  
**CUENCA DEL PLATA<sup>a</sup>**



**Fuente:** Coronel y Menendez, 2006.

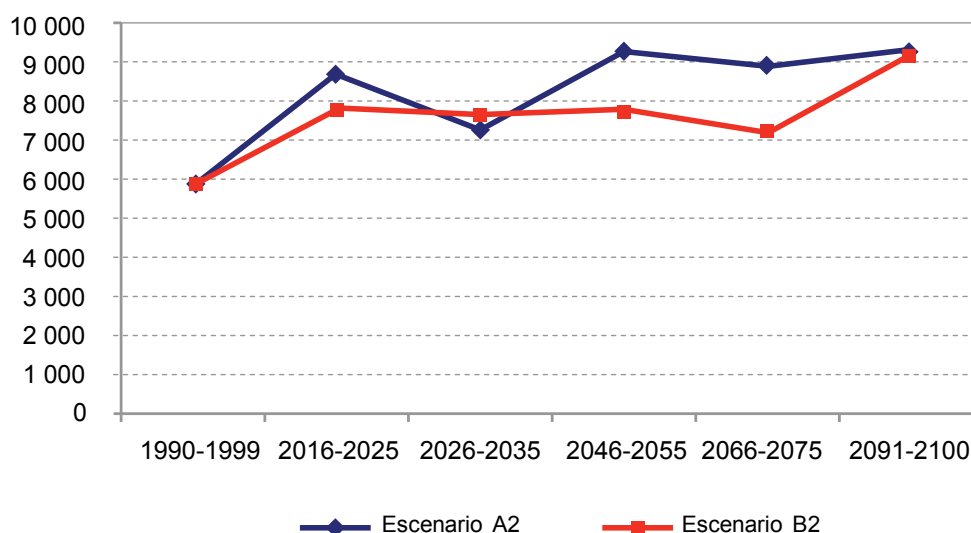
<sup>a</sup>La porción en verde corresponde a la cuenca estudiada.

A continuación, se describen las principales conclusiones del estudio relativas al caudal de los ríos Paraná y Uruguay.

En el caso del río Uruguay, en un contexto de calentamiento moderado como el que se registraría en las próximas dos o tres décadas, no se produciría una gran variación del caudal, pero probablemente este disminuiría un 15% a fines del siglo. En cambio, si se acepta el escenario climático basado en el modelo PRECIS, que supone un incremento de las lluvias no compensado enteramente por el aumento de la temperatura, el caudal registraría un aumento de un 25% a un 57% entre mediados de la década del 2020 y mediados de la siguiente<sup>60</sup>, aumento que variaría de una década a otra y según el escenario considerado. A pesar del notable incremento del caudal medio, el caudal mínimo mensual de cada década es siempre muy bajo y cercano a cero, con la excepción del mes de julio. Según los dos escenarios, el caudal máximo suele ser muy alto en los meses de febrero y junio y, en general, mucho mayor en la primera mitad del año que en la segunda. De esto se deduce que la variabilidad interanual de los caudales mensuales en la primera parte del año crecería junto con los caudales medios.

<sup>60</sup> Período comprendido entre 2026 y 2035.

**GRÁFICO IV.1**  
**ESCENARIOS DE CAUDAL MEDIO ANUAL DEL RÍO URUGUAY EN SALTO GRANDE**  
*(En m<sup>3</sup>/s)*



**Fuente:** Elaboración propia.

La diferencia entre los valores extremos es aun mayor en el río Paraná. El estudio de sensibilidad en la ciudad de Posadas muestra una reducción del 7% en caso de calentamiento global moderado, que podría llegar a un 25% si se registrara una mayor alza de la temperatura a fines del siglo. Los resultados de la aplicación del modelo PRECIS muestran un aumento que fluctúa entre un 26% en el escenario B2 (período comprendido entre mediados de la década del 2010 y mediados de la década del 2020<sup>61</sup>) y un 70% en el escenario A2 (período 2091-2100). El caudal mínimo mensual prácticamente no varía en ninguna de las décadas ni en ninguno de los escenarios, con la excepción del mes de febrero, en el que se podrían registrar valores muy bajos. Por lo tanto, la variabilidad interanual del caudal medio mensual concuerda con la evolución del caudal máximo mensual y de los valores medios, y es mucho más acentuada en los tres meses del otoño y en diciembre y enero.

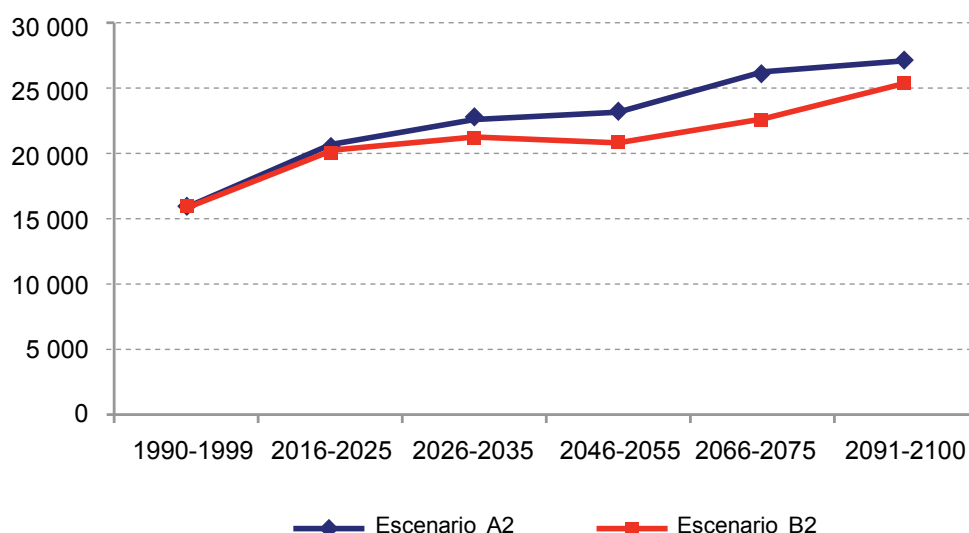
En función de estos resultados, se deben reducir las incertidumbres derivadas de la aplicación de modelos climáticos, fundamentalmente las relativas a procesos climáticos de gran impacto en la Cuenca del Plata como la variabilidad interanual e interdecadal asociada al fenómeno de El Niño, y perfeccionar la aplicación de los modelos hidrológicos, para lograr resultados que permitan avanzar en la formulación de políticas de planificación a mediano y largo plazo.

No se espera que el aumento de los caudales previstos en los escenarios A2 y B2 tenga mayores consecuencias negativas, pero no sucedería lo mismo en los escenarios alternativos, según los cuales se produciría una disminución de los caudales<sup>62</sup>.

<sup>61</sup> Período comprendido entre 2016 y 2025.

<sup>62</sup> Esto se aplica, al menos, a la generación de energía hidroeléctrica, la navegación y la disponibilidad de agua para diversos usos.

**GRÁFICO IV.2**  
**ESCENARIOS DE CAUDAL MEDIO DEL RÍO PARANÁ EN LA CIUDAD DE POSADAS**  
*(En m<sup>3</sup>/s)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En este sentido, el hecho de que la aplicación del modelo PRECIS arroje resultados que no son los típicamente observados en la mayoría de los MGC plantea una interrogante sobre el futuro. Como esta situación es una fuente importante de incertidumbre, se consideró conveniente realizar también un estudio de sensibilidad manteniendo constante los datos sobre precipitación y planteando tres escenarios ajustados de calentamiento progresivo, a partir de los resultados de la mayor parte de los modelos generales, cuya aplicación indica que el aumento de las temperaturas máximas sería superior al de las mínimas en la región<sup>63</sup>.

Por consiguiente, se plantearon tres escenarios climáticos ajustados, que suponen los siguientes cambios en el período 1990-1999:

- Escenario ajustado 1: temperatura mínima + 1°C y temperatura máxima +1,5°C
- Escenario ajustado 2: temperatura mínima + 2°C y temperatura máxima + 3°C
- Escenario ajustado 3: temperatura mínima + 3,5°C y temperatura máxima + 5°C

En la práctica, esto conduce a la consideración de un solo escenario climático, que es una combinación de los escenarios A2 y B2<sup>64</sup>.

En el cuadro IV.2 se presentan las cifras correspondientes a los escenarios ajustados, en términos de impactos en los caudales.

<sup>63</sup> Barros, V. "Escenarios de Caudales Medios de los Ríos Paraná y Uruguay". Estudio Sectorial correspondiente al ERECC-Argentina.

<sup>64</sup> De acuerdo con la información suministrada por el experto sectorial, el escenario ajustado 1 podría coincidir tanto con el escenario A2 como con el B2 en 2030, año que representa el punto intermedio del período 2026-2035, mientras que el escenario ajustado 2 coincide con el A2 a mediados de siglo (2050) y el escenario ajustado 3 con el B2 a fines del siglo (2070) (V. Barros).

**CUADRO IV.2**  
**CAUDALES DE LOS RÍOS PARANÁ Y URUGUAY Y CAMBIOS PORCENTUALES**  
**RESPECTO DEL PERÍODO 1990-1999, ESCENARIOS AJUSTADOS**

Estación	1990-1999 (m <sup>3</sup> /s)	Escenario ajustado 1 (m <sup>3</sup> /s)	Variación (porcentajes)	Escenario ajustado 2 (m <sup>3</sup> /s)	Variación (porcentajes)	Escenario ajustado 3 (m <sup>3</sup> /s)	Variación (porcentajes)
Salto Grande (río Uruguay)	5 900	5 800	-2	5 400	-8	5 000	-15
Posadas (río Paraná)	15 900	14 800	-7	13 100	-18	12 000	-25
Corrientes (río Paraná)	21 100	18 800	-11	16 300	-23	14 700	-30

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático en la Cuenca del Plata (circunscrita, en este caso, a la región del litoral de los ríos Paraná y Uruguay), se consideraron las pérdidas de ingreso de las centrales hidroeléctricas situadas en ambos ríos (Yacyretá en el río Paraná, tomando como referencia los caudales en la ciudad de Posadas, y Salto Grande en el río Uruguay) como consecuencia directa del descenso previsto de los caudales disponibles para la generación de electricidad<sup>65</sup>.

Con tal objeto se realizó una interpolación lineal entre los caudales determinados mediante la aplicación de los modelos para los años de corte, a fin de tomar en cuenta que estos van disminuyendo paulatinamente y no se produce un brusco cambio de un año de corte a otro. La disminución de los caudales implica una menor generación de electricidad; su valorización se basó en el mismo precio medio utilizado en el caso de los ríos del Comahue (46.460 pesos/GWh)<sup>66</sup> y los valores calculados se convirtieron a dólares del año 2005. A los resultados anuales agregados se les aplicaron las tasas de descuento correspondientes.

Los resultados de estas estimaciones se presentan en el cuadro IV.3 y los gráficos IV.3 y IV.4<sup>67</sup>. Si se toman en consideración los valores no descontados, el monto acumulado hasta el año 2100 asciende a 4.361 millones de dólares (del año 2005) en ambos escenarios<sup>68</sup>.

Los valores acumulados aumentan notablemente a partir del año 2050 y sobre todo después del año 2070, en consonancia con la mayor magnitud de los impactos acumulados a partir de dichos años. Como los principales impactos se dan en los períodos más alejados en el tiempo, la tasa de descuento influye notablemente en la determinación de su costo o valor monetario. Así, el valor económico acumulado y no actualizado hasta el año 2100 es más de 7,5 veces superior al monto actualizado a una tasa de descuento del 4%; si se aplica una tasa de descuento del 0,5%, el valor resultante es más de 5,5 veces superior al valor económico acumulado y actualizado a la tasa del 4%.

<sup>65</sup> No se incluyen otras pérdidas relacionadas con los perjuicios que podrían atribuirse al descenso de la generación de electricidad. Tampoco se incluyen los costos de la generación alternativa necesaria para suplir la menor producción de electricidad debida a la disminución de los caudales. En realidad, estos últimos tendrían que interpretarse como costos de las medidas de adaptación necesarias para hacer frente al impacto del cambio climático en los caudales.

<sup>66</sup> Este precio medio es el considerado en la segunda comunicación nacional del Gobierno de la República Argentina (2007). Véase el punto IV.A.5 (impactos en los ríos de la región del Comahue).

<sup>67</sup> Los cálculos se realizaron en pesos del año 2005 multiplicados por el tipo de cambio promedio de ese año para su conversión a dólares de 2005.

<sup>68</sup> Esta cifra puede corresponder a ambos escenarios una vez hecho el ajuste propuesto.

**CUADRO IV.3**

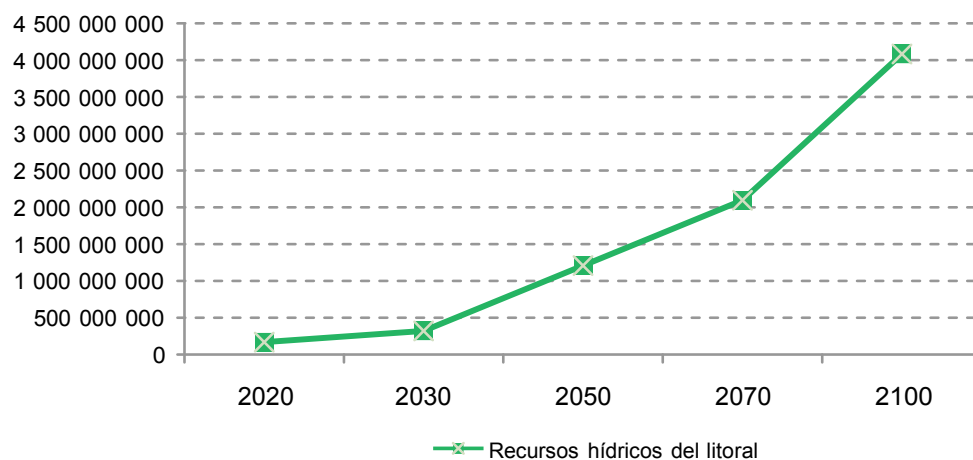
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ACUMULADAS POR LA MENOR GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CUENCA DEL PLATA SEGÚN LOS DOS ESCENARIOS**  
(En dólares de 2005)

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	49 173 288	170 381 871	787 104 309	1 907 087 244	4 361 344 130
0,5%	47 572 047	159 501 877	685 288 951	1 553 449 411	3 231 608 589
2%	43 163 017	131 617 282	460 470 181	869 859 896	1 418 381 636
4%	38 091 271	103 238 747	282 891 054	437 419 279	567 243 095

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.3**

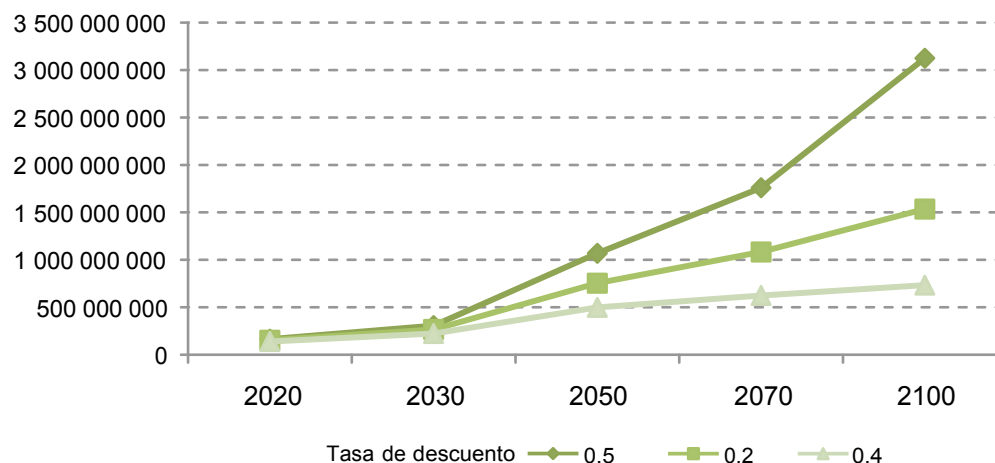
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ACUMULADAS POR LA MENOR GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN LAS REPRESAS DE YACYRETÁ (RÍO PARANÁ) Y SALTO GRANDE (RÍO URUGUAY), A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 0%<sup>a</sup>**  
(En dólares de 2005)



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Según ambos escenarios y conforme a la hipótesis de descenso de los caudales de los dos ríos.

**GRÁFICO IV.4**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ACUMULADAS POR LA MENOR GENERACIÓN DE**  
**ELECTRICIDAD EN LAS REPRESAS DE YACYRETÁ (RÍO PARANÁ) Y SALTO GRANDE**  
**(RÍO URUGUAY), A TASAS DE DESCUENTO DEL 0,5%, EL 2% Y EL 4%<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Según ambos escenarios y conforme a la hipótesis de descenso de los caudales de los dos ríos.

## 2. Impactos previstos y vulnerabilidad según los escenarios de inundaciones de los ríos Paraná y Uruguay

Si bien los caudales de ambos ríos obedecen a las mismas influencias externas (entre otras, ciertas fases del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur), en el río Uruguay las mayores crecidas tienen aproximadamente la misma duración que los eventos meteorológicos inducidos por episodios de precipitaciones extremas, mientras que en el Paraná responden a fenómenos climáticos más prolongados. Esto se debe a la pendiente relativamente pronunciada de la cuenca del Uruguay y a la existencia de una sección transversal estrecha, que acelera el escurrimiento hacia el curso principal de la cuenca. El río Paraná, en cambio, además de tener una cuenca mucho más grande, presenta una pendiente mucho menor. Las crecidas se deben a períodos de lluvias muy superiores a lo normal que se prolongan por un mes o más, como las que pueden producirse en algunas etapas del fenómeno de El Niño.

Las simulaciones previstas por el modelo PRECIS representan en forma adecuada la distribución espacial media de la temperatura y la precipitación en la cuenca del Plata. Sin embargo, como todo modelo climático, presenta errores sistemáticos que pueden corregirse utilizando el método incremental, lo que hace posible generar proyecciones climáticas que permiten obtener indicaciones sobre la evolución futura de las inundaciones producidas por sus crecidas.

En el río Uruguay el caudal medio se sextuplica en los episodios de crecidas. En las dos últimas décadas del siglo pasado, las más intensas mostraron una marcada tendencia creciente, dado que la frecuencia registrada desde comienzos de siglo se duplicó. Por otra parte, durante las mayores crecidas el caudal mensual del río Paraná en la ciudad de Corrientes excede entre dos a tres veces el caudal medio y, en general, las contribuciones hídricas que recibe el río a partir de esa localidad son relativamente reducidas. La frecuencia de las grandes crecidas en el río Paraná aumentó en las dos últimas décadas del siglo XX hasta diez veces respecto de la registrada en las ocho décadas anteriores.

El punto de partida para el estudio de las inundaciones de estos dos ríos son los caudales en Corrientes (Paraná) y Paso de los Libres (Uruguay), y su relación con las inundaciones de estos dos ríos. En el caso del río Paraná, se determinó el caudal mensual mínimo en Corrientes en las etapas de grandes inundaciones de los períodos 1982-1983 y 1997-1998. El área inundada por este, y sobre la cual se han elaborado mapas a partir de imágenes satelitales, llegó a cubrir 45.000 km<sup>2</sup>, en tanto que el caudal mensual medio mensual en Corrientes superó los 33.000 m<sup>3</sup>/s (véase el mapa IV.3). Sobre la base de la serie de caudales registrados en Corrientes, basada en el modelo hidrológico de capacidad variable de infiltración y el nivel mínimo de inundación observado, se determinaron los períodos de inundación en cada década del estudio. En el caso del río Uruguay, la metodología empleada se basa en la relación entre el caudal medio mensual en Paso de los Libres y las alturas máximas mensuales.

La represa de Salto Grande, ubicada en el río Uruguay, permite regular el caudal para evitar inundaciones. En el estudio del riesgo de inundación de las tierras que se encuentran aguas abajo de la represa para el desarrollo de escenarios futuros se debe tener presente que este no depende solo de la situación hidrológica, sino también del programa de manejo que se aplique. La situación hidrológica del río Paraná depende de la operación de numerosas represas aguas arriba, pero estas no tienen la capacidad necesaria para frenar las grandes y prolongadas inundaciones consideradas en el presente estudio.

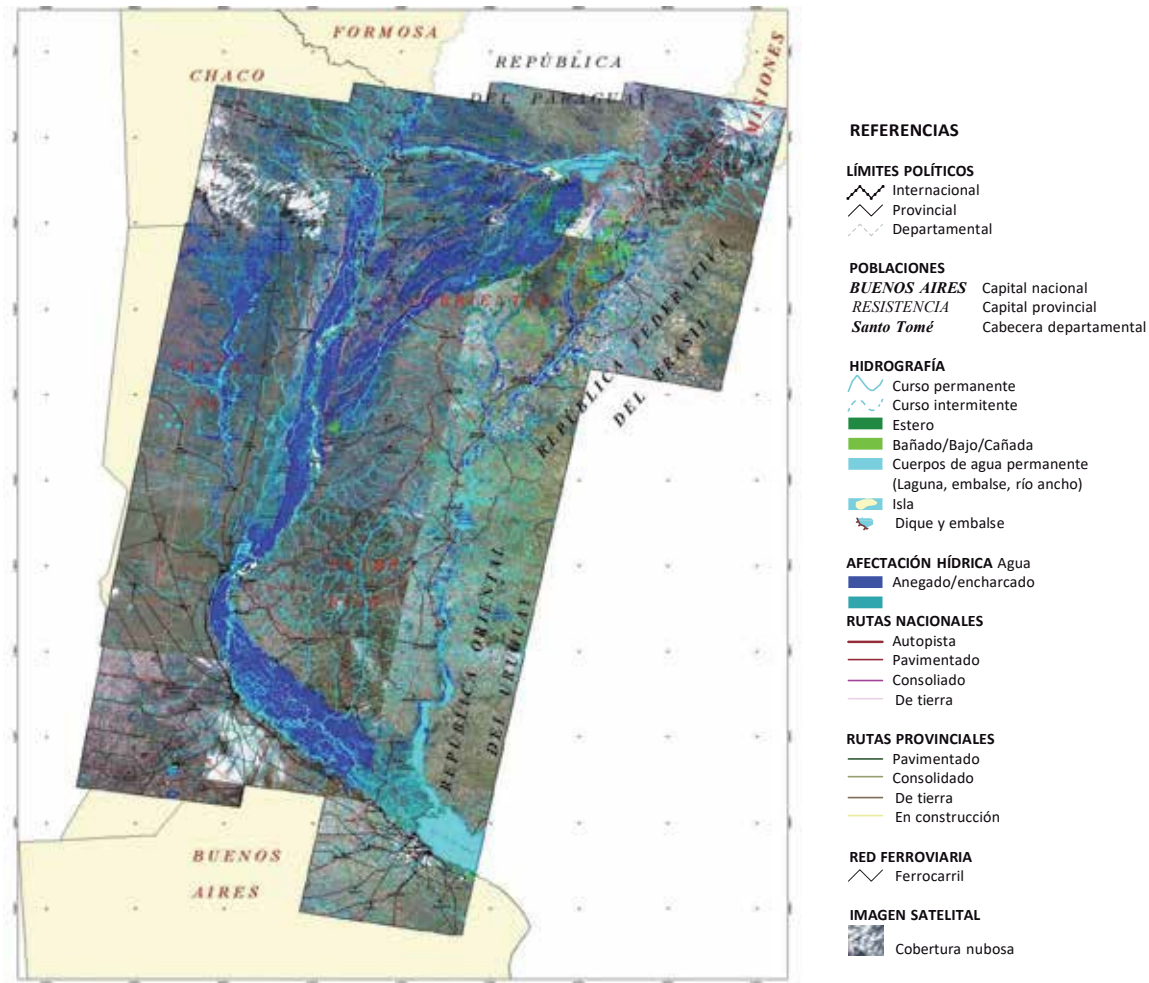
Las estimaciones de inundaciones en las siguientes décadas del siglo XXI, basadas en la aplicación del modelo de capacidad variable de infiltración, indican que el número de meses en los que se producirían inundaciones prolongadas en el río Paraná (aguas abajo de Corrientes), de acuerdo a los escenarios desarrollados con el modelo PRECIS, aumentarían de unos 35 a 40 casos en el período comprendido entre mediados de la década de 2010 y mediados de la década de 2020<sup>69</sup> a unos 55 casos en el período 2091-2100; al respecto, se observan escasas diferencias entre los escenarios A2 y B2. Las inundaciones se producirían en cualquier mes del año y serían mucho menos frecuentes en los meses de agosto y septiembre. Según el escenario A2 solo se producirían dos inundaciones de nueve o más meses de duración en todo el siglo, mientras que en el escenario B2 se prevé solo una. Estas inundaciones extraordinarias podrían producirse en cualquiera de las décadas siguientes, lo que confirmaría que la inusual duración de la inundación de 1982-1983 constituye un caso extraordinario y que la probabilidad de repetición es muy baja.

Para la determinación de los posibles costos económicos del impacto del cambio climático consistente en inundaciones de los principales ríos de la Cuenca del Plata (Paraná y Uruguay), se utilizó la información sobre el número de inundaciones de cada río contenida en el estudio sectorial sobre el tema. Las inundaciones del Paraná se clasificaron en dos categorías para su valorización económica: i) inferiores a nueve meses, equiparadas a la inundación registrada en 1992 y ii) superiores a nueve meses, equiparadas a la de 1982<sup>70</sup>; a cada río se le aplicó el valor correspondiente a las provincias efectivamente afectadas en cada caso.

<sup>69</sup> Se trata en particular del período comprendido entre 2016 y 2025.

<sup>70</sup> Este procedimiento fue recomendado por el experto sectorial sobre el tema (Camillioni, I. Comunicación Personal). Véase Cámara Argentina de la Construcción (2002).

**MAPA IV.3**  
**MOSAICO DE IMÁGENES DE LA EXTENSIÓN MÁXIMA DE LA CRECIDA DEL RÍO PARANÁ DE 1998<sup>a</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia.  
<sup>a</sup>Superficie en azul: área inundada; superficie en celeste: área cubierta habitualmente por espejos o cursos de agua.

**CUADRO IV.4**  
**INUNDACIONES DEL RÍO URUGUAY**

	Número de casos				
	2020	2030	2050	2070	2100
Escenario A2	66	49	63	66	73
Escenario B2	65	62	70	57	74

**Fuente:** Elaboración propia.



**CUADRO IV.5**  
**INUNDACIONES DEL RÍO PARANÁ**

		Número de casos				
		2020	2030	2050	2070	2100
Escenario A2	Inundaciones inferiores a nueve meses	7	10	3	10	11
	Inundaciones superiores a nueve meses	1			1	
Escenario B2	Inundaciones inferiores a nueve meses	8	8	6	6	9
	Inundaciones superiores a nueve meses					1

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.6**  
**DATOS EMPLEADOS PARA LA VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LAS**  
**INUNDACIONES DEL RÍO URUGUAY EN ENTRE RÍOS**

Categoría	Monto (en dólares de 2003)	Monto (en dólares de 2005)	Total (en dólares de 2005)
Agricultura y ganadería	13 400 000	18 492 000	63 204 000
Industria, comercio y servicios	32 400 000	44 712 000	
Medidas de emergencia y evacuaciones	1 350 000	1 863 000	5 313 000
Ejecución de obras de defensa	2 500 000	3 450 000	

**Fuente:** Cámara Argentina de la Construcción (2003), El cambio climático y sus consecuencias territoriales, Alcance de las afecciones, Convención Nacional Noviembre 2003, Argentina, Tomo I y II. Información sobre inundaciones en la región del litoral en 1982 y 1992, por provincia.

**CUADRO IV.7**  
**DATOS EMPLEADOS PARA LA VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LAS**  
**INUNDACIONES DE LOS RÍOS PARANÁ Y PARAGUAY EN 1992**  
(En dólares de 2003 y dólares de 2005)<sup>a</sup>

Categoría	Misiones	Formosa	Chaco	Corrientes	Santa Fe	Buenos Aires	Total
Agricultura y ganadería	0	62 000 000	35 600 000	41 700 000	32 000 000	0	236 394 000
Industria, comercio y servicios	26 200 000	75 100 000	53 000 000	81 000 000	13 500 000	0	343 344 000
Medidas de emergencia y evacuaciones	1 350 000	4 040 000	1 850 000	2 700 000	1 350 000	2 500 000	19 030 200
Ejecución de obras de defensa	2 500 000	16 000 000	3 000 000	2 000 000	5 120 000	800 000	40 599 600
Total	30 050 000	157 140 000	93 450 000	127 400 000	51 970 000	3 300 000	639 367 800

**Fuente:** Cámara Argentina de la Construcción (2003).

<sup>a</sup>Los datos desagregados por provincia se expresan en dólares de 2003; el total, en dólares del año 2005.

En el caso del Río Uruguay, los costos correspondientes a “Agricultura y ganadería” y a “Industria, comercio y servicios” se consideraron costos atribuibles a los impactos ambientales, mientras que las actividades previstas se consignaron como costos de las medidas de adaptación a cada inundación. Estos valores se aplicaron al número de eventos previstos en cada escenario, a fin de calcular los valores correspondientes a cada período.

Para las inundaciones del río Paraná equiparables a las del año 1992<sup>71</sup>, se procedió de forma similar a fin de distinguir los costos atribuidos a los impactos de los que se imputaron a las medidas de adaptación, y los valores calculados se aplicaron al número de eventos previstos en ambos escenarios. En cuanto a las inundaciones del río Paraná equiparables a las de 1982<sup>72</sup>, se imputaron a las medidas de adaptación los costos de “Medidas de emergencia y evacuaciones” y de “Ejecución de obras de defensa”; los demás rubros se interpretaron como costos de los impactos. Los respectivos valores se aplicaron a la cantidad de eventos previstos por escenario.

**CUADRO IV.8**  
**DATOS EMPLEADOS PARA LA VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LAS**  
**INUNDACIONES DE LOS RÍOS PARANÁ Y PARAGUAY EN 1982<sup>a</sup>**

*(En dólares corrientes de 2003 y dólares de 2005)*

Categoría	Misiones	Formosa	Chaco	Corrientes	Santa Fe	Total
Vivienda y educación (sector público)	25 000 000	80 800 000	93 800 000	37 400 000	20 600 000	520 352 000
Agricultura	17 800 000	29 300 000	27 200 000	34 600 000	11 700 000	243 612 000
Ganadería	0	21 900 000	8 800 000	22 600 000	8 400 000	124 634 000
Industria, comercio y servicios	35 600 000	102 400 000	107 700 000	114 400 000	16 800 000	761 338 000
Infraestructura						0
Sector vial	4 900 000	62 900 000	8 200 000	20 800 000	83 800 000	364 812 000
Sector ferroviario	0	0	1 400 000	0	0	2 828 000
Navegación	0	0	0	0	0	0
Agua y cloacas	600 000	1 800 000	2 600 000	400 000	4 100 000	19 190 000
Infraestructura urbana	300 000	2 300 000	1 300 000	3 400 000	4 400 000	23 634 000
Gastos adicionales por corte de rutas	0	0	0	200 000	0	404 000
Medidas de emergencia y evacuaciones	200 000	24 500 000	16 200 000	4 600 000	7 800 000	107 666 000
Ejecución de obras de defensa	0	0	0	0	0	134 878 834
<b>Total</b>	<b>84 400 000</b>	<b>325 900 000</b>	<b>267 200 000</b>	<b>238 400 000</b>	<b>157 600 000</b>	<b>2 303 348 834</b>

**Fuente:** Cámara Argentina de la Construcción (2003).

<sup>a</sup>La información desagregada por provincia se expresa en dólares de 2003 y los totales se expresan en dólares del año 2005.

<sup>71</sup> Las inundaciones de 1992 se consideraron inferiores a nueve meses.

<sup>72</sup> Inundaciones consideradas superiores a nueve meses.

**CUADRO IV.9**  
**COSTOS DE LOS IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA ZONA DEL LITORAL,**  
**ESCENARIO A2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005 no descontados)*

	Año de corte				
	2020	2030	2050	2070	2100
Uruguay	4 171 464 000	3 096 996 000	3 981 852 000	4 171 464 000	4 613 892 000
Paraná-Paraguay	6 138 160 000	5 797 380 000	1 739 214 000	7 877 374 000	6 377 118 000
Total	10 309 624 000	8 894 376 000	5 721 066 000	12 048 838 000	10 991 010 000

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Sobre la base de número de inundaciones y costos previstos.

**CUADRO IV.10**  
**COSTOS DE LOS IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA ZONA DEL LITORAL,**  
**ESCENARIO B2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005 no descontados)*

	Año de corte				
	2020	2030	2050	2070	2100
Uruguay	4 108 260 000	3 918 648 000	4 424 280 000	3 602 628 000	4 677 096 000
Paraná-Paraguay	4 637 904 000	4 637 904 000	3 478 428 000	3 478 428 000	7 297 636 000
Total	8 746 164 000	8 556 552 000	7 902 708 000	7 081 056 000	11 974 732 000

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Sobre la base de número de inundaciones y costos previstos.

A la suma de los valores calculados en los cuadros IV.9 y IV.10 se les aplicaron las tasas de descuento correspondientes, lo que permitió determinar que el valor acumulado hasta el año 2100 de los daños provocados por las inundaciones en los principales ríos de la Cuenca del Plata ascendería a 47.965 millones de dólares del 2005, en el caso del escenario A2, y a 44.261 millones de dólares según el escenario B2, si se aplica una tasa de descuento del 0%. Por lo tanto, los valores resultantes son de un 8% a un 9% mayores en el escenario A2 que en el B2, pero esta diferencia va reduciéndose con el paso del tiempo; el valor acumulado hasta el 2020 indica que de acuerdo al escenario A2 los costos superan en casi un 18% los correspondientes al escenario B2, conforme a todas las tasas de descuento.

**CUADRO IV.11**  
**COSTO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS DE LAS INUNDACIONES**  
**EN LA ZONA DEL LITORAL, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	10 309 624 000	19 204 000 000	24 925 066 000	36 973 904 000	47 964 914 000
0,50%	9 808 039 562	17 858 009 336	22 544 356 821	31 477 030 311	38 493 070 126
2%	8 457 482 521	14 443 142 595	17 034 158 551	20 706 430 705	22 555 793 619
4%	6 964 812 568	11 024 089 669	12 215 725 041	13 361 092 413	13 683 226 785

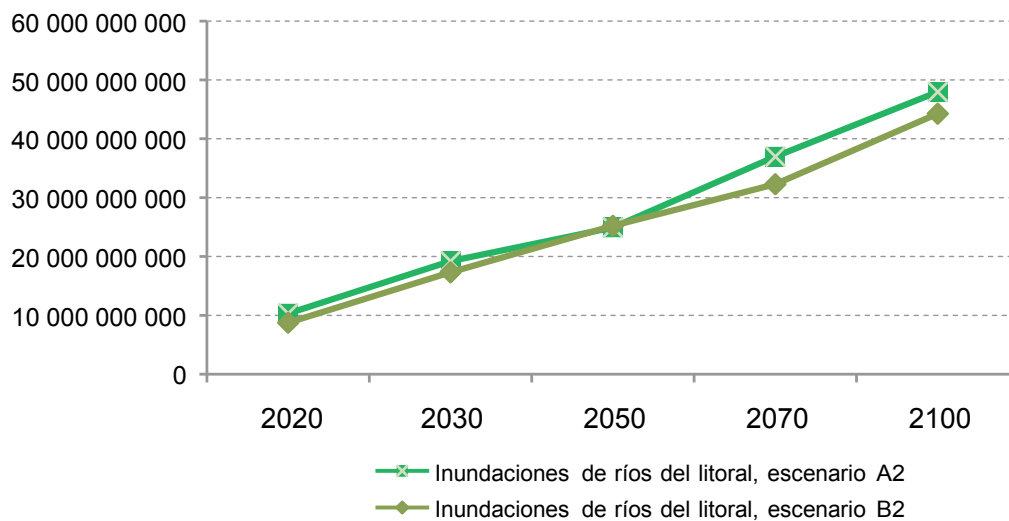
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.12**  
**COSTO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS DE LAS INUNDACIONES**  
**EN EL LITORAL, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	8 746 164 000	17 302 716 000	25 205 424 000	32 286 480 000	44 261 212 000
0,5%	8 320 645 110	16 064 862 914	22 538 278 141	27 787 976 180	35 431 968 541
2%	7 174 900 768	12 933 214 974	16 512 275 681	18 670 455 978	20 685 341 350
4%	5 908 595 013	9 813 693 650	11 459 741 150	12 132 869 173	12 483 835 350

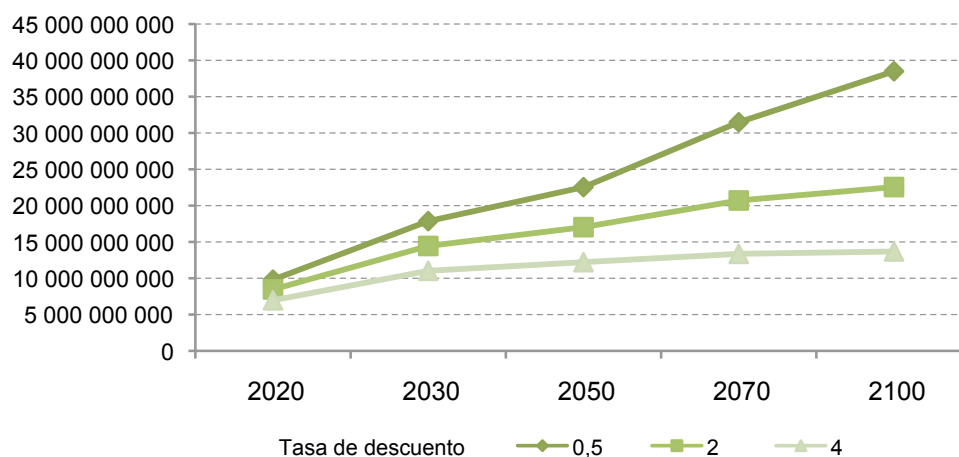
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.5**  
**COSTO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS DE LAS INUNDACIONES EN EL LITORAL**  
**(RÍOS PARANÁ Y URUGUAY), EN AMBOS ESCENARIOS**  
*(En dólares de 2005)*



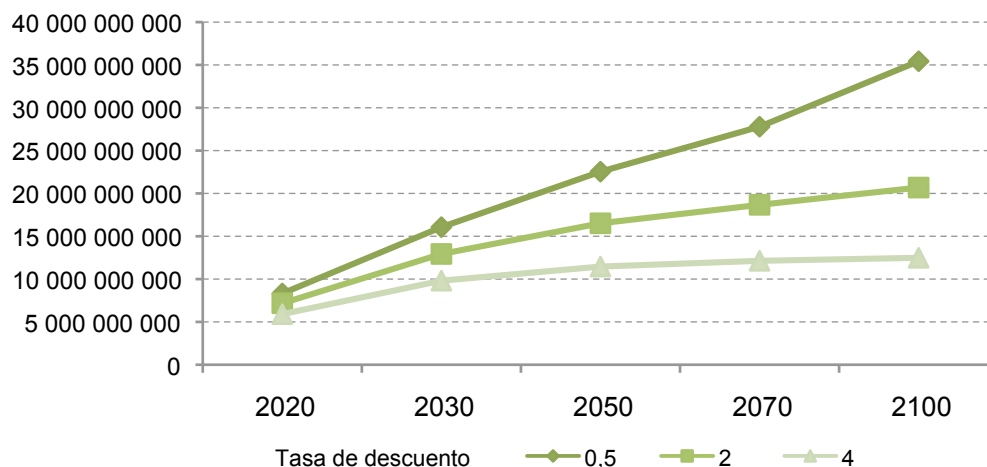
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.6**  
**COSTO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS DE LAS INUNDACIONES EN EL LITORAL**  
**(RÍOS PARANÁ Y URUGUAY), ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.7**  
**COSTO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS DE LAS INUNDACIONES EN EL LITORAL**  
**(RÍOS PARANÁ Y URUGUAY), ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



Fuente: Elaboración propia.

La influencia de la tasa de descuento utilizada en los cálculos anteriores queda en evidencia cuando se observa que en el caso del escenario A2 el valor no descontado y acumulado hasta el año 2100 supera en más de un 350% el descontado a una tasa del 4% y en un 124,6% el descontado a una tasa del 0,5%. Las cifras correspondientes al escenario B2 son muy similares (354,5% y 124,9%, respectivamente).

Hay un solo caso en el que el valor acumulado en el contexto del escenario B2 es superior al del escenario A2: el del valor no descontado y acumulada hasta el año 2050. Esto se debe a los supuestos sobre la oportunidad en que se producen los episodios de inundaciones y la magnitud de estas. Sin

embargo, cuando se aplican tasas de descuento distintas del 0%, el valor acumulado de los impactos de las inundaciones de acuerdo al escenario A2 vuelve a superar al derivado del escenario B2, debido a que, de acuerdo al segundo de estos escenarios hay impactos que se registran en un período más alejado del presente, en el intervalo 2030-2050. Pese a esto, no se observan diferencias muy significativas entre ambos escenarios al final del período analizado.

### 3. Impactos previstos en términos de vulnerabilidad ante el aumento del nivel del mar en las zonas costeras del río de la Plata

En los escenarios climáticos desarrollados por el INPE para el estudio regional no se incluyen previsiones sobre el aumento del nivel del mar que permitan analizar los escenarios de inundaciones del río de la Plata. Por lo tanto, se utilizaron algunos resultados del proyecto sobre la influencia del cambio climático en las zonas costeras del río de la Plata financiado con fondos del proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) “Evaluaciones de impacto y adaptación al cambio climático” *Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change* (AIACC). Como parte de este se elaboraron mapas de las inundaciones recurrentes previstas en escenarios que, en principio, corresponden a los períodos 2030-2040 y 2070-2080, pero que podrían aplicarse a períodos más cercanos si se confirmara la existencia de un proceso más acelerado de aumento del nivel del mar que los valores medios estimados por el IPCC y dados a conocer en su tercer y cuarto informes<sup>73</sup>.

Las dimensiones y la conformación del Río de Plata, junto con su escasa pendiente, de apenas 0,01m/km, favorecen la propagación desde el océano hacia el interior, tanto de las mareas astronómicas y de tormenta como de las aguas del mar en sus niveles medios.

**MAPA IV.4**  
**ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA**



**Fuente:** Proyecto “Evaluaciones de impacto y adaptación al cambio climático” (2005).

<sup>73</sup> IPCC (2001) e IPCC (2007)

En el último siglo, el aumento del nivel medio del río de la Plata en el puerto de Buenos Aires fue de 17 cm. Este ascenso fue muy similar al registrado más al sur, es decir, fuera del estuario, y está dentro de los valores medios observados en la mayoría de las costas del planeta.

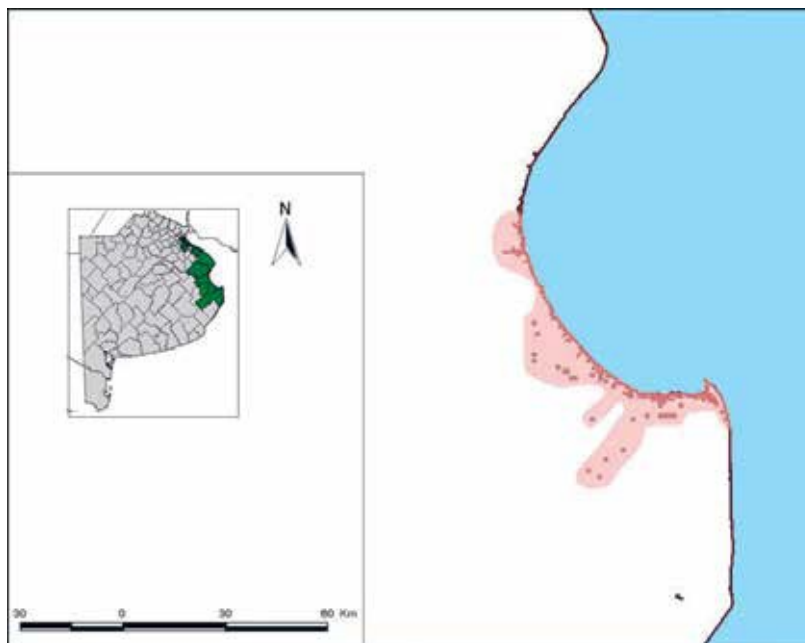
Los vientos muy fuertes del sudeste empujan las aguas hacia el interior del Río de Plata, donde alcanzan niveles muy altos, especialmente cuando coinciden con intensas mareas astronómicas. Estos episodios, que en las regiones afectadas se conocen como “sudestadas”, provocan inundaciones recurrentes en las costas bajas de la ribera argentina, cuya duración fluctúa entre unas pocas horas y dos o tres días.

Los escenarios desarrollados en el marco del proyecto “Evaluaciones de impacto y adaptación al cambio climático” (AIACC) corresponden al escenario climático A2 y las décadas de 2030 y 2070. En ambos casos, el aumento previsto del nivel medio del río de la Plata superaría en aproximadamente 5 cm el nivel medio mundial del mar, debido a la rotación regional de los vientos hacia el este que se ha venido produciendo en los últimos años.

El área de la costa argentina del río de Plata expuesta a riesgo de inundación permanente es muy reducida en el presente siglo y se limita a una estrecha franja costera en el sur de la Bahía de Samborombón (véase el mapa IV.5), en la que, además del bajo nivel de la costa, las características del suelo facilitarían la erosión, acelerando el proceso de inundación permanente. No obstante, en un escenario demográfico tendencial y siempre que la infraestructura actual no varíe, si el nivel medio del mar aumentara 0,4 m, se estima que el riesgo de inundación en un período de 100 años afectaría a unos 1,7 millones de personas.

#### MAPA IV.5

#### BAHÍA DE SAMBOROMBÓN - RÍO DE LA PLATA: ÁREA DE POSIBLE INUNDACIÓN<sup>a</sup>



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base del informe final del proyecto “Evaluaciones de impacto y adaptación al cambio climático” (2005).

<sup>a</sup>En rojo, área de inundación permanente hacia el año 2070. En rosa, área que podría inundarse parcialmente.

Otra de las zonas expuestas al riesgo de inundaciones es el frente del delta del Paraná, que viene registrando un continuo avance desde hace por lo menos 200 años y puede llegar a convertirse en un área vulnerable si llegara a poblarse en el futuro.

El mayor impacto del aumento del nivel del río de la Plata obedecerá a la expansión territorial de las áreas sometidas a inundaciones recurrentes debido a las “sudestadas”. En caso de que no se adopten medidas estructurales y sociales, la mayor acentuación de la vulnerabilidad social a estas inundaciones se registraría en gran parte de las zonas norte y sur del área metropolitana de Buenos Aires, principalmente en las márgenes de los ríos Reconquista y Matanza-Riachuelo, tributarios del río de la Plata. El aumento del nivel medio del río de la Plata también puede tener efectos negativos en la infraestructura de ciertos componentes de la red de servicios públicos (desagües cloacales; las centrales térmicas productoras de energía eléctrica ubicadas en la costa, que deberían afrontar el aumento del costo de sus insumos; parte de los servicios de transporte; la distribución de energía eléctrica, y las redes vial y ferroviaria del área costera, entre otros). Todos los componentes de la infraestructura edilicia, incluidas las viviendas, estarían expuestos al riesgo de inundaciones, que se espera se repitan cada 100 años, en una superficie de unos 25 km<sup>2</sup>.

En vista del riesgo creciente de inundaciones provocadas por el cambio climático, convendría regular el uso de las áreas costeras, entre otras cosas mediante una zonificación que desaliente la construcción de viviendas en los puntos más vulnerables de la costa y la definición de zonas donde los riesgos de inundación se aborden implementando o manteniendo medidas pasivas de defensa contra inundaciones, tales como alerta temprana y ordenamiento territorial.

Para la valorización económica de los impactos previstos del cambio climático en la costa del río de la Plata se utilizó información incluida en la SCN (Gobierno de la República Argentina, 2007) y el estudio sobre el tema realizado en el marco del proyecto “Evaluaciones de impacto y adaptación al cambio climático” (Barros V., 2005). En ambos estudios, principalmente en el primero, se evalúan los perjuicios económicos atribuibles a la inundación de la infraestructura de servicios públicos y de la infraestructura edilicia de las zonas urbanas industriales y residenciales más importantes del Gran Buenos Aires, desde la localidad del Tigre hasta Berazategui, tanto en la actualidad como en el futuro<sup>74</sup>.

En el estudio de la situación futura se consideraron dos casos: i) el mantenimiento de la infraestructura sin modificar la original y ii) la situación que se daría si se produjera una expansión de la infraestructura del 0,50%, 1,00% y 1,50% en diversos períodos (véase el cuadro IV.13).

---

<sup>74</sup> Dado que en el territorio argentino el río de la Plata se extiende desde la confluencia de los ríos Uruguay y Paraná hasta la Punta Rasa del Cabo San Antonio (Bahía de Samborombón), los valores calculados deben interpretarse como mínimos, ya que en el cálculo de los impactos no se toman en consideración los daños que puede sufrir la infraestructura existente en el tramo comprendido entre el partido de Berazategui y la Bahía de Samborombón.



**CUADRO IV.13**  
**DAÑO MEDIO ANUAL EN CASO DE EXPANSIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA,**  
**ESCENARIO A2**

Escenario A2 (impacto moderado)	En metros	En dólares de 2005	Tasa de descuento		
			0,50%	1,00%	1,50%
Actual	0,00	24 000 000	-	-	-
2030	0,10	37 000 000	42 000 000	48 000 000	55 000 000
2070	0,27	61 000 000	85 000 000	118 000 000	163 000 000
2100	0,39	78 000 000	126 000 000	204 000 000	327 000 000
Escenario A2 (impacto severo)			0,50%	1,00%	1,50%
Actual	0,00	24 000 000	-	-	-
2030	0,18	49 000 000	56 000 000	63 000 000	72 000 000
2070	0,48	90 000 000	125 000 000	174 000 000	241 000 000
2100	0,70	191 000 000	308 000 000	496 000 000	798 000 000

**Fuente:** Gobierno de la República Argentina (2007).

En el cuadro IV.14 se muestra el costo del daño acumulado de la infraestructura en condiciones constantes en los años de corte, en dólares correspondientes al año 2005<sup>75</sup>. Además, en los gráficos IV.8 y IV.9 se ilustra la evolución del costo acumulado de los impactos previstos del aumento del nivel del mar en el estuario del río de la Plata, considerando exclusivamente el daño que podría sufrir la infraestructura en condiciones constantes. Se prevé que en el año 2100 el daño acumulado ascendería a 4.646,4 millones de dólares de 2005.

Como se puede apreciar, la tasa de descuento influye considerablemente en el cálculo del valor económico; de hecho, si no se aplica una tasa de descuento, los costos acumulados hasta 2100 son casi un 500% más altos que los calculados a una tasa del 4%. También debe tenerse presente que la mayor parte de los impactos significativos se producen en el futuro más distante, por lo que la diferencia entre los valores no descontados y descontados va aumentando significativamente con el transcurso del tiempo.

**CUADRO IV.14**  
**DAÑO ACUMULADO EN LA INFRAESTRUCTURA POR LOS IMPACTOS PREVISTOS**  
**DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN EL ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA** *(En*  
*dólares de 2005)*

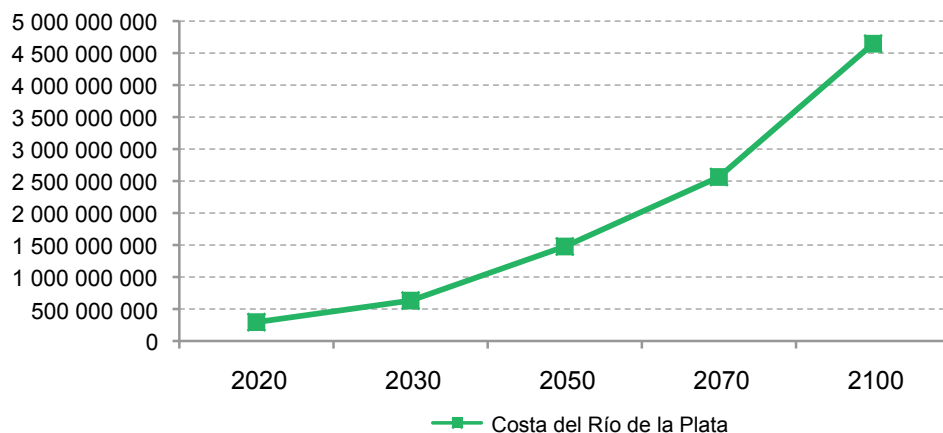
Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	294 861 617	631 173 883	1 477 144 365	2 563 368 042	4 646 442 173
0,5%	287 325 029	598 372 565	1 323 760 374	2 166 732 225	3 593 136 133
2%	266 445 288	513 394 289	975 038 821	1 373 942 752	1 842 205 694
4%	242 161 756	425 157 281	683 296 706	834 566 288	946 032 711

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>75</sup> Información basada en los efectos económicos de las inundaciones en los servicios públicos y la infraestructura edilicia de las zonas urbanas, tanto industriales como residenciales, más importantes del Gran Buenos Aires, desde el Tigre hasta Berazategui, en distintos períodos.

#### GRÁFICO IV.8

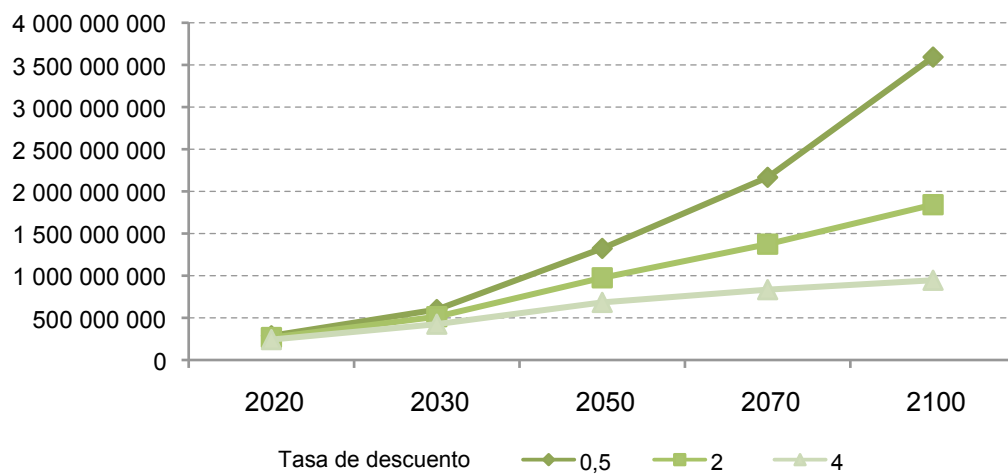
**DAÑO ACUMULADO EN LA INFRAESTRUCTURA POR LOS IMPACTOS PREVISTOS DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN EL ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA, ESCENARIOS A2 Y B2, A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 0%**  
(En dólares de 2005)



Fuente: Elaboración propia.

#### GRÁFICO IV.9

**DAÑO ACUMULADO EN LA INFRAESTRUCTURA POR LOS IMPACTOS PREVISTOS EL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN EL ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA, ESCENARIOS A2 Y B2, A DISTINTAS TASAS DE DESCUENTO**  
(En dólares de 2005)



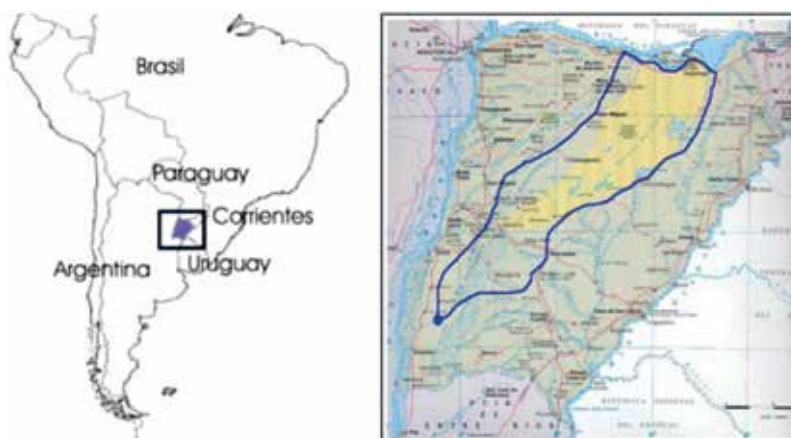
Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Impactos previstos en el sistema de los Esteros del Iberá y vulnerabilidad de los recursos hídricos

Los Esteros del Iberá abarcan un área de más de 15.000 km<sup>2</sup> (véase el mapa IV.6), y son uno de los humedales más grandes del mundo y un ecosistema subtropical de gran diversidad, además de ser la reserva protegida más extensa de la Argentina. La dificultad de acceso al humedal y su extensión han facilitado su conservación; dada su singularidad y su notable biodiversidad, en 2002 este se convirtió en un área protegida por la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar, por considerársela un “humedal de importancia internacional”. Su clima es subtropical húmedo y su temperatura media anual es de 21°C a 22°C; el verano es muy húmedo, con máximas que a veces superan los 40°C. El humedal registra precipitaciones anuales que fluctúan entre 1.200 y 1.800 mm/año. Tanto la frecuencia como el total mensual son superiores en el verano y el otoño, y no hay una estación seca aunque, en promedio, los meses más secos son junio y julio. La precipitación media anual de las décadas más recientes ha aumentado progresivamente, pero en los últimos años se han registrado algunos períodos secos, que se han traducido en una considerable disminución del nivel hídrico del sistema.

La principal fuente de alimentación de la región del Iberá son las lluvias estacionales y actualmente se encuentra aislada del régimen de pulsos del río Paraná, a pesar de su cercanía. Los dos escenarios desarrollados a partir de la aplicación de los modelos PRECIS y VIC apuntan a un leve aumento de la humedad en comparación con la última década del siglo XX, una intensificación del escurrimiento medio anual a lo largo del siglo XXI y un aumento del nivel de los cuerpos de agua que conforman el sistema del Iberá. Esto es válido tanto para el escenario A2 como para el B2 y obedece a la intensificación de las precipitaciones, que compensan y superan la mayor evaporación derivada del aumento de la temperatura. Después de un período más húmedo que el actual, que se producirá en la siguiente década, transcurrirán entre 50 a 60 años en que las condiciones hídricas se mantendrán muy similares a las actuales, a continuación de lo cual se iniciará un período de mayor riqueza hídrica a fines del siglo. En la mayoría de los casos, el aumento solo se observará entre los meses de febrero y junio, mientras que en el resto del año solo se registrarán mínimos cambios respecto de la última década del siglo XX.

**MAPA IV.6**  
**UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro IV.15 se presentan los caudales estimados del río Corrientes, que dependen del nivel de las aguas del Iberá.

El análisis realizado con un solo modelo climático, el modelo PRECIS, no permite descartar la posibilidad de que se produzcan cambios que conduzcan a un estrés hídrico en el sistema del Iberá, debido a la acentuada alza de la temperatura regional prevista en las proyecciones basadas en prácticamente todos los modelos climáticos mundiales. En cuanto a las precipitaciones, la aplicación de estos modelos muestra escasas coincidencias cuantitativas e incluso hay divergencias en lo que respecta al signo de los cambios en la región del Iberá. De acuerdo con el análisis de sensibilidad realizado como parte del presente estudio, en los casos en que se prevé un leve aumento e incluso una reducción de las precipitaciones es muy probable que se produzca un estrés hídrico unido a una disminución de las erogaciones hídricas de por lo menos un 20%, como reflejo del descenso del nivel de las aguas. Por ello, y con el fin de acotar la incertidumbre, es recomendable que este estudio se repita usando un conjunto de escenarios climáticos elaborados con varios modelos regionales para el desarrollo del modelo hidrológico.

**CUADRO IV.15**  
**CAUDAL MENSUAL MEDIO DEL RÍO CORRIENTES, SEGÚN AMBOS ESCENARIOS**

Período	Caudales medios mensuales (m <sup>3</sup> /s)	
1990 – 1999 (ejecución de control)	469	
	ESCENARIO A2	ESCENARIO B2
2016 – 2025	702	625
2026 – 2035	583	569
2046 – 2055	548	547
2066 – 2075	650	502
2091 – 2100	659	728

**Fuente:** Elaboración propia.

## 5. Impactos previstos y vulnerabilidad de los recursos hídricos de los principales ríos de la región del Comahue

En los principales sistemas hídricos del Comahue se han construido importantes obras hidráulicas con fines múltiples, que incluyen la protección de las crecidas, la provisión de agua a las ciudades, el aprovechamiento de aguas para riego y la generación de energía. Aplicando un modelo de regresión lineal, se evaluaron los efectos que podrían tener las posibles variaciones de la precipitación en el caudal medio anual de las cuencas de los ríos Neuquén y Limay. Las cuencas analizadas son las correspondientes a los ríos Neuquén en Paso de los Indios (30.843 km<sup>2</sup>) y Limay en el Paso Limay (26.400 km<sup>2</sup>), y el área total considerada es de 57.243 km<sup>2</sup> (véase el mapa IV.7).

El régimen de alimentación de las cuencas es pluvionival y en toda la región se registra un máximo muy acentuado de precipitaciones en el período de invierno. El hidrograma anual de los ríos Neuquén y Limay muestra dos puntos máximos, que corresponden a las precipitaciones de junio a agosto y al derretimiento de las nieves de octubre a diciembre.

A partir de las variaciones de la precipitación proyectadas sobre la base de los escenarios seleccionados, se estimaron los caudales medios anuales de los ríos Neuquén y Limay. Los resultados indican que dichos caudales se reducirían en los cuatro períodos analizados: 2020 (punto medio entre

los años 2005 y 2035), 2030 (punto medio entre los años 2015 y 2045), 2050 (punto medio entre los años 2035 y 2065) y 2070 (punto medio entre los años 2055 y 2085).

Según el escenario A2, el descenso porcentual del caudal medio anual del Río Neuquén sería de un 11,6% en 2020, un 18,6% en 2030, un 27,5% en 2050 y un 35,5% en 2070. Según el escenario B2, las disminuciones pertinentes serían del 5,7%, el 10,7%, el 16,3% y el 23,6%, respectivamente.

**MAPA IV.7**  
**CUENCIAS DE LOS RÍOS NEUQUÉN Y LIMAY<sup>a</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>En el mapa se indican los puntos considerados en la aplicación del modelo PRECIS.

Los caudales estimados del río Limay en los periodos considerados muestran una menor reducción porcentual del caudal medio anual que en el río Neuquén e indican un descenso del 8,0% en 2020, del 12,8% en 2030, del 16,4% en 2050 y del 21,9% en 2070, según el escenario A2. En cambio, según el escenario B2 los descensos serían del 5,7%, el 12,3%, el 11,8% y el 16,7%.

Para la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático en la región del Comahue, se consideraron las pérdidas de ingreso de las centrales hidroeléctricas situadas en los ríos de la zona, como consecuencia directa del descenso previsto de los caudales que pueden utilizarse para la generación de electricidad<sup>76</sup>. En el cuadro IV.16 se presentan la potencia instalada y la generación media anual de cada central<sup>77</sup>.

<sup>76</sup> En este caso no se tomaron en consideración los costos de la generación adicional de electricidad necesaria para cubrir la disminución provocada por los menores caudales y atender la demanda, por considerarse que serían costos de adaptación al cambio climático. Los costos de la generación adicional podrían estar dados por los costos de construcción y operación de las centrales térmicas a gas natural y de ciclo combinado, método establecido como modelo de generación de electricidad en el escenario de referencia, que se requerirían para compensar el déficit de electricidad.

<sup>77</sup> Solo se tomó en cuenta la disminución de la generación hidroeléctrica atribuible al descenso proporcional de los caudales. Sin embargo, en algunos casos los caudales deben alcanzar un nivel mínimo crítico para que las turbinas puedan funcionar. En este ejemplo, se supuso que es posible garantizar esos niveles críticos mínimos para que todas las turbinas puedan funcionar, independientemente de que produzcan menos energía como consecuencia de los menores caudales disponibles.

**CUADRO IV.16**  
**CARACTERÍSTICAS DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS UBICADAS**  
**EN LOS RÍOS LIMAY Y NEUQUÉN**

	Central	Potencia instalada	Generación media anual	Precio medio, año 2005 (en pesos por GWh)	Total
Río Limay	Alicurá	1 000	2 360	46 460	109 645 600
	Piedra del Águila	1 400	5 000	46 460	232 300 000
	Arroyito	120	560	46 460	26 017 600
	El Chocón	1 200	3 350	46 460	155 641 000
	Banderita	450	1 550	46 460	72 013 000
Río Neuquén	Pichi Picún Leufú	260	1 080	46 460	50 176 800

**Fuente:** Gobierno de la República Argentina (2007).

En el cuadro IV.17 se presentan los caudales actuales y previstos de los ríos estudiados, correspondientes a ambos escenarios. Como se observa, se prevé una marcada tendencia decreciente, superior de acuerdo al escenario A2, que se prolongaría hasta el final del período considerado.

**CUADRO IV.17**  
**CAUDAL DE LOS RÍOS DE LA REGIÓN DEL COMAHUE**  
*(En m<sup>3</sup>/s)*

Escenario A2	Actuales	2020	2030	2050	2070
Río Neuquén	302,2	267	246	219	195
Río Limay	689	634	601	576	538
Escenario B2					
Río Neuquén	302,2	285	270	253	231
Río Limay	689	650	604	608	574

**Fuente:** Elaboración propia.

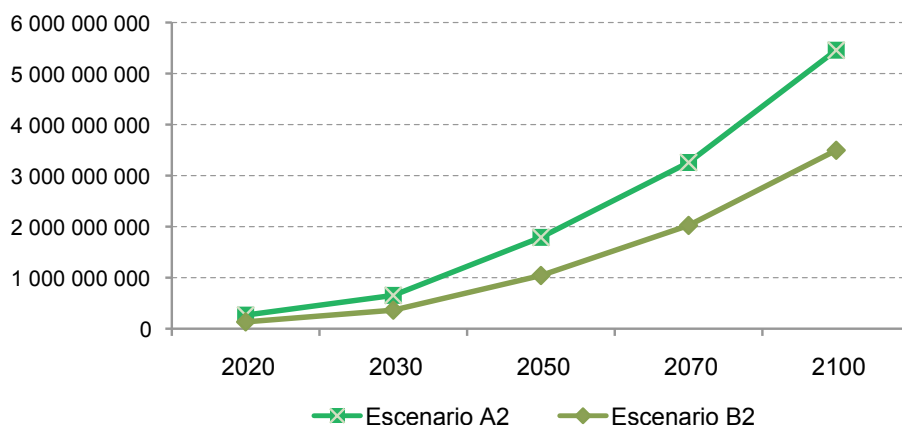
Sobre la base de esta información, se realizó una interpolación lineal de los caudales calculados para los años de corte<sup>78</sup>. La reducción observada de los caudales da origen a una baja de la generación de energía que se multiplicó por el precio medio de generación derivado del cuadro IV.16. El valor resultante se expresó en dólares del año 2005, aplicando el tipo de cambio medio de ese año (3,03 pesos por dólar). Los resultados se acumularon año a año y se les aplicaron las tasas de descuento correspondientes. Así, teniendo en cuenta el descenso de la generación de energía hidroeléctrica de las centrales ubicadas en el Río Neuquén (Pichi Picún Leufú) y el Río Limay (Alicurá, Piedra del Águila, Arroyito, El Chocón y Banderita), se determinó el valor monetario de esta variación.

En los cuadros IV.18 y IV.19 y los gráficos IV.10 y IV.11 se presentan los costos acumulados de la pérdida de generación de energía hidroeléctrica como consecuencia de la disminución de los caudales en ambos ríos<sup>79</sup>. El total acumulado y no descontado hasta el año 2100 asciende a 5.925 millones de dólares de acuerdo al escenario A2, mientras que el escenario B2 arroja un total de 3.472 millones.

<sup>78</sup> Se adoptó este procedimiento a fin de reflejar la paulatina disminución de los caudales y evitar variaciones muy pronunciadas de los costos entre los años de corte, lo que habría influido en el valor monetario calculado.

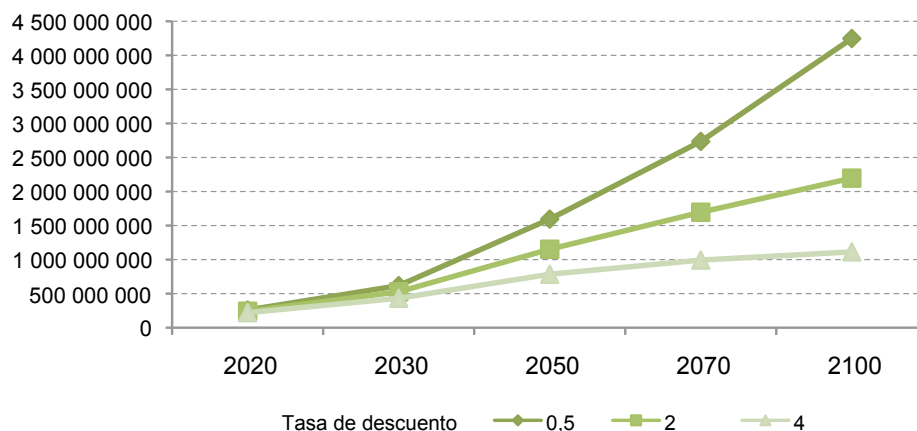
<sup>79</sup> Como se indicó anteriormente, se calcularon los valores monetarios en pesos del año 2005 de la energía eléctrica no generada y a esos valores se les aplicó el valor del tipo de cambio promedio del año 2005 (3,03 pesos por dólar).

**GRÁFICO IV.10**  
**DESCENSO ACUMULADO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA**  
**EN LA REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIOS A2 Y B2,**  
**A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 0%**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

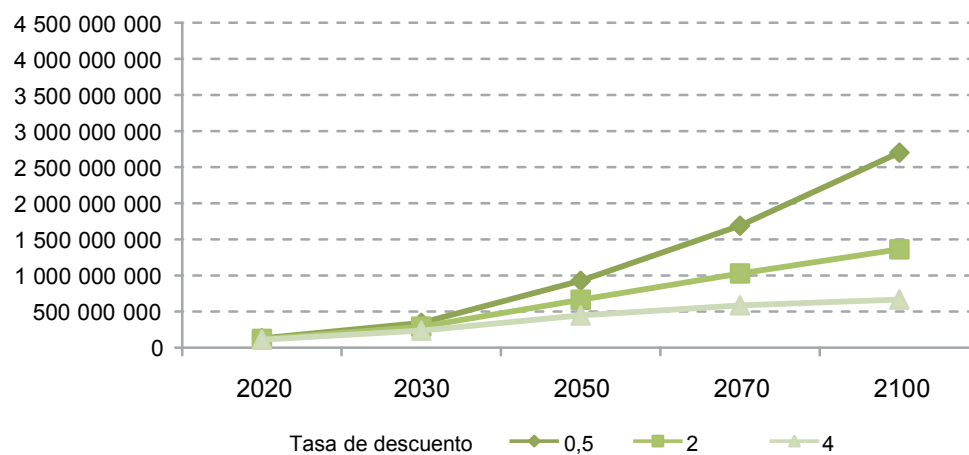
**GRÁFICO IV.11**  
**DESCENSO ACUMULADO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA**  
**EN LA REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

Como era previsible, estos valores son mucho menores cuando se aplican tasas de descuento más altas, aunque se observa una marcada diferencia entre los dos escenarios. En efecto, como se deduce de la información presentada, la pérdida económica acumulada en el año horizonte (2100) es de un 52% a un 66% mayor en el escenario A2, lo que depende de la tasa de descuento utilizada. Mientras más alta es la tasa utilizada, mayor es la diferencia, pero esta se va reduciendo con el paso del tiempo, ya que en el año 2020 las pérdidas económicas previstas en el escenario A2 corresponden al doble de las contempladas en el escenario B2.

**GRÁFICO IV.12**  
**DESCENSO ACUMULADO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA**  
**EN LA REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.18**  
**PÉRDIDAS ECONÓMICAS ACUMULADAS POR ESTRÉS HÍDRICO**  
**EN LA REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	136 615 581	460 898 819	1 431 475 727	2 747 468 558	5 294 522 495
0,5%	131 962 193	431 603 674	1 262 984 750	2 284 265 817	4 028 228 505
2%	119 160 512	356 389 455	883 861 564	1 367 129 558	1 939 467 312
4%	104 458 522	279 603 006	573 347 757	756 596 342	892 771 883

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.19**  
**PÉRDIDAS ECONÓMICAS ACUMULADAS POR ESTRÉS HÍDRICO**  
**EN LA REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	68 305 645	251 592 771	831 021 361	1 674 219 729	3 472 264 158
0,5%	65 972 855	235 229 667	731 540 471	1 385 323 253	2 615 130 814
2%	59 556 050	193 315 353	508 166 488	816 709 373	1 219 026 661
4%	52 188 367	150 704 816	326 018 399	442 603 211	537 929 798

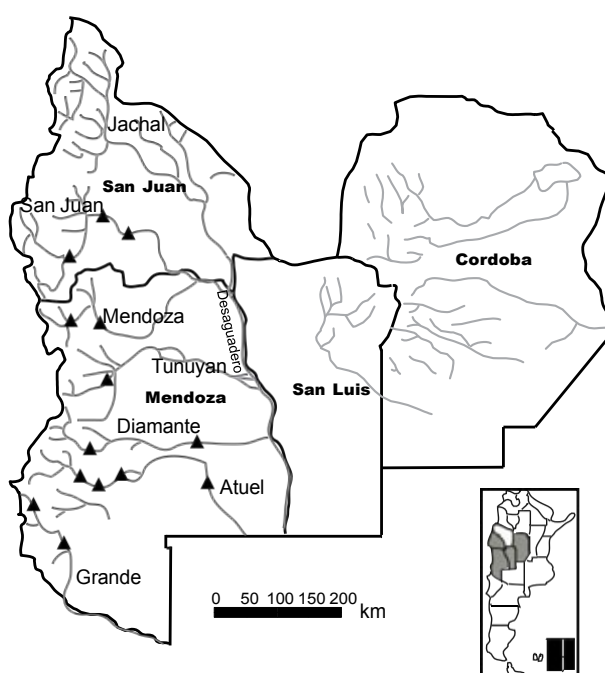
**Fuente:** Elaboración propia.



## 6. Impactos previstos y vulnerabilidad de los recursos hídricos de los principales ríos de la Provincia de Mendoza y evolución de los glaciares cordilleranos

Para estimar la oferta hídrica futura de los ríos cuyanos se utilizó la variable “precipitación mensual” derivada de las ejecuciones del modelo PRECIS proporcionadas por el INPE. Los datos del modelo se corrigieron en función de los índices de precipitación y de temperatura, y se desarrollaron las series temporales de precipitación mensual, que posteriormente se redujeron a precipitación total anual, precipitación total en verano (enero a abril) y precipitación en invierno (mayo a septiembre). También se estudiaron las relaciones existentes en cada cuenca entre nieve y caudal, nieve y precipitación, y caudal medido (período 1961- 1990) y precipitación anual estimada sobre la base del modelo. A partir de esas relaciones se estimaron los caudales correspondientes al período 1991-2100 y los promedios de las décadas de corte, junto con los porcentajes de aumento o disminución de los caudales. Estas operaciones se repitieron para los dos escenarios climáticos.

**MAPA IV.8**  
**CUENCAS HÍDROGRÁFICAS DE LA REGIÓN DE CUYO Y ESTACIONES DE AFORO EN FUNCIONAMIENTO**



**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.20**  
**CAUDALES ESTIMADOS DE LOS RÍOS DE LA REGIÓN DE CUYO, ESCENARIO A2**  
*(En m<sup>3</sup>/s)*

Valores medios anuales												
	1961- 1990	1991- 2000	2001- 2010	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2051	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Jachal	9,43	9,68	9,59	9,50	9,41	9,33	9,24	9,15	9,06	8,98	8,89	8,80
San Juan	60,07	60,60	59,44	58,29	57,13	55,98	54,82	53,67	52,51	51,36	50,20	49,05
Mendoza	47,18	47,54	46,74	45,95	45,16	44,36	43,57	42,78	41,99	41,19	40,40	39,61
Tunuyán	29,81	29,83	29,52	29,20	28,89	28,58	28,27	27,96	27,64	27,33	27,02	26,71
Diamante	36,60	36,54	36,06	35,58	35,10	34,62	34,14	33,66	33,17	32,69	32,21	31,73
Atuel	36,50	36,20	35,66	35,13	34,59	34,05	33,51	32,98	32,44	31,90	31,36	30,83
Total	219,59	220,38	217,01	213,65	210,28	206,91	203,55	200,18	196,82	193,45	190,09	186,72

**Fuente:** Elaboración propia.

Los valores medios anuales estimados que se presentan en el cuadro anterior ofrecen una clara imagen de las variaciones prevista en las décadas indicadas. El total consignado corresponde a la oferta hídrica total de los ríos de la región de Cuyo.

**CUADRO IV.21**  
**CAUDALES ESTIMADOS DE LOS RÍOS DE LA REGIÓN DE CUYO, ESCENARIO B2**  
*(En m<sup>3</sup>/s)*

Valores medios anuales												
	1961- 1990	1991- 2000	2001- 2010	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2051	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Jachal	9,43	9,67	9,67	9,67	9,66	9,66	9,65	9,65	9,64	9,64	9,64	9,63
San Juan	60,07	61,05	60,62	60,18	59,74	59,30	58,86	58,42	57,99	57,55	57,11	56,67
Mendoza	47,18	47,73	47,44	47,16	46,88	46,60	46,31	46,03	45,75	45,46	45,18	44,90
Tunuyán	29,81	30,26	30,19	30,11	30,04	29,97	29,90	29,82	29,75	29,68	29,60	29,53
Diamante	36,60	36,99	36,81	36,63	36,45	36,28	36,10	35,92	35,74	35,56	35,39	35,21
Atuel	36,50	35,04	34,86	34,68	34,50	34,32	34,13	33,95	33,77	33,59	33,41	33,23
Total	219,59	220,74	219,59	218,43	217,27	216,11	214,96	213,80	212,64	211,48	210,33	209,17

**Fuente:** Elaboración propia.

Según el escenario B2, la reducción de la oferta hídrica es del orden de 10 m<sup>3</sup>/s en toda la región, lo que probablemente no supera la variabilidad natural del sistema. En el escenario A2, en cambio, la reducción de toda la oferta hídrica regional es de 33 m<sup>3</sup>/seg, cifra que triplica la del escenario B2 y equivale al caudal de ríos como el Tunuyan, el Diamante o el Atuel. Es importante destacar que estos dos últimos, junto al San Juan y al Mendoza, son las fuentes más importantes de agua para consumo humano, regadío y generación de electricidad en la región de Cuyo.

## 7. Impactos previstos y vulnerabilidad de los recursos hídricos en la Provincia de Mendoza

A diferencia de lo realizado con respecto a otros sectores, regiones y sistemas, para la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático y las posibles medidas de adaptación de la oferta y la demanda de agua de los principales recursos hídricos de la región de Cuyo se contó con un estudio específico<sup>80</sup>. Los resultados de ese estudio indican que los impactos del cambio climático no son homogéneos en todas las áreas de la región; estas son: i) la cuenca norte de Mendoza (principalmente el río Mendoza y la sección inferior del río Tunuyán), ii) la cuenca central de Mendoza (sección superior del río Tunuyán o Valle de Uco), iii) la cuenca sur de Mendoza (ríos Diamante y Atuel) y iv) la cuenca del río San Juan.

Se determinó en términos preliminares el valor social del agua de las principales cuencas hidrográficas de Mendoza y San Juan, a partir de la determinación de la oferta y la demanda agregadas de agua a largo plazo en cada una de ellas. El propósito de este ejercicio era realizar estimaciones preliminares de los impactos económicos del cambio climático específicamente atribuibles a la modificación del ciclo hidrológico.

La oferta de agua a largo plazo está determinada por el costo social de la puesta en uso de una unidad adicional del recurso (costo marginal a largo plazo), que se reduce como consecuencia del cambio climático en los derrames de los ríos cuyanos. El alza de la demanda debido al aumento de la población y los demás factores que compiten por la asignación del agua a diversos usos alternativos conducen a la explotación y el posible agotamiento de las fuentes superficiales y, posteriormente, de las aguas subterráneas, lo que finalmente lleva a la sobreexplotación de este recurso. Esta trae aparejadas dos externalidades: i) la reducción del nivel piezométrico y ii) procesos de intrusión salina. Por consiguiente, en último término el valor del agua está determinado por el sistema socio-hidrogeológico y se subdivide en los siguientes componentes: i) el costo de los equipos de bombeo, ii) el costo de operación y mantenimiento de los sistemas de bombeo, iii) la externalidad volumétrica y iv) la externalidad por salinización. Este modelo conceptual se aplicó a las cuencas norte, central y sur de Mendoza, y a la cuenca del río San Juan.

La demanda total de recursos hídricos corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales, cuyos principales componentes son: i) la demanda doméstica; ii) la demanda de agua para regadío; iii) la demanda industrial, en la que se incluyen las actividades mineras; iv) la demanda del sector público, y v) la demanda ambiental. A su vez, la oferta de agua está compuesta por i) la oferta superficial y ii) la oferta proveniente de aguas subterráneas, cuyo aprovechamiento implica incurrir en costos de desarrollo de la infraestructura de captación, tratamiento y distribución. La curva de la oferta indica el costo de producción de una unidad adicional del recurso para ponerla en uso, es decir, el precio que tendría que pagar la sociedad para hacerlo.

La cuenca norte de Mendoza es la que presenta condiciones más críticas en la región de Cuyo, pues literalmente carece de recursos superficiales o subterráneos no explotados. Incluso según el escenario más conservador, según el cual lo único que aumenta es el consumo humano debido al crecimiento de la población, los costos marginales van incrementándose a lo largo de todos los años de corte seleccionados hasta el año 2100. Dada la variación de los caudales de los ríos Mendoza y Tunuyán prevista en los escenarios climáticos A2 y B2, los resultados indican que se producirá una sobreexplotación de las aguas subterráneas incluso en las condiciones más moderadas. En todos los casos los costos ascienden a niveles imposibles de afrontar para los productores en el caso de uso

<sup>80</sup> El Informe de Llop, A. se basa en las conclusiones del estudio de J. Boninsegna “Evaluación de los impactos esperados y vulnerabilidad al cambio climático de los recursos hídricos de los principales ríos de Mendoza y determinación de la evolución de los glaciares cordilleranos en la República Argentina”.

exclusivo del agua subterránea. La medida más adecuada para mitigar la escasez de agua sería el aumento de la eficiencia del uso del agua para riego.

En la cuenca central de Mendoza, el Valle de Uco, que es una de las más pródigas de la región por su disponibilidad de agua y la calidad de esta y que además tiene un alto valor agroecológico y paisajístico, solo bajo las condiciones más favorables del escenario A2 se observa un tenue aumento del valor del agua en el año 2100.

La cuenca sur, alimentada por los ríos Diamante y Atuel, también presenta un excedente de agua, pero el del río Atuel no puede utilizarse en la provincia, debido a acuerdos suscritos con La Pampa. En esta cuenca el agua subterránea tiene muy poco uso y no se observa ningún déficit que pueda conducir a un alza del valor del agua hasta el año 2100.

La cuenca del Río San Juan también muestra grandes excedentes de agua superficial, pero no sucede lo mismo con el agua subterránea, que estaría mucho más explotada. Si los distintos usos del agua se mantienen constantes, con la excepción del aumento del caudal destinado a agua potable en respuesta al crecimiento de la población, no se prevé una situación de escasez hasta el año 2100. El comportamiento de esta cuenca es muy parecido al de las cuencas del centro y sur de la Provincia de Mendoza.

Por lo tanto, para determinar el valor monetario de los impactos previstos del cambio climático en toda la cuenca de los ríos de Mendoza y San Juan en todo el período considerado en el estudio y de acuerdo a ambos escenarios (A2 y B2), se utilizó el costo social del agua calculado en el informe sectorial respectivo.

En los cuadros IV.22 y IV.23 y los gráficos IV.13 a IV.15 se presentan los valores acumulados hasta el año 2100 del costo social del agua de las cuencas hidrográficas de las provincias de Mendoza y San Juan, de acuerdo a ambos escenarios. Si se aplica una tasa de descuento del 0%, en el caso del escenario A2 (el más desfavorable desde el punto de vista de la disponibilidad del recurso, sobre todo en la cuenca norte de Mendoza), el valor acumulado hasta el año 2100 asciende a 15.811 millones de dólares del año 2005. Por su parte, el valor de la mayor escasez del recurso hídrico previsto en el escenario B2 es inferior a la mitad del previsto en el escenario A2, y asciende a 4.878 millones de dólares del año 2005.

**CUADRO IV.22**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO SOCIAL ACUMULADO DEL AGUA DE LOS RÍOS**  
**DE LA REGIÓN DE CUYO, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Cuenca de Mendoza y San Juan					
Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	6 675 908	157 440 850	1 390 803 811	4 855 055 209	15 810 752 970
0,5%	6 351 111	145 164 233	1 192 280 043	3 869 856 830	11 324 689 718
2%	5 476 569	114 211 162	760 983 836	2 012 772 799	4 414 287 490
4%	4 510 004	83 663 243	431 224 027	898 416 229	1 456 201 729

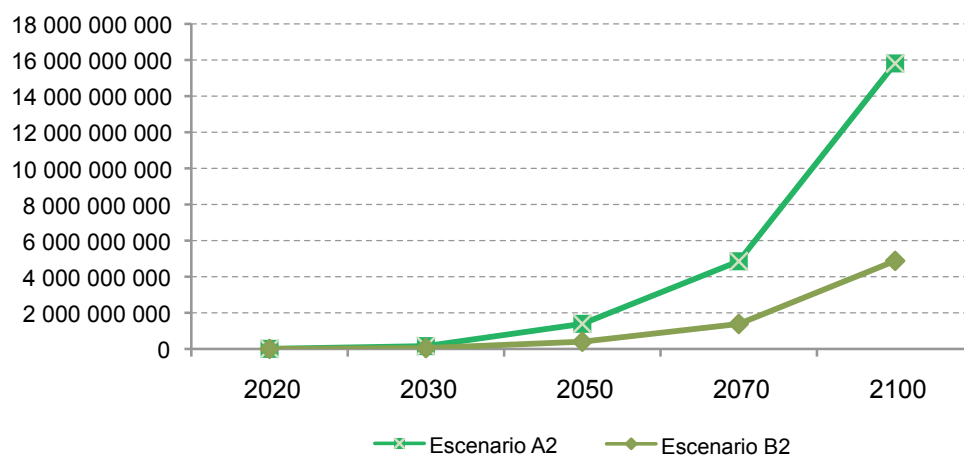
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.23**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO SOCIAL ACUMULADO DEL AGUA DE LOS RÍOS**  
**DE LA REGIÓN DE CUYO, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Cuenca de Mendoza y San Juan					
Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	2 054 125	48 672 033	401 584 585	1 383 831 431	4 877 694 736
0,5%	1 954 188	44 875 272	344 778 632	1 103 599 652	3 476 468 272
2%	1 685 098	35 303 037	221 077 936	575 308 263	1 335 305 944
4%	1 387 694	25 857 068	126 078 030	258 024 455	433 199 753

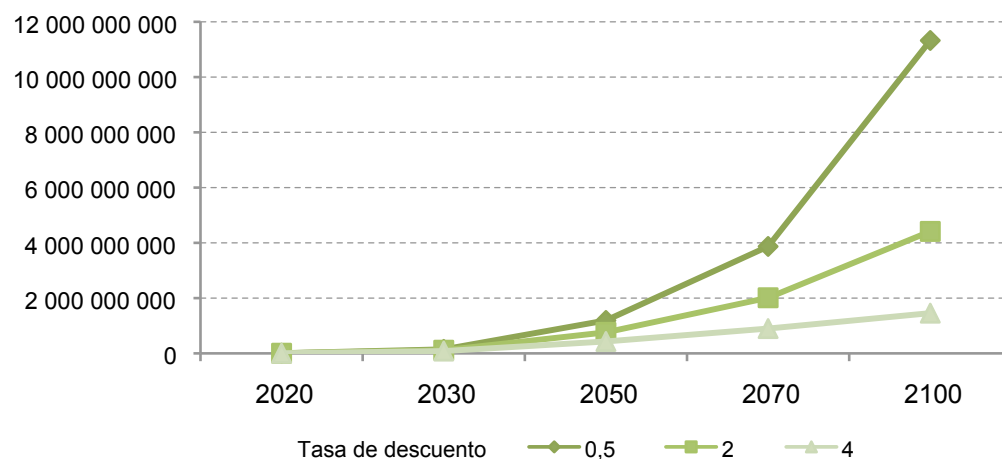
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.13**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO SOCIAL ACUMULADO DEL AGUA DE LOS RÍOS DE LA**  
**REGIÓN DE CUYO, ESCENARIOS A2 Y B2, A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 0%**  
*(En dólares de 2005)*



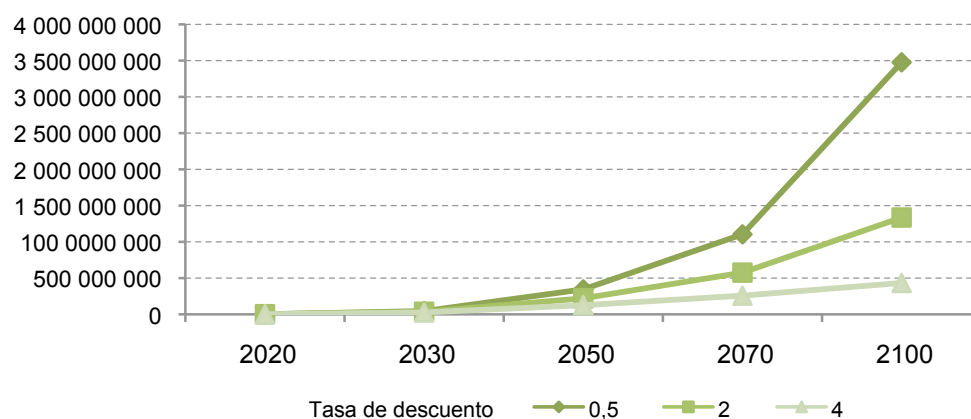
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.14**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO SOCIAL ACUMULADO DEL AGUA DE LOS RÍOS**  
**DE LA REGIÓN DE CUYO, ESCENARIO A2, A TASAS DE DESCUENTO DEL 0,50%,**  
**EL 2% Y EL 4%**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.15**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO SOCIAL ACUMULADO DEL AGUA DE LOS RÍOS**  
**DE LA REGIÓN DE CUYO, ESCENARIO B2, A TASAS DE DESCUENTO DEL 0,5%,**  
**EL 2% Y EL 4%**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa claramente en los cuadros y gráficos anteriores, hay una diferencia notable entre el costo social del agua previsto en los escenarios A2 y B2. Si bien en el primero de ellos era de esperar un mayor estrés hídrico, la magnitud de la diferencia es muy significativa, dado que el valor contemplado en el escenario A2 es más del triple del calculado en el escenario B2. Por consiguiente, los costos acumulados hasta el año 2100 según el escenario A2 superan en un 224% a un 236% los del escenario B2, lo que depende de la tasa de descuento utilizada; cuanto más alta es la tasa de descuento, mayor es la diferencia.

Es notable la disminución de la diferencia entre ambos escenarios y de acuerdo a todas las tasas de descuento utilizadas entre los años 2020 y 2030; a partir de entonces, esta comienza a acentuarse hasta el año 2070 y luego vuelve a descender en 2100. Este comportamiento está relacionado con una situación observada en todos los estudios de los caudales y la disponibilidad de recursos hídricos y obedece a los datos suministrados por el INPE, especialmente las extrapolaciones realizadas para calcular los datos climáticos correspondientes a los años de corte intermedios. Estos datos muestran una intensificación del estrés hídrico, fundamentalmente en el período 2030-2070. Por el contrario, tanto la situación climática actual como la del final del período se caracterizan por condiciones más húmedas. También se observa una sensibilidad muy alta a la tasa de descuento utilizada para calcular el costo social actual del agua. De hecho, mientras en el año 2020 el costo social acumulado del agua, calculado conforme a una tasa de descuento del 4% anual, representa el 67,56% del valor no descontado en dólares constantes del año 2005 según ambos escenarios, el valor acumulado hasta el año 2100, al que se aplica la misma tasa de descuento anual solo representa el 8,88% del total previsto en el escenario B2 y el 9,21% del total contemplado en el escenario A2. Si la tasa de descuento utilizada es del 0,5% anual, los valores mencionados se reducen del 95,13% del valor no descontado del año 2020 según ambos escenarios al 71,27% del valor acumulado no descontado en el año 2100, según el escenario A2, y al 71,63% en el escenario B2.

## 8. Resumen de los impactos previstos y la vulnerabilidad de los recursos hídricos al cambio climático

Tomando como punto de partida la información presentada en los puntos anteriores sobre los impactos del cambio climático y los eventos extremos en los recursos hídricos (caudal de los ríos de las regiones del Comahue, Cuyo y el litoral; vulnerabilidad de la costa del Río de la Plata, e impactos de las inundaciones en el litoral), se elaboraron los cuadros IV.24 y IV.25, en los que se resumen los resultados de la valorización monetaria. El valor acumulado hasta el año 2100 y calculado con una tasa de descuento del 0% asciende a 78.078 millones de dólares de 2005 según el escenario A2 y a 61.619 millones de dólares según el escenario B2.

### CUADRO IV.24

#### RESUMEN DEL COSTO ECONÓMICO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS, ESCENARIO A2

(En dólares de 2005)

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	10 796 950 394	20 623 895 423	30 011 594 212	49 046 883 053	78 077 975 768
0,5%	10 281 249 942	19 192 651 685	27 008 670 939	41 351 334 594	60 670 733 071
2%	8 891 727 907	15 558 754 783	20 114 512 953	26 330 135 710	32 170 135 751
4%	7 354 034 121	11 915 751 946	14 186 484 585	16 288 090 551	17 545 476 203

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO IV.25**  
**RESUMEN DEL COSTO ECONÓMICO DE LOS IMPACTOS ACUMULADOS**  
**EN LOS RECURSOS HÍDRICOS, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	9 160 558 675	18 404 536 558	28 702 278 620	39 814 986 446	61 618 957 197
0,5%	8 723 469 229	17 102 842 295	25 623 646 569	33 997 080 721	48 348 312 349
2%	7 545 750 221	13 806 844 935	18 677 029 107	22 306 276 262	26 500 261 285
4%	6 242 424 101	10 518 651 562	12 878 025 339	14 105 482 406	14 968 240 707

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros anteriores, según el escenario A2 el valor acumulado de los impactos en los recursos hídricos hasta el año 2100 es de un 17,2% a un 27% mayor que en el escenario B2, dependiendo de la tasa de descuento escogida; cuanto más alta es la tasa utilizada, mayor es la diferencia. Esta es del orden del 18% al principio de la serie y se reduce a un mínimo en torno al año 2050, a partir del cual comienza a aumentar nuevamente en un proceso ascendente que se prolonga hasta el año 2100.

Los impactos del cambio climático van aumentando progresivamente, pero la influencia de la tasa de descuento es siempre muy marcada. En el escenario A2, los valores acumulados hasta el año 2100 y no descontados, es decir calculados a una tasa de descuento del 0%, prácticamente cuadruplican los calculados a una tasa de descuento del 4% y superan en más de un 28% los calculados a una tasa del 0,5%. En el caso del escenario B2 sucede algo similar: la diferencia entre los valores acumulados hasta el año 2100 aplicando una tasa del 0% prácticamente son algo más de cuatro veces mayores que los calculados a una tasa del 4% y superan en más de un 27% los calculados a una tasa del 0,5%.

## B. Sector agropecuario: impacto del cambio climático en la producción, el rendimiento, la degradación del suelo, las plagas y las enfermedades

La región considerada en el estudio abarca la mayor parte de la zona apta para cultivos extensivos de la Argentina (25° a 39° de latitud sur y 60° a 65° de longitud oeste). La actividad agrícola consiste esencialmente en cultivos de secano con uso intensivo de tecnología y de insumos. Las anomalías del clima, especialmente las relacionadas con las lluvias, suelen ser la principal causa de las variaciones interanuales de la productividad. La región comprende las principales zonas productoras de trigo, maíz y soja, que aportan el 99% de la producción nacional de trigo y el 97% de la producción de maíz y soja. La soja es la principal especie cultivada, puesto que su siembra abarca 16.000 hectáreas; en un segundo y tercer lugar figuran el trigo (5.700 hectáreas) y el maíz (4.000 hectáreas).



**MAPA IV.9****UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA CONSIDERADA EN EL ESTUDIO DE LOS  
IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA**

**Fuente:** Elaboración propia.

Para evaluar los impactos del clima futuro en la producción agrícola se utilizaron los escenarios climáticos regionales proporcionados por el INPE para el período 1961-2100 y, debido a la incertidumbre con respecto a las proyecciones para períodos anteriores a 2070, también se consideraron los del modelo de circulación general HadCM3.

Los resultados obtenidos con las proyecciones basadas en el modelo climático regional (PRECIS) ejecutado por el INPE indican que en el año 2080, y considerando el efecto de la mayor concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>, el impacto medio sería positivo. La soja sería el cultivo más beneficiado y se prevé que se registrarían leves incrementos de la producción de trigo y maíz. En cambio, si no se tomaran en cuenta los efectos del CO<sub>2</sub>, el impacto sería negativo en el caso de los tres cultivos (véase el cuadro IV.26).

Como se observa en el mapa IV.10, los resultados revelan grandes diferencias espaciales. Si se considera el efecto del CO<sub>2</sub>, hay áreas en las que el comportamiento de los cultivos muestra cierta consistencia. En general, las zonas más beneficiadas para la producción de los tres cultivos considerados se ubican al sur y al oeste de la región pampeana. En el noroeste, en cambio, se prevé un aumento de la producción de trigo y soja y una notable disminución de la producción de maíz. En cambio, la zona central norte de la región pampeana se vería afectada por una reducción del rendimiento de los cultivos de soja y trigo. En el cuadro IV.26 se presentan los resultados de los cálculos correspondientes al sur de la región, es decir, a la Provincia de Buenos Aires y el este de la Provincia de La Pampa. Dadas las proyecciones basadas en el modelo HadCM3 para los años 2020 y 2050 y en el modelo PRECIS ejecutado por el INPE para el año 2080, las cifras presentadas en el cuadro revelan una escasa modificación del rendimiento del trigo en el año 2020 y leves incrementos en el 2050 y el 2080. En cambio, los cultivos de verano (el maíz y especialmente la soja) se verían más favorecidos por el cambio climático.

**CUADRO IV.26**  
**VARIACIONES PORCENTUALES MEDIAS PREVISTAS DEL RENDIMIENTO DE**  
**ALGUNOS CULTIVOS: COMPARACIÓN DEL AÑO 2080 Y EL PERÍODO 1961-1990**

Cultivo	Considerando el efecto del CO <sub>2</sub>		Sin considerar el efecto del CO <sub>2</sub>	
	A2-2080	B2-2080	A2-2080	B2-2080
Trigo	3	3	-16	-11
Maíz	1	0	-24	-15
Soja	14	19	-25	-14

**Fuente:** Elaboración propia

**CUADRO IV.27**  
**VARIACIONES PORCENTUALES MEDIAS PREVISTAS DEL RENDIMIENTO**  
**DE ALGUNOS CULTIVOS<sup>a b</sup>**

Cultivo	HadCM3		PRECIS
	2020	2050	2080
Trigo	-1	6	7
Maíz	8	11	10
Soja	27	45	43

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Sobre la base de las proyecciones realizadas con el modelo HadCM3 (2020 y 2050) y el modelo PRECIS (2080).

<sup>b</sup>Sobre la base del escenario de emisiones A2, considerando el efecto de las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub>.

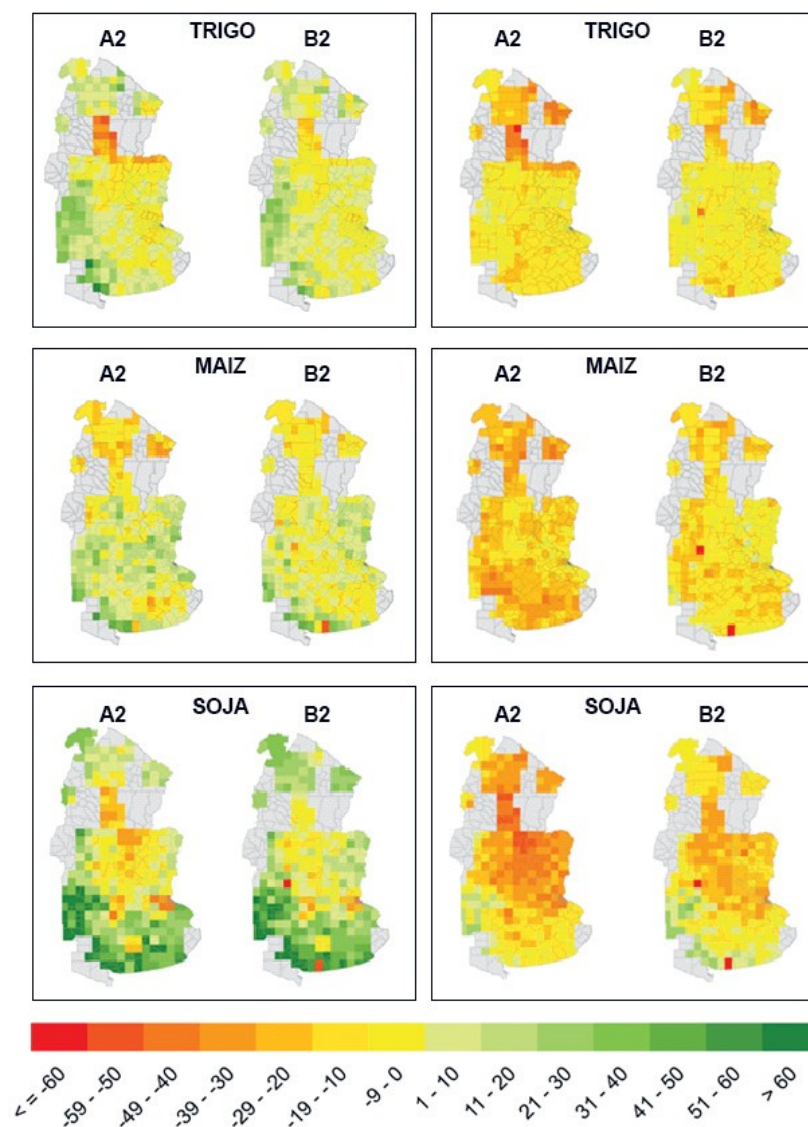
No se prevé un gran impacto en el balance hídrico de estos cultivos a fines del siglo XXI, debido a una compensación atribuible en parte al uso más eficiente del agua como consecuencia del incremento del CO<sub>2</sub> y, también en parte, a la reducción del ciclo de cultivos como consecuencia del alza de las temperaturas. Por lo tanto, tanto el déficit como el superávit de agua a lo largo del ciclo serían similares a los actuales.

Si bien las condiciones climáticas proyectadas para el resto del siglo podrían elevar la producción de cereales y oleaginosas en la Argentina, los sistemas intensivos de producción y la ocupación de zonas más marginales podrían afectar seriamente las condiciones físicoquímicas de los suelos. De acuerdo a otras conclusiones de este estudio, el monocultivo de soja provocaría mayores pérdidas de carbono y nitrógeno orgánicos que la rotación con gramíneas. A fines del siglo y al cabo de 30 años de monocultivo, el carbono del suelo mostraría una reducción cercana al 30% en la región pampeana y un 45% en la Provincia de Salta, mientras que la inclusión de trigo o maíz en la rotación contribuiría a una reducción de las pérdidas de un 6% a un 8 %.

En lo que respecta a las incidencia de enfermedades, los resultados preliminares indican que en el año 2080 se darían las siguientes condiciones: i) un leve incremento de la fusariosis del trigo en el sur de la región (10%) y una disminución de hasta un 20% en el norte, ii) un aumento del número de años en los que se produciría un ataque severo del vector del Mal de Río Cuarto (MRDV) en los cultivos de maíz en toda el área endémica y, en particular, en el norte de esta, que superaría el 30%, y iii) un incremento de las enfermedades de fin de ciclo que afectan a los cultivos de soja en el oeste (Córdoba), zona en que el número de años en los que se registre una infección severa podría aumentar

más de un 60%. Hacia fines de siglo no se esperan cambios significativos de la demanda de agua, pero la frecuencia de las plagas podría aumentar, especialmente en los cultivos de verano, lo que obligaría a tomar medidas para evitar una baja de la producción.

**MAPA IV.10**  
**VARIACIÓN PORCENTUAL DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ,**  
**TRIGO Y SOJA EN 2080<sup>a b</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Las imágenes corresponden a los escenarios A2 y B2.

<sup>b</sup>En las imágenes de la izquierda se considera el efecto del CO<sub>2</sub>; en las de la derecha no se considera ese factor.

Según estos resultados y considerando el efecto positivo del CO<sub>2</sub>, el clima futuro no afectará severamente la producción de los principales cultivos de la Argentina. En general, las áreas sur y oeste de la región pampeana y el noroeste serían las zonas más favorecidas, especialmente en lo que respecta

al cultivo de soja y, en menor grado, al de trigo. Dado que la degradación del suelo resultante de los sistemas de producción sería mayor que la debida a los posibles efectos del cambio climático, y teniendo en cuenta que las condiciones futuras serían más favorables para el cultivo de soja, se debería prestar especial atención a los métodos de producción y evitar el monocultivo, sobre todo en áreas marginales.

Para la valorización económica de los impactos del cambio climático en este sector se consideró el aumento de la productividad, del que se descontó el incremento de la demanda de nutrientes, por lo que se consideraron tanto la variación prevista de la producción (en toneladas) de cada uno de los cultivos estudiados (trigo, maíz y soja) como los requerimientos de nutrientes de cada cultivo. En lo concerniente a la valorización de las variaciones de la productividad de los cultivos, se tomaron en cuenta las dos situaciones estudiadas: i) la variación de la producción calculada en toneladas, suponiendo que tanto las hectáreas sembradas como la proporción de cultivos se mantengan estables y ii) la variación de la productividad (en toneladas) en caso de que se concrete el aumento proyectado de la superficie sembrada (en hectáreas), a lo que se sumaría el cambio de la proporción representada por cada cultivo.

En el cuadro IV.28 se presentan los impactos en el rendimiento correspondientes a la primera de las dos situaciones contempladas, de acuerdo con los escenarios A2 y B2.

**CUADRO IV.28**  
**VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE TRIGO, MAÍZ Y SOJA**  
**CONSIDERANDO EL EFECTO POSITIVO DEL CO<sub>2</sub>,**  
**ESCENARIOS A2 Y B2<sup>a</sup>**  
*(En toneladas)*

Cultivo	Escenario A2				Escenario B2			
	2000	2020	2050	2080	2000	2020	2050	2080
Trigo	0	-79 800	414 960	478 800	0	95 760	119 700	478 800
Maíz	0	208 000	286 000	260 000	0	5 200	10 400	0
Soja	0	3 942 400	6 585 600	6 272 000	0	3 001 600	5 913 600	8 512 000
Total	0	4 070 600	7 286 560	7 010 800	0	3 102 560	6 043 700	8 990 800

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Se supone que las hectáreas sembradas permanecen estables, al igual que la proporción de cultivos. Los años de corte son los considerados en el modelo predictivo utilizado en el informe sectorial respectivo. Para el período 2080-2100 se utilizó la tasa de cambio correspondiente al año 2080 para el cálculo de los rendimientos.

En lo que se refiere a la extracción y reposición de nutrientes del suelo, se consideró el requerimiento de nutrientes de cada cultivo consignado en el cuadro IV.29, en tanto que para el cálculo de los costos de reposición de los nutrientes se consideraron los diferentes fertilizantes empleados y sus respectivos precios (véase el cuadro IV.30).

**CUADRO IV.29**  
**EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES POR TONELADA PRODUCIDA**  
**DE ALGUNOS CULTIVOS**

Cultivo	N (kg/ton)	P (kg/ton)	S (kg/ton)
Maíz	15,00	3,00	2,00
Trigo	20,00	4,00	1,00
Soja	60,00	6,75	5,00

**Fuente:** Comunicación personal de los expertos del Sector Agrícola.

**CUADRO IV.30**  
**COSTO DE LOS FERTILIZANTES EMPLEADOS**  
*(En dólares de 2005 por kg por tonelada)*

Cultivo	Fertilizante	Precio
Maíz	Úrea	0,455
Trigo	Fosfato diamónico (PDA)	0,625
Soja	Súper fosfato triple (SFT)	0,650

**Fuente:** Comunicación personal de los expertos del Sector Agrícola.

Para el cálculo de los requerimientos de nutrientes necesarios para compensar su extracción, se supuso la existencia de una relación directa con la producción de cada cultivo. Según este supuesto, cuanto mayor sea el rendimiento mayor será el requerimiento de nutrientes, pero en el caso de una disminución de los rendimientos no habría un requerimiento adicional de nutrientes, por lo que los gastos de reposición necesarios se consideraron iguales a cero. Para el cálculo de los ingresos por mayor rendimiento de los cultivos, se utilizó la media del precio FOB (dólares por tonelada) correspondiente al año 2005, dado a conocer por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Argentina (véase el cuadro IV.31), valor que se aplicó a las toneladas adicionales producidas.

**CUADRO IV.31**  
**PRECIO MEDIO FOB**  
*(En dólares de 2005)*

Cultivo	Precio
Trigo	147,82
Maíz	86,74
Soja	229,76

**Fuente:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Argentina.

En el cuadro IV.32 se consignan los resultados en dólares del año 2005 basados en el escenario A2 y en el cuadro IV.33 los correspondientes al escenario B2<sup>81</sup>, conforme a la hipótesis de que tanto el área sembrada como la proporción de cultivos se mantienen estables, a pesar de los cambios climáticos.

#### **RECUADRO IV.1**

##### **CAMBIOS EN LAS NUEVAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y LA SUPERFICIE SEMBRADA**

Según una segunda hipótesis se considera la posibilidad de que las nuevas condiciones climáticas permitan ampliar la superficie sembrada hasta mediados de siglo y un cambio de la proporción que representan los cultivos analizados, conforme al cual se reduciría la superficie dedicada a la soja de acuerdo al escenario B2. Esta última opción implicaría considerables aumentos de la producción total (aunque con una tendencia al estancamiento a mediados del siglo) y mayores volúmenes según el mismo escenario. Si bien se efectuó el ejercicio de valorización monetaria de esta hipótesis, este no se incluyó en el presente documento, fundamentalmente por dos motivos: i) las hectáreas dedicadas a la agricultura influyen en la deforestación y la biodiversidad, como también en los escenarios de emisiones y de mitigación en el sector agrícola (y en el ganadero indirectamente, por la disponibilidad de pasturas), por lo que el ajuste de las hectáreas en solo uno de los estudios, dado que el ajuste en todos escapaba al alcance de esta etapa inicial, hubiese generado ciertas inconsistencias en este documento; y ii) la agregación de dos cambios a las variables ampliaba el grado de incertidumbre sobre el resultado final, por lo que se optó por la alternativa más conservadora. No obstante, es importante señalar que los resultados (beneficios) obtenidos bajo el supuesto de que los cambios previstos del clima permitan un aumento de la superficie sembrada y un cambio en la proporción que les corresponde a cada uno de los cultivos son significativamente mayores, en términos de los aumentos de la productividad previstos, tanto en el escenario A2 como en el B2, en los diferentes años de corte y a las diversas tasas de descuento utilizadas. La diferencia entre ambas situaciones es notable, puesto que se da un singular aumento de la producción de los tres cultivos analizados, aun descontando los nutrientes necesarios para conseguirlo. La considerable alza de la producción concuerda con un aumento muy importante de los valores netos acumulados de los ingresos según el supuesto de que se amplían las hectáreas sembradas y cambia la proporción entre los cultivos. En este caso, los valores netos acumulados al año 2100 (medidos en dólares del 2005) son casi siete veces y media superiores a los basados en el supuesto de que las hectáreas y la proporción de los cultivos no varían, según el escenario A2 y utilizando una tasa de descuento del 4%, y más de siete veces y media mayores en la misma situación pero en el escenario B2. Sin embargo, las mayores diferencias entre una situación y otra se encuentran en el escenario B2 a comienzos del período analizado, puesto que el valor del aumento del ingreso neto acumulado hasta el año 2020 en ese escenario, en comparación con la situación de invariabilidad del número de hectáreas y la proporción de cultivos, es casi ocho veces y media superior. En cambio, si se comparan las dos situaciones en los escenarios A2 y B2 (hectáreas y proporción de cultivos estables y cambiantes), en el año 2100 los valores correspondientes al escenario A2 son superiores a los basados en el escenario B2 en todos los años, en ambas situaciones y a diferentes tasas de descuento, con excepción del caso en que las hectáreas y las proporciones de cultivos se mantuvieran estables y a tasas de descuento más bajas (0%; 0,5% y 2%). Esto último se debe al mayor volumen producido según el escenario B2 en caso de que las hectáreas y la proporción de cultivos varíen.

**Fuente:** Elaboración propia

<sup>81</sup> Se presenta el resultado neto del valor acumulado de los aumentos de la productividad de los cultivos, ponderados por los respectivos precios internacionales (que representan un beneficio), una vez deducido el costo atribuible a mayores requerimientos de nutrientes como consecuencia del incremento de la producción. Para la presentación y posterior agregación de los resultados, se consignan los valores netos con signo negativo (a pesar de ser un beneficio), teniendo en cuenta que en los demás sectores se mide el valor de los daños previstos como consecuencia del cambio climático. Así, estos potenciales beneficios aparecen reduciendo los costos que, en general, trae aparejado el cambio de las condiciones climáticas prevalecientes en la actualidad.

Esto implica un aumento de la producción total de los tres cultivos hasta mediados del siglo, según el escenario A2, o hasta fines de este, según el escenario B2. En el gráfico IV.16 se presentan los valores acumulados correspondientes a ambos escenarios, sobre la base del supuesto según el cual la superficie sembrada y la proporción correspondiente a cada cultivo se mantienen estables. Los valores pertinentes se expresan en dólares del año 2005 no descontados e indican que el impacto económico neto (positivo), calculado a una tasa de descuento del 0%, ascendería a 112.128 millones de dólares de 2005 de acuerdo al A2 y a 126.260 millones de dólares, según el escenario B2.

**CUADRO IV.32**  
**COSTO NETO ACUMULADO DEL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRES**  
**CULTIVOS MÁS IMPORTANTES, CONSIDERANDO EL EFECTO POSITIVO DEL CO<sub>2</sub>,**  
**ESCENARIO A2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-894 470 508	-10 738 093 411	-36 372 083 737	-67 295 893 277	-112 127 849 845
0,5%	-850 952 676	-9 956 762 825	-31 917 336 407	-55 971 285 240	-86 779 921 315
2%	-733 777 361	-7 967 064 465	-21 906 196 550	-33 366 805 039	-43 587 855 007
4%	-604 272 225	-5 968 150 382	-13 736 102 702	-18 120 774 341	-20 586 740 133

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Se considera el valor por tonelada, y se supone que las hectáreas sembradas y la proporción que representan los distintos cultivos se mantienen estables.

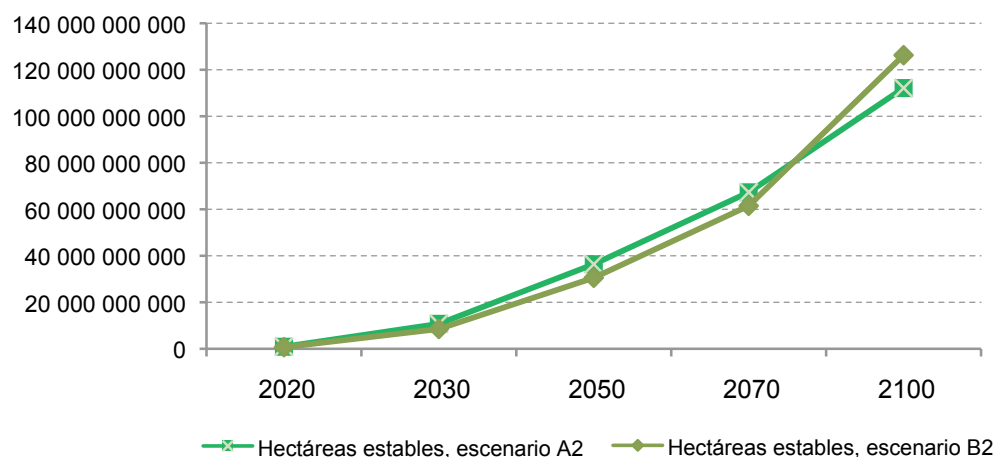
**CUADRO IV.33**  
**COSTO NETO ACUMULADO DEL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRES**  
**CULTIVOS MÁS IMPORTANTES, CONSIDERANDO EL EFECTO POSITIVO DEL CO<sub>2</sub>,**  
**ESCENARIO B2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-690 837 889	-8 517 337 801	-30 543 582 125	-61 482 565 722	-126 259 971 157
0,5%	-657 227 203	-7 895 576 291	-26 751 473 934	-50 760 803 338	-95 028 238 168
2%	-566 727 688	-6 312 970 800	-18 254 864 180	-29 614 826 375	-44 060 148 445
4%	-466 705 324	-4 724 355 468	-11 359 645 600	-15 666 750 235	-19 078 969 145

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Se considera el valor por tonelada, y se supone que las hectáreas sembradas y la proporción que representan los distintos cultivos se mantienen estables.

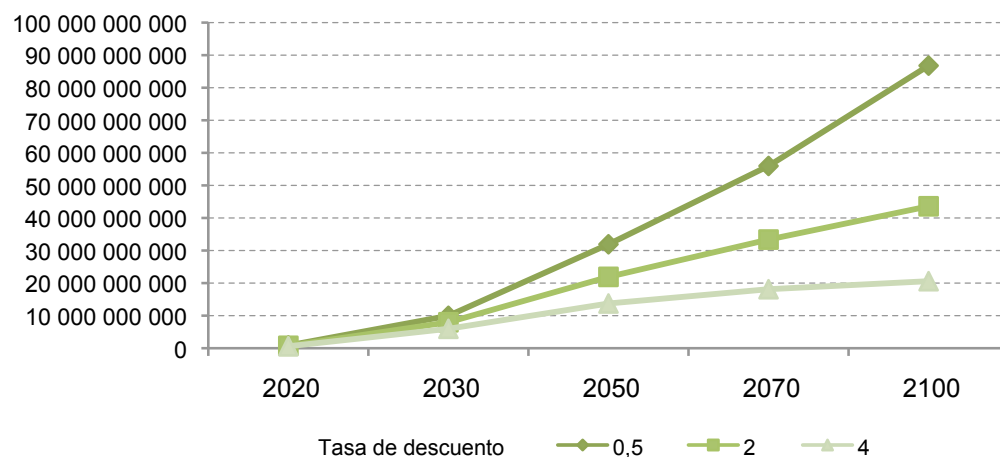
**GRÁFICO IV.16**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO NETO ACUMULADO DEL AUMENTO DE LA**  
**PRODUCTIVIDAD DE LOS TRES CULTIVOS MÁS IMPORTANTE, CONSIDERANDO EL**  
**EFFECTO POSITIVO DEL CO<sub>2</sub>, ESCENARIOS A2 Y B2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Se aplicó una tasa de descuento del 0%. Tanto las hectáreas sembradas como la proporción correspondiente a cada cultivo se mantienen estables.

**GRÁFICO IV.17**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO NETO ACUMULADO DEL AUMENTO**  
**DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRES CULTIVOS MÁS IMPORTANTE,**  
**CONSIDERANDO EL EFFECTO POSITIVO DEL CO<sub>2</sub>, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

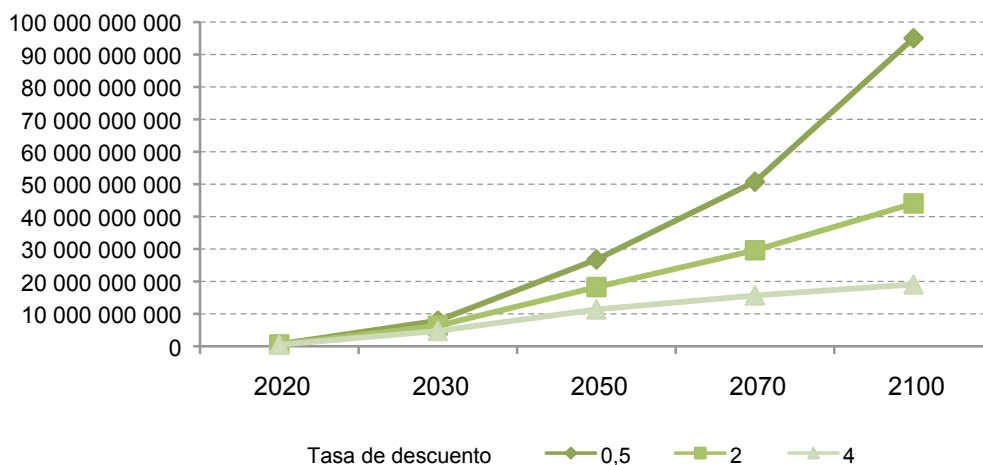


**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Tanto las hectáreas sembradas como la proporción correspondiente a cada cultivo se mantienen estables.



**GRÁFICO IV.18**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO NETO ACUMULADO DEL AUMENTO**  
**DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRES CULTIVOS MÁS IMPORTANTE,**  
**CONSIDERANDO EL EFECTO POSITIVO DEL CO<sub>2</sub>, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Tanto las hectáreas sembradas como la proporción correspondiente a cada cultivo se mantienen estables.

Dado que el aumento del rendimiento se va acumulando progresivamente, es muy importante tomar en consideración el efecto de la tasa de descuento utilizada en lo que respecta a la determinación del valor de los impactos. En efecto, según el escenario A2 los valores resultantes de la aplicación de una tasa de descuento del 0% en el año 2100 superan en casi cinco veces y media los calculados a una tasa de descuento del 4% y en un 29% los calculados a una tasa del 0,5%. En el escenario B2 los valores no descontados (tasa del 0%) superan en más de seis veces y media los derivados de la aplicación de la tasa de descuento del 4% y en un 33% los calculados a una tasa del 0,5%. Los valores calculados a una tasa del 0,5% cuadruplican los calculados a la tasa del 4% en el escenario A2, mientras que en el escenario B2 los quintuplican.

## 1. Biodiversidad y ecosistemas

Si bien la República Argentina cuenta con una gran variedad de microclimas y ecosistemas naturales de gran riqueza en términos de diversidad biológica, son escasos los estudios de envergadura sobre los impactos que el cambio climático podría tener en ellos.

En el caso particular del estudio de la economía del cambio climático, se realizaron dos subestudios dedicados a áreas consideradas relevantes por diversos motivos: los humedales de los Esteros del Iberá en el noreste del territorio y los bosques del “Chaco seco” en el noroeste del país. La primera de estas áreas presenta una gran riqueza en términos de diversidad biológica de notable magnitud, mientras que la segunda suma a este factor el estar sometida a un proceso sostenido de desmonte con el objetivo primordial de dedicar la zona a actividades agrícolas.

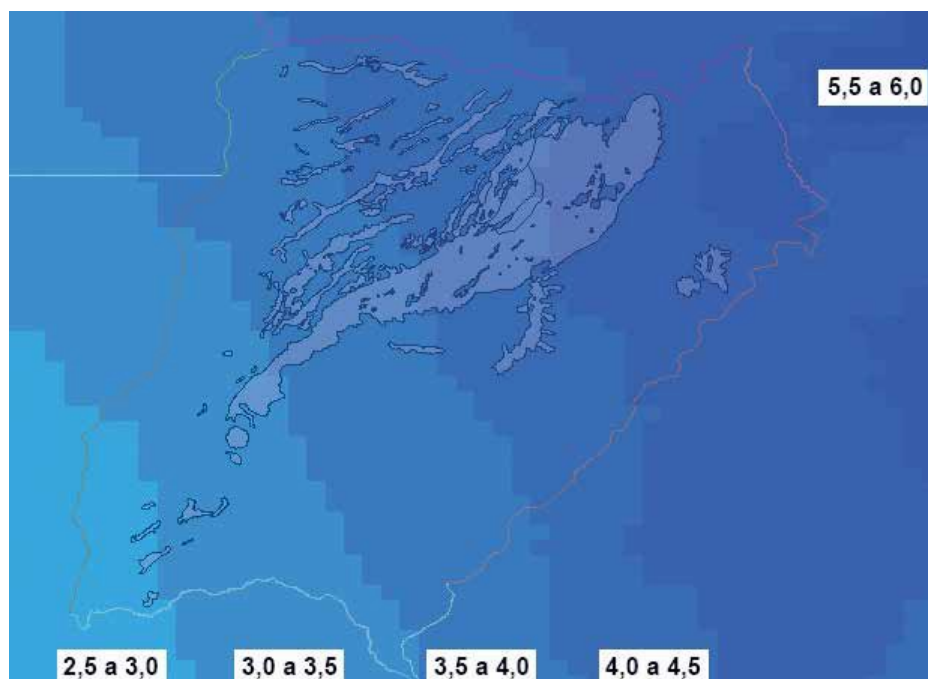
Dado que muchos ecosistemas de gran riqueza y enorme importancia han quedado excluidos del análisis propuesto, las conclusiones del presente estudio relativas a los impactos económicos del cambio climático en los ecosistemas naturales y la diversidad biológica deben interpretarse solamente como una aproximación preliminar al cálculo de su verdadero valor.

### a) Impactos previstos en el ecosistema natural y la biodiversidad de los Esteros del Iberá

El macrosistema de los Esteros del Iberá, ubicado en la Provincia de Corrientes, es un área clave debido a la amplia diversidad biológica de su red de humedales, que se extiende también al sureste del Paraguay (Esteros de Ñeembucú). En conjunto, en este paleoabanico fluvial del Paraná se han registrado 4.000 especies de plantas y animales, lo que equivale al 10% de todas las especies registradas en los ambientes acuáticos continentales de todo el mundo. En esta área de unos 45.000 km<sup>2</sup> (incluido todo el complejo Ñeembucú-Iberá) se encuentran más de 500 especies de algas, 1.654 especies de plantas y 343 especies de aves (30% de las especies de aves del país), lo que la convierte en una región única de la Cuenca del Plata y uno de los humedales más valiosos protegidos por el Convenio de Ramsar.

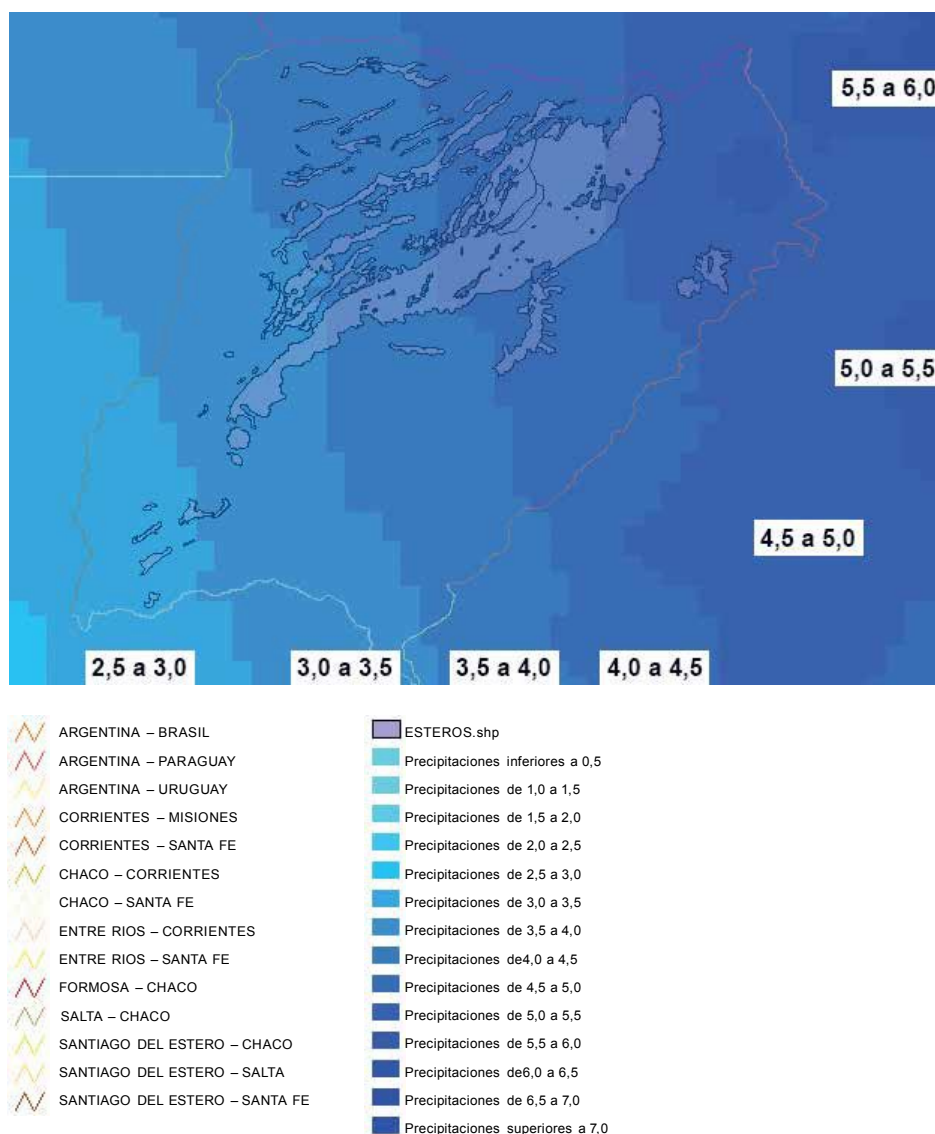
Para analizar los probables cambios climáticos previstos en los escenarios B2 y A2, se utilizó la información generada mediante la aplicación del modelo PRECIS para el período 1961-2100 (véanse los mapas IV.11 y IV.12). En los años anteriores al 2020 las isoyetas mantienen una posición similar a la actual, mientras que hacia el año 2100 se observa un desplazamiento en dirección al este de la zona de menores precipitaciones, que hoy comprende todo el valle del río Corrientes y parte de los esteros.

**MAPA IV.11**  
**ESTEROS DE IBERÁ: DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS HASTA 2020**  
**DE ACUERDO AL MODELO PRECIS**  
*(En mm/día)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**MAPA IV.12**  
**ESTEROS DEL IBERÁ: DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN 2100**  
**DE ACUERDO AL MODELO PRECIS**  
*(En mm/día)*



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se señala en la sección IV.A.4, las cifras calculadas de acuerdo a ambos escenarios revelan un aumento de las precipitaciones que compensaría ampliamente las mayores temperaturas previstas. Sin embargo, el análisis realizado a partir de un solo modelo climático no permite descartar posibles cambios que den origen a un estrés hídrico en el sistema del Iberá, dado que el calentamiento regional proyectado mediante la aplicación de casi todos los modelos climáticos mundiales es de gran alcance, mientras que en el análisis de lluvias se observa una escasa coincidencia entre las estimaciones basadas en dichos modelos e incluso se dan divergencias en el signo de los cambios que se registrarían en la región que abarca a los Esteros del Iberá. La distribución de las lluvias sería similar a la actual, con mayores precipitaciones en el noreste y una disminución gradual hacia el suroeste. Si se tiene

presente que en el extremo occidental del Iberá existen suelos excesivamente drenados (arenas medias a finas), cabe esperar que los efectos de las sequías prolongadas sean más severos en esa zona<sup>82</sup>.

En el informe sectorial sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad de los Esteros del Iberá se concluye que, a pesar de la notable resiliencia del humedal, podrían producirse crisis transitorias, de una década o poco más, que modifiquen la sustentabilidad del sistema. Estas crisis, consistentes en episodios de extrema sequedad o humedad, afectarían especialmente a la planicie del río Corrientes y a las lomadas arenosas que se encuentran en el noroeste de los Esteros del Iberá. En esa zona podría registrarse una reducción significativa del área plantada con arroz y de la carga de ganado en los campos y un descenso de la producción neta de los bosques acorde a una severa limitación de la forestación. De acuerdo a los escenarios más pesimistas, podría producirse una disminución del cultivo de productos primarios en el suroeste del sistema<sup>83</sup>. De ser así, se requeriría una cuidadosa planificación de las actividades productivas que suponen procesos de maduración más prolongados, como la silvicultura y la ganadería. También se debería tener presente que, dependiendo de sus características y volumen, otras formas de producción, como el cultivo de arroz, la acuicultura y los cultivos bajo cubierta, podrían exigir caudales que pusieran en peligro la biodiversidad del humedal en periodos de extrema sequía.

Tomando en consideración todas estas circunstancias, se decidió calcular en primer término los valores que podrían relacionarse con la pérdida de bienes y servicios ambientales en la zona de los Esteros del Iberá, a fin de calcular el valor económico de los impactos previstos del cambio climático en el sistema, de acuerdo a los dos escenarios (A2 y B2) y a diferentes tasas de descuento. Para tomar esta decisión se tuvo en cuenta que los humedales brindan una gran cantidad de bienes y servicios ambientales que podrían verse afectados por las alteraciones que produce el cambio climático. Si bien los Esteros del Iberá abarcan una superficie de aproximadamente 13.000 km<sup>2</sup>, en el presente estudio se considera una región más amplia, que también podría verse afectada y ser objeto de medidas de adaptación<sup>84</sup>.

La región analizada comprende siete departamentos de la Provincia de Corrientes: Concepción, Ituzaingó, Mercedes, San Martín, San Miguel, San Roque y Santo Tomé. En el cuadro IV.34 se indica la superficie de los siete departamentos expresada en km<sup>2</sup>.

<sup>82</sup> Pese a lo indicado, la validación de los resultados del modelo climático es dificultosa, porque la información utilizada es de baja definición, aunque según la estimación más probable se producirían cambios en la dirección señalada por el modelo y probablemente de similar magnitud en cuanto a las temperaturas y precipitaciones.

<sup>83</sup> No obstante, de acuerdo a todos los escenarios considerados, los impactos previstos del cambio climático son más intensos en el contexto del sistema socioeconómico que en el medio natural, más elástico y adaptable a fluctuaciones extremas a lo largo de periodos geológicos y evolutivos; por consiguiente, el impacto se concentraría fundamentalmente en las actividades humanas desarrolladas en el valle del río Corrientes y en la zona occidental del Iberá. Todas las formas de vida existentes actualmente en el sistema de los Esteros del Iberá han demostrado ser más adaptables a periodos de excesivas precipitaciones que al estrés que podrían representar las sequías prolongadas. Cabe prever que en el caso de largas sequías los esteros estén más expuestos a incendios; el cultivo de arroz sea una de las actividades más afectadas; la ganadería se vea bastante restringida debido al descenso de la producción de pasturas en los bañados; el turismo sufra un fuerte impacto, debido a la reducción de la superficie del sistema, la disminución de los espacios paisajísticos y la merma de la población de grandes vertebrados (entre otros, carpinchos, yacarés y lobitos), tanto por la limitación del hábitat como por la aparición de enfermedades específicas y el menor ritmo de crecimiento de las plantaciones forestales en las lomadas arenosas del oeste del Iberá.

<sup>84</sup> Girardin et al. (2003).

**CUADRO IV.34**  
**SUPERFICIE DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES**  
**INCLUIDOS EN EL ESTUDIO**

Departamento	Concepción	Ituzaingó	Mercedes	San Martín	San Miguel	San Roque	Santo Tomé
Superficie ( <i>km<sup>2</sup></i> )	5 124	9 649	9 920	6 634	3 018	2 435	7 094

**Fuente:** Dirección de estadísticas y censos de la provincia de Corrientes.

El aspecto más problemático de los efectos del cambio climático en la región considerada se relaciona con la dinámica del agua superficial y la capacidad de la biota para responder a las alteraciones climáticas e hidrológicas. A pesar de la enorme resiliencia del humedal, es posible que se produzcan crisis transitorias (de una década o algo más) que modifiquen la sustentabilidad del sistema. Estos episodios de extrema sequedad o humedad afectarían principalmente a la planicie del río Corrientes y a las lomadas arenosas del noroeste del Iberá. Los impactos en esa zona podrían consistir en una reducción significativa del área plantada con arroz y de la carga de ganado en los campos y un descenso de la producción neta de los bosques, vinculada a condiciones limitantes de las nuevas plantaciones.

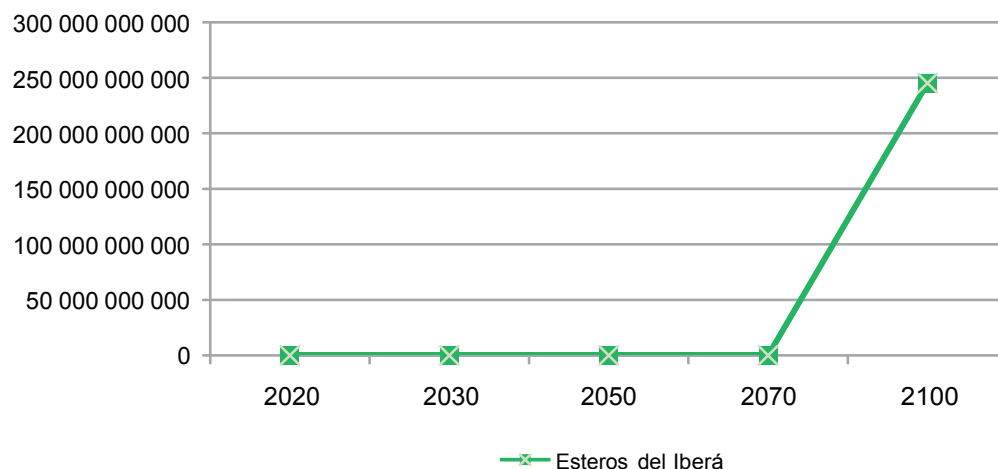
Teniendo en cuenta estas conclusiones, se estimaron los costos de los potenciales impactos que afectarían a las actividades agrícolas y ganaderas, así como a la biodiversidad del sistema, debido a episodios de extrema sequedad que se prolongarían al menos por una década y que podrían poner en peligro la sustentabilidad del sistema. Según las previsiones, es posible que se produzcan dos episodios de sequía consecutivos, con una duración de unos diez años cada uno, a fines del período considerado (2070-2100), en el que se prevén los mayores aumentos de la temperatura en comparación con el clima actual y según todos los modelos climáticos. La vulnerabilidad prevista podría afectar a las siguientes actividades humanas y los siguientes bienes y servicios ambientales significativos: i) la agricultura, ii) la ganadería, iii) la silvicultura, iv) el turismo, v) la retención de nutrientes, vi) la regulación de inundaciones y otras crecidas extraordinarias, vii) la recarga de los acuíferos, viii) la biodiversidad y ix) las condiciones de refugio para especies residentes y migratorias.

El resumen del costo de los elementos mencionados se presenta en el cuadro IV.35 y los gráficos IV.19 y IV.20, según los cuales no habría diferencias relevantes entre los escenarios A2 y B2; el valor estimado en ambos casos es de aproximadamente 245.352 millones de dólares del 2005 hasta 2100, si se aplica una tasa de descuento del 0% y se supone que los períodos secos se produzcan entre los años 2070 y 2100.

Como se observa en el cuadro IV.35, la tasa de descuento utilizada influye notablemente en los valores calculados. De hecho, como los impactos se producen a fines del período estudiado, la tasa de descuento es determinante y reviste una importancia crucial en el proceso de valorización. Mientras que el valor no descontado es casi un 50% más alto que el descontado a una tasa del 0,5%, es 22 veces mayor que el descontado a una tasa del 4%. Sin duda, esto influye notablemente en el proceso de toma de decisiones, dado que las medidas de adaptación identificadas se implementarían en períodos más cercanos al presente y, por ende, presentarían valores reales proporcionalmente más altos.

**GRÁFICO IV.19**

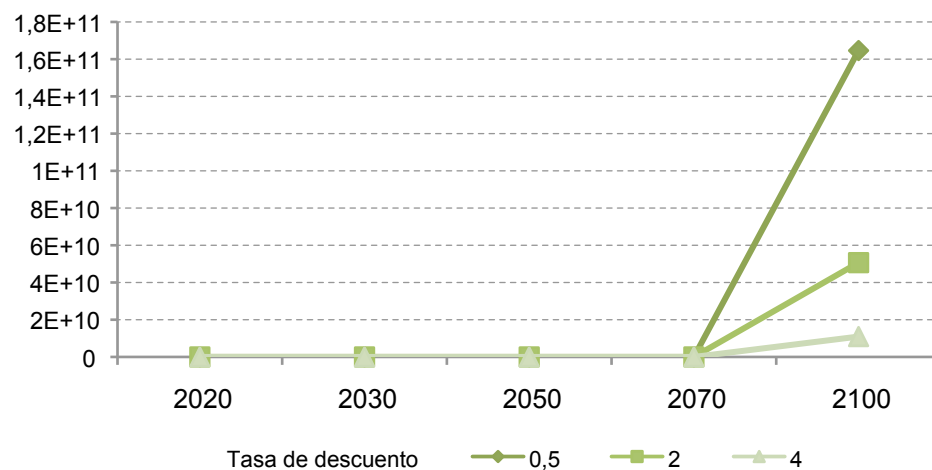
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL ECOSISTEMA DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ Y DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS, ESCENARIOS A2 Y B2, A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 0%**  
(En dólares de 2005)



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.20**

**COSTO DE LAS PÉRDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL ECOSISTEMA DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ Y DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS, ESCENARIOS A2 Y B2, A DISTINTAS TASAS DE DESCUENTO**  
(En dólares de 2005)



Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO IV.35**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL**  
**ECOSISTEMA DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ Y DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS,**  
**ESCENARIOS A2 Y B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	0	0	0	0	245 352 326 114
0,5%	0	0	0	0	164 703 672 121
2%	0	0	0	0	50 686 723 446
4%	0	0	0	0	10 947 177 000

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, en el cuadro IV.36, se presenta el costo anual de las pérdidas de bienes y servicios ambientales en el sistema de los esteros del Iberá en el año 2010, considerado como “caso testigo” de todos los componentes tomados en consideración en este estudio.

**CUADRO IV.36**  
**RESUMEN DEL COSTO ANUAL DE LOS ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA**  
**VALORIZACIÓN MONETARIA DE LOS IMPACTOS PREVISTOS DEL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO EN LOS ESTEROS DEL IBERÁ**  
*(En dólares de 2005)*

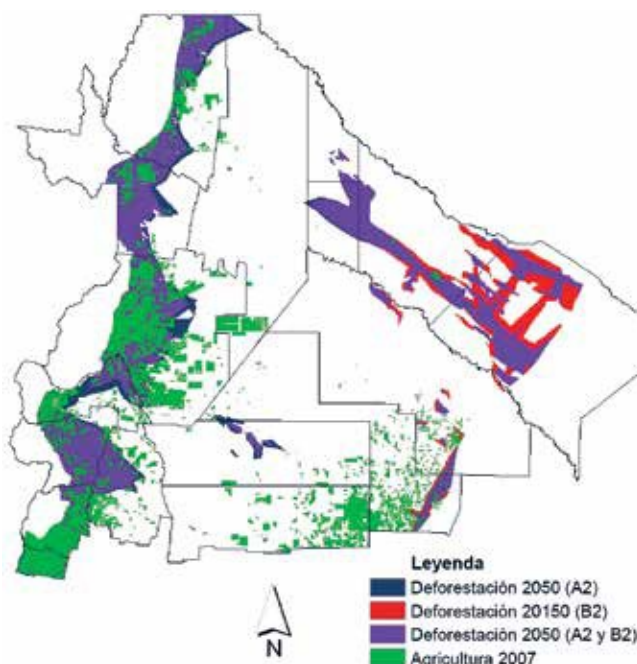
Bienes, servicios y actividades	Pérdida anual, año 2010
Agricultura (arroz)	31 380 878
Ganadería	269 771 881
Silvicultura	60 958 305
Turismo	3 324 755
Retención de nutrientes	1 315 618 059
Regulación de inundaciones	416 343 000
Recarga de acuíferos	9 059 400 000
Conservación de la biodiversidad	894 375
Refugio para especies residentes y migratorias	522 900 000
Total	11 680 591 251

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **b) Impactos previstos en la biodiversidad y el uso del suelo en los bosques del noroeste de la Argentina**

Se realizó un estudio predictivo cuyos resultados se refieren a la probabilidad de ejecución de actividades agrícolas en función de diferentes variables independientes o, expresado en otros términos, a la aptitud de la tierra para ser destinada a la agricultura.

### MAPA IV.13 DEFORESTACIÓN PROYECTADA EN EL NOROESTE DE LA ARGENTINA, 2050



**Fuente:** Elaboración propia.

También se realizaron simulaciones de deforestación hasta el año 2050 a una tasa de 56.530 ha/año, que corresponde a la observada en el área estudiada entre 1972 y 2007<sup>85</sup>. Las simulaciones se limitaron al año 2050, a fin de que la duración del período equivaliera al utilizado en el estudio. Para determinar la deforestación probable se utilizaron modelos de cálculo de la probabilidad de realización de actividades agrícolas y se asumió un supuesto teórico según el cual estas actividades se expandirían hacia áreas que ofrecen mayores probabilidades de explotación, hasta alcanzar la superficie establecida como meta para el período. Conforme a la tasa de deforestación mencionada, se podría esperar que en el año 2050 esta ascienda aproximadamente a dos millones de hectáreas. Los escenarios climáticos muestran que una proporción muy significativa del área estudiada podrá dedicarse a la agricultura en las próximas décadas, lo que, sumado a los cambios tecnológicos, indica que en las próximas décadas el principal factor limitante para la expansión agrícola y, por ende para la deforestación, no serán fenómenos relacionados con el cambio climático, sino factores socioeconómicos, políticos y regulatorios que condicionan las tasas de deforestación<sup>86</sup>.

La posible deforestación futura probablemente dé origen a dos patrones muy definidos de cobertura del territorio: i) una consolidación de la deforestación en el este de la Provincia de Salta, debida al desmonte de todas las zonas intersticiales que deja la actividad agrícola y ii) el desarrollo de un gran frente de deforestación relativamente nuevo en la Provincia de Formosa, principalmente a lo largo de la ruta Formosa–Tartagal. Desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, estos

<sup>85</sup> Sin embargo, esta podría ser una tasa conservadora, ya que en algunos casos las tasas de deforestación ascienden a 145.000ha/año en el último período.

<sup>86</sup> Entre otros, se trata del precio de las materias primas, las políticas de fomento de ciertas actividades, y las políticas fiscales y de comercio exterior. Por otra parte, el pleno cumplimiento de la ley de protección ambiental de los bosques nativos impediría que la deforestación fuera de la magnitud calculada.



patrones ponen seriamente en peligro la conectividad y el flujo génico (migración) con las Yungas y con los sectores boreales del Chaco semiárido del Estado Plurinacional de Bolivia y el Paraguay (véase el mapa IV.13).

Además del impacto de la deforestación en la zona, es posible que el efecto directo del cambio climático sea mucho más acentuado en el caso de algunas especies que se limiten a rangos restringidos, que muy probablemente se vean afectadas por cambios importantes en su distribución o por períodos en los que se den condiciones subóptimas desde el punto de vista climático para su supervivencia. Por consiguiente, en el contexto de estos escenarios de cambio climático adquiere importancia el mantenimiento de corredores biológicos que permitan la migración de ciertas especies en riesgo. Sin embargo los patrones esperables de deforestación van a limitar parcialmente estos desplazamientos, por el hecho de reducir la conectividad latitudinal en el Chaco y su conexión con las Yungas, lo que implica que el potencial efecto sinérgico del cambio climático y de la modificación del uso del territorio podría representar una amenaza adicional a la conservación de la biodiversidad local.

Para calcular el valor económico de los impactos del cambio climático y la deforestación en los bosques del noroeste, se consideraron las situaciones que podrían asociarse con la pérdida de bienes y servicios ambientales suministrados por estos, tomando como punto de partida la tasa de deforestación anual hasta el año 2050 estimada en el estudio respectivo<sup>87</sup>. Se incluyeron los siguientes bienes y servicios ambientales: i) la protección de los recursos hídricos, ii) la regulación del clima, iii) la protección de inundaciones y crecidas extraordinarias, iv) la formación de suelos, v) el control biológico, vi) la recreación, vii) la producción de medicinas naturales, viii) los costos de reposición de los bosques deforestados y ix) la pérdida de biodiversidad vegetal<sup>88</sup>. Además, conforme a lo indicado en el estudio sectorial respectivo, el límite del proceso de deforestación se estableció en el año 2050<sup>89</sup>. Los resultados agregados de estos cálculos se presentan en el cuadro IV.37 y los gráficos IV.21 y IV.22, en los que se indican los costos de los impactos previstos del cambio climático en los bosques del noroeste expresados en dólares de 2005<sup>90</sup>. Los impactos se prolongan fundamentalmente hasta el año 2050, en el que se supone que se detiene la deforestación en virtud de la plena aplicación de la Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos). En los cálculos no se incluyen los costos correspondientes a la pérdida de biodiversidad, que no han podido determinarse por falta de datos. Hasta el año 2050 no se observan diferencias significativas entre ambos escenarios, por lo que se realizó una única estimación que se considera válida para ambos. El monto no descontado y acumulado hasta el año 2050 es de 9.346 millones de dólares de 2005. Este valor acumulado cubre hasta el final del análisis (año 2100)<sup>91</sup>.

<sup>87</sup> Se supone que el valor económico del incremento de la producción atribuible a la acentuación de la aptitud agrícola de los suelos, de acuerdo a los escenarios A2 y B2, está contemplado en el análisis realizado como parte del estudio sectorial de los impactos del cambio climático en la agricultura, por lo que no se incluyen en este estudio para evitar duplicaciones.

<sup>88</sup> Si bien los impactos en la regulación del ciclo de los nutrientes se consideran de particular importancia, no se dispuso de datos fidedignos que permitieran calcular su valor monetario.

<sup>89</sup> Esta información concuerda con la considerada en los demás informes sectoriales, es decir los relativos a los impactos del cambio climático en la agricultura, los escenarios de emisiones y mitigación en la agricultura, y los escenarios de emisiones y mitigación en el sector de USCUS y la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal.

<sup>90</sup> Los bienes y servicios ambientales incluidos en la valoración son los derivados del recuadro III.2.

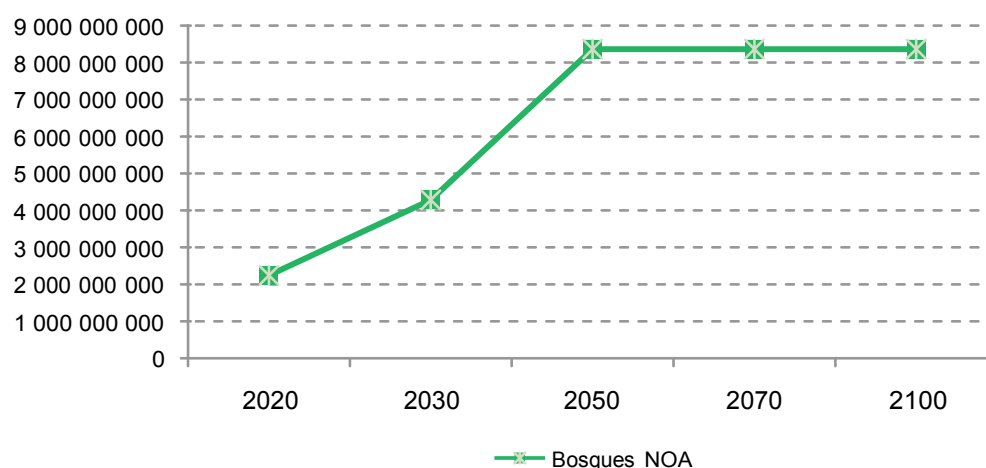
<sup>91</sup> Es importante destacar que, en el supuesto de que la ley mencionada no se aplicara y que las tasas de deforestación estimadas presentaran los valores consignados incluso después de 2050, los costos acumulados por concepto de pérdida de bienes y servicios ambientales en la región podrían ascender a 20.336 millones de dólares.

**CUADRO IV.37**  
**COSTO ACUMULADO DE LAS PÉRDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES**  
**DE LOS BOSQUES DEL NOROESTE DE LA ARGENTINA, ESCENARIOS A2 Y B2, A**  
**DIFERENTES TASAS DE DESCUENTO**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	2 507 525 810	4 787 094 727	9 346 232 563	9 346 232 563	9 346 232 563
0,50%	2 446 071 335	4 556 269 943	8 473 665 524	8 473 665 524	8 473 665 524
2%	2 275 599 050	3 955 378 813	6 463 826 913	6 463 826 913	6 463 826 913
4%	2 076 891 483	3 325 965 444	4 736 856 106	4 736 856 106	4 736 856 106

**Fuente:** Elaboración propia.

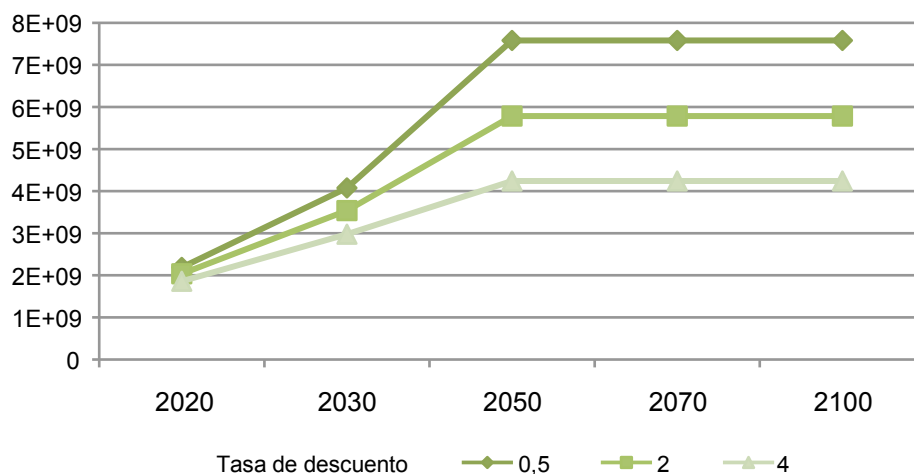
**GRÁFICO IV.21**  
**COSTO ACUMULADO DE LAS PÉRDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE**  
**LOS BOSQUES DEL NOROESTE DE LA ARGENTINA, ESCENARIOS A2 Y B2, A UNA**  
**TASA DE DESCUENTO DEL 0%**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

Suponiendo que el proceso de deforestación culmine en 2050, los valores acumulados alcanzarían su punto máximo ese año y a partir de entonces se mantendrían constantes, dado que al detenerse dicho proceso se dejan de producir pérdidas debidas a la desaparición o al deterioro de la calidad de los bienes y servicios ambientales proporcionados por los bosques. Esto explica la forma aplanada que presenta la curva de costos acumulados a partir del año 2050. Por el mismo motivo, la influencia de las tasas de descuento solo se manifiesta hasta ese año, y los valores monetarios acumulados (expresados en dólares del año 2005) y no descontados prácticamente duplican los valores descontados a una tasa del 4% desde 2050 en adelante. Si se considera el valor acumulado hasta el año 2020, la diferencia entre los valores descontados a ambas tasas asciende apenas a alrededor del 21%. En cambio, si se aplica la tasa del 0,5%, los valores acumulados hasta el año 2020 superan aproximadamente en un 18% los calculados a una tasa de descuento del 4%. En el año 2050 y desde entonces hasta el final del período analizado, la diferencia entre los valores acumulados y calculados a ambas tasas de descuento es de casi un 80%.

**GRÁFICO IV.22**  
**COSTO ACUMULADO DE LAS PÉRDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES**  
**DE LOS BOSQUES DEL NOROESTE, ESCENARIOS A2 Y B2, A DISTINTAS TASAS DE**  
**DESCUENTO**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro IV.38 se presenta el costo anual de la pérdida de bienes y servicios ambientales, expresado en dólares del año 2005, que se registraría en los bosques del noroeste argentino en un año dado (caso testigo año 2010) y desagregado en todos los ítems considerados para este estudio.

**CUADRO IV.38**  
**RESUMEN DEL COSTO ANUAL DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LOS IMPACTOS**  
**PREVISTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES DEL NOROESTE** *(En*  
*dólares de 2005)*

Bienes y servicios ambientales	Pérdida anual en 2010
Protección de recursos hídricos	4 095 599
Regulación del clima	2 826 500
Regulación de alteraciones	9 964 999
Formación de suelos	339 180
Control biológico	113 060
Actividades recreativas	1 130 600
Medicinas naturales	83 488 487
Costos de reposición	56 530 000
Biodiversidad (flora)	69 468 467
Total	227 956 892

**Fuente:** Elaboración propia.

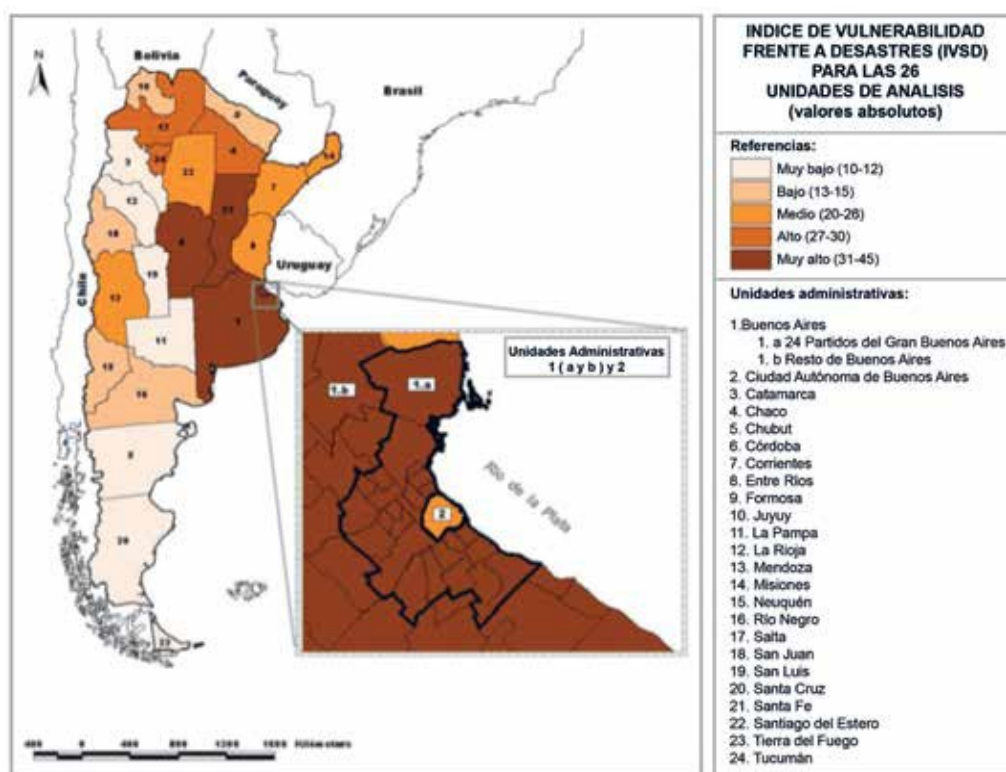
## 2. Población, migración y salud

### a) Cambio de la estructura agraria y migración

El proceso de expansión e intensificación de la actividad agrícola va acompañado de procesos sociales que modifican cómo se estructura socialmente el terreno. Teniendo en cuenta los casos de algunas de las provincias incluidas en los estudios que se describen en la sección IV.B (sector agropecuario), se seleccionaron varias de ellas en función de las similitudes y diferencias que presentaban en términos de vulnerabilidad social frente a desastres que puede suponer el proceso de expansión agrícola. Para ello se empleó el índice de vulnerabilidad social frente a desastres (IVSD). Este índice fue elaborado en el marco de la SCN de la Argentina<sup>92</sup>.

Respecto de los movimientos migratorios, el análisis revela que la incidencia de la migración varía de una provincia a otra. Por ejemplo, mientras Santiago del Estero, Salta y La Pampa tuvieron saldos migratorios positivos, las provincias del Chaco, Entre Ríos y Santa Fe son expulsoras de población.

**MAPA IV.14**  
**ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL FRENTE A DESASTRES<sup>a</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (2001).

<sup>a</sup>No solo se definen como “desastres” los provocados por el cambio climático, sino también los eventos extremos atribuibles a las variaciones climáticas o a factores no relacionados con el clima.

<sup>92</sup> Véase [en línea] [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/comunicaciones\\_nacionales/Impacto%20Socioeconomico%20del%20CC%20en%20Arg.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/comunicaciones_nacionales/Impacto%20Socioeconomico%20del%20CC%20en%20Arg.pdf).

En algunos casos, la migración se puede entender como una estrategia adaptativa; tal es el caso de los procesos históricamente vinculados a factores de índole económica. En la actualidad, también se observa un desplazamiento migratorio de las zonas rurales a las áreas urbanas que, en algunas provincias, está relacionado con cambios en la estructura territorial que responden al requerimiento de tierras para la expansión de la actividad agraria. Estos procesos migratorios se traducen, entre otras cosas, en una presión sobre el parque de viviendas o el medio ambiente y en la consecuente necesidad de ampliar los servicios de infraestructura básica en las áreas de destino. En las zonas de origen, por su parte, se produce un abandono o una subutilización de la infraestructura básica y productiva; cuando los desplazamientos están motivados por cambios de uso del suelo, también se da un aumento de la población urbana. En ambos casos se ve afectada la capacidad de adaptación sociocultural de la población migrante, cuya vulnerabilidad se acentúa. Estos fenómenos no deben dejar de tenerse presentes, a pesar de las dificultades para calcular su valor monetario.

## b) Impactos en la salud

Tanto en la primera comunicación nacional<sup>93</sup> como en la segunda<sup>94</sup> los impactos previstos del cambio climático en lo que respecta a la salud humana y animal se consideraron importantes, pero no se dispuso de estudios específicos que sirvieran de base para su análisis. En los dos documentos, y fundamentalmente en el primero, se indica que el aumento futuro de la temperatura y las variaciones observadas en la distribución geográfica de las precipitaciones ponían de relieve algunos impactos previstos en la salud humana, debidos a la expansión del área de acción de ciertos vectores transmisores de enfermedades, entre las que destacan los siguientes<sup>95</sup>: i) dengue, ii) malaria, iii) tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas, iv) otras enfermedades infecciosas como la esquistosomiasis, v) enfermedades provocadas por hongos como el *paracoccidioides brasiliensis* o *aspergillus*, vi) fiebre amarilla, vii) rickettsia y viii) otras virosis<sup>96</sup>.

La exacerbación de las condiciones que facilitan la aparición de otros trastornos y enfermedades podría responder a la variación prevista de la temperatura, las precipitaciones y los niveles de humedad, así como también a eventos extremos como sequías, inundaciones y tormentas. Ejemplos de esto son las enfermedades respiratorias crónicas, los golpes de calor, el hantavirus, la fiebre hemorrágica (también conocida como “mal de los rastrojos”), las enfermedades debidas a la mala calidad del agua para consumo humano y la leishmaniasis.

En el contexto del estudio de la economía del cambio climático en la Argentina se prestó especial atención a dos enfermedades transmitidas por vectores<sup>97</sup>. Las principales enfermedades de este tipo características de las zonas tropicales y subtropicales de la Argentina son el dengue y la malaria, tanto en términos de incidencia como de la magnitud de la población vulnerable. Se estima que los mayores efectos del cambio climático en lo que respecta a estas enfermedades se observarán en los extremos de sus zonas de prevalencia, bajo temperaturas de 14°C a 18°C en el límite septentrional y de

<sup>93</sup> Gobierno de la República Argentina (1997)

<sup>94</sup> Ibid.

<sup>95</sup> Ibid, páginas 78 y 79.

<sup>96</sup> En la segunda comunicación nacional se destacan el dengue, la malaria y la esquistosomiasis.

<sup>97</sup> La exclusión de las demás enfermedades identificadas como posibles efectos de los impactos del cambio climático responde fundamentalmente a dos motivos: i) el dengue y la malaria son enfermedades típicas de los climas tropicales y los escenarios climáticos apuntan a un aumento de las temperaturas medias y mínimas medias; además, hasta ahora son las enfermedades que el Grupo Intergubernamental identifica como más importantes y ii) porque se trata de enfermedades transmitidas por vectores cuya distribución en términos de temperatura, precipitación y otros parámetros climáticos está adecuadamente modelizada. Se podrían haber incluido otras enfermedades en este estudio, pero debido a su alcance y a las restricciones temporales y presupuestarias no fue posible hacerlo, lo que no impide que la evaluación de estas y otras enfermedades sean materia de nuevos estudios.

35°C a 40°C en el meridional. La Argentina se encuentra en el límite sur de la zona de prevalencia del dengue y la malaria en América del Sur.

El dengue no se considera una enfermedad endémica en la Argentina, pero se han producido varios casos de reaparición del mal: en 1998, en una epidemia que afectó a la la Provincia de Salta, y en 2000, año en que volvió a afectar a las provincias de Formosa y Misiones. En 2009 se registraron epidemias y casos autóctonos que se extendieron casi a la mitad del país.

A fin de estimar y determinar los índices de vulnerabilidad al dengue de acuerdo a los escenarios de emisiones A2 y B2, se aplicó un modelo que permite calcular la extensión del período extrínseco de incubación del virus<sup>98</sup> en función de la temperatura del aire. Posteriormente, se intentó identificar una relación funcional entre el promedio de días que abarca este período y la temperatura media anual de 25 ciudades, lo que permitió elaborar un índice de riesgo directamente aplicable a los datos proporcionados por el INPE.

La malaria es una enfermedad endémica en algunas zonas del noroeste de la Argentina, sobre todo en algunas áreas de Salta y Jujuy, en las que presenta una incidencia anual prácticamente invariable, mientras que en Misiones y en algunas áreas del noroeste, como Tucumán y algunas zonas de Salta y Jujuy, tiene características epidémicas<sup>99</sup>. Aunque la incidencia no es alta en comparación con otras regiones del mundo, en la Argentina existen zonas de transmisión intermitente, cercanas a los límites de distribución tanto en términos de altura como de latitud, lo que les confiere una extrema vulnerabilidad ante un cambio climático. En relación con los índices de riesgo de malaria en la Argentina conforme a los escenarios A2 y B2, se ejecutó un modelo que permite calcular la estabilidad de su transmisión a partir de su capacidad vectorial, equivalente al número de picaduras infectantes de un mosquito y en el que se incluye las probabilidades de picadura e ingesta del plasmodio, de que el mosquito sobreviva hasta que el plasmodio complete su ciclo, y de que vuelva a picar, todo esto antes de su muerte.

Los cambios de temperatura pronosticados permiten suponer que tanto la presencia del vector transmisor (*aedes aegypti*) como la ocurrencia de casos de dengue y epidemias podrían extenderse hacia el sur. Eso redundaría en un aumento de la población expuesta a la enfermedad, que además representaría una mayor proporción de la población total (véase el cuadro IV.39).

**CUADRO IV.39**  
**POBLACIÓN EN RIESGO DE CONTRAER DENGUE EN TÉRMINOS ABSOLUTOS,**  
**ESCENARIOS A2 Y B2<sup>a</sup>**

Dengue		2008	2020	2030	2050	2070	2100
A2	Número de ciudades	1 113	1 415	1 692	1 750	2011	2368
	Habitantes en riesgo	9 836 561	22 547 045	33 649 007	34 003 013	44 807 310	55 613 232
B2	Número de ciudades	1 009	1 150	1 530	1 675	1 829	2 045
	Habitantes en riesgo	9 431 574	11 118 627	25 401 194	35 761 427	42 121 042	50 033 382

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>La información se refiere al número de habitantes de ciudades con número de días de período extrínseco de incubación inferior a 25, según ambos escenarios y en los diversos años de corte.

Las proyecciones basadas solo en la temperatura indican que se produciría una intensificación de la transmisión en las áreas endemoepidémicas actuales, y una expansión en el noroeste y hacia el centro del país.

<sup>98</sup> La expresión “período extrínseco de incubación” alude al período de incubación del virus en el mosquito.

<sup>99</sup> Cuando la incidencia aumenta significativamente en un año dado, se considera que existe una epidemia.

El cálculo de los costos económicos<sup>100</sup> de los impactos del cambio climático que acentúan la probabilidad de ocurrencia de dengue se basó en datos sobre la materia dados a conocer por la “The American Society of Tropical Medicine and Hygiene”<sup>101</sup>, ya que no se encontraron estudios específicos sobre la Argentina. En el estudio de la ASTMH se utilizó una muestra de ocho países, cinco de los cuales son de América Latina (Brasil, Guatemala, El Salvador, Panamá y Venezuela (República Bolivariana de) y tres de Asia (Camboya, Malasia y Tailandia). Para el ejercicio de valorización económica se utilizaron los datos del Brasil, por considerarse que el país presenta una situación más cercana a la de la Argentina<sup>102</sup>.

Cabe tener en cuenta que el costo de un caso de dengue corresponde a la sumatoria de lo siguiente: i) los costos médicos directos, ii) los costos no médicos directos (transporte, comida, alojamiento y varios) y iii) los costos indirectos para las familias y los trabajadores durante la enfermedad (días de clase o de trabajo perdidos y otros gastos indirectos asociados con la misma enfermedad o con las repercusiones para la familias)<sup>103</sup>. Los costos económicos estimados de un caso de dengue, en los que se reflejan todos los costos mencionados y correspondientes a atención ambulatoria u hospitalaria, pero de los que se excluyen los costos de control del vector, vigilancia y laboratorio, ascienden a 389 dólares del año 2005<sup>104</sup>. Este monto representa el costo anual por persona por año, por lo que debe ponderarse por la población que efectivamente puede verse afectada por la enfermedad.

Por otra parte, se estima que solamente el 0,22% de los potenciales afectados contrae la enfermedad<sup>105</sup>, de modo que los 389 dólares se aplican al 0,22% de la población en riesgo en cada año considerado<sup>106</sup>. Estos datos permiten calcular los costos en los que se deberá incurrir en el período 2008-2100 para atender a las personas afectadas por el dengue.

En cuanto a la potencial variación de la distribución de los vectores y la transmisión de la malaria en función de la temperatura y las precipitaciones, la población en riesgo se mantendría como una fracción constante de la población total según los dos escenarios, es decir, en un 9 % a un 11 %. En los análisis sobre la malaria no se observan extensiones tan significativas como las de riesgo de dengue, con la excepción de la potencial distribución del *anopheles darlingi*, uno de los tres mosquitos vectores de la enfermedad. Sin embargo, las predicciones basadas exclusivamente en la temperatura muestran aumentos generalizados y una clara tendencia creciente en el futuro, fenómenos que son dignos de atención. Según las predicciones en las que también se toman en cuenta las precipitaciones, los cambios serían menos marcados o más oscilantes.

<sup>100</sup> Estos costos podrían agruparse bajo el concepto de “gastos inducidos”.

<sup>101</sup> Suaya et al. (2008).

<sup>102</sup> Por otra parte, se consideró importante tener en cuenta también los gastos necesarios para controlar el vector en que debería incurrir un país, con miras a la formulación de políticas preventivas. Sin embargo, se estimó más apropiado considerar los costos pertinentes como parte de las medidas de adaptación que como costos de los impactos. Al respecto, cabe aclarar que, dado que no se dispuso de datos específicos sobre dichos costos en la Argentina se extrajo la información de un trabajo realizado en Panamá sobre la epidemia del año 2005 (Blas Armien y otros (2008)), según el cual los costos ascienden a 1,56 dólares por persona por año (a precios del año 2005). El valor correspondiente al control del vector, por persona y por año, se aplicó a la población en riesgo en cada año, como se indica en el capítulo V.

<sup>103</sup> En este cálculo no se tomaron en cuenta los datos sobre salario mínimo en la Argentina (1.240 pesos) ni sobre el gasto público en educación por alumno de escuelas públicas por año (1.516 pesos), recopilados por el Ministerio de Economía y Finanzas para el año 2004, debido a la falta de desagregación de los datos pertinentes.

<sup>104</sup> El valor de 389 dólares es un promedio ponderado del número de casos incluidos en la muestra utilizada para la valoración económica. Dentro de este promedio, los valores más significativos son los referidos a los costos indirectos, que corresponden a la no percepción de ingresos por parte del paciente y de sus acompañantes. Si bien en el cálculo de los valores absolutos se utilizó el promedio ponderado de la muestra, también debe tomarse en cuenta la diferencia de costos correspondientes a atención hospitalaria y ambulatoria, que ascienden a 676 y 291 dólares, respectivamente.

<sup>105</sup> Carbajo, A. Comunicación Personal y Suaya et al. (2008).

<sup>106</sup> Para los años intermedios se realizó una interpolación de la población en riesgo entre los años de corte.

**CUADRO IV.40**  
**DENGUE: COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS POR IMPACTOS DEL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO, ESCENARIOS A2 Y B2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*

2020	2030	2050	2070	2100	2050
A2	153 843 031	395 926 579	975 038 774	1 649 884 587	2 938 621 455
B2	97 824 242	251 967 124	774 797 574	1 442 556 689	2 626 019 282

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Valores acumulados y no descontados a partir del año 2010 para cada año de corte. No se incluyen los costos de tratamiento de la enfermedad y de control del vector.

**CUADRO IV.41**  
**POBLACIÓN EN RIESGO DE CONTRAER MALARIA, ESCENARIOS A2 Y B2<sup>a</sup>**

Malaria		2020	2030	2050	2070	2100
A2	Habitantes en riesgo	4 997 066	5 252 196	5 418 043	5 574 895	6177 278
B2	Habitantes en riesgo	3 992 181	5 371 659	5 028 338	6 126 864	6 083 561

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>En términos absolutos.

Los datos para la valorización de un caso tipo de malaria provienen de un estudio sobre el Perú realizado en 1998<sup>107</sup> en las regiones en las que se registran más casos de malaria (Tumbes, Piura y Loreto). La metodología empleada para la recopilación de datos en ese estudio consistió en encuestas a las familias afectadas, recolección directa de información de diferentes organismos y utilización de datos provenientes de estadísticas públicas.

Para la valorización económica efectuada como parte de este estudio, se consideran como costos directos los costos de vigilancia, prevención, diagnóstico y curación cubiertos por las instituciones públicas y privadas y los pacientes. Los costos correspondientes a la mayor predisposición a contraer otras enfermedades después de un episodio de malaria no se incluyeron en este cálculo. En los costos directos de los pacientes se incluyeron los gastos por concepto de medicamentos, consultas, exámenes, viáticos (alimentación y transporte del paciente y de un acompañante, en caso de ser necesario) y el costo de oportunidad de los ingresos no percibidos.

De acuerdo con información de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>108</sup>, los episodios severos de malaria son de aproximadamente un 1% por año<sup>109</sup>. El costo medio ponderado de un caso de malaria asciende a 88 dólares del año 2005<sup>110</sup>. Este dato y los cálculos presentados en el cuadro IV.42 permiten estimar las pérdidas derivadas de los impactos del cambio climático en la salud por concepto de aumento de los casos de malaria<sup>111</sup>.

<sup>107</sup> “Impacto económico de la malaria en el Perú”; Serie Vigía N°1

<sup>108</sup> Kiszewski et al. (2007).

<sup>109</sup> El valor exacto es 1,444%.

<sup>110</sup> Con respecto a la malaria no se consideraron acciones masivas de prevención del vector ya que, en la mayoría de los casos, las medidas de prevención se adoptan en los hogares y su costo ya está considerado en otras categorías.

<sup>111</sup> No se contó con información estadística fidedigna sobre la relación entre los casos efectivos de malaria y la población en riesgo, por lo que se consideró que toda la población es vulnerable.



**CUADRO IV.42**  
**MALARIA: COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS ATRIBUIBLES A LOS IMPACTOS**  
**DEL CAMBIO CLIMÁTICO<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*

Malaria	2020	2030	2050	2070	2100
A2	439 741 808	4 959 720 515	14 356 073 805	24 036 105 849	39 561 899 004
B2	351 311 928	4 502 418 084	13 635 992 148	23 469 169 633	39 584 957 809

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Valores acumulados y no descontados a partir del año 2010, por año de corte.

A partir de los resultados de los cálculos sobre el dengue y la malaria, se estimaron los costos económicos (expresados en dólares de 2005) atribuibles a los impactos del cambio climático en la salud, de acuerdo a los escenarios A2 y B2. Estos resultados son similares en ambos casos y presentan un valor acumulado hasta el año 2100 de 42.501 millones de dólares según el escenario A2 y de 42.211 millones de dólares según el escenario B2<sup>112</sup>.

**CUADRO IV.43**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS ATRIBUIBLES A LOS IMPACTOS**  
**DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	593 584 839	5 355 647 095	15 331 112 579	25 685 990 436	42 500 520 459
0,50%	567 908 040	4 974 927 276	13 544 126 667	21 593 790 389	33 126 989 307
2%	498 468 921	4 003 691 655	9 486 829 813	13 315 319 218	17 120 304 796
4%	421 103 411	3 024 758 390	6 112 407 433	7 573 777 850	8 485 301 670

**Fuente:** Elaboración propia.

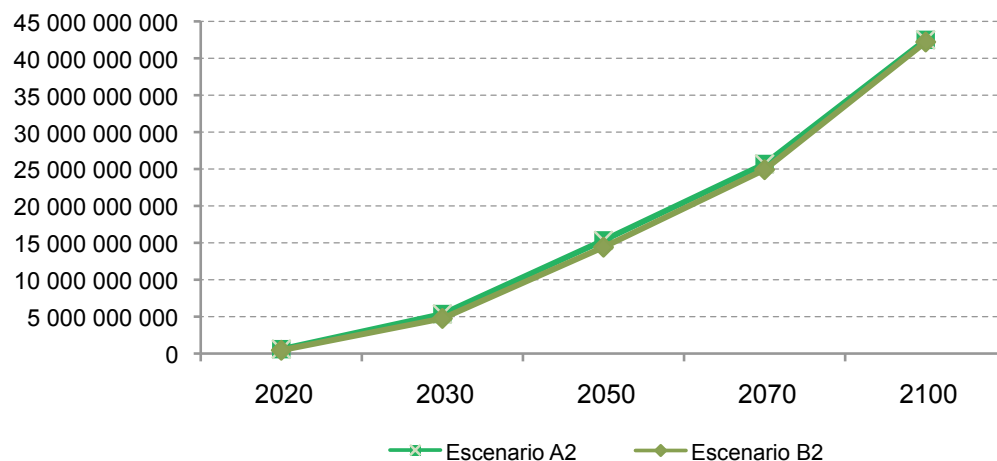
**CUADRO IV.44**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS ATRIBUIBLES A LOS IMPACTOS**  
**DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	449 136 170	4 754 385 208	14 410 789 722	24 911 726 322	42 210 977 087
0,5%	429 581 413	4 409 789 722	12 709 989 501	20 862 999 028	32 744 364 084
2%	376 733 731	3 532 909 132	8 853 569 846	12 716 851 552	16 652 037 050
4%	317 924 170	2 653 025 407	5 656 219 625	7 123 789 356	8 071 200 851

**Fuente:** Elaboración propia.

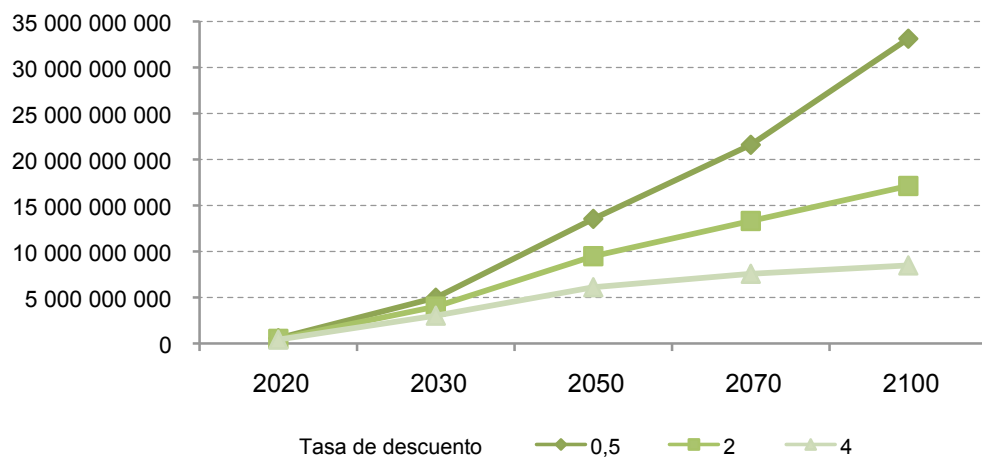
<sup>112</sup> Corresponde a los costos de tratamiento de los casos de dengue y malaria.

**GRÁFICO IV.23**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS ATRIBUIBLES A LOS IMPACTOS DEL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD, ESCENARIOS A2 Y B2, A UNA TASA DE**  
**DESCUENTO DEL 0%**  
*(En dólares de 2005)*



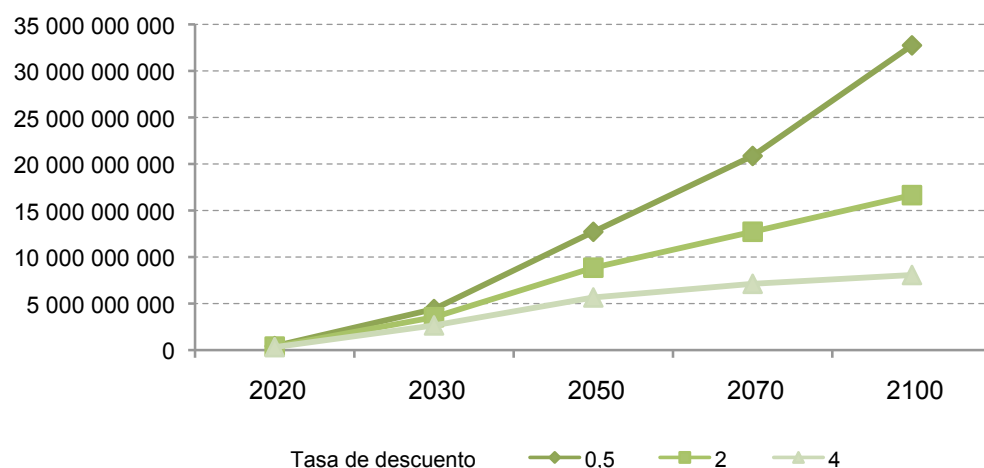
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.24**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS ATRIBUIBLES A LOS IMPACTOS**  
**DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD, ESCENARIO A2, A DISTINTAS TASAS**  
**DE DESCUENTO**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO IV.25**  
**COSTO DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS ATRIBUIBLES A LOS IMPACTOS DEL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros IV.43 y IV.44 y en los gráficos IV.23, IV.24 y IV.25, las diferencias entre ambos escenarios no son significativas en el período analizado. Incluso la diferencia cercana al 32% hasta el año 2020 se reduce considerablemente, a un 0,6% y un 5,1% dependiendo de la tasa de descuento escogida, en el año 2100. En cambio, se observa una marcada diferencia entre los valores calculados a distintas tasas de descuento en cada escenario analizado. En efecto, en ambos escenarios los valores acumulados hasta el año 2100 y no descontados son bastante similares, al igual que las diferencias relativas al valor acumulado hasta ese año y descontado a tasas del 0,5% (alrededor de un 28% mayor en el escenario A2 y un 29% mayor en el B2), del 2% (entre un 248% y un 253%, respectivamente) y del 4% (500% y 522%, respectivamente), lo que también indica que el valor de los impactos previstos en el escenario B2 registran un aumento proporcionalmente mayor que los previstos en el escenario A2 en los últimos años del período.

## V. Procesos de adaptación en curso: medidas propuestas y estimación de sus costos

Tanto en la SCN como en el estudio nacional de la Argentina se identificaron una serie de medidas de adaptación a los impactos previstos del cambio climático en diferentes sectores, sistemas y regiones, principalmente los efectos vinculados con los recursos hídricos y su posible evolución. En el contexto del estudio nacional no se llevaron a cabo estudios específicos sobre algunos fenómenos, como los relacionados con tormentas y eventos extraordinarios, dado que no pueden predecirse exclusivamente sobre la base de los datos climáticos suministrados por el INPE, pero para la SCN ya se habían identificado medidas de adaptación a estos eventos, como también a las crecidas extraordinarias, el aumento o la disminución de la precipitación media anual, el aumento o la disminución de los caudales medios y otros impactos de carácter hidrológico.

Específicamente, se identificaron medidas estructurales y no estructurales. Entre las primeras destacaban, entre otras, las siguientes: i) obras de construcción de defensas contra las inundaciones, ii) obras de canalización de los excedentes hídricos y iii) obras de retención de los excedentes hídricos. Las medidas no estructurales más importantes son las siguientes: i) reglamentación del uso del suelo en zonas inundables, ii) formulación de planes para hacer frente a emergencias, desarrollo de sistemas de alerta temprana y planes de evacuación, y actividades de capacitación y concientización; iii) formulación de planes de recuperación con posterioridad a situaciones de emergencia, iv) formulación de planes de mantenimiento de la infraestructura, v) redefinición de los criterios de diseño de obras públicas, vi) formulación de planes de manejo de los recursos hídricos y vii) realización de estudios hidrológicos.

Este aspecto del estudio tiene varios antecedentes, entre los que cabe mencionar el Plan maestro integral de la Cuenca del río Salado, que incluye medidas estructurales y no estructurales; el Plan federal de control de inundaciones, y diversos programas para los ríos del litoral.

En lo que concierne a las medidas de adaptación tomadas de forma autónoma por los involucrados, destacan sin duda alguna las aplicadas en el sector agropecuario, principalmente relacionadas con las mayores precipitaciones observadas a partir de la segunda mitad del siglo XX. También cabe destacar un importante proceso de adaptación autónoma a los mayores caudales registrados en la Cuenca del Plata, que incluye tanto la construcción de defensas contra las inundaciones como medidas relacionadas con la navegación<sup>113</sup>.

---

<sup>113</sup> Gobierno de la República Argentina (2007).

Con el propósito de determinar el costo de las medidas de adaptación al cambio climático que podrían aplicarse para prevenir o atenuar los impactos previstos de este en diversos sistemas, sectores y regiones del país, se utilizó la información identificada por los expertos responsables de los informes sectoriales, tanto en lo que respecta a las medidas concretas como a la disponibilidad de datos relevantes. Ante todo, cabe recordar que en el estudio no se incluyen todos los sistemas, sectores y regiones que podrían verse afectados por el cambio climático. Por otra parte, no se dispone de información técnica y socioeconómica sobre algunos de los sistemas, sectores y regiones incluidos, información que es esencial para la valorización monetaria.

Por lo tanto, las medidas cuya valorización económica se presenta en esta sección no agotan las posibilidades existentes y constituyen solo un pequeño porcentaje de las que se podría aplicar<sup>114</sup>. Asimismo, el valor monetario calculado dista mucho de representar la verdadera magnitud de las erogaciones necesarias para prevenir o incluso reducir los efectos de los impactos previstos del cambio climático, y solo corresponde a una reducida porción, la más fácilmente identificable, cuantificable y susceptible de expresarse en términos monetarios, de dichas erogaciones. Queda pendiente, entonces, un arduo trabajo de recopilación de información técnica y socioeconómica que ofrezca una imagen apropiada de la situación.

## A. Medidas de adaptación en las costas del río de la Plata

Con el objeto de determinar el valor económico de las medidas de adaptación destinadas a reducir la vulnerabilidad de la costa del río de La Plata al cambio climático, se recurrió al estudio “Evaluaciones de impacto y adaptación al cambio climático”. Bronstein (2007) sostiene que existen dos tipos de medidas de adaptación ante las inundaciones en la zona: i) la construcción de obras de defensa y ii) la reubicación de los asentamientos en zonas no inundables.

En el presente estudio se calcula el valor de los dos tipos de medidas, adaptadas a la situación específica de la Argentina. Para calcular el valor monetario aproximado de las medidas necesarias, se utilizaron los costos identificados en un caso piloto presentado en el estudio de Bronstein (2007), en el que se atribuye un valor de 12.700.000 dólares a una obra de defensa con un perímetro de 9 km a lo largo de la zona costera de Avellaneda<sup>115</sup>. Esta zona es representativa de un área muy urbanizada y cuya población es de nivel socioeconómico medio a bajo, dependiendo de su ubicación.

Si bien cada zona tiene sus propias características, ante la falta de información se optó por utilizar este dato para calcular el costo total de una obra de defensa de toda la región estudiada (80 km), mediante la extrapolación a toda la extensión del valor correspondiente a los 9 km del estudio de referencia. En el cuadro V.1 se presentan el costo por kilómetro y el costo total de la obra.

<sup>114</sup> Por ejemplo, no se tomaron en consideración los costos de la generación de energía eléctrica adicional necesaria, que se debiera utilizar como alternativa a la electricidad de origen hídrico, a fin de compensar la pérdida de generación hidroeléctrica debida a la reducción de los caudales por efecto de los cambios climáticos previstos. Estos costos corresponderían a la alternativa más probable de generación de electricidad en un escenario de referencia que, en el caso de la Argentina, consistirían específicamente en los costos vinculados a la construcción, la operación y el mantenimiento de centrales térmicas a gas natural y de ciclo combinado. No obstante, una alternativa de este tipo entraría en contradicción con las medidas de mitigación de los efectos de los GEI que se plantean en otro documento de este proyecto; de hecho, en tal caso las medidas de adaptación al cambio climático supondrían una mayor emisión de ese tipo de gases. En vista de esta situación y para evitar propuestas que pudieran ser incompatibles, no se incluyen medidas de adaptación que supongan mayores emisiones, aunque cabe aclarar que esto se traduce en una subestimación de los potenciales costos de las medidas de adaptación necesarias.

<sup>115</sup> Avellaneda es un partido (división administrativa) de la Provincia de Buenos Aires, que limita con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y forma parte del conurbano bonaerense.

**CUADRO V.1**  
**COSTOS DE UNA OBRA DE DEFENSA EN LA COSTA DEL RÍO DE LA PLATA**  
*(En dólares de 2005)*

Obra	Dólares/km	Total
Terraplén	1 022 222	81 777 778
Otras obras de ingeniería	388 889	31 111 111
Total	1 411 111	112 888 889

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de Bronstein (2007).

Además, en la valorización económica de esos impactos se incluyeron los costos de reubicación de los habitantes de áreas vulnerables y se supuso que la nueva urbanización tendría un valor similar al de la original, por lo que se analizaron las siguientes variables: i) número de viviendas, ii) costo por vivienda, iii) número de habitantes por vivienda y iv) costo de los edificios públicos por unidad integrante del área. El total ascendió a alrededor de 350.000.000 dólares para la zona piloto, pero este valor no corresponde a toda la superficie del área vulnerable, sino solamente a esa zona. Ante la falta de información fidedigna para extrapolar este valor a toda el área, se decidió no realizar una proyección, lo que condujo a una subestimación de los verdaderos costos de las medidas de adaptación, al menos en lo que concierne a esta medida.

Si se supone que las medidas previstas de adaptación tendrían que aplicarse inmediatamente (en el “punto cero”), su valor acumulado (462,9 millones de dólares del año 2005) se mantiene constante en los años de corte posteriores. Esto significa que no varía en comparación con el valor de la adopción de las medidas al inicio del período, lo que obedece al hecho de que una vez realizadas las obras iniciales no se toman nuevas medidas, motivo por el cual el valor acumulado tampoco se ve afectado por las diferentes tasas de descuento utilizadas.

## **B. Medidas de adaptación a las inundaciones de los principales ríos del litoral (Paraná y Uruguay)**

Para realizar una estimación del valor económico de las potenciales medidas de adaptación de la región del litoral a posibles inundaciones de cierta magnitud, se consideraron los valores monetarios de las medidas adoptadas con posterioridad a las inundaciones de 1982 y 1992 en la región estudiada. Específicamente se tomaron en cuenta la construcción de obras de defensa y las medidas de emergencia y evacuación adoptadas en cada caso.

En la valoración pertinente se consideraron el número y la magnitud de las inundaciones previstas en la zona estudiada (véanse los cuadros IV.3 a IV.6) y los costos correspondientes a las medidas mencionadas en el párrafo anterior (cuadros IV.7 a IV.9).

**CUADRO V.2**  
**COSTO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LAS INUNDACIONES DEL LITORAL,**  
**ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005 no descontados)*

	2020	2030	2050	2070	2100
Río Uruguay	350 658 000	260 337 000	334 719 000	350 658 000	387 849 000
Ríos Paraná y Paraguay	659 953 434	596 298 000	178 889 400	838 842 834	655 927 800
Total	1 010 611 434	856 635 000	513 608 400	1 189 500 834	1 043 776 800

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO V.3**  
**COSTOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LAS INUNDACIONES DEL LITORAL,**  
**ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005 no descontados)*

	2020	2030	2050	2070	2100
Río Uruguay	345 345 000	329 406 000	371 910 000	302 841 000	393 162 000
Ríos Paraná y Paraguay	477 038 400	477 038 400	357 778 800	357 778 800	779 213 034
Total	822 383 400	806 444 400	729 688 800	660 619 800	1 172 375 034

**Fuente:** Elaboración propia.

Los valores presentados en los cuadros V.2 y V.3 corresponden a costos acumulados, a los que se les aplicaron las distintas tasas de descuento. Esta operación permitió calcular el valor monetario de la pérdida total acumulada (véanse los cuadros V.4 y V.5 y los gráficos V.1 y V.2).

**CUADRO V.4**  
**COSTO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LAS INUNDACIONES**  
**DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA REGIÓN DEL LITORAL (RÍOS PARANÁ**  
**Y URUGUAY), ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1 010 611 434	1 867 246 434	2 380 854 834	3 570 355 668	4 614 132 468
0,5%	961 443 107	1 736 751 668	2 157 468 267	3 039 331 113	3 705 619 251
2%	829 053 372	1 405 544 170	1 638 152 491	2 000 691 251	2 176 318 614
4%	682 732 873	1 073 689 905	1 180 668 908	1 293 743 334	1 324 335 280

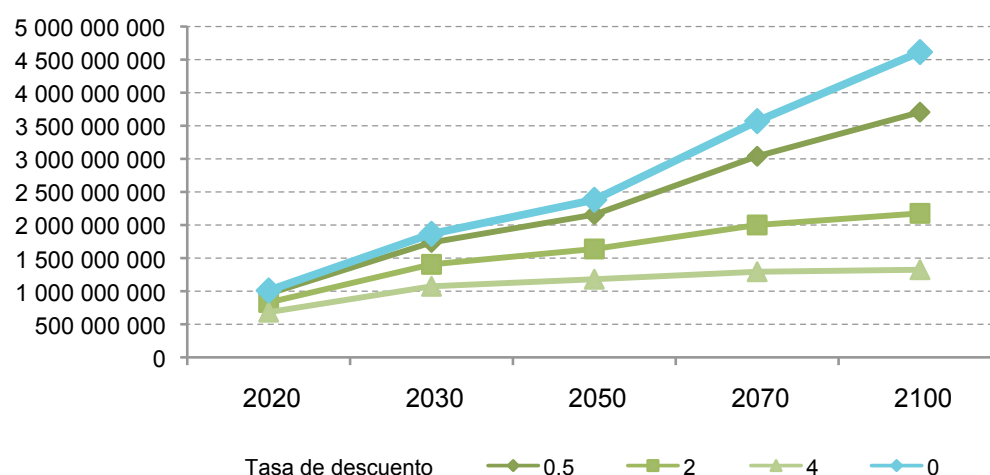
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO V.5**  
**COSTO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LAS INUNDACIONES DE**  
**LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA REGIÓN DEL LITORAL (RÍOS PARANÁ Y URUGUAY),**  
**ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
0%	822 383 400	1 628 827 800	2 358 516 600	3 019 136 400	4 191 511 434
0,5%	782 372 754	1 512 255 665	2 109 972 117	2 599 737 269	3 348 115 254
2%	674 640 824	1 217 354 787	1 547 823 851	1 749 169 050	1 946 434 535
4%	555 572 758	923 623 455	1 075 609 638	1 138 408 421	1 172 769 439

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO V.1**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LAS**  
**INUNDACIONES DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA REGIÓN DEL LITORAL (RÍOS**  
**PARANÁ Y URUGUAY), ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

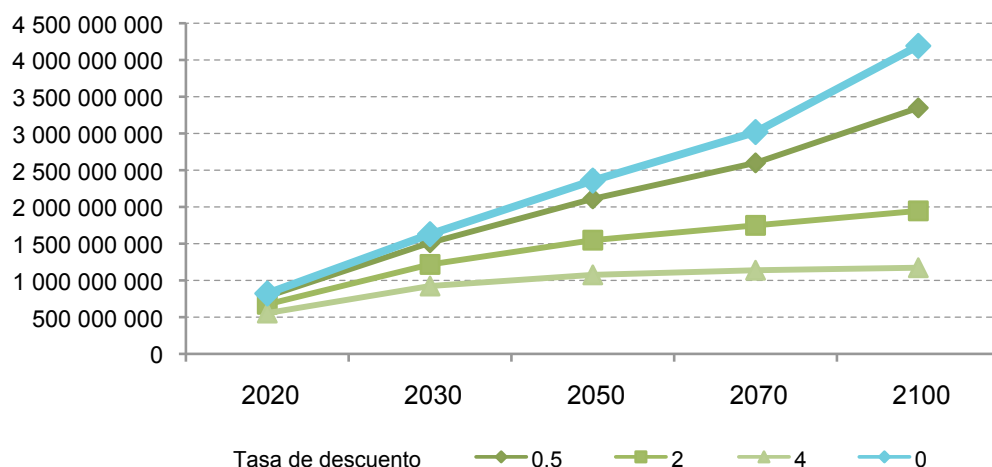


**Fuente:** Elaboración propia.

La comparación de los cuadros V.4 y V.5 revela que al término del período analizado el valor económico de los costos acumulados de las medidas de adaptación a las inundaciones de los principales ríos de la Cuenca del Plata sería un 13% mayor según el escenario A2, a una tasa de descuento del 4%. La diferencia más marcada entre los valores económicos de las medidas de adaptación correspondientes a ambos escenarios se da al principio del período considerado (valores acumulados hasta el año 2020), en el que sería casi un 23% superior en el escenario A2. Esta diferencia va disminuyendo paulatinamente a todas las tasas de descuento, pero en forma más marcada a menores tasas; este proceso se prolonga hasta el año 2050, en el que los costos de las medidas de adaptación necesarias son prácticamente iguales en ambos escenarios, en el caso de que no se apliquen tasas de descuento. A partir de 2050, la diferencia entre ambos escenarios vuelve a aumentar levemente, pero sin que se repitan los valores anteriores al año 2050.



**GRÁFICO V.2**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**A LAS INUNDACIONES DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA REGIÓN DEL LITORAL**  
**(RÍOS PARANÁ Y URUGUAY), ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a la sensibilidad de estos valores a las tasas de descuento utilizadas, los valores no descontados y acumulados hasta el año 2100 del escenario A2 son tres veces y media superiores a los valores acumulados pero descontados a una tasa del 4% (véanse los cuadros V.4 y V.5 y los gráficos V.1 y V.2). La diferencia es algo inferior a la que se observa en el escenario B2 en la misma situación, puesto que supera levemente las tres veces y media si se comparan los valores sin descontar con los descontados a una tasa del 4%.

### C. Medidas de adaptación a los impactos previstos en el ámbito de la salud

Las medidas de adaptación consideradas para el sector salud consisten en las actividades de control del vector del dengue, vigilancia y servicios de laboratorio necesarias para hacer frente a la mayor incidencia de la enfermedad como consecuencia de los cambios climáticos<sup>116</sup>. Para la determinación del valor económico de las medidas mencionadas, se utilizaron como datos de base las conclusiones de un estudio sobre su costo per cápita, que asciende a 1,56 dólares<sup>117</sup>. Este dato fue ponderado por la población que, según las proyecciones, podría verse afectada en los diversos años de corte, de acuerdo a cada escenario climático considerado. Los valores calculados se presentan en los cuadros V.6 y V.7.

<sup>116</sup> Se incluyen, entre otros, gastos de personal, mantenimiento de vehículos, gasolina y material para fumigación.

<sup>117</sup> Véase Armien, Suaya y otros (2008), estudio realizado para el Ministerio de Salud de Panamá. En relación con los rubros sobre los que no se disponía de datos correspondientes a la Argentina, se estableció una estrecha colaboración con los expertos sectoriales, que aportaron sugerencias sobre bibliografía e información disponible, como también sobre la pertinencia de la aplicación de estos datos a las condiciones, características y circunstancias prevalecientes en la Argentina.

**CUADRO V.6**  
**COSTOS ECONÓMICOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**RELACIONADAS CON EL DENGUE, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	280.433.663	721.717.064	1.777.355.092	3.007.501.700	5.356.683.184
0,5%	272.627.366	680.452.806	1.587.420.988	2.541.880.413	4.151.099.825
2%	251.057.329	574.115.184	1.154.730.068	1.606.102.783	2.134.962.188
4%	226.088.080	464.778.016	791.933.881	962.957.866	1.089.026.703

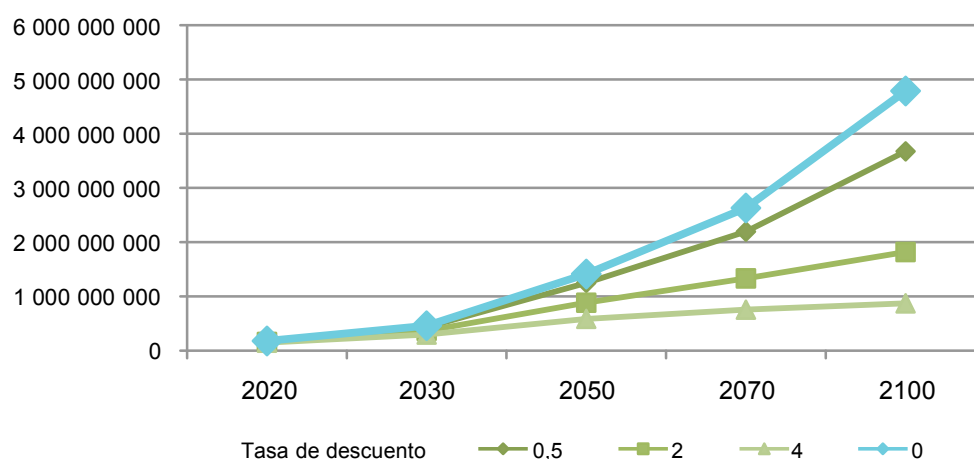
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO V.7**  
**COSTOS ECONÓMICOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**RELACIONADAS CON EL DENGUE, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	178.319.488	459.299.736	1.412.344.257	2.629.572.838	4.786.854.499
0,5%	173.830.326	433.060.337	1.249.638.230	2.194.952.726	3.673.525.996
2%	161.387.611	365.683.668	884.185.686	1.332.470.727	1.819.182.210
4%	146.904.714	296.828.011	585.904.201	756.370.231	872.633.060

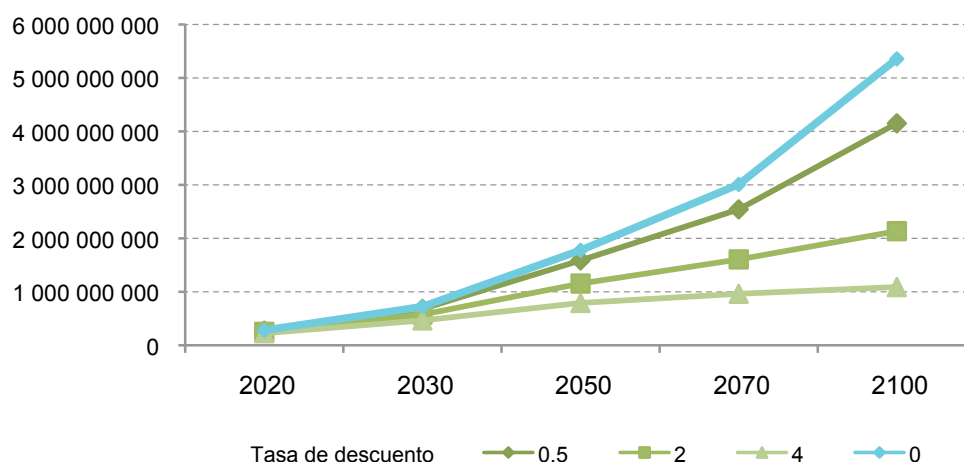
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO V.3**  
**EVOLUCIÓN DE LOS COSTOS ECONÓMICOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE**  
**ADAPTACIÓN RELACIONADAS CON EL DENGUE, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO V.4**  
**EVOLUCIÓN DE LOS COSTOS ECONÓMICOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE**  
**ADAPTACIÓN RELACIONADAS CON EL DENGUE, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros V.6 y V.7 y en los gráficos V.3 y V.4, los costos acumulados hasta el año 2100 de las medidas de adaptación en el sector salud previstas en el escenario A2 superan en cerca de un 25% el valor correspondiente al escenario B2, calculado a una tasa de descuento del 4%. La máxima diferencia entre los dos escenarios se da en los costos acumulados los primeros años de corte (2020 y 2030), en los que los correspondientes al escenario A2 y no descontados o descontados a una tasa muy baja (0,5%) son alrededor de un 57% más altos que los del escenario B2.

En lo que concierne a la influencia de la tasa de descuento en los costos acumulados hasta el año 2100 según ambos escenarios climáticos, esta es mucho más marcada en el escenario B2 que en el A2. Mientras en el primero de estos los costos acumulados y no descontados hasta el final del período analizado superan en más de un 548,6% los valores descontados a una tasa del 4%, en el escenario A2 la diferencia es del 492%.

## D. Medidas de adaptación en materia de riego en la región del Comahue

Para la valorización económica de las medidas de adaptación al cambio climático en la región del Comahue se tomaron en consideración los costos adicionales que deberían cubrirse para hacer frente a las necesidades de riego en la región, como consecuencia del estrés hídrico previsto de conformidad con la información disponible sobre el clima futuro. En los cálculos pertinentes se consideraron tanto el costo adicional del agua de riego como el número de hectáreas plantadas con árboles frutales (50.000 ha)<sup>118</sup>. Como indicador del estrés hídrico se consideró la reducción de los caudales estimada en el estudio sectorial respectivo, de acuerdo a cada uno de los escenarios y en cada año de corte, y se estimó que la necesidad adicional de riego estaría en relación directa con el descenso previsto de los caudales.

<sup>118</sup> Cámara Argentina de Fruticultores Integrados, Consideraciones sobre la fruticultura de peras y manzanas de Río Negro y Neuquén, junio de 2008.

**CUADRO V.8**  
**COSTO DEL AGUA DE RIEGO Y VOLUMEN DE AGUA CORRESPONDIENTE A UN**  
**CICLO DE CULTIVO DE UNA HECTÁREA EN LA REGIÓN DEL COMAHUE**  
*(En dólares del año 2005)*

Variable	Valor	Unidad utilizada
Costo del agua de riego	0,00639439	Dólares
Agua utilizada por ciclo en la fruticultura	8 500	m <sup>3</sup> /ha/ciclo

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de Barbazza (2005) y Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (2008).

Se acumularon los valores calculados desde el año 2010 hasta el final del período analizado (2100) y se les aplicaron las tasas de descuento correspondientes.

Como se observa en los cuadros V.9 y V.10 y en los gráficos V.5 y V.6, los costos acumulados hasta el año 2100 de las medidas de adaptación identificadas para la región del Comahue son un 169% superiores en el escenario A2 a una tasa de descuento del 4%. Esta diferencia entre los dos escenarios llega a su nivel máximo en el futuro más cercano (acumulación hasta el año 2020), en el que los costos calculados de acuerdo al escenario A2 superan en un 207% los del escenario B2. Por otra parte, la influencia de la tasa de descuento en la determinación del valor final de los costos de las medidas de adaptación es significativamente mayor en el escenario B2 que en el A2. Además, según el escenario B2 los valores acumulados al año 2100 y no descontados superan en un 529,4% los valores descontados a una tasa del 4%, mientras que en el escenario A2 esa diferencia es de un 491,3% en los mismos períodos y de acuerdo a las mismas tasas.

**CUADRO V.9**  
**COSTOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO ASOCIADAS A LA MAYOR NECESIDAD DE RIEGO EN LA REGIÓN DEL**  
**COMAHUE, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	3 467 677	8 522 442	23 469 328	42 764 398	71 707 003
0,5%	3 382 692	8 061 891	20 904 859	35 909 992	55 789 451
2%	3 146 944	6 871 724	15 095 534	22 239 927	28 825 375
4%	2 872 150	5 641 873	10 277 237	13 008 180	14 594 030

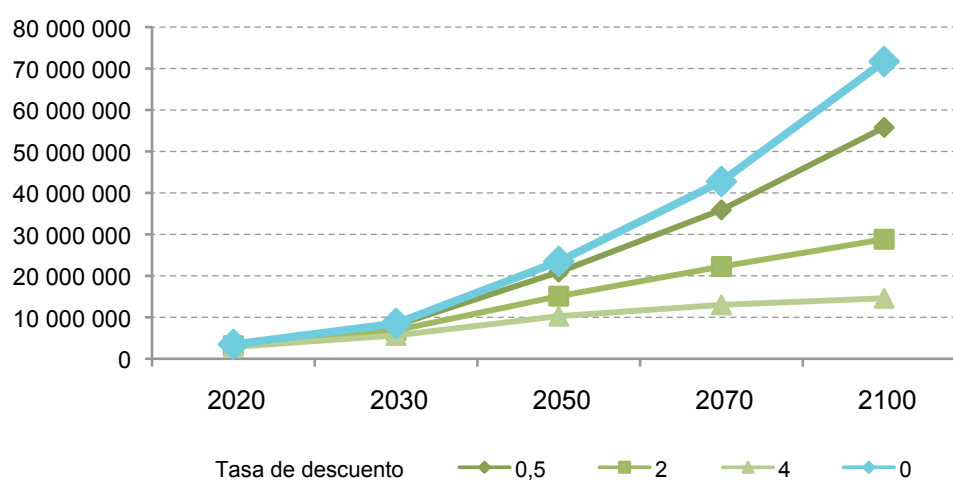
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO V.10**  
**COSTOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO ASOCIADAS A LA MAYOR NECESIDAD DE RIEGO EN LA REGIÓN DEL**  
**COMAHUE, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1 674 051	4 581 900	13 441 326	26 268 472	45 509 189
0,05%	1 633 023	4 324 821	11 937 199	21 912 442	35 128 082
2%	1 519 214	3 661 964	8 536 441	13 285 953	17 663 884
4%	1 386 555	2 979 891	5 727 397	7 542 897	8 597 152

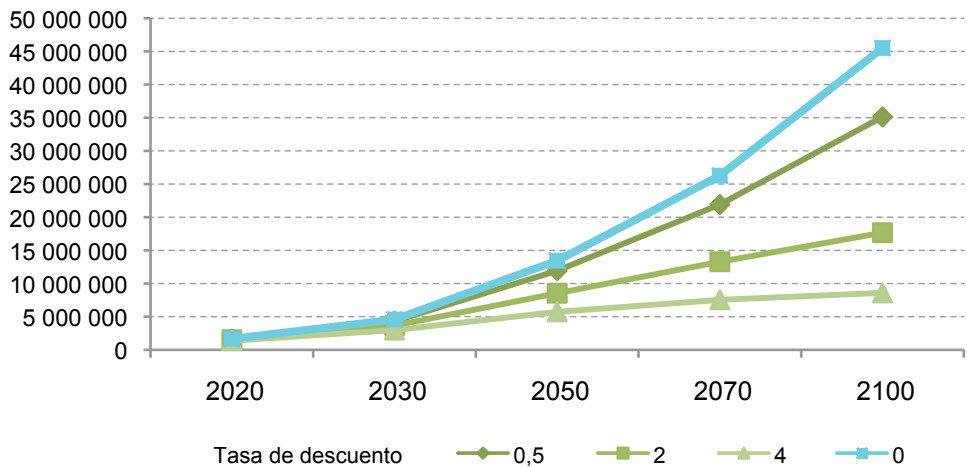
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO V.5**  
**EVOLUCIÓN DE LOS COSTOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**AL CAMBIO CLIMÁTICO ASOCIADAS A LA MAYOR NECESIDAD DE RIEGO EN LA**  
**REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO V.6**  
**EVOLUCIÓN DE LOS COSTOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**AL CAMBIO CLIMÁTICO ASOCIADAS A LA MAYOR NECESIDAD DE RIEGO EN LA**  
**REGIÓN DEL COMAHUE, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*



Fuente: Elaboración propia.

**E. Resumen de las medidas de adaptación identificadas**

En los cuadros V.11 y V.12 se presentan los costos acumulados de las medidas de adaptación que han podido ser identificadas y valorizadas en el presente estudio. Los valores acumulados y no descontados hasta el año 2100, calculados a una tasa de descuento del 0%, ascienden a 10.505 millones de dólares del año 2005 en el caso del escenario A2 y a 9.487 millones de dólares en el escenario B2.

**CUADRO V.11**  
**RESUMEN DE LOS COSTOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO IDENTIFICADAS Y VALORIZADAS, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1 757 401 663	3 060 374 829	4 644 568 143	7 083 510 655	10 505 411 544
0,5%	1 700 342 054	2 888 155 254	4 228 683 003	6 080 010 407	8 375 397 416
2%	1 546 146 534	2 449 419 967	3 270 866 982	4 091 922 850	4 802 995 066
4%	1 374 581 992	2 006 998 683	2 445 768 915	2 732 598 269	2 890 844 902

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO V.12**  
**RESUMEN DE LOS COSTOS ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**AL CAMBIO CLIMÁTICO IDENTIFICADAS Y VALORIZADAS, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1 465 265 828	2 555 598 325	4 247 191 072	6 137 866 599	9 486 764 011
0,5%	1 420 724 992	2 412 529 712	3 834 436 435	5 279 491 326	7 519 658 221
2%	1 300 436 538	2 049 589 308	2 903 434 867	3 557 814 619	4 246 169 518
4%	1 166 752 916	1 686 320 246	2 130 130 125	2 365 210 438	2 516 888 540

**Fuente:** Elaboración propia.

De los cuadros anteriores se deduce que los costos acumulados en los últimos años del período son de un 11% (a una tasa de descuento del 0%) a un 15% mayores (a una tasa del 4%), según el escenario A2. Cabe señalar que la diferencia se acentúa cuando se utilizan tasas de descuento más altas. La mayor diferencia entre los costos basados en ambos escenarios, que asciende a alrededor del 20%, se registra a principios del período analizado (2020 a 2030) y, en todos los casos, los mayores costos corresponden al escenario A2.

En el contexto del escenario A2, los valores acumulados al término del período y no descontados superan en poco más de 3,6 veces los calculados a una tasa de descuento del 4% y son un 25,43% más altos que los calculados a una tasa del 0,5%. En cambio, en el escenario B2 la diferencia es más acentuada, ya que los costos acumulados hasta el año 2100 y no descontados son 3,8 veces mayores que los calculados a una tasa de descuento del 4% y poco más de un 26% superiores a los basados en una tasa de descuento del 0,5%.

## VI. Procesos de mitigación del cambio climático

Para estimar el potencial de mitigación de los gases de efecto invernadero en la Argentina en el período comprendido entre los años 2010 y 2100, se procedió en primer lugar a desarrollar dos escenarios de emisiones: i) un escenario de base o tendencial, que cubre el período 1990-2100 y ii) un escenario de mitigación, que cubre el mismo período y en el que se contempla la adopción de medidas en diversos sectores con el fin de limitar o reducir las emisiones de GEI.

Se tomaron en consideración los mismos sectores identificados como fuentes de emisión y sumideros de GEI conforme a la metodología descrita en las guías revisadas del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático de 1996 para la elaboración de inventarios nacionales de GEI, es decir energía; procesos industriales; agricultura, incluida la ganadería; uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura, y residuos<sup>119</sup>.

Para el cálculo de las emisiones de acuerdo a ambos escenarios, se utilizaron la metodología desarrollada por el Grupo Intergubernamental<sup>120</sup> y los factores de emisión de los distintos tipos de GEI seleccionados para la SCN de la Argentina<sup>121</sup>; en el caso del sector energético, se utilizó el modelo del sistema de planificación de otras fuentes de energía para los países menos desarrollados (LEAP) para realizar los análisis predictivos y asegurar la coherencia de los resultados obtenidos. El potencial de calentamiento global (PCG) utilizado corresponde al período de cien años previsto en el segundo informe de evaluación del Grupo Intergubernamental (1995), conforme a lo acordado por la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y aplicado en los proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio<sup>122</sup>.

---

<sup>119</sup> UNEP / WMO / IPCC / OCDE / IEA (1997).

<sup>120</sup> UNEP / WMO / IPCC / OCDE / IEA (1997); UNEP / WMO / IPCC / OCDE / IEA / IGES (2000); UNEP / WMO / IPCC / OCDE / IEA (2004); IPCC (2000) y UNFCCC (2004).

<sup>121</sup> Gobierno de la República Argentina (2007).

<sup>122</sup> CO<sub>2</sub>: 1; CH<sub>4</sub>: 21; N<sub>2</sub>O: 310.



## A. Escenarios de base de emisiones de co<sub>2</sub> equivalente

Para la estructuración de los escenarios de base de emisiones de GEI se tomaron en consideración los estudios, fuentes y estimaciones enumerados a continuación:

**Período histórico 1990-2005:** información contenida en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes a los años 1990, 1994, 1997 y 2000, elaborados para su inclusión en la SCN presentada por la Argentina a la secretaría de la Convención Marco; examen de las emisiones de GEI en el período 1990-2030 realizado por la Fundación Bariloche, en el que se otorga particular importancia al sector energético<sup>123</sup>, y la revisión de estas estimaciones realizada por los consultores sectoriales participantes en este estudio e incluidas en los informes sectoriales respectivos. El grado de desagregación empleado para este análisis es similar al utilizado en el inventario de emisiones.

**Período 2005-2030:** escenario socioeconómico predictivo, cuyos principales resultados se incluyen en el presente documento, basado, entre otros, en el estudio específico ejecutado en el marco del estudio nacional y que, a su vez, es una revisión del incluido en el citado estudio de la Fundación Bariloche (2008) y que contiene información incluida en el escenario socioeconómico utilizado por la Secretaría de Energía de la Argentina para la elaboración del diagnóstico correspondiente al período 2008-2025<sup>124</sup>, con lo que se asegura la coherencia entre los tres ejercicios predictivos llevados a cabo por miembros del mismo equipo. También se tomaron en consideración las estimaciones de la posible evolución de las emisiones de GEI contenidas en el estudio de la Fundación Bariloche, cuyas conclusiones fueron revisadas, actualizadas y ajustadas por los consultores sectoriales, principalmente en lo que respecta a los sectores no energéticos y al comportamiento de las principales variables que definen la evolución de las emisiones de cada sector. En el caso del estudio predictivo 2005-2030, el grado de desagregación también es considerable y llega hasta el nivel de ramas en determinadas industrias, sobre todo las más relevantes desde el punto de vista del consumo de energía, que se tomaron en consideración en la aplicación del modelo LEAP.

**Período 2030-2100:** estimaciones de comportamiento de las variables socioeconómicas relevantes en los diversos sectores, mediante proyecciones de la tasa de crecimiento de la población, el PIB per cápita, el PIB sectorial y la composición del PIB, toda esta información derivada del escenario socioeconómico presentado en el estudio nacional y cuyas principales conclusiones se toman en cuenta en el presente estudio. Sobre la base de dicho comportamiento, se estimó la evolución potencial de las emisiones de GEI de cada sector en términos agregados.

**Período 2030-2100:** estimaciones de las emisiones de GEI sectoriales elaboradas sobre las bases indicadas a continuación<sup>125</sup>:

- Tasa de crecimiento de la población para la estimación del consumo energético del sector residencial.
- Aumento del área sembrada hasta el año 2100, conforme a lo indicado en el informe sectorial sobre la agricultura, para la estimación del consumo energético del sector agropecuario.
- Evolución prevista del valor bruto de la producción para la proyección del consumo energético de los demás sectores productivos.
- En el sector energético se supuso que la intensidad energética, consistente en la relación entre el consumo de energía y el PIB, irá disminuyendo tendencial y gradualmente en función del aumento de la eficiencia energética y de la utilización de los recursos, incluso en el escenario de base.

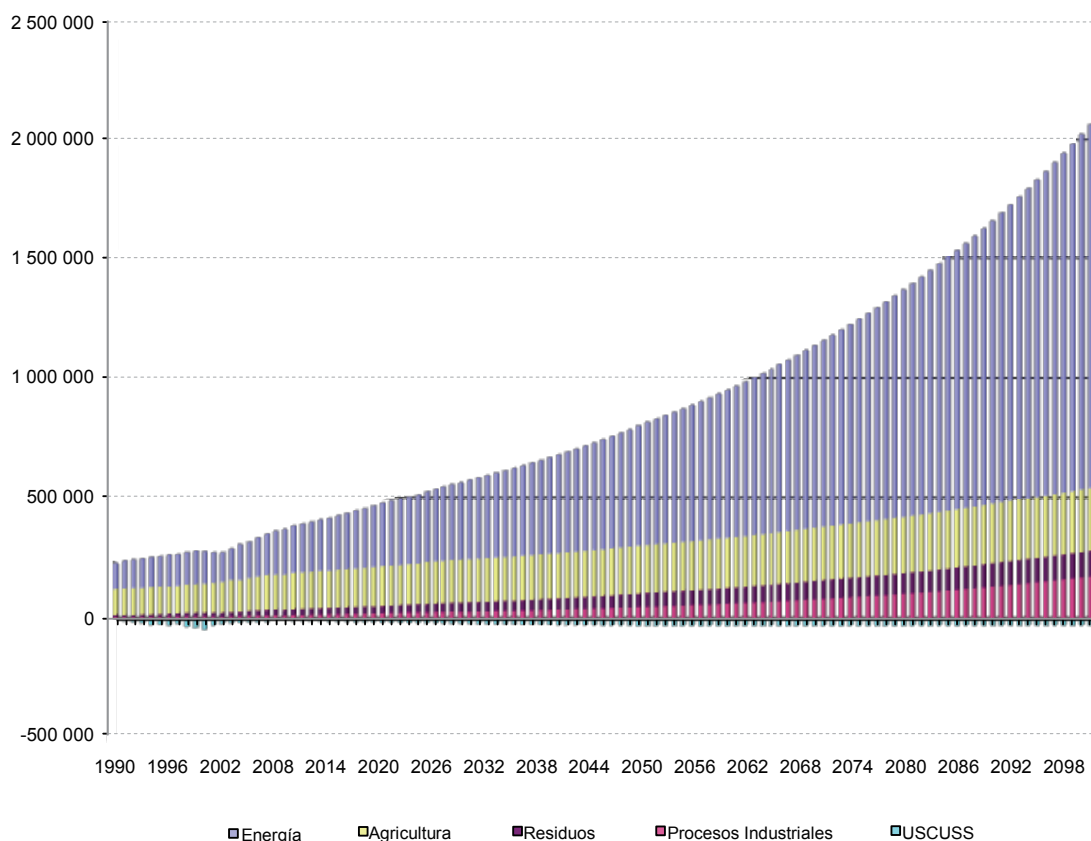
<sup>123</sup> Fundación Bariloche (2008).

<sup>124</sup> Secretaría de Energía de la Nación (2008).

<sup>125</sup> Se mencionan solo parte de las fuentes utilizadas. La información detallada se presenta en los puntos correspondientes a cada sector del informe de síntesis y los informes sectoriales.

- Variaciones estimadas del VBP y del PIB para la estimación de las emisiones del sector de procesamiento industrial; se consideraron los sectores minero, de producción de metales, petroquímico y de la construcción, entre otros.
- Existencia de 70 millones de cabezas de ganado vacuno en el año 2100, cifra indicada en el informe sectorial pertinente, para la estimación de las emisiones del sector ganadero.
- Supuesta expansión gradual del área de potencial uso agrícola, hasta su plena utilización, para la proyección de las emisiones del sector agrícola. Se utilizaron como parámetros una extensión de 42 millones de hectáreas en 2050 y la paulatina incorporación de otros 15 millones desde entonces hasta el año 2100, proceso atribuido a la ocupación de tierras que, bajo ciertas circunstancias y mediante la aplicación de tecnologías conocidas actualmente, pueden dedicarse a la explotación agrícola.
- Tendencia de evolución de la población para la estimación de las emisiones del sector de residuos.
- En relación con el uso de los suelos, el cambio del uso del suelo y la silvicultura, se supuso que a partir del año 2050 se daría pleno cumplimiento a las disposiciones de la Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

**GRÁFICO VI.1**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES SECTORIALES NETAS DE GASES DE EFECTO**  
**INVERNADERO, ESCENARIO DE BASE, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VI.1**  
**EMISIONES SECTORALES DE GEI EN TÉRMINOS DE CO<sub>2</sub>e, ESCENARIO DE BASE**  
*(Millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e)*

Sector	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	103,6	148,8	191,6	260,4	331,2	509,5	757,9	1 500,4
Procesamiento industrial	8,3	13,9	16,0	23,7	30,7	50,4	82,5	173,1
Agrícola	108,1	136,3	152,4	164,0	178,7	203,9	220,8	249,4
Residuos	8,7	19,2	24,1	29,7	38,7	60,7	79,9	108,9
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	-3,5	-12,4	-7,5	-13,7	-18,5	-27,3	-26,9	-26,6
Total	225,2	305,8	376,6	464,1	560,8	797,2	1 114,2	2 005,2

**Fuente:** Elaboración propia.

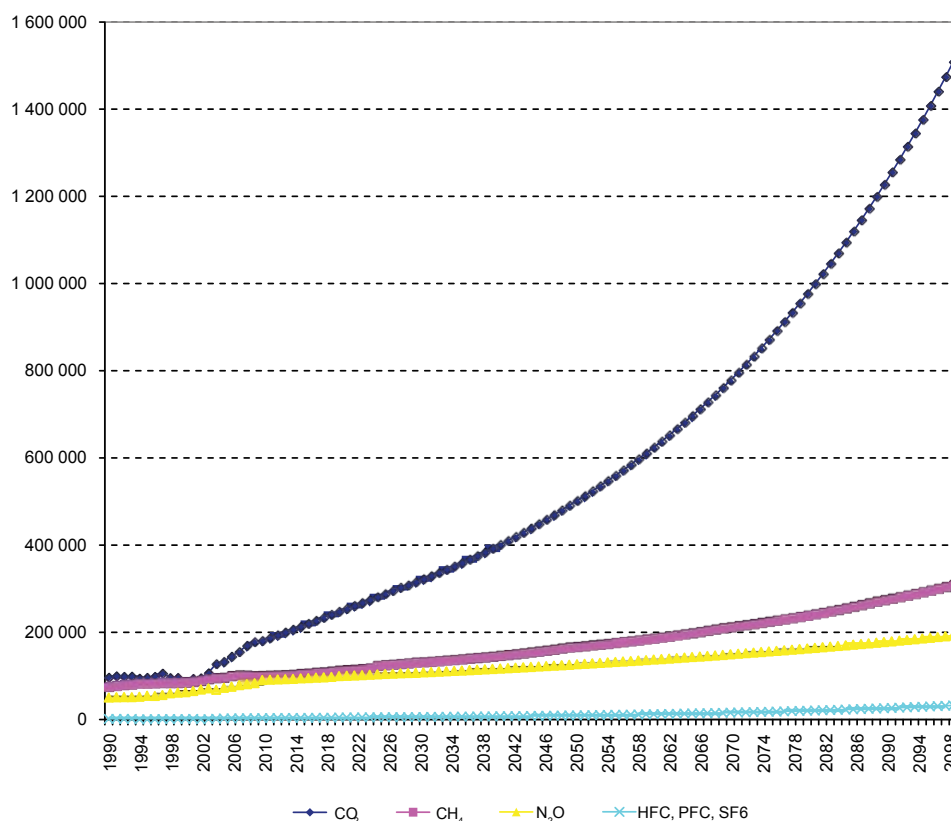
En el gráfico VI.1 y el cuadro VI.1 se observa la evolución del total de emisiones netas de GEI en la Argentina, incluido el sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura<sup>126</sup>, en el período analizado. Estas emisiones aumentan de 225.229,67 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 2.005.243,62 Gg de CO<sub>2</sub>e en el año 2100, lo que implica que crecen nueve veces en ese lapso. El incremento registrado entre los años 1990 y 2005 (este último considerado como punto de partida del estudio para el cálculo predictivo de las emisiones) es de casi un 36%; entre el inicio de la serie y el año 2010 es de un 67%. Por lo tanto, las emisiones netas totales podrían llegar a crecer seis veces y media entre 2005 y 2100. En el año 2010 el aumento sería de un 23,2% respecto del año base, mientras que en 2020 se registraría un aumento del 51,8%, que se elevaría a un 83,4% en 2030, a un 160,7% en 2050, a un 264,4% en 2070 y a un 555,7% en el 2100, año final del período en el que se prevé que las emisiones equivalgan a tres veces y media las de 2030.

Sobre la base de los mismos datos, se deduce que se produciría un aumento de la importancia relativa de las emisiones correspondientes al sector energético, en comparación con los demás sectores, a medida que se va avanzando en el tiempo y la serie se acerca al año horizonte (2100). En efecto, en el sector energético las emisiones se multiplican por diez entre el año base (2005) y el año horizonte (2100) y también se eleva significativamente su participación en el total de emisiones de GEI. Si se excluye el sector de USCUSS, el sector energético, que en 2005 representa el 46,76% del total de emisiones (48,65% del total de emisiones netas), pasa a representar el 49,89% de estas en 2010, el 54,50% en 2020, el 57,17% en 2030, el 61,79% en 2050, el 66,42% en 2070 y el 73,84% en 2100. Las emisiones del sector agrícola siguen ocupando el segundo lugar en términos de volumen, pero su participación se iría reduciendo en comparación con las provenientes del sector energético. Aunque en términos absolutos registrarían un alza del 83% entre 2005 y 2100, su participación en el total disminuiría del 42,83% en 2005 al 39,68% en 2010, al 34,32% en 2020, al 30,48% en 2030, al 24,73% en 2050 y al 19,35% en 2070, para terminar representando un 12,28% en 2100. El sector cuyas emisiones registrarán un mayor aumento porcentual es el de procesamiento industrial (superior a 11 veces), pero su participación en el total seguiría siendo poco significativa incluso en el año 2100 (8,63% en comparación con un 4,37% en el año base). Las emisiones del sector de residuos se quintuplican hasta el año 2100 y su participación en el total de emisiones de GEI llega a su punto máximo en 2050 (7,37% del total), para luego reducirse, paralelamente a la desaceleración del crecimiento de la población, hasta representar el 5,36% del total en el año 2100.

<sup>126</sup> En las emisiones netas se incluyen las capturas de CO<sub>2</sub> en el sector de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura. La distinción entre las emisiones de GEI en las que se incluyen las de este sector y las demás es importante en la Argentina, porque este presenta un mayor nivel de absorción en sumideros que de emisiones por fuentes. Por consiguiente, las emisiones netas difieren de las brutas, debido a que las absorciones de CO<sub>2</sub> ya han restado de las primeras.

En cuanto a las emisiones de GEI por tipo de gas (véanse el gráfico VI.2 y el cuadro VI.2), se observa una clara tendencia creciente de la proporción del total de emisiones correspondiente a  $\text{CO}_2$ . De hecho, las emisiones de este gas se multiplican por diez entre el año base y el año horizonte, y algo similar sucede si se excluyen las emisiones del sector de USCUS, que pasan de representar el 43,7% de las emisiones netas en 2005 al 75,1% en 2100. Esta evolución es diametralmente opuesta a lo que sucede tanto con el  $\text{CH}_4$  como con el  $\text{N}_2\text{O}$ . Si bien las emisiones de  $\text{CH}_4$  se triplican entre 2005 y 2100, su participación disminuye del 31,9% del total en 2005 al 27% en 2010 y del 25% al 20% entre 2020 y 2050, y desciende a menos del 20% en 2070 (19,1%) y 2100 (15,2%). La evolución de las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  es similar, puesto que se duplican en el período analizado, pero su participación se reduce del 23,9% en 2010 al 8,8% en 2100. El estancamiento relativo de las emisiones de las actividades agrícolas y ganaderas, en comparación con las producidas por el sector energético, explica el descenso de la participación de estos dos gases cuya importancia como componente del total de GEI sigue siendo una característica destacada de las emisiones de los países que son grandes productores agropecuarios, como ocurre con la Argentina. Los demás GEI, entre otros los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), presentan un notable incremento en términos absolutos (principalmente debido a la mayor fabricación de equipos de refrigeración, conservación de alimentos y aire acondicionado, la producción de aluminio y la utilización de estos gases con otros fines), y su participación en el total llega a su punto máximo en el año 2100, en el que representan el 0,9% del total.

**GRÁFICO VI.2**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES NETAS DE GEI POR TIPO DE GAS,**  
**ESCENARIO DE BASE, 1990-2100**  
*(En Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ )*



**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VI.2**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE RESIDUOS, ESCENARIO DE BASE**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e)*

Emisiones sectoriales, incluido el sector de USCUS	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	97,3	133,5	181,8	248,4	317,9	491,1	746,1	1 506,1
Metano (CH <sub>4</sub> )	76,6	97,4	101,7	113,7	132,3	169,8	212,4	304,0
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	50,4	73,1	91,0	99,2	107,3	131,0	146,9	176,7
Hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> )	0,9	1,7	2,1	2,8	3,3	5,3	8,8	18,4
Total	225,2	305,8	376,6	464,1	560,8	797,2	1 114,2	2 005,2

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1. Composición actual de la matriz energética, y posibles tendencias de la oferta y la demanda de energía en el período 2010-2100

El análisis predictivo de la demanda y la oferta del sector energético hasta 2030 se basó principalmente en las conclusiones del estudio de la Fundación Bariloche (2008) y el diagnóstico para el período 2008-2025 de la Secretaría de Energía, basados en el modelo LEAP.

Para estimar la evolución de la demanda energética hasta el año 2030 y la participación de las fuentes energéticas de los diferentes sectores, se consideró la evolución histórica de la participación de las distintas fuentes energéticas de cada subsector. Se prevé que la estructura de precios relativos de los productos energéticos evolucione de conformidad con sus precios internacionales, aunque se supone que el gas natural y la electricidad mantendrán ventajas comparativas respecto de los demás, lo que permitiría que ambas fuentes siguieran incorporándose a la matriz energética durante el período analizado.

Asimismo, se prevé la incorporación de biocombustibles, que sustituirán principalmente a los productos derivados del petróleo, aunque la dependencia de los hidrocarburos seguirá siendo preponderante, fundamentalmente en el sector del transporte; por otra parte, se producirá una sustitución del petróleo y sus derivados por el gas natural, incluso importado, especialmente en la industria y en actividades que supongan usos no energéticos.

Respecto de la electricidad se supone que se cumplirán las hipótesis del Gobierno de la Argentina, según las cuales todos los hogares del país contarán con electricidad antes de 2025.

**CUADRO VI.3**  
**EVOLUCIÓN PREVISTA DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA, ESCENARIO DE BASE**  
*(En miles de toneladas equivalentes de petróleo/millones de pesos de 2004)*

	2004	2030	2050	2070	2100
Comercial y público	0,0146	0,0133	0,0133	0,0126	0,0120
Industria	0,0276	0,0313	0,0313	0,0298	0,0283
Transporte	0,2442	0,1634	0,1634	0,1553	0,1475
Agropecuaria	0,1144	0,0951	0,0951	0,0903	0,0858
Total	0,0630	0,0530	0,0530	0,0503	0,0478

**Fuente:** Elaboración propia.

También se prevé una leve disminución de la intensidad energética hasta el año 2030, siguiendo la tendencia histórica. Esta disminución continuaría en los periodos posteriores a 2030 y se prevé que no variaría entre 2030 y 2050, pero luego disminuiría un 5% entre 2050 y 2070 y un 5% adicional entre 2070 y 2100. Lo anterior respondería al posible aumento de la eficiencia debida a las mejoras tecnológicas incorporadas que se esperan en los nuevos equipos que van ingresando, de forma tendencial, durante el período analizado. En el cuadro VI.3 se presentan las intensidades energéticas correspondientes a los años 2004, 2030 y a los años de corte posteriores a 2030.

Se estimó que en el sector del transporte se mantendría la tendencia histórica y, además, se observaría una mejora de los consumos específicos que traería aparejado un ahorro de energía. En el año 2010 se habría comenzado a utilizar una mezcla de gasóleo con un 5% de biodiésel y un 5% de bioetanol como sustituto de la gasolina.

En el sector agropecuario se prevé un considerable incremento del uso de gasóleo, pese a lo cual se propone la incorporación del biodiésel, de acuerdo a lo previsto en la Ley de Biocombustibles.

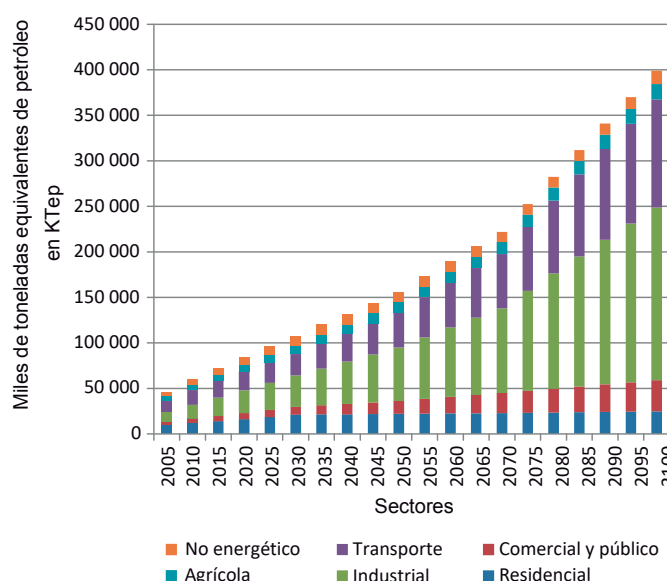
Con respecto a la oferta energética, se adoptaron los supuestos indicados a continuación, con mayor nivel de detalle para el período 2010-2030 y mayor grado de agregación a partir de entonces (período 2030-2100):

- Aumento en los primeros años del período 2010-2030 de la autogeneración, que luego retomaría los niveles históricos, de alrededor del 10% de la demanda total y de un máximo del 18% en la industria. Se prevé un predominio de las centrales térmicas convencionales (en especial a turbovapor y electrogeneradores que funcionan con diésel), lo que significa que la estructura de generación se mantendría prácticamente invariable. Se espera un aumento de la participación del gasóleo y la creciente incorporación de otras fuentes primarias (residuos agroindustriales).
- Supuesta incorporación en las redes interconectadas de servicio público, en el período 2010-2030, de nuevas instalaciones cuya construcción ya está decidida o que seguramente se construirán. Si bien se prevé una reanudación del desarrollo hidroeléctrico y nuclear, este no modificará significativamente la estructura del parque de centrales de generación.
- Incorporación de equipos que funcionen con fuentes renovables, pero sin llegar a los niveles optimistas previstos en la Ley de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles de 2006.
- Incorporación masiva de turbinas de ciclo combinado dual (gas natural y gasóleo) y equipos de turbovapor (gas natural, combustible líquido y carbón mineral), lo que exige una disponibilidad de gas natural levemente superior a la actual.
- Aplicación de una política de integración eléctrica conservadora con los países vecinos en el período 2010-2030, en la que solo se contemplan las obras existentes de interconexión y las obras que están en ejecución.
- Reducción progresiva de la oferta de petróleo, tanto en términos de producción como de reservas, lo que convertiría a la Argentina en un país importador neto de crudo después de 2010. En cuanto al gas natural, se estima que deberían acelerarse los procesos de exploración y que, en caso contrario, habría que incrementar las importaciones. Asimismo, se estima que parte de la creciente demanda interna sea satisfecha mediante la reducción de las exportaciones.
- Mantenimiento constante del nivel de consumo energético per cápita del sector residencial del año 2030 hasta 2050 y descenso a partir de entonces hasta que se logre una reducción del 5% en 2070. Esta tendencia se acentuaría, puesto que entre 2070 y 2100 el indicador registraría una baja adicional del 5%.

- Reducción de la intensidad energética en diversos sectores a partir del año 2030 (véase el cuadro VI.3).
- Eliminación de las restricciones para el uso de gas natural y de petróleo y sus derivados en 2030-2100, dado que si los recursos nacionales no permitieran satisfacer la demanda se recurriría a la importación de estos combustibles. La producción de energía hidroeléctrica alcanzaría su pleno potencial identificado (alrededor de 175.000 GWh/año) en el período que concluye en 2100.
- Después de 2030, en el sector eléctrico solo quedarían sistemas aislados que no puedan interconectarse por diversos motivos, entre otros la existencia de barreras geográficas. Por otra parte, el número de autoprodutores aumentaría a distintas tasas por tramos, hasta presentar en el período 2070-2100 una tasa de expansión equivalente a la mitad de la observada en 2020-2030. Todo el resto de la expansión del abastecimiento eléctrico destinada a cubrir la demanda energética proyectada provendría de sistemas interconectados.

En el gráfico VI.3 se presentan los resultados de la predicción de la demanda energética en el año horizonte. Como se puede apreciar, las hipótesis y los supuestos utilizados ponen de manifiesto un crecimiento muy importante del sector industrial, que sextuplica su consumo entre 2030 y 2100 y lo multiplica por 16 veces entre 2005 y 2100, y pasa de representar el 25% del total en 2005 al 31,9% en 2030 y al 46,5% en 2100. Algo similar sucede con el sector de transporte, que registra un aumento del 21,7% en 2030 al 29,1% en 2100, lo que se compara con el 27,8% del total de la demanda final de energía que representaba en 2005. El subsector cuya participación acusa una mayor contracción en el período analizado es el residencial (21,7% del total de la demanda energética en 2005 y 19,7% en 2030, en comparación con el 6% del total en 2100), debido fundamentalmente a la dispar evolución de las variables explicativas de los subsectores (población en el caso del sector residencial y valor bruto de la producción en los otros dos subsectores mencionados).

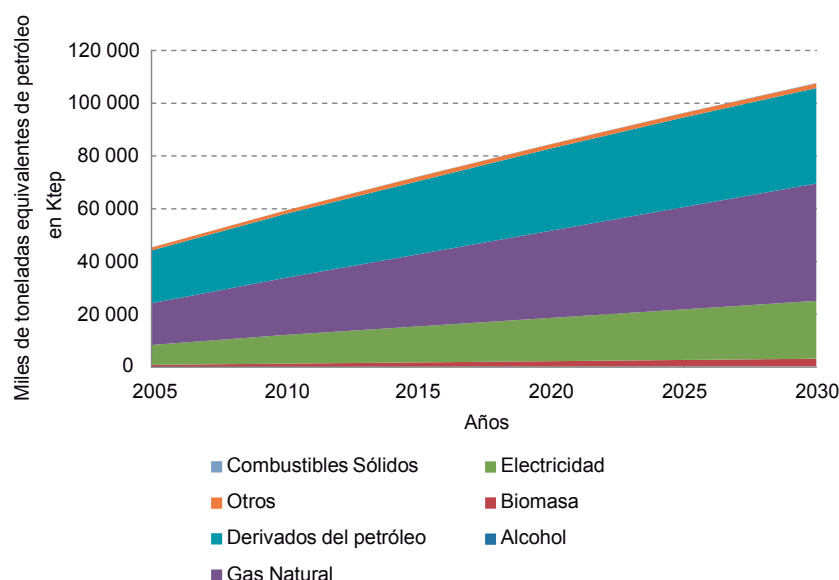
**GRÁFICO VI.3**  
**PREDICCIÓN DE LA DEMANDA FINAL DE ENERGÍA POR SECTORES,**  
**ESCENARIO DE BASE, 2005-2100**  
*(En miles de toneladas equivalentes de petróleo)*



**Fuente:** Elaboración propia.

La evolución de la demanda clasificada por fuentes en el período 2005-2030 muestra que la dependencia de los hidrocarburos seguirá siendo preponderante en el escenario de base, aunque también se observa una sustitución del petróleo y sus derivados por gas natural (véase el gráfico VI.4). En el año 2005 la dependencia de los derivados del petróleo y el gas natural representó el 76% del consumo final de energía. Los supuestos adoptados para la construcción de este escenario apuntan a una disminución de esa participación de tres puntos porcentuales en 2030. Mientras la participación de los derivados del petróleo decrece un 8% en el período analizado, debido a la disminución del consumo pertinente del sector de transporte y la incorporación de un 5% de biocombustibles en las mezclas de gasolina y diésel, la participación de la electricidad registra un incremento del 4% y la del gas natural de un 5%.

**GRÁFICO VI.4**  
**PREDICCIÓN DE LA DEMANDA FINAL DE ENERGÍA POR FUENTES,**  
**ESCENARIO DE BASE, 2005-2030**  
*(En miles de toneladas equivalentes de petróleo)*

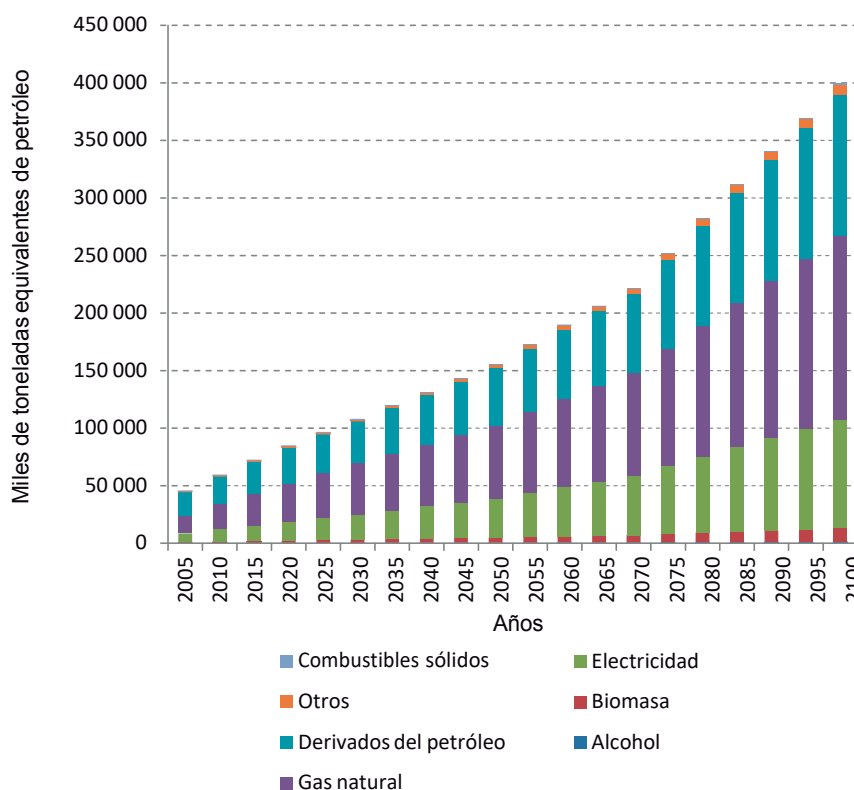


**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a las fuentes de energía que se utilizarían entre 2030 y 2100, en el gráfico VI.5 se aprecia que el gas natural y los derivados del petróleo son las dos fuentes más importantes a lo largo de todo el período analizado, seguidas por la electricidad. No obstante, esta última muestra una participación creciente en el período 2030-2100, prolongando la tendencia observada desde 2005, mientras que la participación de las otras dos fuentes se va reduciendo paulatinamente durante todo el período. Además, entre los años 2030 y 2100 el principal subsector usuario de gas natural sería el industrial, que en 2100 absorbe prácticamente la mitad de la demanda.



**GRÁFICO VI.5**  
**PREDICCIÓN DE LA DEMANDA FINAL DE ENERGÍA POR FUENTES,**  
**ESCENARIO DE BASE, 2030-2100**  
*(En miles de toneladas equivalentes de petróleo)*

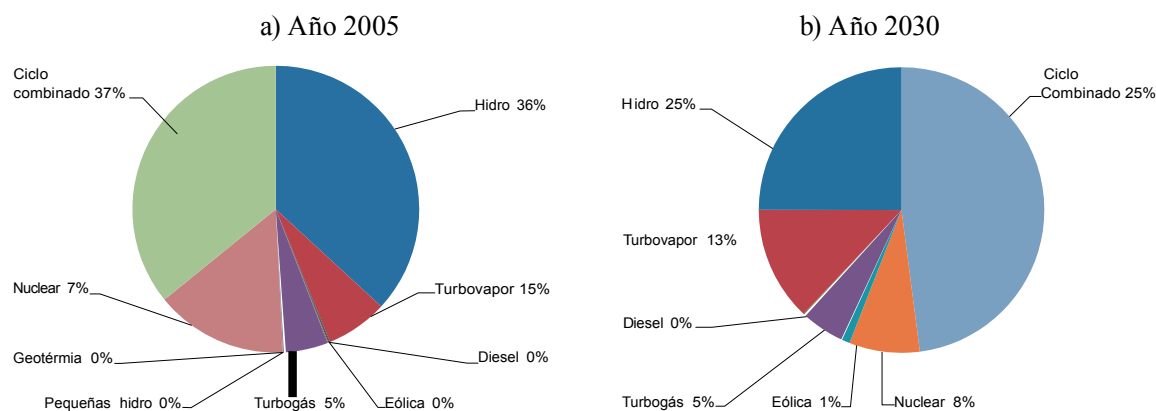


**Fuente:** Elaboración propia.

En la predicción de la oferta energética, también basada en el modelo LEAP, se otorga primordial importancia al período 2005-2030, mientras que la correspondiente al período 2030-2100 presenta un menor nivel de detalle. Para calcular el equipamiento futuro se distinguió entre la demanda de electricidad de los mercados aislados (0, 8% de la demanda total en 2030) e interconectados (89%) y de las unidades de autoproducción (alrededor del 10% de la demanda total en torno al año 2030). En una segunda etapa se consideraron los equipamientos propuestos para satisfacer la demanda eléctrica futura y se formularon hipótesis sobre la probable evolución de los intercambios de electricidad con los países vecinos.

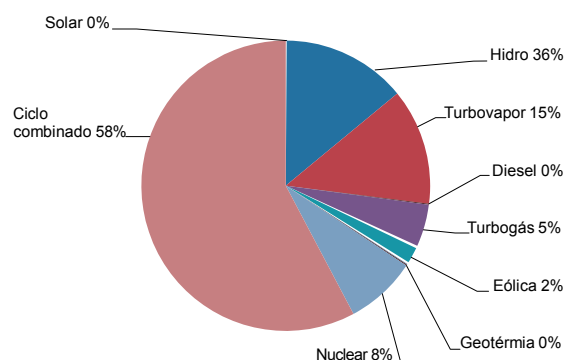
En cuanto a la estructura de generación descrita para los años 2005 y 2030 (véanse los gráficos VI.6 y VI.7), habría un aumento de la participación de los ciclos combinados, fundamentalmente en detrimento de la generación de energía hidroeléctrica, mientras que la participación de la energía nuclear y eólica aumentaría y se reduciría la de las centrales a turbovapor. Hacia el año 2100 la participación de los ciclos combinados se eleva hasta un 58,5%, la de hidroelectricidad disminuye a un 14% y aparece la energía geotérmica, mientras que la participación porcentual de los demás componentes se mantienen en los niveles registrados en 2030.

**GRÁFICO VI.6**  
**SISTEMAS INTERCONECTADOS: EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE GENERACIÓN, 2005 Y 2030**



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.7**  
**SISTEMAS INTERCONECTADOS: ESTRUCTURA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, 2100**



**Fuente:** Elaboración propia.

Esta evolución prevista del sector energético en el escenario de base determina las emisiones de GEI que se presentan en el cuadro VI.4 y el gráfico VI.8.

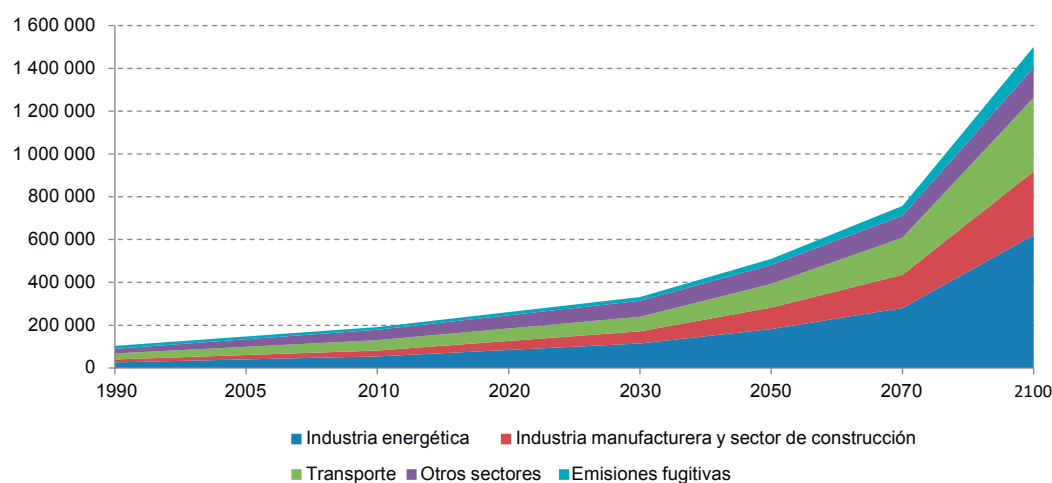
En el cuadro VI.4 y el gráfico VI.8 se presenta la evolución de las emisiones de GEI de las diversas categorías que componen el sector energético, de acuerdo al escenario de base, lo que permite apreciar un aumento de la participación de las emisiones de GEI de las industrias energéticas superior a la de los demás subsectores. En efecto, el porcentaje correspondiente a esta categoría aumenta del 27% de las emisiones del sector en el año 2005 al 35% en 2030 y, finalmente, al 41% en el año 2100. Las emisiones de la industria manufacturera también incrementan notablemente su participación, del 14% que representaban en 2005 al 20% en 2100. El sector del transporte, en cambio, parte de la misma participación porcentual en el año 2005, pero esta va reduciéndose paulatinamente hasta representar el 20% en el año 2030 y recuperar terreno lentamente hasta ascender al 23% en 2100. La categoría cuyas emisiones pierden más peso relativo son las provenientes del consumo energético de otros sectores (residencial, comercial y público y agropecuario), que en el año 2005 representaban el 24% del total y en 2100 equivaldrían apenas al 9%.

**CUADRO VI.4**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÉTICO, ESCENARIO DE BASE**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

Sector	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Industria energética	26 311,27	40 619,85	54 064,46	82 459,51	114 610,35	181 931,10	280 698,98	621 111,53
Industria manufacturera y construcción	13 527,32	20 312,69	27 370,81	42 188,13	56 678,83	100 175,10	155 018,47	297 846,25
Transporte	27 858,83	39 484,65	49 075,11	57 968,80	67 765,69	111 054,15	172 876,40	344 488,93
Otros sectores	22 379,64	36 209,95	48 498,69	62 967,49	75 075,00	88 362,06	103 505,58	140 968,24
Emisiones fugitivas	13 532,90	12 127,71	12 555,55	14 811,47	17 042,72	27 929,53	45 770,81	96 023,16
Total	103 609,96	148 754,85	191 564,63	260 395,40	331 172,58	509 451,95	757 870,24	1 500 438,11

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.8**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÉTICO POR CATEGORÍA, ESCENARIO DE BASE**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

## 2. Uso del suelo y cambio del uso del suelo, incluidas la agricultura y la ganadería

En este punto se incluyen los análisis efectuados y los resultados obtenidos tanto sobre el sector agrícola, incluida la ganadería, como el sector de USCUS. También se incluye el análisis de las propuestas relacionadas con el mecanismo de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal de las Naciones Unidas (conocido como REDD por su sigla en inglés).

## Sector agropecuario

El sector agrícola en su conjunto ocupa el segundo lugar entre los emisores de GEI después del sector energético (véanse el cuadro VI.1 y el gráfico VI.1). Se estima que esta situación histórica se prolonga durante todo el período bajo análisis, de acuerdo con las conclusiones derivadas de los escenarios elaborados para el presente estudio.

Si bien en la metodología empleada por el Grupo Intergubernamental los sectores agrícola y ganadero se consideran conjuntamente, en el caso de la Argentina y dada la importancia de ambos y las características específicas de los procesos que dan origen a las emisiones de GEI en cada uno de ellos, se consideró importante realizar análisis específicos.

En el cuadro VI.5 y el gráfico VI.9 se puede observar la evolución de las emisiones del sector agropecuario según el escenario de base. Las emisiones de GEI de los dos sectores, medidas en Gg de CO<sub>2</sub>e, aumentan de 136.257,99 en 2005 a 249.449,11 en 2100, lo que implica un incremento del 83%, bastante inferior al que muestran otros sectores y que explica el descenso de la participación en el total de emisiones. Este estancamiento relativo se debe fundamentalmente al comportamiento de las emisiones debidas a fermentación entérica, a su vez estrechamente vinculadas a la evolución de número de cabezas de ganado y que registran un alza de apenas poco más del 34% entre 2005 y 2100.

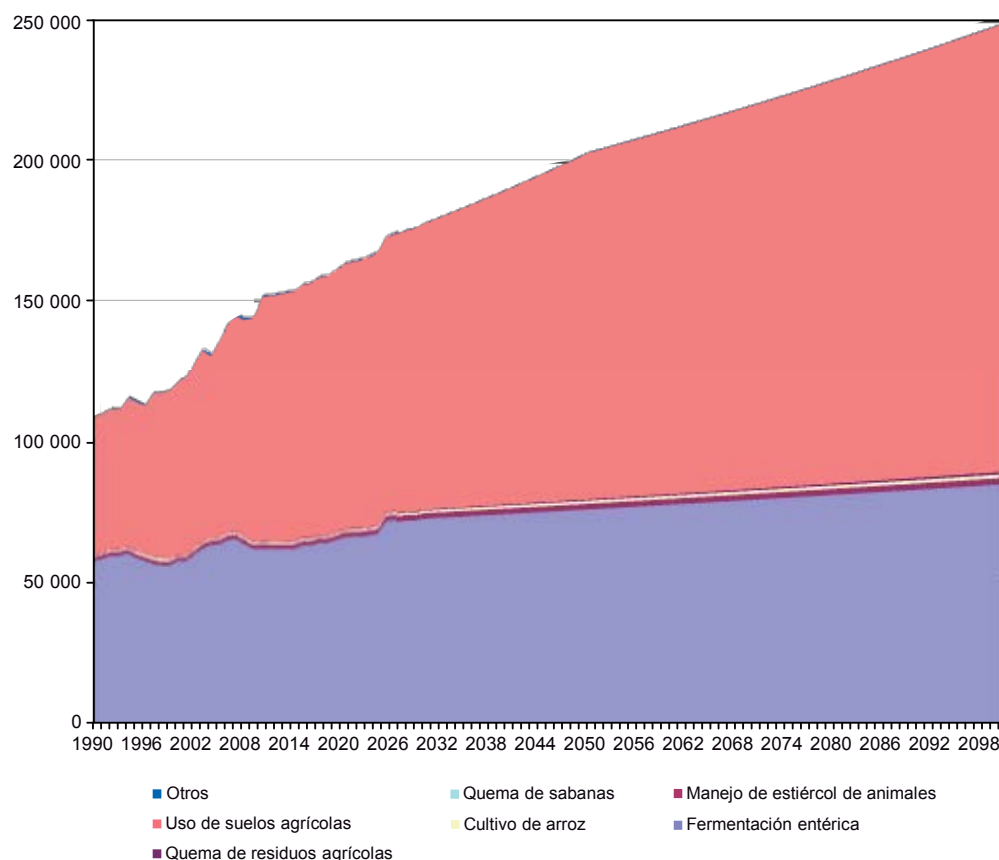
**CUADRO VI.5**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR AGROPECUARIO, ESCENARIO DE BASE**  
(En Gg de CO<sub>2</sub>e)

Origen de las emisiones	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Fermentación entérica	57 375,89	63 299,88	61 851,93	65 836,26	72 812,46	76 091,01	79 517,19	84 947,87
Estiércol de animales	1 366,24	1 588,91	1 607,08	1 762,87	1 999,51	2 089,54	2 183,63	2 332,76
Cultivo de arroz	411,60	719,67	756,00	840,00	945,00	1050,00	1 155,00	1 260,00
Quema de residuos agrícolas	207,82	236,13	258,81	292,13	327,87	424,14	548,70	807,35
Uso de suelos agrícolas	48 775,40	70 413,40	87 886,55	95 224,56	102 574,66	124 259,62	137 393,68	160 101,13
<b>Total</b>	<b>108 136,94</b>	<b>136 257,99</b>	<b>152 360,37</b>	<b>163 955,82</b>	<b>178 659,50</b>	<b>203 914,32</b>	<b>220 798,19</b>	<b>249 449,11</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Las emisiones por fermentación entérica (medidas en Gg de CO<sub>2</sub>e), suben un 15% entre 2005 y 2030 y no superan el 17% en todo el período comprendido entre 2030 y 2100. En cambio, las emisiones de GEI de otra fuente importante del sector, la de uso de suelos agrícolas, aumentan a algo más del doble entre 2005 y 2100. Las emisiones de esta fuente presentan un rápido crecimiento en los primeros años de la serie, en los que se van ocupando tierras más aptas para las actividades agrícolas, y a partir del año 2050 comienza a estancarse debido a que la expansión territorial de la actividad se ve restringida por la imposibilidad de incorporar mayores superficies. Así, el aumento de las emisiones de esta fuente asciende a casi un 25% entre 2005 y 2010, a más de un 35% entre 2005 y 2020 y a más de un 45% entre 2005 y 2030. Sin embargo, entre 2030 y 2100 (un período de 70 años) el crecimiento es del 56%. A lo largo de todo el período analizado, ambas fuentes concentran entre el 97% y el 99% del total de las emisiones del sector; al respecto, cabe tener en cuenta que en 2005 las emisiones por fermentación entérica representaban el 46% del total y las provenientes del uso de suelos agrícolas representaban el 52%, mientras que en el año 2100 los porcentajes varían al 34% y al 64%, respectivamente.

**GRÁFICO VI.9**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR AGROPECUARIO,**  
**ESCENARIO DE BASE, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

#### *i) Sector agrícola*

Las emisiones de GEI del sector agrícola de la Argentina provienen de tres fuentes: i) emisiones de CH<sub>4</sub> de los suelos inundados en los que se cultiva arroz; ii) emisiones de CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno) por quema de residuos en el campo<sup>127</sup>, y iii) emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de los suelos agrícolas. La estimación de estas emisiones se caracteriza por un gran margen de incertidumbre, en particular en lo que respecta a las emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos agrícolas, que es la principal fuente de emisión de este sector en la Argentina. La incertidumbre mencionada obedece, en primer lugar, a la falta de datos de campo reales que estén validados localmente y a la necesidad de recurrir a los factores de emisión “por defecto” de los suelos de clima templado, conforme a la metodología propuesta por el Grupo Intergubernamental e incluidos en la correspondiente base de datos de factores de emisión<sup>128</sup>. Otro factor de incertidumbre es el relativo a la “doble contabilidad” de las emisiones de N<sub>2</sub>O, debida a la

<sup>127</sup> Si bien la aplicación de la metodología adoptada por el Grupo Intergubernamental para la elaboración de inventarios de GEI se centra fundamentalmente en los “gases directos” (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), también permite contabilizar los “gases indirectos” o “precursores del ozono” (CO, NO<sub>x</sub> y compuestos volátiles distintos del metano, COVDM) y los “precursores de aerosoles” como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), debido a los efectos que tienen en el sistema climático.

<sup>128</sup> Véase [en línea] [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

inclusión del nitrógeno fijado por medios biológicos en las emisiones directas del gas, práctica que fue suspendida de conformidad con las nuevas directrices metodológicas del Grupo Intergubernamental.

Para proyectar las emisiones del sector en el período 2010-2030 se recurrió a diversas fuentes, incluidos estudios públicos y privados<sup>129</sup>, y estimaciones del comportamiento de las principales variables y parámetros que explican las emisiones del sector. Para el año 2010 se supuso una relación oleaginosas/cereales de 2,5 a 1 y se aplicó una hipótesis conservadora sobre rendimientos unitarios. La ampliación del área cultivada obedece fundamentalmente a la expansión de la frontera agropecuaria en todas las regiones con excepción de la Pampa, mediante el inicio del cultivo en suelos más vulnerables<sup>130</sup>, y a la continuación de la tendencia a la reducción del área destinada a pasturas. Específicamente, se estima que se produciría un limitado incremento del área sembrada hacia 2010 y una muy probable estabilización de esta a partir de entonces, que en la práctica se convertiría en un límite físico para el alza de los niveles de producción. La ampliación de esta obedecería ante todo al mayor rendimiento debido a diversos factores (mejora genética, manejo de cultivos). Sin embargo, la pérdida de fertilidad de los suelos puede convertirse en un factor limitante si no se compensa con un uso más intensivo de fertilizantes. No se puede dejar de considerar la limitación impuesta por la variabilidad del clima, dado que el grueso de la producción agrícola de productos primarios se da en condiciones de secano y, por ende, es muy dependiente de los cambios climáticos imprevistos.

La estimación de la evolución de las emisiones de GEI provenientes de la producción agrícola en los períodos 2010-2020 y 2020-2030 se basó en varias hipótesis sobre distintos gases y fuentes de emisión.

En el caso del N<sub>2</sub>O se tomó en cuenta la proyección de la demanda futura de soja y sus derivados, por ser esta el principal producto de exportación argentino y por el hecho de que la soja es la fuente del 94% de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector. Según estudios realizados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la participación de la Argentina en el mercado mundial de soja disminuirá del 13% al 8,2%; en cambio, la participación del país en el mercado mundial de harina (52%-55%) y aceite de soja (alrededor del 60%) se mantendrá relativamente estable. Se estima que las exportaciones aumentarán un 25% entre 2007-2008 y 2030.

Sobre la base de la información presentada en el cuadro VI.6 y la relación ajustada entre las emisiones de N<sub>2</sub>O y la producción de soja, se calcula que las emisiones se elevarían de unos 150 Gg N<sub>2</sub>O a más de 200 Gg N<sub>2</sub>O en 2030.

**CUADRO VI.6**  
**PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANOS Y SOJA<sup>a</sup>**

	Total	Soja	Proporción de soja
	(En miles de Mg)		(En porcentajes)
2007-2008	93 564,2	46 232,1	50
2010-2011	100 000,0	50 000,0	50
2020-2021	122 000,0	61 000,0	50
2030-2031	145 250,0	72 625,0	50

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Datos correspondientes a las campañas de 2007-2008 (reales) a 2030/2031 (proyectadas).

<sup>129</sup> La mayor parte de la información proviene de un estudio de Oliverio y López (2007) y de información y estudios suministrados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

<sup>130</sup> En el informe sectorial se indica que debe tenerse en cuenta que, según información proporcionada por el INTA, la superficie potencialmente explotable, tanto para cultivos agrícolas continuos como para la cría de ganado en régimen de rotación, asciende a unos 60 millones de ha. Esto implica que aun quedan por cultivar el 47% de las tierras de la región de la Pampa, el 66% del noroeste y la mayor parte de la superficie del noreste.

En relación con las emisiones de  $\text{CH}_4$  provenientes de los arrozales, se estimó que la superficie sembrada se incrementará moderadamente, de las 170.000 hectáreas actuales a unas 225.000 en 2030<sup>131</sup>.

Las emisiones de GEI por quema de residuos en el campo seguirán siendo poco importantes en términos de magnitud, dado que no se prevé que esta práctica se difunda y lo más probable es que tienda a reducirse. La estimación de las emisiones correspondientes al período 2030-2100 se rigió por los siguientes supuestos:

- En lo concerniente a la cosecha de arroz, recuperación paulatina del máximo histórico de 300.000 hectáreas en el año 2100 (cosecha de 250.000 hectáreas en 2050 y de 275.000 en 2070).
- En cuanto a las emisiones correspondientes al uso de suelos agrícolas y la quema de residuos, según el escenario de base estas aumentarían a la misma tasa que la superficie dedicada a actividades agrícolas, de aproximadamente 24 millones de hectáreas en la actualidad a 42 millones en el año 2050 y en virtud de la paulatina incorporación de 15 millones de hectáreas hasta año 2100.

Además, se compararon los datos sobre emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  de suelos agrícolas consignadas en los inventarios de GEI correspondientes a los años 1990, 1994, 1997 y 2000, basados en la aplicación de la metodología establecida por el Grupo Intergubernamental en 1996 y los valores calculados de conformidad con las directrices del Grupo Intergubernamental de 2007. En este sentido, el cambio de metodología implica la exclusión del nitrógeno fijado por medios biológicos como emisiones directas y, por ende, evita la “doble contabilidad”. No obstante, la inclusión de la mineralización del nitrógeno como fuente de emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  contrarrestó ampliamente la eliminación de las emisiones provenientes de la fijación biológica de nitrógeno y, como consecuencia, se registran mayores emisiones que de acuerdo con la metodología anterior. Por otra parte, en algunos procesos de elaboración de los inventarios de GEI mencionados se advirtió sobre la falta de factores de emisión validados localmente. La información recopilada permite estimar que las emisiones efectivas pueden llegar a ser de un 50% a un 66% inferiores a los valores calculados sobre la base de factores de emisión “por defecto”, lo que compensaría el registro de mayores emisiones conforme a la nueva metodología.

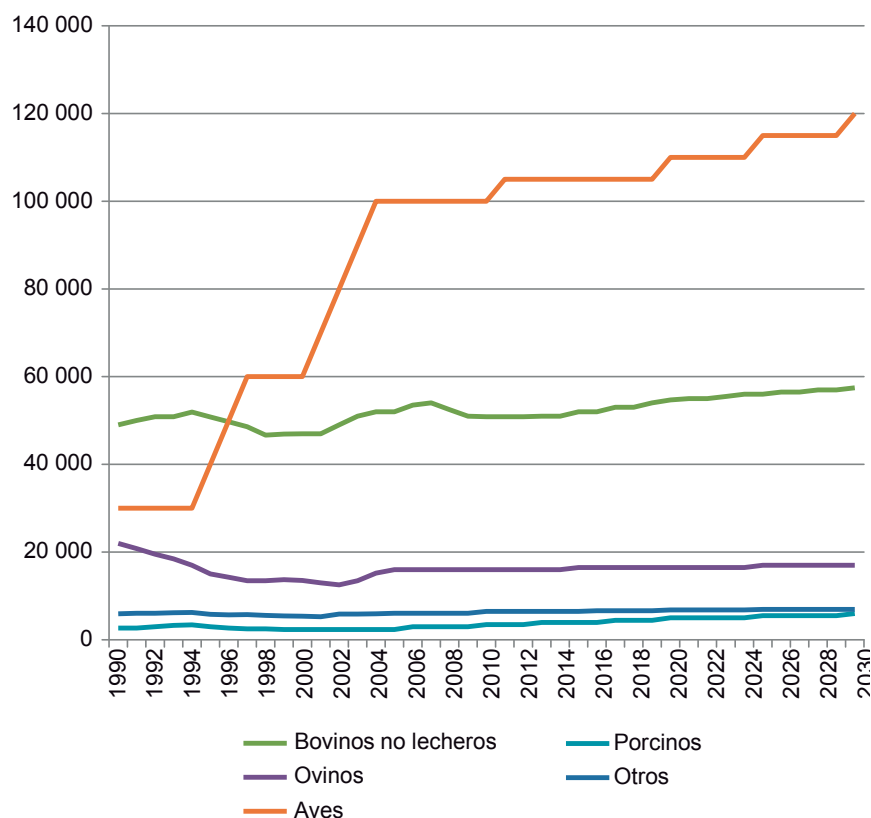
## ii) *Sector ganadero*

Para la estimación de las emisiones de GEI provenientes de la ganadería también se aplicaron la metodología de cálculo y las recomendaciones para el perfeccionamiento de los inventarios de GEI formuladas por el Grupo Intergubernamental. En vista de que las emisiones de este sector representan una proporción importante del total de emisiones de la Argentina, se aplicó un método de estimación con mayor grado de desagregación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  por fermentación entérica de origen bovino, en tanto que para la estimación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  por fermentación entérica de las demás especies y de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  por manejo del estiércol de todas las especies se utilizaron datos más agregados.

A fin de proyectar la evolución de los niveles de actividad y de las emisiones del sector ganadero hasta el año 2030, se consultaron publicaciones de los principales organismos internacionales que se ocupan de este sector y se consultó a reconocidos expertos nacionales. En el gráfico VI.10 se indica la población media anual de varias especies, utilizada para la estimación de la serie de inventarios del período 2009–2030. La existencia de ganado bovino en 2030 se estimó en 60 millones de cabezas, de las cuales 2,5 millones (4%) se destinan a la producción de leche y 57,5 millones (96%) a la de carne.

<sup>131</sup> De todos modos, esta superficie es inferior al máximo de 300.000 hectáreas registrado en la campaña de 1988-1989.

**GRÁFICO VI.10**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EXISTENCIAS DE GANADO, 1990-2030**  
*(En miles de cabezas)*



**Fuente:** Elaboración propia.

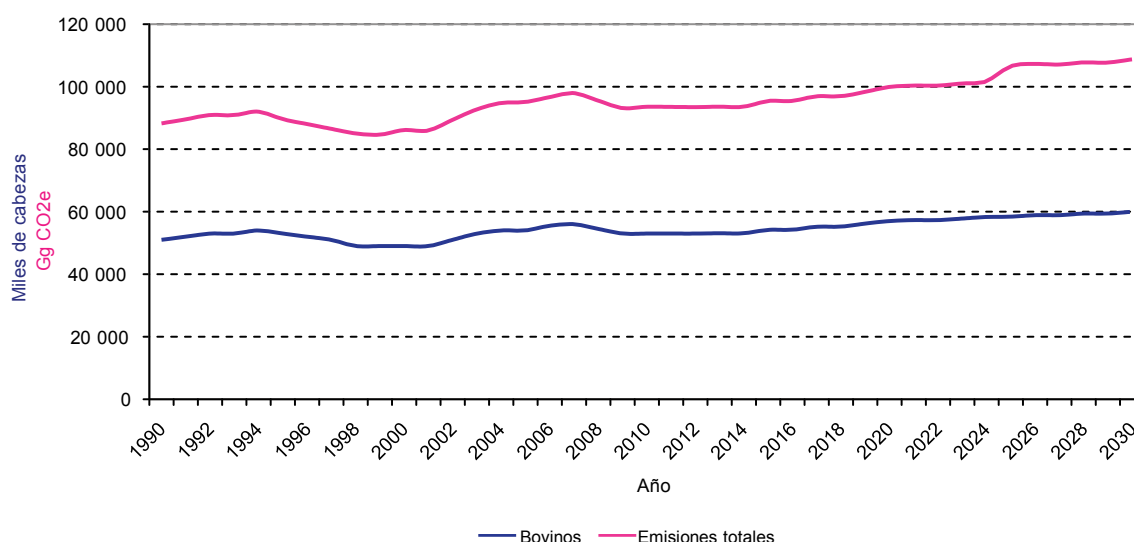
Las emisiones totales del sector ganadero guardan estrecha relación con la existencia de ganado bovino, como se observa en el gráfico VI.11, tanto en lo que respecta al período 1990-2008 como a la proyección para 2009-2030.

Las emisiones de GEI del sector ganadero fueron de 88.255 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 y en 2030 se estima que asciendan a 108.745 Gg de CO<sub>2</sub>e, lo que representa un aumento del 23% en ese período de 40 años y es una cifra muy inferior al de las restantes fuentes más importantes de emisiones de GEI de la Argentina. Este resultado se explica principalmente por el comportamiento de las existencias de vacunos, que se mantienen dentro de rangos limitados durante todo el período.

En lo que se refiere a la proyección de emisiones de GEI del sector, para el período 2030-2100 y de acuerdo al escenario de base, estas se basan en la evolución prevista de las existencias de ganado bovino hasta el año 2100, que se estimaron en 70 millones de cabezas, suponiéndose que la estrecha relación histórica entre existencias vacunas y emisiones del sector ganadero no se modifique significativamente en el futuro.



**GRÁFICO VI.11**  
**RELACIÓN ENTRE LA EVOLUCIÓN DE LAS EXISTENCIAS DE GANADO BOVINO**  
**Y LAS EMISIONES DEL SECTOR GANADERO, 1990-2030**



**Fuente:** Elaboración propia.

iii) *Sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura, y reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD)*

Este sector es objeto de la mayor incertidumbre tanto en lo que respecta a las emisiones de GEI (principalmente CO<sub>2</sub>) como a las absorciones de CO<sub>2</sub>. Dicha incertidumbre es difícil de precisar pero, en forma conservadora, puede estimarse en un rango que varía entre el 75% y 100% del valor consignado.

Las principales fuentes de emisiones de GEI de este sector en la Argentina, correspondientes a las categorías establecidas en el Protocolo de Kyoto (Anexo A, aunque no todas coinciden), son la conversión de bosques y pastizales (CO<sub>2</sub> y otros GEI)<sup>132</sup> y el impacto de la agricultura en los suelos (CO<sub>2</sub>), mientras que el abandono de tierras cultivadas es un sumidero neto de CO<sub>2</sub>. Los cambios en las existencias en pie de bosques y otra biomasa leñosa pueden ser tanto una fuente de emisiones netas de CO<sub>2</sub> como un mecanismo de absorción neta. Si bien en la mayoría de los casos este componente produce emisiones netas, lo que implica que la extracción de biomasa es superior a la del período considerado, en los inventarios oficiales de GEI esta categoría aparece como un sumidero neto de CO<sub>2</sub><sup>133</sup>.

En la serie histórica de estimaciones de emisiones de GEI de la Argentina, calculadas de conformidad con la metodología y las buenas prácticas para la elaboración de inventarios de GEI formuladas por el Grupo Intergubernamental, el sector en su conjunto presenta absorciones netas de CO<sub>2</sub> en todo el período comprendido entre 1990 y 2008. Se estima que según el escenario de base esta tendencia no se modifique en los períodos 2009-2030 y 2030-2100.

Se espera que, de acuerdo a este escenario, se aplique y cumpla la Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, lo que, conjuntamente con la adopción del proceso de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal, muy probablemente conduzca a una abolición total

<sup>132</sup> Emisiones de GEI debidas al desmonte y a la quema de las superficies desmontadas.

<sup>133</sup> En algunos estudios, como el de Gasparri y otros (2008), se estima que las emisiones del sector serían más altas, debido principalmente a la deforestación, pero la metodología empleada para su cálculo es diferente de la aplicada en este estudio. Lo mismo puede decirse con respecto al conjunto del sector.

del desmonte en el año 2050. Por otra parte, el abandono de tierras cultivadas constituye el aporte de la regeneración de formaciones leñosas o de pastizales en tierras que habían estado dedicadas a cultivos o pasturas para ganadería. En relación con lo anterior, se estima que la expansión de la agricultura va a traducirse en una disminución progresiva de la superficie de tierras excluidas de esa actividad, por lo que el sumidero que representan se reduce hasta el año 2030, para estabilizarse a partir de entonces. También se supone que el impacto de la agricultura en los suelos se mantenga constante a partir de 2030<sup>134</sup>.

En el cuadro VI.7 y el gráfico VI.12 se presenta la evolución de las emisiones de GEI, cuyo cálculo se basó en los supuestos mencionados.

**CUADRO VI.7**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE USCUS, ESCENARIO DE BASE**  
(En Gg de CO<sub>2</sub>e)

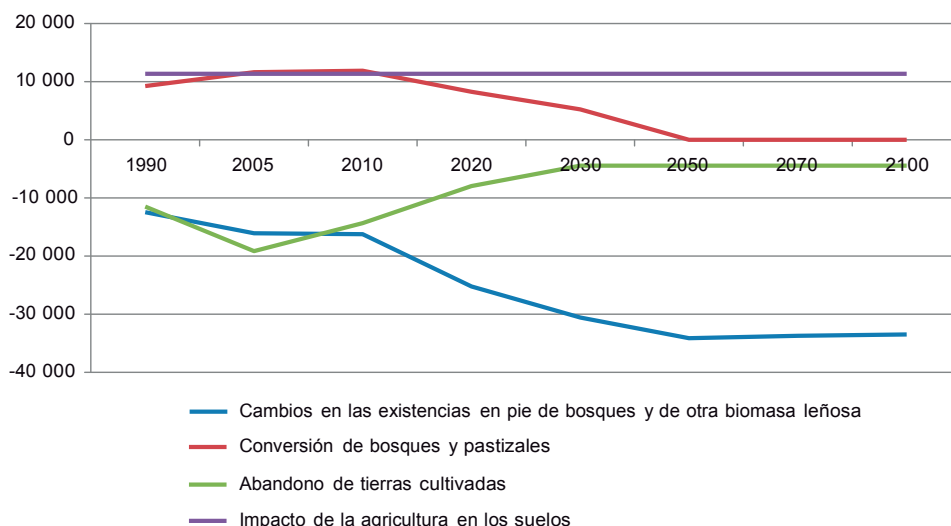
Fuente	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Cambios en las existencias en pie de bosques y de otra biomasa leñosa	-12 462,40	-16 098,41	-16 259,65	-25 224,61	-30 580,68	-34 138,45	-33 713,53	-33 469,54
Conversión de bosques y pastizales	9 210,77	11 604,35	11 827,56	8 253,38	5 224,71	0,00	0,00	0,00
Abandono de tierras cultivadas	-11 514,25	-19 169,90	-14 330,84	-8 008,94	-4 475,88	-4 475,88	-4 475,88	-4 475,88
Impacto de la agricultura en los suelos	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76
Total	-3 458,12	-12 356,21	-7 455,17	-13 672,41	-18 524,09	-27 306,57	-26 881,65	-26 637,66

**Fuente:** Elaboración propia.

A lo largo del período analizado, las capturas netas del sector, medidas en CO<sub>2</sub>e, crecen más del doble entre 2005 y 2100. Si bien al principio de la serie la expansión del uso de tierras con fines agrícolas, y la consiguiente disminución de las tierras cultivadas y abandonadas, provoca una disminución de las capturas netas de CO<sub>2</sub> (lo que explica que entre 2005 y 2010 estas se reduzcan casi un 40%, de 12.365,21 Gg de CO<sub>2</sub>e absorbidos a 7.455,17 Gg), a partir del año 2010 se prevé un aumento de las capturas de CO<sub>2</sub>; este obedecería a cambios en las existencias en pie de bosques y otra biomasa leñosa, que compensan la pérdida de absorciones de dicho gas como consecuencia de la utilización más intensiva del territorio. Efectivamente, en este escenario se estima que, hacia el año 2030 se estabilizaría el abandono de tierras cultivadas y ya en 2050 se habría frenado el proceso de conversión de bosques y pastizales, asociado a las prácticas de deforestación, como consecuencia del pleno cumplimiento de la Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

<sup>134</sup> Esta fuente es producto de tres procesos que determinan lo siguiente: i) el cambio del contenido de carbono almacenado en el suelo y en el mantillo de los suelos minerales como consecuencia de la variación de las prácticas de uso de la tierra, ii) las emisiones de CO<sub>2</sub> de los suelos orgánicos convertidos a la agricultura o a la silvicultura y iii) las emisiones de CO<sub>2</sub> resultantes del encalado de suelos salinos o salino-sódicos. El primero de estos procesos es el que reviste más importancia en la Argentina y se supone que no varíe en cuanto a su extensión geográfica.

**GRÁFICO VI.12**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE USCUS,**  
**ESCENARIO DE BASE, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

#### iv) *Residuos*

Las principales fuentes de emisiones de GEI de este sector son fundamentalmente tres: i) las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de los residuos sólidos urbanos, principalmente de los rellenos sanitarios; ii) las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de las aguas residuales domésticas y iii) las emisiones de CH<sub>4</sub> de las aguas residuales industriales. Las primeras son las representan una mayor proporción del total de emisiones del sector.

Para estimar la evolución de las emisiones en el período 2009-2030, se establecieron distintos criterios según el componente. En el caso de las emisiones de CH<sub>4</sub> de los residuos sólidos urbanos, se proyectó el volumen de los depositados en rellenos sanitarios, a partir de la relación entre esta variable y el PIB per cápita, mientras que la estimación de los residuos depositados a cielo abierto se realizó sobre la base de la evolución prevista de la población; el mismo criterio se aplicó para la proyección de las emisiones correspondientes a las aguas residuales domésticas. En el caso de las emisiones de las aguas residuales industriales también se usó el PIB per cápita para determinar su evolución en el período 2009-2030.

En cuanto al período 2030-2100, las emisiones de todas las categorías del sector se estimaron a partir de la evolución prevista en la población. En el cuadro VI.8 y el gráfico VI.13 se presenta la evolución de las emisiones de GEI correspondientes al sector de residuos, de acuerdo al escenario de base.

**CUADRO VI.8**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE RESIDUOS, ESCENARIO DE BASE, 2030-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

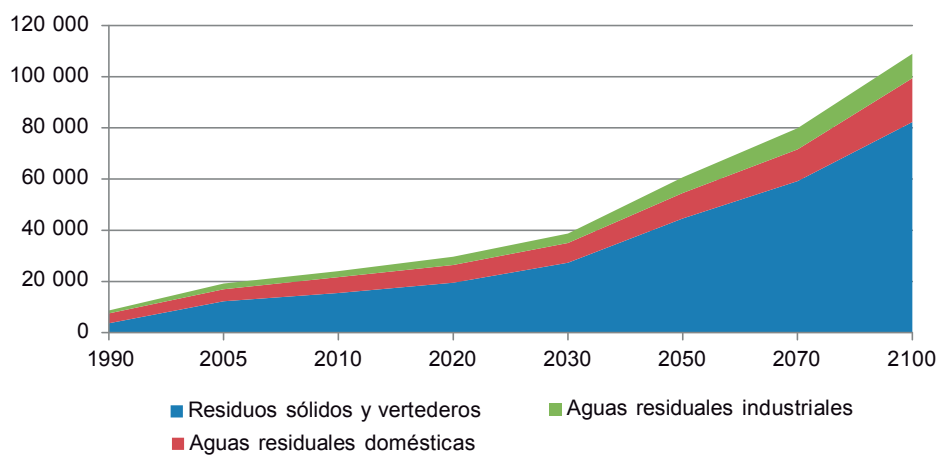
Residuos	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Residuos sólidos y vertederos	3 680,22	12 304,09	15 530,11	19 530,77	27 312,91	44 620,17	59 181,36	82 266,45
Aguas residuales domésticas	3 847,60	4 692,88	5 976,95	6 911,19	7 747,73	9 973,00	12 437,00	17 154,40
Aguas residuales industriales	1 161,69	2 198,45	2 547,79	3 228,60	3 665,79	6 142,50	8 242,50	9 502,50
Total	8 689,51	19 195,43	24 054,85	29 670,56	38 726,43	60 735,67	79 860,86	108 923,35

**Fuente:** Elaboración propia.

El total de emisiones del sector se sextuplica, por lo que estas pasan de 19.195,43 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2005 a 108.923,35 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2100. Este comportamiento se debe principalmente a la evolución de las emisiones producidas por la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios y vertederos, que prácticamente se multiplica por siete en dicho período, crece a más del doble entre 2005 y 2030 y se triplica entre 2030 y 2100. Por lo tanto, la participación de esta categoría en las emisiones del sector, que representaba un 64% del total en el año 2005, aumenta al 71% en el año 2030 y al 76% hacia el término del período. Las emisiones de las aguas residuales industriales se incrementan más que las domésticas (más de cuatro veces en el primer caso, en comparación con poco más de tres veces y media en el segundo) entre 2005 y 2100, debido fundamentalmente a la evolución de ambas categorías a partir del año 2030. Mientras que entre 2005 y 2030 las dos registran una expansión de alrededor del 47%<sup>135</sup>, en el período 2030-2100 las emisiones de las aguas residuales domésticas suben un 121% y las industriales un 159%. No obstante, la participación de estas dos categorías en el total de emisiones del sector desciende paulatinamente: las aguas residuales domésticas, que representaban el 24% en el año 2005, se reducen al 16% en 2100 y en el caso de las aguas residuales industriales la participación pasa del 11% en 2005 al 9% en 2100.

<sup>135</sup> Debe tenerse presente que la principal variable explicativa de la evolución a corto y mediano plazo es el ingreso per cápita; en cambio, a largo plazo la evolución de las aguas residuales domésticas concuerda con el de la población y el de las aguas residuales industriales con el del valor bruto de la producción de la economía en su conjunto y del sector industrial en particular.

**GRÁFICO VI.13**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE RESIDUOS,**  
**ESCENARIO DE BASE, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

#### v) *Procesos industriales*

Las principales fuentes de emisiones de GEI de este sector están relacionadas con las emisiones de CO<sub>2</sub>, provenientes sobre todo de la producción de minerales y actividades conexas (en particular de cemento y cal, y del uso de piedra caliza y dolomita en la fabricación de vidrio y en la industria del hierro y el acero), la producción de metales (fundamentalmente de hierro, acero y aluminio) y la industria petroquímica. Las emisiones de gases como los PFC, los HFC y el SF<sub>6</sub> solo se dan en este sector. También se registran emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en la industria petroquímica, pero en muy pequeñas magnitudes.

La predicción sobre la evolución de las emisiones de este sector en el período 2009-2100 se elaboró de conformidad con los siguientes criterios:

- Para el período 2009-2030 se utilizaron indicadores socioeconómicos correspondientes a las categorías de fuentes de emisiones de GEI del sector:
  - El PIB de la construcción se utilizó para la proyección de las emisiones de los subsectores de cemento, cal y uso de piedra caliza y dolomita para la fabricación de vidrio.
  - En los subsectores de producción de hierro y acero, producción de aluminio, química y petroquímica (con la excepción de la presencia de urea en suelos agrícolas) y uso de piedra caliza y dolomita para la fabricación de hierro y acero, se utilizó información específica de los diversos subsectores.
  - Las proyecciones de las emisiones derivadas del uso de HFC y SF<sub>6</sub> en equipos eléctricos se basaron en las estimaciones del PIB per cápita.
- En lo que concierne al período 2030-2100, las estimaciones de las emisiones de GEI de los diversos componentes del sector se basaron en el supuesto de que mostrarán la misma trayectoria que el nivel de actividad de los subsectores pertinentes. Las estimaciones se basaron en las tasas de incremento previsto del PIB y el valor bruto de la producción del período 2030-2100 (2,5% de variación anual en promedio).

El resultado de la aplicación de estos criterios indica que las emisiones de GEI de este sector son las que presentan las mayores tasas de crecimiento en todo el período 2005-2100. En el cuadro VI.9 y el gráfico VI.14 se muestra la evolución de las emisiones de GEI, según el escenario de base, del sector de procesos industriales. Puede observarse que se produce un marcado aumento de las emisiones entre 2005 y 2100, de más de doce veces, y que estas pasan de 8.251,38 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 y 13.904,78 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2005 a 173.070,72 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2100, lo que está principalmente asociado al crecimiento de la actividad económica de las industrias involucradas. Dentro de este sector, la producción de minerales (estrechamente vinculada a la construcción, pero también con diversos subsectores industriales) es el que presenta el mayor incremento en el período analizado (más de 1.790%): de 4.558,27 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2005 a 81.613,31 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2100. Las emisiones de la industria química y el uso de SF<sub>6</sub> en la producción de aluminio y magnesio también se amplían notablemente, aunque a una tasa menor que la media del sector y, además, a partir de un nivel de emisiones relativamente bajo. Las emisiones de la producción de metales, en cambio, crecen a una tasa que equivale casi a la mitad de la correspondiente a los productos minerales, pese a lo cual aumenta algo más de nueve veces, de 6.629,50 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2005 a 60.137,57 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2100).

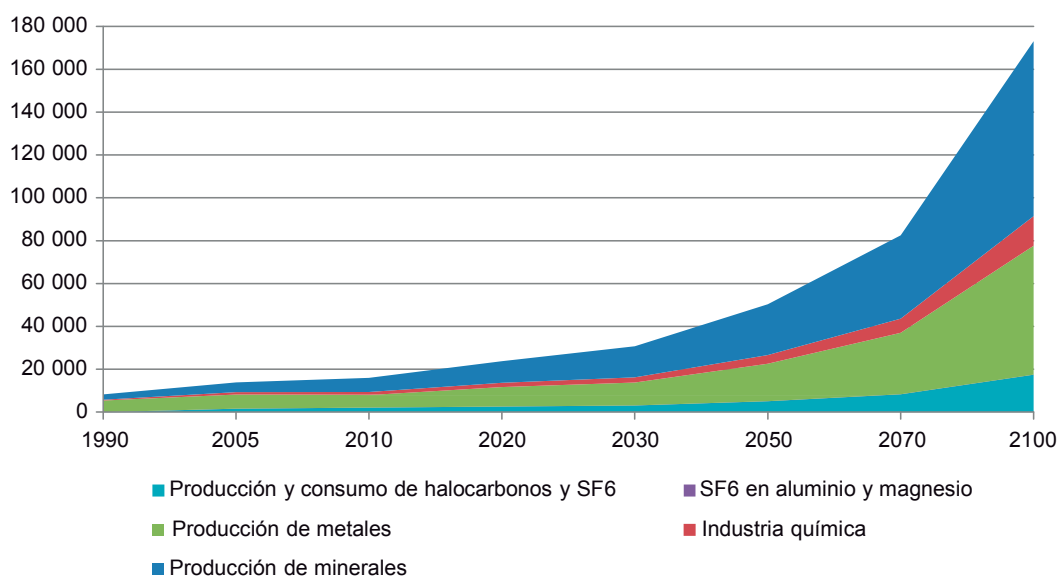
**CUADRO VI.9**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE PROCESOS INDUSTRIALES,**  
**ESCENARIO DE BASE**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Producción de minerales	2 440,30	4 558,27	6 607,72	10 037,35	14 490,74	23 744,76	38 908,55	81 613,31
Industria química	421,62	1 105,75	1 420,65	2 026,35	2 450,81	4 015,94	6 580,58	13 803,21
Producción de metales	5 388,80	6 629,50	5 965,13	9 001,68	10 677,64	17 496,56	28 670,15	60 137,57
Uso de SF <sub>6</sub> en la producción de aluminio y magnesio	0,67	1,11	1,85	2,35	2,46	4,03	6,61	13,86
Producción y consumo de halocarbonos y SF <sub>6</sub>	0,00	1 610,15	2 009,54	2 678,69	3 107,68	5 092,29	8 344,31	17 502,76
Total	8 251,38	13 904,78	16 004,90	23 746,41	30 729,32	50 353,58	82 510,20	173 070,72

**Fuente:** Elaboración propia.

Como consecuencia de la evolución de las emisiones de las diversas categorías que integran el sector, las emisiones de la producción de metales, que representaban el mayor porcentaje del total sectorial (48% en 2005), van siendo sustituidas en importancia por las emisiones provenientes de la producción de minerales (33% del total en 2005). Hacia 2030 las emisiones correspondientes a la segunda de las categorías citadas ya serían las mayores del sector, en el que tendrían una participación del 47%, que se mantiene hasta el final del período. En el año 2030 las emisiones de la producción de metales representaría el 35% del total y, al igual que en el caso anterior, su participación se mantendría estable hasta el año horizonte. Las emisiones de las restantes categorías representan una proporción mucho menor del total, puesto que ascienden apenas al 8% en el caso de las industrias químicas y al 10% en el de producción y consumo de HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>.

**GRÁFICO VI.14**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE PROCESOS**  
**INDUSTRIALES, ESCENARIO DE BASE, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

## B. Opciones y costos de los procesos de mitigación del cambio climático

A partir del escenario de base expuesto en la sección anterior y los estudios sectoriales ejecutados, se formularon diversas opciones y medidas de mitigación de emisiones de GEI en los distintos sectores, a fin de elaborar un escenario de mitigación. El objetivo final de este ejercicio era determinar los costos netos de las emisiones, expresados en dólares por toneladas de CO<sub>2</sub>e.

### 1. Escenario de mitigación

Las opciones y medidas de mitigación de GEI en los distintos sectores analizados se concibieron específicamente con el propósito de elaborar un escenario consolidado de mitigación, para compararlo con el escenario de base e identificar las emisiones que podrían evitarse como consecuencia de la aplicación de diversas estrategias, políticas, medidas y acciones. Al igual que en el caso de la elaboración del escenario consolidado de base, para la estimación de las emisiones en el marco del escenario consolidado de mitigación también se tomaron en consideración estudios, fuentes y estimaciones correspondientes a los períodos considerados

**Período 2005-2030:** se utilizó la información incluida en los informes sectoriales, ampliamente detallada en los documentos pertinentes. Los informes se basan a su vez en diversas fuentes, entre las que destacan el estudio de la Fundación Bariloche (2008) y los datos sobre la evolución de las variables explicativas de las emisiones de los diversos sectores previstas en el escenario socioeconómico elaborado para el estudio nacional.

**Período 2030-2100:** las estimaciones de las emisiones sectoriales de GEI correspondientes a este escenario se elaboraron de acuerdo con los supuestos indicados a continuación y sobre la base del cálculo de las emisiones de GEI para el escenario consolidado de base<sup>136</sup>:

- En lo referido a la demanda final de energía, se supone una reducción de la intensidad energética de un 5% en el período 2030-2050, en comparación con los niveles prevalecientes en 2030 (que ya son inferiores en casi un 25% a los consignados en el escenario de base). Para el período 2050-2070 se estima un nuevo descenso del 5% y otra reducción adicional del 5% en el período 2070-2100. Tal como se ha indicado, se estima que este comportamiento obedece al aumento de la eficiencia asociado a las mejoras tecnológicas que se incorporen a los equipos que entran en funcionamiento en cada período analizado y que implican un esfuerzo adicional por sobre las tendencias observadas para las opciones de mercado. Se supone, asimismo, que la reducción de la intensidad energética de los diversos componentes de la demanda de energía sería uniforme en todos los subsectores, debido a que no se dispone de información que permita conjeturar lo contrario.
- En lo concerniente al abastecimiento de energía, las medidas están concentradas en la oferta de electricidad, como se postula en el punto correspondiente de este informe.

o Interconexión de todos los sistemas aislados que tengan posibilidades de conectarse, de modo que con posterioridad al año 2030 los únicos agentes que integren esta categoría sean los que, por distintos motivos, no puedan hacerlo.

- Considerable incorporación de fuentes no emisoras de GEI en los sistemas interconectados (principalmente energías renovables), tomando en consideración la disponibilidad de ciertos recursos energéticos. En este sentido, se destacan los siguientes supuestos:

- Energía hidroeléctrica: se estima que esta fuente alcanzará su máximo identificado de generación (aproximadamente 175.000 GWh/año), alrededor de 2050.
- Energía geotérmica: esta fuente se ha considerado en permanente crecimiento hasta alcanzar su potencial máximo en el año 2100.
- Energía eólica: se estima una potencia instalada de 13.470 MW y una generación de energía de 33.000 GWh/año en 2060. A partir de 2061, se supone que el porcentaje del total de energía aportado por esta fuente se mantenga invariable, de modo que en el año 2100 la potencia instalada ascendería aproximadamente a 57.000 MW y la generación de energía sería de 139.732 GWh/año.
- Energía solar: se estima que en el año 2040 la potencia instalada sea de 1.200 MW y que en ese mismo año la generación ascienda a unos 3.400 GWh. A partir de 2041 y hasta el año 2100 el porcentaje del total de energía generada correspondiente a esta fuente se mantendría invariable. Según las estimaciones, en el año 2100 estaría generando alrededor de 33.222 GWh.
- Se estima que el resto de la energía eléctrica suministrada por fuentes no emisoras de GEI se produzca con energía nuclear.
- Se supone que en 2100 la generación térmica convencional (ciclos combinados, turbovapor y turbogás) conserve la misma participación en la generación de electricidad que en el año 2030; toda la expansión adicional provendría de fuentes no emisoras.

---

<sup>136</sup> Tal como se indicó en relación con la elaboración del escenario consolidado de base de emisiones de GEI, en este punto solo se incluyen algunos de los supuestos más relevantes.



- En el sector de procesos industriales se aplican medidas en prácticamente todas las categorías, como se indica a continuación:
  - Producción de minerales:
    - Cemento: se mantiene la tendencia observada a la mejora de la relación *clinker*-cemento, que pasaría de 0,83 en la actualidad a 0,76 en 2030; la relación seguiría mejorando hasta llegar a 0,7 en 2050 y tanto en el período 2050-2070 como en 2070-2100 se registrarían mejoras adicionales del 2,5%.
    - Relación entre cal y uso de piedra caliza en la producción de hierro, acero y vidrio: se supuso que se produciría una mejora de la eficiencia del 5%, repartida linealmente entre 2030 y 2050; una mejora adicional de otro 5% entre 2050 y 2070 y, por último, otra mejora del 5% entre 2070 y 2100, distribuida linealmente en esos 30 años.
  - Producción de hierro y acero: no se prevén aumentos adicionales de la eficiencia entre 2030-2050. En el período 2050 y 2070 se supone que se registre un aumento de la eficiencia del 2,5%, distribuido linealmente a lo largo de los 20 años, y otro aumento de la misma magnitud en el período 2070-2100, también distribuido linealmente durante esos 30 años.
  - Producción de aluminio ( $\text{CO}_2$ , PFC y  $\text{SF}_6$ ): se estima que se registre un aumento de la eficiencia del 2,5% entre 2030 y 2050, repartido linealmente en el período de 20 años; una mejora adicional de la eficiencia de otro 2,5% entre 2050 y 2070, y una mejora del 5% entre 2070 y 2100.
  - Industria petroquímica: se supone que se registre un aumento de la eficiencia de 2,5% entre 2030 y 2050 en lo que respecta a los tres GEI principales ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ), una mejora adicional del 2,5% en el período 2050-2070 y una mejora del 5% en el período 2070-2100.
  - Producción y consumo de halocarbonos y  $\text{SF}_6$ : se supone un aumento en la eficiencia del 5% entre 2030 y 2050, otra mejora del 5% entre 2050 y 2070 y, por último, una reducción de la intensidad de las emisiones de un 5% adicional entre 2070 y 2100.
- En el sector agropecuario, que incluye a la agricultura y la ganadería, se supuso que se aplicarían las siguientes medidas de mitigación con posterioridad a 2030:
  - En fermentación entérica y manejo de estiércol, se estimó una reducción del 5% de las emisiones específicas entre el escenario de base y el de mitigación.
  - En las emisiones de  $\text{CH}_4$  correspondientes a los arrozales, se estimó que se registraría una reducción del 5% entre 2030 y 2050, y una disminución adicional del 10% entre 2050 y 2070 y entre 2070 y 2100.
  - Del año 2030 en adelante, las emisiones correspondientes a quema de residuos agrícolas muestran la misma evolución que en el escenario de base.
  - Las emisiones específicas de  $\text{N}_2\text{O}$  correspondiente al uso de suelos agrícolas, tanto para agricultura como para ganadería, muestran una reducción de un 5% entre 2030 y 2050, de otro 5% entre 2050 y 2070 y de un 5% adicional entre 2070 y 2100.
- En el sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura se aplicaron las las pautas del informe sectorial pertinente.
- En el sector de residuos se estima que se registre una recuperación secundaria y gradual de  $\text{CH}_4$ . Así, se produciría una recuperación paulatina del 50% del  $\text{CH}_4$  entre 2011 (año en el que se aplica ese porcentaje de recuperación del  $\text{CH}_4$  al 10% de los residuos) y el año 2020 (en el que se recupera el 50% del  $\text{CH}_4$  del 100% de los residuos). En el período

comprendido entre 2021 y 2030 se aplica una tasa del 50% de recuperación a la totalidad de los residuos sólidos depositados y a partir de 2031 comienza a aplicarse gradualmente una tasa de recuperación del 75% del  $\text{CH}_4$  generado por residuos. En ese año se aplica una tasa de recuperación del 75% del  $\text{CH}_4$  al 5% de los residuos, mientras que del 95% restante se recupera el 50%. Hacia el año 2050 se recupera el 75% del  $\text{CH}_4$  de la totalidad de los residuos, situación que se prolongaría hasta el año 2100.

En el cuadro VI.10 y el gráfico VI.15 se presentan las conclusiones derivadas del escenario de mitigación consolidado sobre las emisiones de GEI de todos los sectores, elaboradas conforme a los criterios expuestos. Las emisiones netas de GEI se elevan de 305.756,84 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  en 2005 a 1.388.531,05 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  en 2100, lo que implica un aumento de más de cuatro veces y media en ese período. Este aumento es mucho menor que el previsto en el escenario de base. De hecho, en el año 2100 el total de emisiones de GEI previsto en el escenario de mitigación es un 31% menor que en el escenario de base.

El incremento del total de emisiones totales previsto en este escenario obedece principalmente a la evolución de las emisiones correspondientes al sector energético, que crecen más de seis veces entre 2005 y 2100. Entre 2005 y 2010 el aumento es de un 20,4% y el que se registraría entre 2005 y 2030 es de un 62%, mientras que entre 2030 y 2100 las emisiones de este sector aumentarían algo más de cuatro veces, lo que demuestra que gran parte del impacto de las medidas de mitigación que se adopten en el sector se haría sentir antes del año 2030. Por lo tanto, en el escenario de mitigación la participación de las emisiones del sector energético pasa de representar el 46,76% del total de emisiones de GEI en 2005, excluido el sector de USCUS, a más del 51% en 2030, para llegar a su punto máximo en el año 2100, en el que representarían el 69% del total si se excluye el sector de USCUS.

El segundo sector en términos de magnitud de emisiones de GEI en el período analizado es el agropecuario, pero su comportamiento es muy distinto del observado en el sector energético. De hecho, es el sector cuyas emisiones de GEI aumentan en menor medida de acuerdo a este escenario en el período analizado (algo menos del 65% entre 2005 y 2100). La mayor proporción de ese incremento se da en los primeros años, ya que en el período de 25 años comprendidos entre 2005 y 2030 las emisiones del sector aumentarían un 24% y en los 70 años siguientes (2030 a 2100) se produciría una expansión del 32%. Esta situación conduce a una continua disminución de la participación de las emisiones de este sector en el total, puesto que pasan de representar el 42,83% de las emisiones de GEI en el año 2005, con la excepción del sector de USCUS, al 36,31% en 2030, para luego representar apenas el 15,83% en 2100<sup>137</sup>. Sin embargo, esta participación es superior a la que presenta este sector en ese año según el escenario de base, lo que responde al mayor esfuerzo de mitigación que se desplegaría en el sector energético en comparación con los demás. En todo caso, esto no indica que no se reduzcan las emisiones del sector agropecuario que, de hecho, en 2100 son cerca de un 10% inferiores que en el escenario de base.

El sector de procesos industriales presenta las mayores tasas de aumento de las emisiones en el escenario de mitigación. Estas crecen más de 12 veces entre 2005 y 2100, se duplican entre 2005 y 2030 y aumentan cinco veces y media entre 2030 y 2100, lo que se traduce en un notable aumento de la participación de sus emisiones en el total, que se eleva del 4,37% en 2005 al 10,44% en 2100. Esta participación también es mayor a la que presentaba en el escenario de base, lo que también se observa en el sector agropecuario. En parte, esto obedece al hecho de que, según el escenario de mitigación, en el año 2100 las emisiones de GEI provenientes de procesos industriales son apenas un 2,54% inferiores a las previstas en el escenario de base, lo que representa un porcentaje de reducción muy inferior al de los demás sectores.

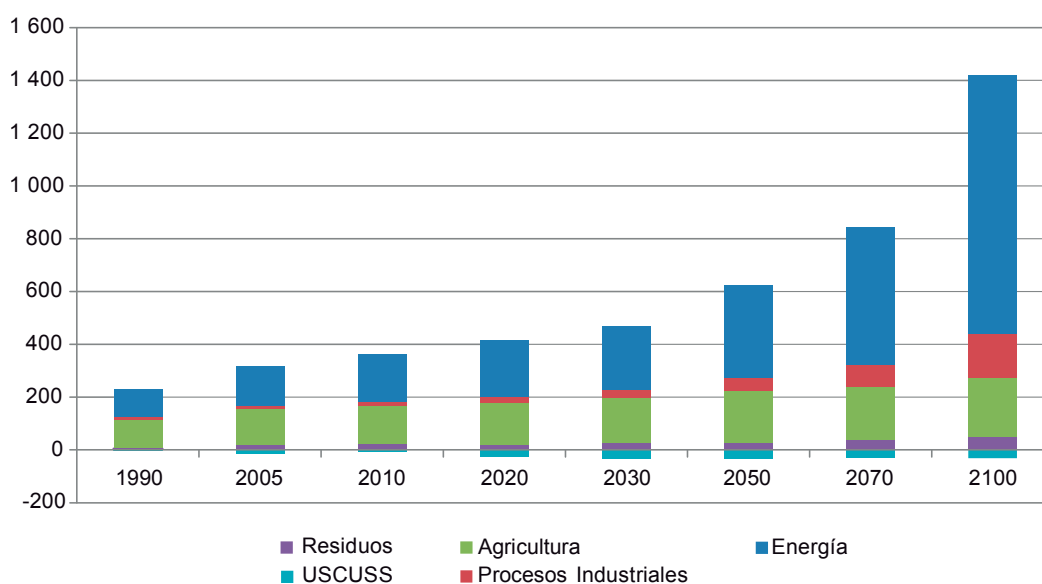
<sup>137</sup> Cabe destacar que, al inicio de la serie (en 1990), el sector agropecuario era la principal fuente de emisiones de GEI, puesto que representaba el 47,29% del total, con la excepción del sector de USCUS, mientras que el sector energético representaba el 45,31%.

**CUADRO VI.10**  
**EMISIONES SECTORIALES DE GEI, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En miles de Gg de CO<sub>2</sub>e)*

Sectores, incluido el de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Sector de energía	103,6	148,8	179,2	214,8	240,8	350,0	518,4	977,0
Procesos industriales	8,3	13,9	15,9	23,6	30,4	49,6	80,9	168,7
Agricultura	108,1	136,3	143,8	155,6	170,1	193,6	204,6	224,7
Residuos	8,7	19,2	24,1	21,9	27,1	29,5	37,4	49,2
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	-3,5	-12,4	-9,1	-25,9	-32,4	-31,7	-31,3	-31,1
Total	225,2	305,8	353,9	390,0	436,0	591,0	809,9	1 388,5

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.15**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES SECTORIALES NETAS DE GEI,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En miles de Gg de CO<sub>2</sub>e)*



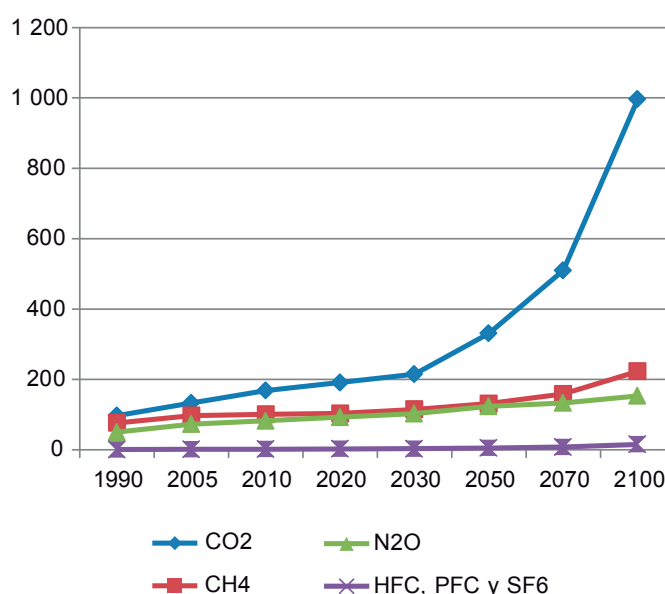
**Fuente:** Elaboración propia.

El sector de residuos presenta un aumento de las emisiones de GEI del 256% entre el año 2005 y 2100 y este es aun mayor en el período 2005-2030, en el que se registra un incremento del 261%, mientras que entre 2030 y 2100 la expansión es de un 81,55%. Este comportamiento concuerda en gran medida con las hipótesis relativas a los años en los que se estima que se inicien las actividades de recuperación del CH<sub>4</sub> generado por rellenos sanitarios y vertederos, proceso que a partir del año 2050 se estabiliza con un 75% de recuperación de CH<sub>4</sub> del 100% de los residuos depositados en esas áreas. Por consiguiente, la participación de las emisiones del sector en el total (con la excepción del sector de USCUS) se reduce del 6% en 2005 al 3,5% en 2100 y registra su punto máximo en 2010 (6,63%), año supuestamente anterior al inicio del proceso de recuperación del CH<sub>4</sub> generado en los rellenos sanitarios y vertederos. Esta participación es muy inferior a la que se observa en el mismo período

según el escenario de base y se debería al notable ahorro de emisiones en el sector (54,82%) observable entre el escenario de mitigación y el de base, por lo que este sector sería en el que proporcionalmente se ahorrarían más emisiones en los últimos años del período estudiado. Las emisiones de residuos que se producirían en 2100 según el escenario de mitigación serían inferiores a la mitad de las previstas en el escenario de base.

En lo concerniente al sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura, las capturas de CO<sub>2</sub> aumentan dos veces y media entre 2005 y 2100. Los aumentos alcanzarían su punto máximo entre 2005 y 2030 para luego ir disminuyendo levemente hasta 2100. Las absorciones de CO<sub>2</sub> en 2100 son casi un 5% inferiores a las de 2030. No obstante, comparadas con las del escenario de base, las capturas netas de CO<sub>2</sub> en el año 2100 según el escenario de mitigación superan en casi un 17% las previstas en el escenario de base.

**GRÁFICO VI.16**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES NETAS DE GEI POR TIPO DE GAS,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En miles de Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico VI.16 y el cuadro VI.11 se muestran las emisiones de GEI, por tipo de gas, previstas en el escenario de mitigación. Tal como ocurriría en el escenario de base, se observa una clara tendencia creciente de la participación del CO<sub>2</sub> en el total de emisiones de GEI. Si se consideran las emisiones netas (incluido el sector de USCUS), las emisiones de este gas crecen siete veces y media entre 2005 y 2100. En cambio, si se excluyen las capturas de CO<sub>2</sub> correspondientes a USCUS, el crecimiento es un poco menor (siete veces). La participación del CO<sub>2</sub> en el total de emisiones netas de GEI, que en 2005 era del 43,67% (46% si se excluye el sector de USCUS), aumentan al 49,29% en 2030 (52,85% si se excluye el sector de USCUS) y llegan al 71,77% en 2100 (72,39% si se excluyen las capturas de CO<sub>2</sub> del sector forestal). Estos porcentajes de participación son levemente inferiores a los presentados en el escenario de base. No obstante, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> entre ambos escenarios son significativas (de casi 510 millones de toneladas en el año 2100), lo que implica una reducción de más de un tercio de las emisiones de este gas previstas en el escenario de base.

**CUADRO VI.11**  
**EMISIONES NETAS DE GEI POR TIPO DE GAS, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En miles de Gg de CO<sub>2</sub>e)*

Emisiones sectoriales, incluido el sector de USCUS	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
CO <sub>2</sub>	97,3	133,5	168,6	191,2	214,9	331,0	510,0	996,5
CH <sub>4</sub>	76,6	97,4	100,9	103,2	115,0	131,2	158,5	223,0
N <sub>2</sub> O	50,4	73,1	82,4	92,8	102,8	123,8	133,5	153,3
HFC, PFC y SF <sub>6</sub>	0,9	1,7	2,1	2,8	3,2	5,0	7,8	15,6
Total	225,2	305,8	353,9	390,0	436,0	591,0	809,9	1 388,5

**Fuente:** Elaboración propia.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> crecen a algo más del doble entre 2005 y 2100. Si bien durante todo el período sigue siendo el segundo GEI en términos de importancia, su participación en el total de emisiones netas se reduce en forma sostenida, desde un 31,87% en 2005 a un 26,39% en 2030, para finalizar en el año 2100 con un 16,06%. Según el escenario de mitigación, las emisiones de CH<sub>4</sub>, incluidas las del sector de USCUS, son un 27% inferiores a las del escenario de base. En el caso del N<sub>2</sub>O se produce un cambio similar, aunque un poco menos pronunciado, puesto que su participación en el total de emisiones netas de GEI, que en 2005 era del 23,92%, pasan a representar el 23,58% en 2030 y el 11,04% en el año 2100. Según el escenario de mitigación, las emisiones de N<sub>2</sub>O en 2100 son un 13,2% inferiores a las previstas en el escenario de base. El mayor ahorro relativo de emisiones de CH<sub>4</sub> en comparación con las de N<sub>2</sub>O, obedece principalmente a las medidas que se proponen para el sector de residuos. En lo referido a los otros gases de efecto invernadero (HFC, PFC y SF<sub>6</sub>), su participación es muy poco significativa a lo largo de todo el período, pero se observa un ahorro de emisiones de más del 17% en el escenario de mitigación en comparación con el de base.

En el cuadro VI.12 y el gráfico VI.17 se presenta la evolución de las emisiones sectoriales de GEI correspondientes a las diversas categorías que componen el sector energético, según el escenario de mitigación y en todo el período analizado. Los cálculos se basaron en información contenida en los respectivos informes sectoriales.

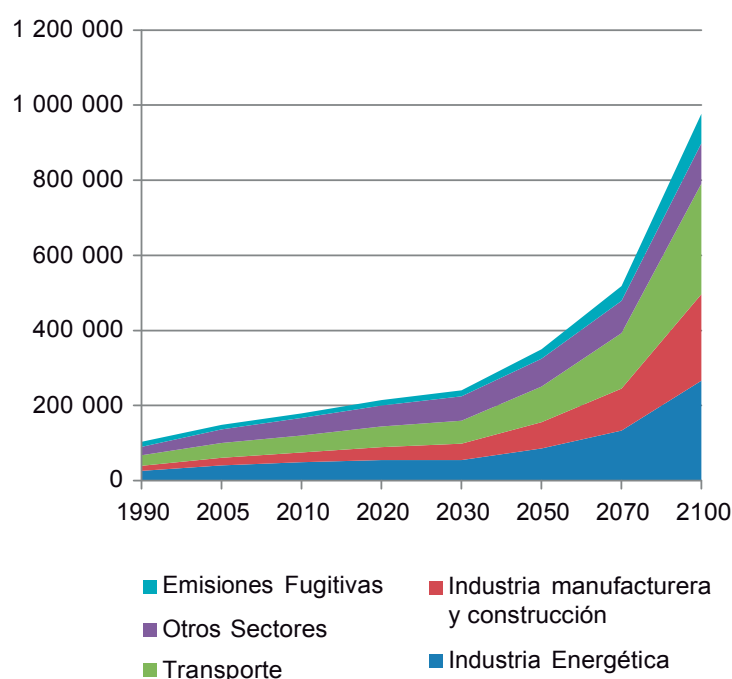
**CUADRO VI.12**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÉTICO, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Industria energética	26 311,27	40 619,85	49 272,00	54 952,02	55 104,14	85 780,95	133 533,96	266 091,69
Industria manufacturera y construcción	13 527,32	20 312,69	24 859,61	34 488,15	43 487,24	69 978,57	111 780,50	230 388,36
Transporte	27 858,83	39 484,65	46 116,58	55 070,42	60 951,22	94 892,30	147 717,47	294 355,00
Otros sectores	22 379,64	36 209,95	46 932,13	55 789,59	64 970,04	74 037,72	85 959,45	107 740,50
Emisiones fugitivas	13 532,90	12 127,71	12 045,88	14 501,02	16 242,79	25 285,24	39 361,18	78 434,59
Total	103 609,96	148 754,85	179 226,19	214 801,20	240 755,42	349 974,79	518 352,56	977 010,14

**Fuente:** Elaboración propia.

Una diferencia notable entre el escenario de base y el escenario de mitigación es la relativa a las emisiones del sector de transporte, cuya importancia aumenta, principalmente a partir de mediados de la década de 2030; desde entonces y hasta el final de la serie desplazan al sector de industrias energéticas y a otros sectores (residencial, comercial y público y agropecuario) como principal fuente de emisiones de GEI del sector. En efecto, si bien hasta 2018 las emisiones de las industrias energéticas aparecen como las mayores del sector (27%), entre 2022 y 2035 las demás emisiones son las más importantes del sector energético (26% al 27% en todo ese período), y luego van descendiendo paulatinamente, sobre todo como consecuencia de la importancia que adquieren en la demanda residencial de energía las variables demográficas, que crecen a tasas mucho menores que las variables económicas que explican la evolución de las demás categorías. A partir de 2035 comienza a incrementarse la participación de las emisiones del transporte, que en el año 2100 representan el 30% del total de emisiones de GEI del sector, lo que se compara con un 27% de las industrias energéticas y un 24% de las industrias manufactureras y la construcción, mientras que otros sectores solo representan el 11% del total y el 8% restante corresponde a emisiones fugitivas.

**GRÁFICO VI.17**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÉTICO,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

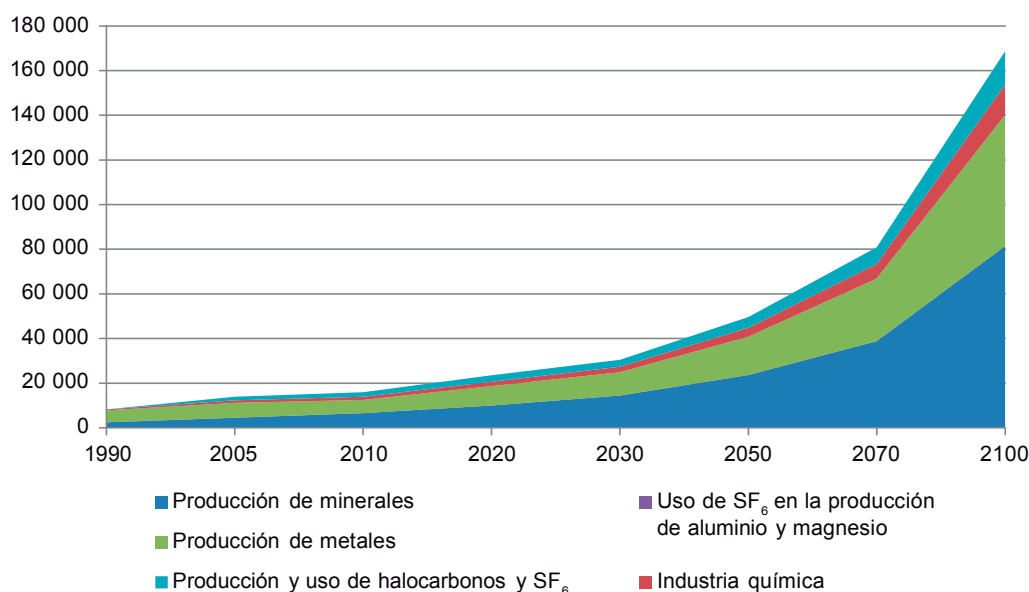
Las variaciones que se observan se relacionan con la evolución de las emisiones de las distintas categorías según el escenario de base y el de mitigación. Mientras las emisiones correspondientes a las industrias energéticas disminuyen un 57%, las de las industrias manufactureras se reducen un 22%, las de transporte poco menos del 15%, las de otros sectores un 23,5% y las emisiones fugitivas un 18,3%.

**CUADRO VI.13**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE PROCESOS INDUSTRIALES,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Producción de minerales	2 440,30	4 558,27	6 590,97	10 011,91	14 453,94	23 684,47	38 809,76	81 406,09
Industria química	421,62	1 105,75	1 420,65	2 026,35	2 450,81	3 997,15	6 519,79	13 552,95
Producción de metales	5 388,80	6 629,50	5 925,75	8 856,51	10 433,54	17 091,64	27 998,76	58 697,04
Uso de SF <sub>6</sub> en la producción de aluminio y magnesio	0,67	1,11	1,85	2,35	2,46	3,93	6,28	12,52
Producción y consumo de halocarbonos y SF <sub>6</sub>	0,00	1 610,15	2 009,54	2 678,69	3 107,68	4 837,68	7 530,74	15 006,43
<b>Total</b>	<b>8 251,38</b>	<b>13 904,78</b>	<b>15 948,77</b>	<b>23 575,80</b>	<b>30 448,43</b>	<b>49 614,87</b>	<b>80 865,33</b>	<b>168 675,03</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.18**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE PROCESOS**  
**INDUSTRIALES, ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro VI.13 y el gráfico VI.18 se muestra la evolución de las emisiones de las distintas categorías del sector de procesos industriales según el escenario de mitigación. A lo largo de todo el período analizado, hay dos categorías (producción de minerales y producción de metales) que suman alrededor del 80% de las emisiones del sector. En el año 2005, la producción de minerales representaba el 33%, mientras que la de metales equivalía a casi la mitad del total (48%). No obstante, en el año 2010 los porcentajes correspondientes a ambas categorías son similares y, a partir de entonces, la producción de minerales se convierte claramente en la categoría más emisora del sector. En 2030 esta generaría el 47% de las emisiones, lo que se compara con el 34% de la producción de metales, y en el año 2100 los porcentajes de participación serían del 48% y el 35% respectivamente. La industria química mantiene

un porcentaje de alrededor del 8% del total de las emisiones del sector a lo largo de todo el período, en tanto que la participación de la producción y consumo de HFC, PFC y SF<sub>6</sub> van aumentando lentamente hasta llegar a representar el 9% del total en el año 2100.

Las emisiones de GEI provenientes de la producción de minerales aumentan casi 18 veces entre 2005 y 2100, mientras que las generadas por la producción de metales se amplían casi 9 veces. En la comparación entre el escenario de base y el de mitigación se observa una disminución de las emisiones de GEI en este último en las categoría de producción de minerales (algo menos de un 0,03%), producción de metales (2,4%), y producción y consumo de HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub> (14%).

En el cuadro VI.14 y el gráfico VI.19 se presentan las emisiones del sector agropecuario según el escenario de mitigación.

En este sector, las dos principales categorías, es decir las de fermentación entérica (CH<sub>4</sub>) y de uso de suelos agrícolas (N<sub>2</sub>O), concentran el 98% de las emisiones a lo largo de todo el período analizado. Sin embargo, mientras que las emisiones procedentes de la fermentación entérica se mantienen estables a lo largo del período 2005-2020 y presentan un leve crecimiento desde 2010 hasta el año 2100 (27,5%), las emisiones producidas por el uso de suelos agrícolas se duplican entre 2005 y 2100, lo que obedece a la disímil evolución de las principales variables. Por lo tanto, la participación de las emisiones de la fermentación entérica en el total del sector sube pasa del 46% en el año 2005 al 36% en el año 2100, en contraposición con lo que sucede con la participación de las emisiones provenientes del uso de suelos agrícolas, que aumenta del 52% en 2005 al 62% en 2100. Estos porcentajes de participación no distan mucho de los consignados en el escenario de base, pero las emisiones correspondientes a fermentación entérica previstas en el escenario de mitigación para el año 2100 son un 5% menores que en el escenario de base y las correspondientes al uso de suelos agrícolas son un 12,5% inferiores. Las otras categorías del sector no revisten importancia para el análisis, puesto que representan un 2% o menos del total de emisiones del sector.

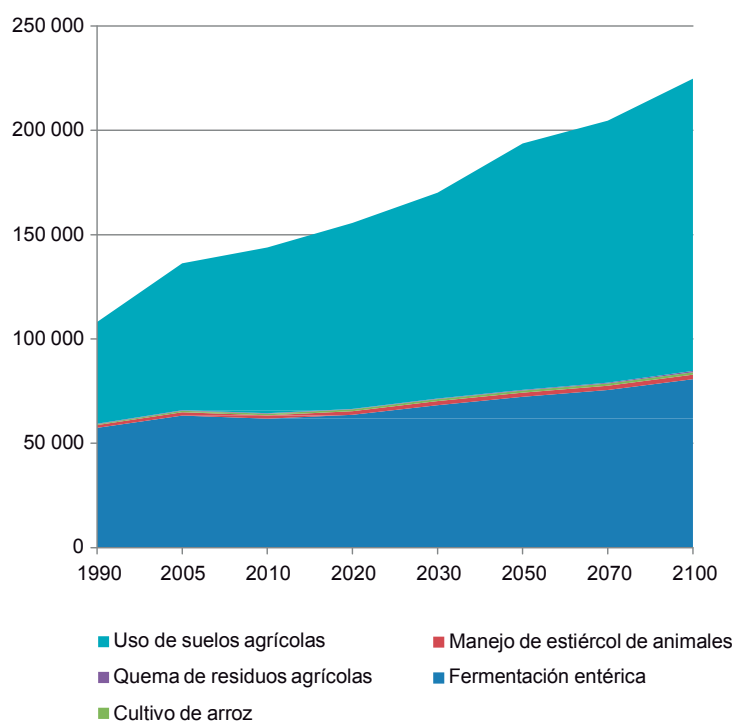
**CUADRO VI.14**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR AGROPECUARIO, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
(En Gg de CO<sub>2</sub>e)

	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Fermentación entérica	57 375,89	63 299,88	61 826,31	63 657,72	68 252,73	72 286,46	75 541,33	80 700,48
Manejo de estiércol de animales	1 366,24	1 588,91	1 607,08	1 762,87	1 999,51	1 985,07	2 074,45	2 216,12
Cultivo de arroz	411,60	719,67	756,00	840,00	945,00	997,50	1 039,50	1 134,00
Quema de residuos agrícolas	207,82	236,13	241,38	247,89	254,47	327,99	422,75	618,61
Uso de suelos agrícolas	48 775,40	70 413,40	79 381,70	89 081,60	98 620,30	118 046,64	125 507,17	140 044,76
Total	108 136,94	136 257,99	143 812,47	155 590,08	170 072,01	193 643,65	204 585,19	224 713,97

**Fuente:** Elaboración propia.



**GRÁFICO VI.19**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR AGROPECUARIO,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro VI.15 y el gráfico VI.20 se presenta la evolución de las emisiones de las diversas categorías que integran el sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura.

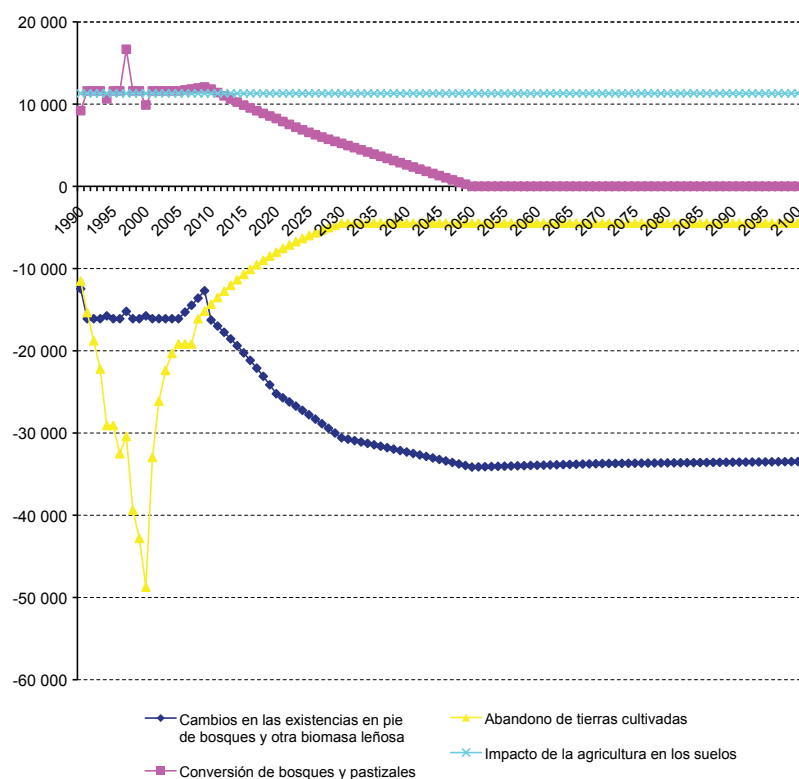
**CUADRO VI.15**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE USCUS, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Cambios en las existencias en pie de bosques y otra biomasa leñosa	-12 462,40	-16 098,41	-17 640,52	-34 691,48	-39 485,35	-38 567,74	-38 142,83	-37 898,84
Conversión de bosques y pastizales	9 210,77	11 604,35	11 564,66	5 507,34	245,43	0,00	0,00	0,00
Abandono de tierras cultivadas	-11 514,25	-19 169,90	-14 330,84	-8 008,94	-4 475,88	-4 475,88	-4 475,88	-4 475,88
Impacto de la agricultura en los suelos	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76	11 307,76
<b>Total</b>	<b>-3 458,12</b>	<b>-12 356,21</b>	<b>-9 098,94</b>	<b>-25 885,32</b>	<b>-32 408,04</b>	<b>-31 735,86</b>	<b>-31 310,95</b>	<b>-31 066,96</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Las capturas de CO<sub>2</sub> por parte de la biomasa leñosa aumentan más de un 235% entre 2005 y 2100 y llegan a su punto máximo en 2030. A partir de ese año, también se supone que se dé cumplimiento pleno a la Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, por lo que desaparecerían las emisiones correspondientes a la conversión de estos y de los pastizales. A pesar de estas medidas, en 2100 las absorciones netas de CO<sub>2</sub> correspondientes a esta categoría superarían en apenas un 13% las previstas en el escenario de base. Como hacia el final del período no hay mayores diferencias entre un escenario y otro en las demás categorías, el aumento de las capturas netas de CO<sub>2</sub> en todo el sector es de casi un 17%.

**GRÁFICO VI.20**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE USCUS,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
(En Gg de CO<sub>2</sub>e)



**Fuente:** Elaboración propia.

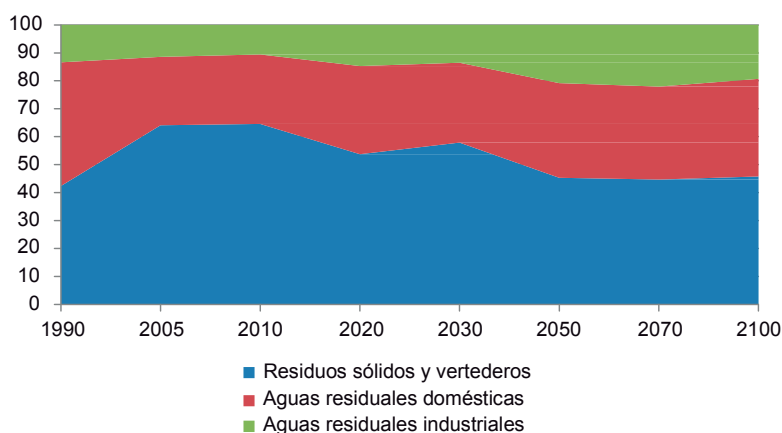
En el cuadro VI.16 y el gráfico VI.21 se presenta la evolución de las emisiones de GEI del sector de residuos en el período analizado, según el escenario de mitigación. Las emisiones de GEI del sector en su conjunto ascienden en el año 2100 a 49.198,88 Gg de CO<sub>2</sub>e, lo que supone más de un 256% de aumento respecto de las emisiones totales registradas en el sector en el año 2005 (19.195,43 Gg de CO<sub>2</sub>e). Sin embargo, las emisiones correspondientes al año 2100 representan casi un 55% de reducción entre el escenario de base y el de mitigación. El ahorro de emisiones entre ambos escenarios (59.724,47 Gg de CO<sub>2</sub>e) es un 21,3% mayor que las emisiones previstas en el escenario de mitigación del sector, lo que da una idea del impacto de las medidas de recuperación del CH<sub>4</sub> proveniente de los residuos depositados en rellenos sanitarios y vertederos. Esta es la principal medida de mitigación que, según se estima, se aplicará en el sector, de modo que las emisiones de las demás categorías no varían significativamente entre un escenario y otro.

**CUADRO VI.16**  
**EMISIONES DE GEI DEL SECTOR DE RESIDUOS, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*

	1990	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Residuos sólidos y vertederos	3 680,22	12 304,09	15 530,11	11 789,65	15 701,07	13 346,50	16 711,80	22 541,98
Aguas residuales domésticas	3 847,60	4 692,88	5 976,95	6 911,19	7 747,73	9 973,00	12 437,00	17 154,40
Aguas residuales industriales	1 161,69	2 198,45	2 547,79	3 228,60	3 665,79	6 142,50	8 242,50	9 502,50
Total	8 689,51	19 195,43	24 054,85	21 929,45	27 114,59	29 462,00	37 391,30	49 198,88

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.21**  
**EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR**  
**DE RESIDUOS, ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En porcentajes)*

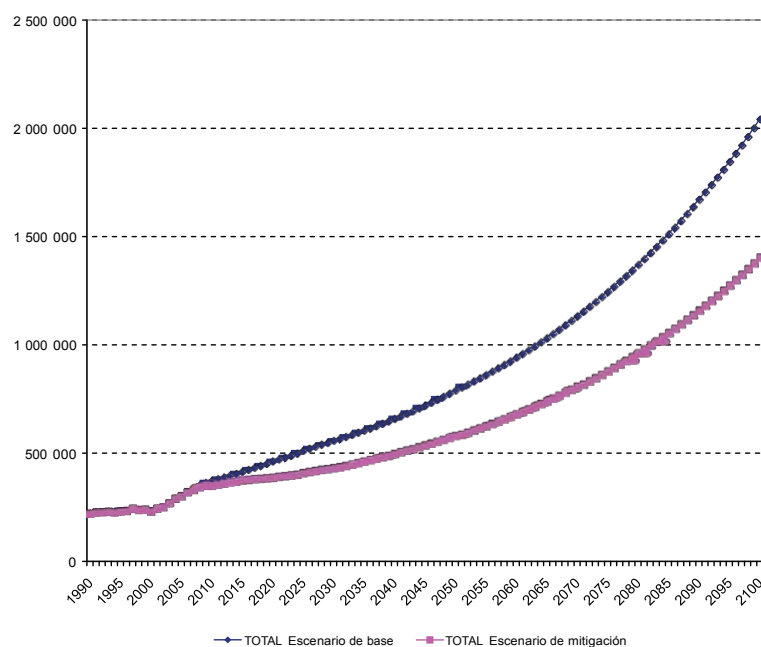


**Fuente:** Elaboración propia.

## 2. Cálculo del ahorro de emisiones

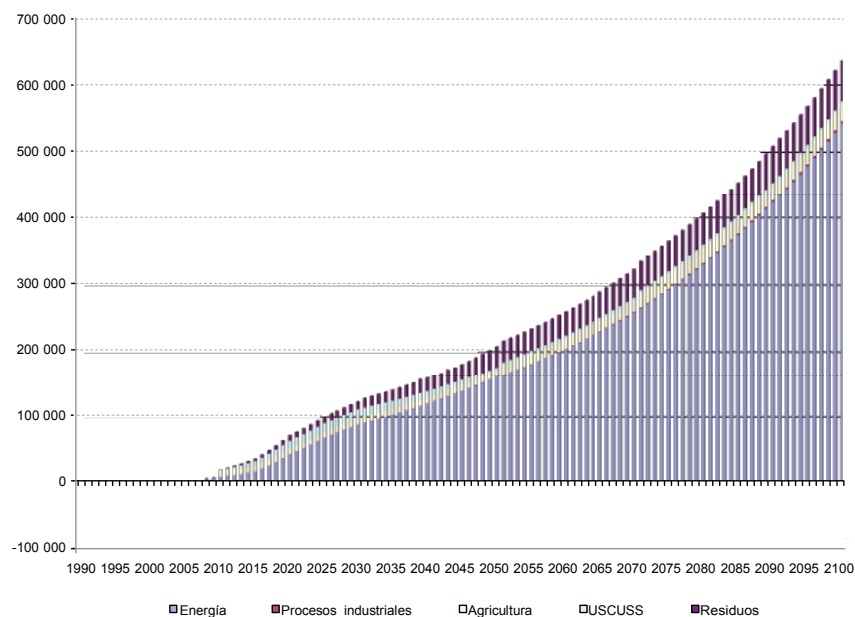
Tal como se observa en el gráfico VI.22, según el escenario de mitigación las emisiones de GEI en el año 2100 ascienden a 1.388.502,66 Gg de CO<sub>2</sub>e, es decir, son un 31,5% inferiores a las estimadas en el escenario de base (2.025.959,44 Gg de CO<sub>2</sub>e).

**GRÁFICO VI.22**  
**AHORRO DE EMISIONES NETAS DE GEI: COMPARACIÓN DEL ESCENARIO DE BASE**  
**Y EL ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.23**  
**EMISIONES NETAS EVITADAS EN TODOS LOS SECTORES: COMPARACIÓN DEL**  
**ESCENARIO DE BASE Y EL ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico VI.23 y los cuadros VI.17 y VI.18 se presenta el detalle, por sector, del ahorro total de emisiones de GEI, medidas en términos de CO<sub>2</sub>e, que traería aparejado la aplicación de estas medidas y que asciende a 24.688 millones de toneladas en todo el período analizado. Esta cifra implica un ahorro de más del 27% del total de emisiones acumuladas previstas en el escenario de base para el período 2010-2100.

La mayor parte de las emisiones ahorradas en el período analizado se deberían a la aplicación de medidas en el sector energético. En efecto, el ahorro de emisiones de dicho sector representa un porcentaje creciente a medida que se avanza hacia el año horizonte: el 51,54% en 2020, el 72,46% en 2030, el 77,34% en 2050, el 78,72% en 2070 y el 84,87% en 2100. De los 24.687.682,80 Gg de CO<sub>2</sub>e no emitidos en el período analizado (fundamentalmente entre 2010 y 2100) al sector energético le corresponde el 80,12%; en términos de acumulación de emisiones ahorradas le sigue el sector de residuos, que representa el 11,37% del total. El sector energético representa el 10,45% de las emisiones ahorradas en el año 2020, el 9,31% en 2030, el 15,7% en 2050 (año en que se recupera el 75% del CH<sub>4</sub> emitido por el 100% de los residuos depositados en rellenos sanitarios y vertederos); el ahorro descende luego paulatinamente, al 13,96% en 2070 y al 9,68% en 2100. El sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura presenta un alto porcentaje de participación al principio del período (un 16,49% del total en 2020 y un 11,13% en 2030), que posteriormente disminuye, a medida que se van agotando las posibilidades de ahorro en virtud del pleno cumplimiento de la Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos en ambos escenarios, y pasa a representar el 2,15% del total en 2050, el 1,46% en 2070 y el 0,72% en el año 2100. Los 606.066,87 Gg de CO<sub>2</sub>e ahorrados en el período estudiado representan el 2,45% del ahorro acumulado.

#### CUADRO VI.17

#### AHORRO DE EMISIONES SECTORIALES DE GEI: COMPARACIÓN DEL ESCENARIO DE BASE Y EL ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 1990-2100 (En Gg de CO<sub>2</sub>e)

Emisiones sectoriales, incluido el sector de USCUS	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	45 594,19	90 417,16	159 477,16	239 517,69	523 427,97
Procesos industriales	170,61	280,89	738,71	1 644,87	4 395,69
Agricultura	8 365,74	8 587,48	10 270,66	16 213,00	24 735,30
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	8 689,51	19 195,43	24 054,85	21 929,45	27 114,59
Residuos	7 741,11	13 883,96	4 429,29	4 429,30	4 429,30
Total	12 212,92	11 611,84	31 273,67	42 469,56	59 724,47
Total	74 084,57	124 781,33	206 189,49	304 274,41	616 712,57

**Fuente:** Elaboración propia.

El sector agropecuario es el tercero en orden de importancia en función de las emisiones ahorradas en los años incluidos en el análisis, puesto que estas ascienden a 1.370.170,69 Gg de CO<sub>2</sub>e, el 5,55% del total acumulado. La participación del ahorro de emisiones de este sector es mucho mayor al comienzo del período, hecho que está relacionado con el relativo estancamiento de las emisiones producidas por el sector, como se indica en otras secciones de este informe. En efecto, las emisiones de GEI del sector agropecuario representan en el año 2020 el 11,29% del total, y constituirían el 6,88% en el año 2030, el 4,98% en el año 2050, el 5,33% en el año 2070 y, finalmente, el 5,09% en el año 2100. En cuanto al sector de procesos industriales, su contribución al ahorro de emisiones es mínima (0,50% del total) debido, en parte, a su baja participación en el total de emisiones de GEI.

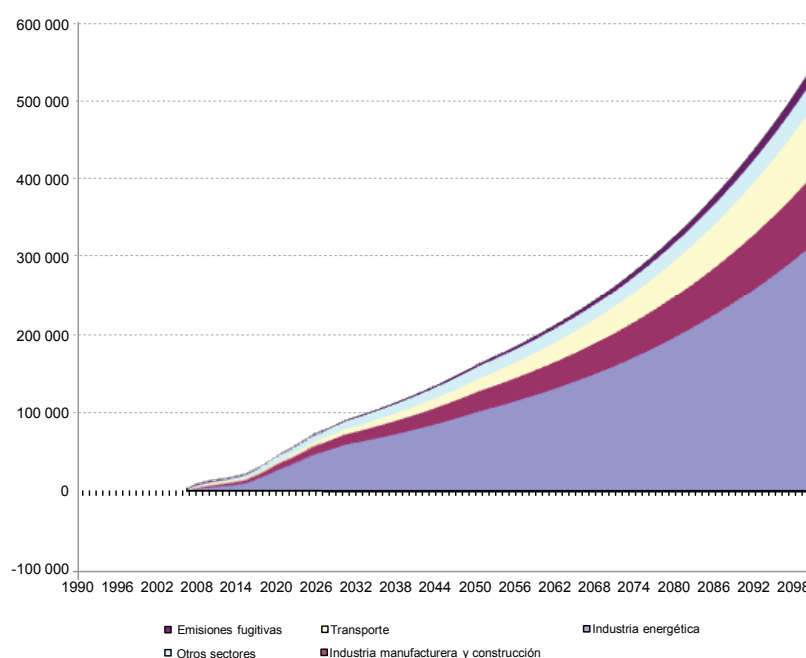
**CUADRO VI.18**  
**TOTAL ACUMULADO DE EMISIONES SECTORIALES DE GEI AHORRADAS:**  
**COMPARACIÓN DEL ESCENARIO DE BASE Y EL ESCENARIO DE MITIGACIÓN,**  
**1990-2100**

Emisiones sectoriales, incluido el sector de USCUS	En Gg de CO <sub>2</sub> e	En porcentajes sobre el total
Energía	19 780 424,08	80,12
Procesos industriales	123 229,69	0,50
Agricultura	1 370 170,69	5,55
Residuos	2 807 791,72	11,37
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	606 066,87	2,45
Total	24 687 682,80	100,00

**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico VI.24 se aprecia la composición de las emisiones ahorradas en el sector energético. En 2020 más del 60% de las emisiones ahorradas provienen del subsector de industrias energéticas, que a lo largo del período analizado presenta los mayores ahorros del sector. En 2030, la participación de este subsector asciende al 65,81% y, si bien se reduce en 2050 al 60,29%, principalmente debido al agotamiento de los recursos hidroeléctricos identificados, sigue siendo claramente la principal fuente de ahorro de emisiones del sector hasta el fin del período (67,83% en 2100). En términos acumulados las emisiones ahorradas del sector representan el 63,4% del total.

**GRÁFICO VI.24**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI AHORRADAS POR EL SECTOR**  
**ENERGÉTICO: COMPARACIÓN DEL ESCENARIO DE BASE Y EL ESCENARIO**  
**DE MITIGACIÓN, 1990-2100**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En el total acumulado, la categoría que le sigue es la industria manufacturera y de la construcción, que representa el 17%, seguida del sector de transporte (9,55%) y otros sectores (7,6%).

### 3. Cálculo de los costos de mitigación

Para la determinación de los costos de mitigación se consideraron las medidas identificadas en varios estudios previos<sup>138</sup> que, a la vez, revisten especial importancia en lo que respecta a la reducción de emisiones. En este sentido, y con el fin de realizar un análisis más robusto y con menor grado de incertidumbre, se han considerado las opciones de mitigación cuya adopción sería viable en los próximos veinte años<sup>139</sup> y pasarían a estar plenamente vigentes entre 2030 y 2050. Esto se debe a la mayor certeza sobre las tecnologías disponibles y el grado de desarrollo del conocimiento técnico, así como a la evolución esperable del sistema socioeconómico. Con posterioridad al año 2050, se asume que las medidas identificadas mantienen su eficacia, que varía de un sector a otro, mientras que el realce de la eficiencia en lo que respecta a la intensidad de las emisiones se analiza en forma agregada, teniendo en cuenta la mayor incertidumbre con respecto a los supuestos que tomarían en cuenta.

En este cálculo no se han considerado los beneficios resultantes de la posible venta de bonos de carbono<sup>140</sup>, pero se supone que las medidas y sus costos asociados son adicionales, por tratarse de medidas orientadas a la consecución de un beneficio global, concretamente a la limitación de las emisiones de GEI. Tampoco se miden ni computan los posibles beneficios secundarios nacionales o locales<sup>141</sup>, por el hecho de ser costos incrementales brutos de mitigación<sup>142</sup>. Por último, los costos calculados son costos directos mínimos, correspondientes a la implementación de tecnologías, y se basan en criterios dependientes de las características de los diversos sectores<sup>143</sup>.

Las medidas que se tomaron en consideración en relación con los sectores analizados son las siguientes:

<sup>138</sup> Véanse Fundación Bariloche (2008) y los informes sectoriales sobre escenarios de emisiones y medidas de mitigación que forman parte del estudio nacional. Algunas de las medidas mencionadas también fueron identificadas en los informes correspondientes a los diversos componentes de la segunda comunicación nacional (Gobierno de la República Argentina, 2007).

<sup>139</sup> Este criterio coincide con los resultados del Informe Stern (2007), según el cual las medidas de mitigación que se adopten en las próximas dos décadas son de extrema relevancia.

<sup>140</sup> Los criterios utilizados para el cálculo se basan en las hipótesis de que las medidas que dan origen a estos bonos son capitalizadas fundamentalmente por las partes que las implementan (no incluidas en el Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), bajo la forma de emisiones evitadas o reducidas, y de que la principal motivación de estas actividades no es necesariamente el interés de facilitar el cumplimiento por parte de los países incluidos en dicho anexo I.

<sup>141</sup> El cálculo de los posibles beneficios secundarios de la puesta en práctica de las medidas de mitigación identificadas en este estudio habría obligado a realizar un estudio específico sobre la materia, dado que, para que el análisis sea coherente, si se incluyen dichos beneficios también habría que incluir los costos indirectos de la aplicación de las medidas.

<sup>142</sup> Los costos incrementales son los derivados de la implementación de acciones que suponen un beneficio global (limitación o reducción de las emisiones de GEI) superior a los beneficios que puedan traer aparejados a nivel local. Son “incrementales” en el sentido de que se suman a los que el país habría cubierto para aplicar ciertos criterios de desarrollo sustentable.

<sup>143</sup> Es muy importante aclarar este criterio, en vista de que solo se toman en cuenta los costos de aplicación de las tecnologías y los procesos identificados y los beneficios de las emisiones de GEI evitadas o reducidas. En los cálculos no se incluyen aspectos muy importantes, como los efectos positivos o negativos en el empleo, los efectos en la balanza de pagos del país y otros costos y beneficios indirectos, que podrían llegar a ser significativos.

- Sector energético<sup>144</sup>
  - Reducción de emisiones en la industria energética, mediante la incorporación de fuentes de generación eléctrica no emisoras o que produzcan bajas emisiones.
  - Eficiencia energética<sup>145</sup> en los sectores residencial, comercial y público, mediante la implementación de un programa de etiquetado de artefactos (<http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2519>)<sup>146</sup> y eficiencia pasiva<sup>147</sup>, y en el sector industrial<sup>148</sup>, en virtud de mejoras tecnológicas de artefactos eléctricos y calóricos, mediante financiamiento orientado y regulación.
  - Sustitución de medios de transporte, tanto de personas como de carga (uso de ferrocarriles y trenes urbanos subterráneos) y mejora de la eficiencia del parque automotor (automóviles y camiones), mediante inversiones directas, e implementación del “Plan canje” (<http://nuevoplancanje.com.ar/>) y el “Plan ferroviario” (<http://www.elintransigente.com/notas/2010/6/28/regionales-48307.asp>).
  - Opciones de mitigación en el ámbito del abastecimiento (generación de electricidad): reemplazo de generación térmica por generación mediante fuentes no emisoras de GEI (energía hidroeléctrica y nuclear y fuentes renovables)<sup>149</sup>.
- Sector de residuos
  - Recuperación del CH<sub>4</sub> proveniente de los rellenos sanitarios: se analizaron las hipótesis de recuperación del 50% del CH<sub>4</sub> y el 75% del CH<sub>4</sub> generado. Para el cálculo de los costos asociados, se tomó como referencia la situación de un relleno sanitario<sup>150</sup> en el año 2030 y se aplicó la tasa de recuperación del 50%. Si bien podría aprovecharse la energía resultante de la incineración y utilizarse para la generación eléctrica, esta opción no fue considerada.
- Sector forestal
  - Captura de CO<sub>2</sub> mediante plantaciones para destinos energéticos, para uso de la madera, para producción de fibra o bien para otros fines no necesariamente definidos a priori. Se desarrolló un plan de plantaciones basado en la forestación de 5.000 ha anuales de monte mixto, en todos los años del período 2010-2100.
  - Reducción paulatina del desmonte de los montes nativos, mediante la implementación de medidas en virtud de las cuales se evite y prohíba el desmonte hasta la eliminación total de la práctica en 2050. Para que esta política resulte eficaz, es muy probable que se deba recurrir a las medidas previstas en el programa de las Naciones Unidas de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal.

<sup>144</sup> Véase Fundación Bariloche (2008).

<sup>145</sup> Se trata de ahorros en iluminación, acondicionamiento del aire y conservación de alimentos (véase Fundación Bariloche (2008)).

<sup>146</sup> Esta mejora obedece a la incorporación gradual de artefactos más eficientes, unida a la aplicación o profundización de un programa de etiquetado y un programa de difusión asociado, así como al posible establecimiento de estándares mínimos de rendimiento (véase Fundación Bariloche, 2008).

<sup>147</sup> Mejora correspondiente al ahorro de energía en climatización a partir de la implementación de un programa de mejoramiento de las condiciones térmicas de la estructura edilicia. Véase Fundación Bariloche (2008).

<sup>148</sup> Las medidas pertinentes se concentran en los sistemas de generación de vapor, aislamiento de ductos, y mantenimiento general y de válvulas. En lo que respecta al empleo de electricidad, se trata principalmente de un uso racional de la energía, sobre todo de los motores eléctricos (véase Fundación Bariloche, 2008).

<sup>149</sup> Véase Fundación Bariloche (2008).

<sup>150</sup> Relleno sanitario Norte III del Gran Buenos Aires.



- Sector ganadero
  - La mejora de la alimentación (bovinos del rodeo de cría) ofrece dos alternativas: la utilización en otoño e invierno de verdeos de verano (maíz o sorgo), debido a la falta de materia seca en los pastizales naturales en esa época del año, y la mejora de los pastizales naturales, para aumentar la calidad y cantidad de materia seca disponible. De las opciones sugeridas se toman como referencia la opción mínima y la opción máxima. La primera consistiría en realizar dos cortes de limpieza por año, mientras que la opción máxima supondría un corte de limpieza, seguido por la intersemebra de *lotus tenuis* con fertilización, utilizando maquinarias para siembra directa.

A partir de las opciones identificadas, se calcularon los costos de mitigación correspondientes a los años de corte, estimados para dos categorías: i) costos incrementales (también llamados “costos netos de mitigación” en este contexto)<sup>151</sup>, consistentes en la diferencia entre los costos de implementación de medidas que no suponen emisiones y los costos de la alternativa emisora o práctica frecuente y ii) costos totales o “costos brutos de mitigación” de la opción no emisora, para cuyo cálculo no se deducen de los costos de la alternativa no emisora los asociados a la alternativa emisora. Los primeros reflejan el “esfuerzo adicional” por no generar emisiones, mientras que los segundos corresponden al “esfuerzo total” que debería realizar el sistema socioeconómico con tal objeto.

El único caso en el que se observa una diferencia entre las dos categorías, medidas en dólares/tonelada de CO<sub>2</sub>e, es el de la industria energética, debido a que en los demás sectores la opción o alternativa emisora es “no hacer nada” (“no intervención”), que no supone inversiones ni costos adicionales directos. En cambio, en la industria energética se reemplaza una opción “más emisora” por una “menos emisora”.

Para las estimaciones de los costos de mitigación por tonelada de CO<sub>2</sub>e se utilizaron dos tasas de descuento: 4% y 12%. En los cálculos se consideraron todas las emisiones que se evitarían en el período 2010-2100 en los sectores considerados, y se emplearon valores reales de las mejores alternativas técnicas (véase el cuadro VI.23).

En el caso del programa de etiquetado, cabe destacar que solo se incluyen los costos de las medidas necesarias para implementar y monitorear el sistema<sup>152</sup>. Se asume que las entidades que opten por equipos más eficientes no tendrán que hacer frente a costos adicionales o que los recuperarán durante la vida útil de estos.

Finalmente, a diferencia de lo realizado en relación con el resto de los sectores, los costos del sector forestal se estimaron a partir del costo de oportunidad de la tierra (renta del recurso natural) y no se tomaron en cuenta otros costos de oportunidad asociados al uso de esta (renta del capital y el trabajo).

Las aclaraciones anteriores justifican la consideración de los valores monetarios indicados como costos mínimos de mitigación, aunque no sean necesariamente representativos del costo total de las medidas. Estos criterios sirvieron de guía a la elaboración de los cuadros VI.19 a VI.22 y los gráficos VI.25 a VI.28, en los que se resumen los principales resultados en términos de costo brutos y netos de mitigación y en términos unitarios (por tonelada evitada o reducida de CO<sub>2</sub>e), de acuerdo a las tasas de descuento del 4% y del 12%.

Como se puede observar, en el caso de los costos brutos de mitigación (cuadros VI.19 y VI.20), las opciones que presentan menores costos de acuerdo a las dos tasas son las vinculadas con

<sup>151</sup> Dado que el empleo de esta expresión puede llevar a confusión, cabe aclarar que los costos incrementales netos son los costos de los que se han descontado los beneficios locales, tanto directos como indirectos, de las medidas adoptadas. En este contexto se emplea la expresión “costo neto de mitigación” en el sentido de “costo incremental bruto de mitigación”.

<sup>152</sup> Véase [en línea] <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2519>.

los siguientes factores: tratamiento de residuos, etiquetado, sector forestal, eficiencia energética en la industria y transporte de personas; estos se presentan ordenados de menor a mayor costo por tonelada evitada. Las medidas previstas para el sector ganadero se perfilan como las más adecuadas cuando se calculan a tasas más altas y lo mismo ocurre con las grandes centrales hidroeléctricas a tasas menores. En ambos casos, la opción solar térmica aparece como la más onerosa de las alternativas, pero si se toma en cuenta la cantidad de emisiones ahorradas se advierte claramente la importancia de cuatro opciones relevantes: grandes centrales hidroeléctricas, centrales nucleares, tratamiento de residuos y adopción de medidas en el sector forestal. En conjunto, estas representan más del 75% de las emisiones ahorradas.

Si se toman en consideración los costos netos totales de mitigación, calculados a las dos tasas de descuento, las opciones de generación hidroeléctrica, nuclear y geotérmica tienen costos negativos, mientras que la opción solar térmica es la que presenta costos más elevados. Al igual que en el caso anterior, las medidas que podrían adoptarse en el sector ganadero ocupan una posición menos favorable a tasas de descuento más bajas.

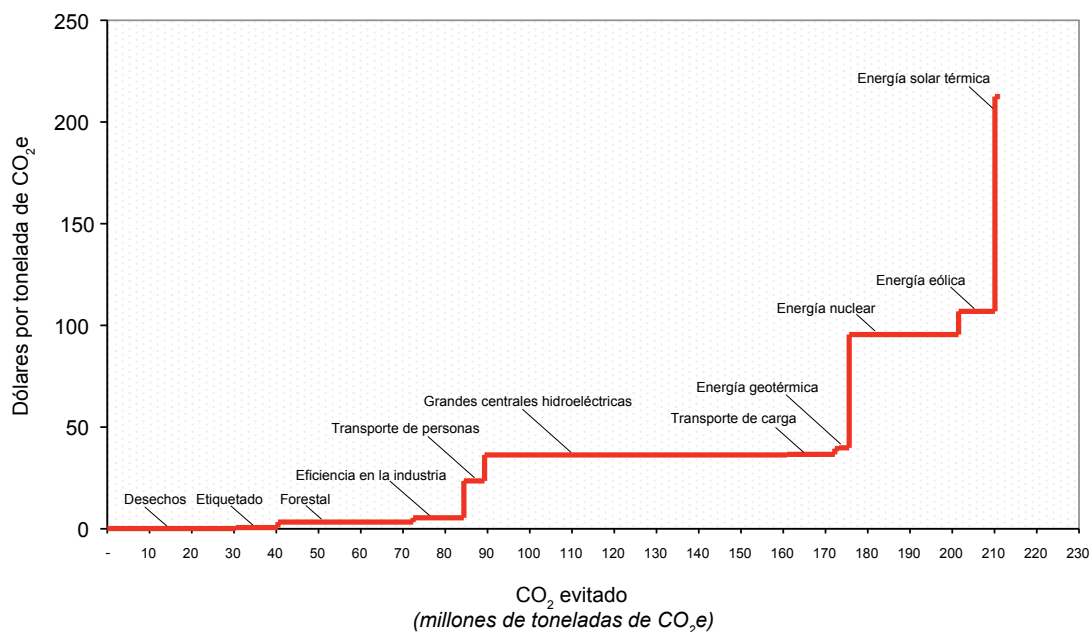
Los costos unitarios se aplicaron posteriormente a las emisiones ahorradas en cada categoría, a fin de calcular los costos brutos totales de mitigación acumulados en los diversos años de corte.

**CUADRO VI.19**  
**COSTOS BRUTOS TOTALES DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS A**  
**UNA TASA DESCUENTO DEL 4%**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*

Opción de Mitigación	Millones de toneladas de CO <sub>2</sub> e potencial de la opción	Millones de Tons CO <sub>2</sub> e mitigación acumulada	Costo del CO <sub>2</sub> e evitado
Escenario de Referencia	-	-	
Desechos	30,40	30	0,12
Etiquetado	10,00	40	0,60
Forestal	32,00	72	3,30
Eficiencia en la industria	12,00	84	5,40
Transporte de personas	4,90	89	23,54
Grandes centrales hidroeléctricas	71,60	161	36,30
Transporte de carga	11,30	172	36,59
Energía geotérmica	1,00	173	39,40
Ganadería	2,40	176	39,80
Energía nuclear	25,90	202	95,50
Energía eólica	8,60	210	106,90
Energía solar térmica	1,00	211	212,50

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.25**  
**CURVA DE COSTOS BRUTOS TOTALES DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**  
**A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 4%, 2030**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*



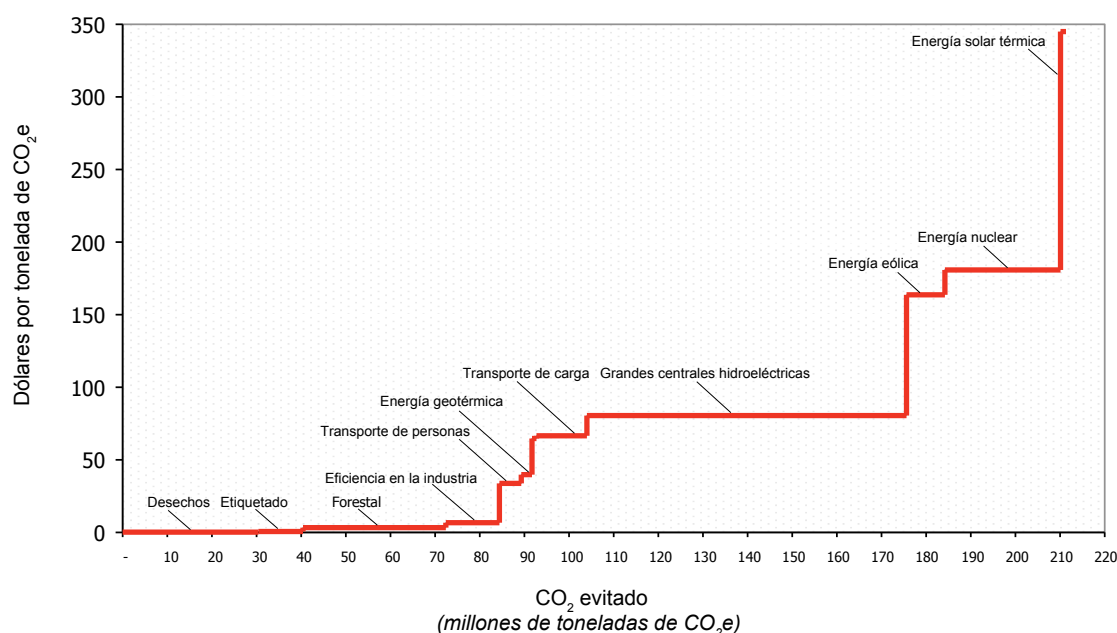
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VI.20**  
**COSTOS BRUTOS TOTALES DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS A**  
**UNA TASA DE DESCUENTO DEL 12%**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*

Opción de Mitigación	Mil ones de toneladas de CO <sub>2</sub> e potencial de la opción	Millones de Tons CO <sub>2</sub> mitigación acumulada	Costo del CO <sub>2</sub> e evitado
Escenario de Referencia	-	-	
Desechos	30,40	30	0,20
Etiquetado	10,00	40	0,63
Forestal	32,00	72	3,30
Eficiencia en la industria	12,00	84	6,70
Transporte de personas	4,90	89	33,78
Grandes centrales hidroeléctricas	2,40	92	39,80
Transporte de carga	1,00	93	64,70
Energía geotérmica	11,30	104	66,57
Ganadería	71,60	176	80,50
Energía nuclear	8,60	184	163,67
Energía eólica	25,90	210	180,80
Energía solar térmica	1,00	211	345,00

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.26**  
**CURVA DE COSTOS BRUTOS TOTALES DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN A UNA**  
**TASA DE DESCUENTO DEL 12%, 2030**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*



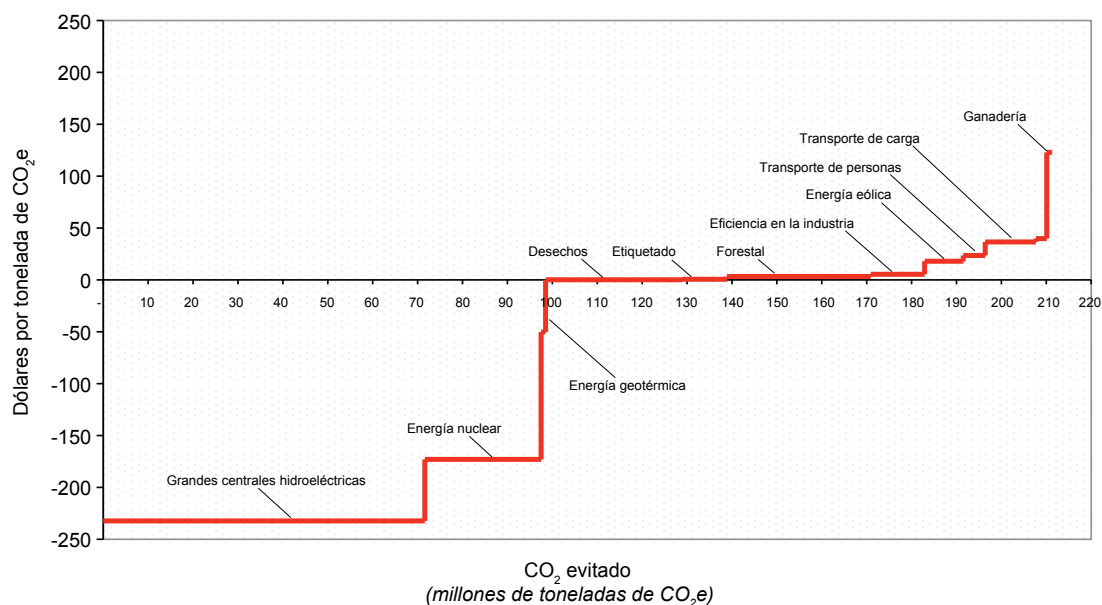
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VI.21**  
**COSTOS NETOS TOTALES DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS A**  
**UNA TASA DE DESCUENTO DEL 4%**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*

Opción de Mitigación	Mil ones de toneladas de CO <sub>2</sub> e potencial de la opción	Millones de Tons CO <sub>2</sub> mitigación acumulada	Costo del CO <sub>2</sub> e evitado
Escenario de Referencia	-	-	-
Desechos	71,60	72	-232,30
Etiquetado	25,90	98	-173,00
Forestal	1,00	99	-50,20
Eficiencia en la industria	30,40	129	0,12
Transporte de personas	10,00	139	0,60
Grandes centrales hidroeléctricas	32,00	171	3,30
Transporte de carga	12,00	183	5,40
Energía geotérmica	8,60	192	18,00
Ganadería	4,90	196	23,54
Energía nuclear	11,30	208	36,59
Energía eólica	2,40	210	39,80
Energía solar térmica	1,00	211	122,90

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.27**  
**CURVA DE COSTOS NETOS TOTALES DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN**  
**IDENTIFICADAS A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 4%, 2030**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*



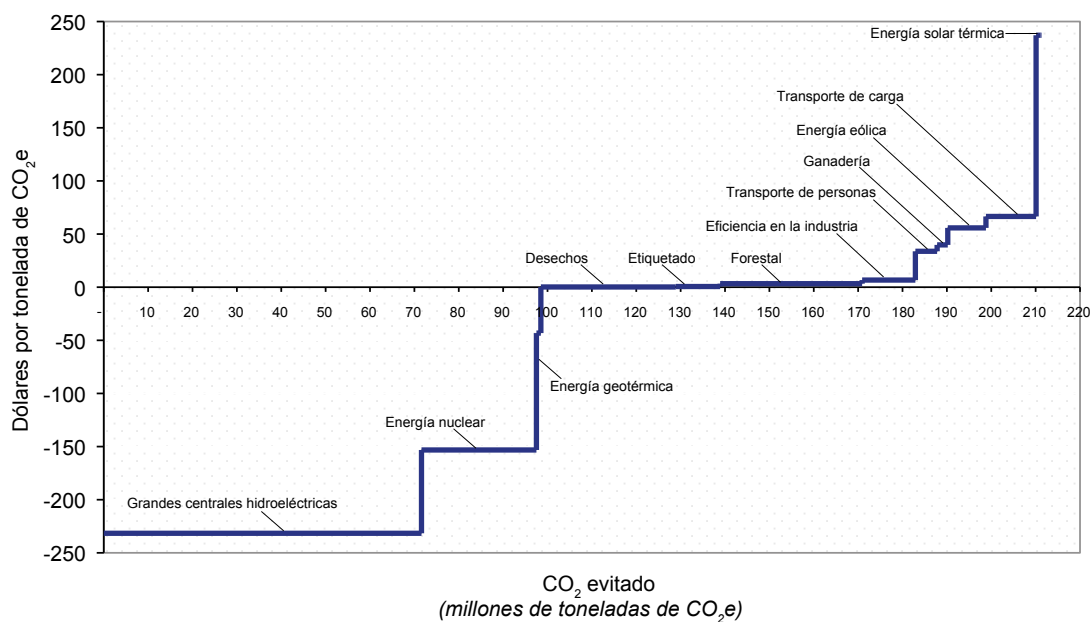
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VI.22**  
**COSTOS NETOS TOTALES DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS A**  
**UNA TASA DE DESCUENTO DEL 12%**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*

Opción de Mitigación	Mil ones de toneladas de CO <sub>2</sub> e potencial de la opción	Millones de Tons CO <sub>2</sub> e mitigación acumulada	Costo del CO <sub>2</sub> e evitado
Escenario de Referencia	-	-	-
Desechos	71,60	72	-231,60
Etiketado	25,90	98	-153,20
Forestal	1,00	99	-43,20
Eficiencia en la industria	30,40	129	0,20
Transporte de personas	10,00	139	0,63
Grandes centrales hidroeléctricas	32,00	171	3,30
Transporte de carga	12,00	183	6,70
Energía geotérmica	4,90	188	33,78
Ganadería	2,40	190	39,80
Energía nuclear	8,60	199	55,80
Energía eólica	11,30	210	66,57
Energía solar térmica	1,00	211	237,10

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VI.28**  
**CURVA DE COSTOS NETOS TOTALES DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN**  
**IDENTIFICADAS A UNA TASA DE DESCUENTO DEL 12%, 2030**  
*(En dólares de 2005 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VI.23**  
**SÍNTESIS DE LAS LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN Y SUS COSTOS**

Sector	Medida	Emisiones evitadas por año (10 <sup>6</sup> t CO <sub>2</sub> e)	Emisiones evitadas acumuladas 2010-2100 (10 <sup>6</sup> t CO <sub>2</sub> e)	Costo de mitigación neto r = 4% (dólares/t CO <sub>2</sub> e)	Costo de mitigación total r = 4% (dólares/t CO <sub>2</sub> e)	Costo de mitigación neto = 12% (dólares/t CO <sub>2</sub> e)	Costo de mitigación total r = 12% (dólares/t CO <sub>2</sub> e)
Industria energética	Desarrollo de grandes centrales hidroeléctricas	71,6		-232,30	36,30	-231,60	80,50
	Introducción de fuentes geotérmicas	1,0		-50,20	39,40	-43,20	64,70
	Desarrollo nuclear	25,9	11 730,1	-173,00	95,50	-153,20	180,80
	Introducción de fuentes eólicas	8,6		17,30	106,90	55,80	163,67
	Introducción de fuentes de energía solar térmica	1,0		122,9	212,5	237,1	345,0
Transporte	Carga	11,3		36,59	36,59	66,57	66,57
	Personas	4,9	2 537,6	23,54	23,54	33,78	33,78
Otros sectores	Eficiencia: etiquetado y estándares mínimos	10,0	1 527,2	0,60	0,60	0,63	0,63
	Eficiencia industrial	12,0	3 095,7	5,4	5,4	6,7	6,7
Ganadero	Mejoramiento de la alimentación del ganado	2,4	459,0	39,8	39,8	39,8	39,8
Forestal	Captura de CO <sub>2</sub> en montes dedicados y prohibición de desmonte en montes nativos	32,0	604,4	3,3	3,3	3,3	3,3
Residuos	Recuperación y quema de metano	30,4	2 807,6	0,12	0,12	0,2	0,2

**Fuente:** Elaboración propia.

## **VII. Síntesis de la valorización de los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación y mitigación**

En este capítulo se presenta un compendio de las conclusiones de los informes sectoriales sobre la valorización monetaria de los costos relacionados con los impactos del cambio climático, y las medidas de adaptación y mitigación pertinentes. Para ello, se elaboraron una serie de cuadros y gráficos con el fin de facilitar su presentación, así como la comparación e interpretación de los datos sobre la magnitud de estos costos y los efectos que tendrían en la economía argentina.

Estas conclusiones no se pueden considerar representativas de la totalidad de los costos que supondrían para la Argentina los impactos y las políticas y medidas relacionadas con el cambio climático, fundamentalmente a causa de dos motivos: i) en este estudio no se incluyen todos los sectores, sistemas y regiones susceptibles de sufrir los efectos de los cambios en el clima (impactos de los eventos extremos, efectos del aumento del nivel del mar en algunas regiones) y ii) algunas de las valorizaciones monetarias efectuadas tienen carácter preliminar, debido a factores tales como la falta de información, la incertidumbre con respecto a la magnitud o el valor atribuido a cada impacto y medida, problemas metodológicos e incongruencias en la información de base, entre otros. Por lo tanto, se concluye que lo más probable es que se esté subestimando el verdadero peso de estos impactos en la economía argentina, en algunos casos en una magnitud importante.

### **A. Resumen del costo de los impactos previstos del cambio climático identificados, cuantificados y valorizados**

En los cuadros VII.1 y VII.2 se presentan los valores acumulados, en cada año de corte, de los costos monetarios de los impactos previstos del cambio climático en la Argentina, referidos a los impactos que fueron identificados, analizados, cuantificados y valorizados en el presente estudio. En todos los casos se utilizan los costos netos (costos de los impactos en la mayor parte de los sectores menos los mayores ingresos derivados de los efectos favorables del cambio climático en el sector agrícola), a fin de indicar el efecto neto de los impactos cuyo valor monetario se calculó.



En el cuadro VII.1 se presenta los valores calculados de los impactos según el escenario A2, a las distintas tasas de descuento utilizadas en este estudio, conforme a la hipótesis de que el sector agrícola no sufre modificaciones, tanto en lo concerniente a la cantidad de hectáreas cultivadas como a la proporción que representan los distintos cultivos (ambas variables permanecen fijas).

A las tasas más bajas (0%; 0,5% y 2%) los impactos en los Esteros del Iberá son el principal componente del total de los costos netos acumulados hasta el año 2100, puesto que representan el 93,24% del valor total de los impactos acumulados sin descontar (tasa de descuento del 0%), el 91,4% del total a una tasa del 0,5% y el 81% del total a una tasa del 2%. Si los valores respectivos se descuentan a una tasa del 4%, los principales efectos corresponden al impacto en términos de magnitud de las inundaciones de los principales ríos del litoral (64,75% del total); en segundo lugar figuran los impactos en los Esteros del Iberá (alrededor del 52%) y los impactos en la salud (algo más del 40%). En términos porcentuales, estos costos suman más de 100%, porque se ven compensados, en parte, por los efectos positivos registrados en el sector agrícola como consecuencia del cambio climático, aun en el caso en el que las hectáreas plantadas y la proporción de los diversos cultivos se mantengan estables. En efecto, el valor acumulado al año 2100 correspondiente a los mayores ingresos que percibiría el agro equivalen al 42,6% de los costos netos totales descontados a una tasa del 0%; al 48,16% a una tasa del 0,5%; al 69,35% a una tasa del 2% y al 97,42% del costo neto total si se utiliza una tasa de descuento del 4%.

También puede observarse que la magnitud de los costos netos totales acumulados hasta los años 2050 y 2070 es menor, a todas las tasas de descuento, que los resultantes de los cálculos para los años 2020 y 2030. Esto también obedece fundamentalmente al comportamiento del sector agrícola, que registra un marcado aumento de la productividad en dichos períodos, en los que aun no comienzan a manifestarse los impactos en el sistema de los Esteros del Iberá. Esta situación demuestra también que los valores finales están muy influidos por la oportunidad en que se producen los impactos y por las tasas de descuento utilizadas.

En todos los años de corte, con la excepción de 2100, los impactos acumulados en lo que respecta a la salud y las inundaciones de los principales ríos del litoral prácticamente igualan los mayores ingresos derivados de las actividades agrícolas, por lo que se compensan mutuamente.

**CUADRO VII.1**  
**COSTOS ACUMULADOS DE LOS IMPACTOS PREVISTOS**  
**DEL CAMBIO CLIMÁTICO, ESCENARIO A2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*

	Tasa de descuento del 0%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 507 525 810	4 787 094 727	9 346 232 563	9 346 232 563	9 346 232 563
Costa del Río de la Plata	294 861 617	631 173 883	1 477 144 365	2 563 368 042	4 646 442 173
Región del Comahue	136 615 581	460 898 819	1 431 475 727	2 747 468 558	5 294 522 495
Salud	593 584 839	5 355 647 095	15 331 112 579	25 685 990 436	42 500 520 459
Esteros del Iberá	0	0	0	0	245 352 326 114
Agricultura	-894 470 508	-10 738 093 411	-36 372 083 737	-67 295 893 277	-112 127 849 845
Inundación de ríos del litoral	10 309 624 000	19 204 000 000	24 925 066 000	36 973 904 000	47 964 914 000
Recursos hídricos de la región de Cuyo	6 675 908	157 440 850	1 390 803 811	4 855 055 209	15 810 752 970
Recursos hídricos del litoral	49 173 288	170 381 871	787 104 309	1 907 087 244	4 361 344 130
Total	13 003 590 535	20 028 543 835	18 316 855 618	16 783 212 774	263 149 205 059

(continúa)

**Cuadro VII.1 (conclusión)**

	Tasa de descuento del 0,5%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 446 071 335	4 556 269 943	8 473 665 524	8 473 665 524	8 473 665 524
Costa del Río de la Plata	287 325 029	598 372 565	1 323 760 374	2 166 732 225	3 593 136 133
Región del Comahue	131 962 193	431 603 674	1 262 984 750	2 284 265 817	4 028 228 505
Salud	567 908 040	4 974 927 276	13 544 126 667	21 593 790 389	33 126 989 307
Esteros del Iberá	0	0	0	0	164 703 672 121
Agricultura	-850 952 676	-9 956 762 825	-31 917 336 407	-55 971 285 240	-86 779 921 315
Inundación de ríos del litoral	9 808 039 562	17 858 009 336	22 544 356 821	31 477 030 311	38 493 070 126
Recursos hídricos de la región de Cuyo	6 351 111	145 164 233	1 192 280 043	3 869 856 830	11 324 689 718
Recursos hídricos del litoral	47 572 047	159 501 877	685 288 951	1 553 449 411	3 231 608 589
Total	12 444 276 642	18 767 086 079	17 109 126 724	15 447 505 269	180 195 138 708

	Tasa de descuento del 2%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 275 599 050	3 955 378 813	6 463 826 913	6 463 826 913	6 463 826 913
Costa del Río de la Plata	266 445 288	513 394 289	975 038 821	1 373 942 752	1 842 205 694
Región del Comahue	119 160 512	356 389 455	883 861 564	1 367 129 558	1 939 467 312
Salud	498 468 921	4 003 691 655	9 486 829 813	13 315 319 218	17 120 304 796
Esteros del Iberá	0	0	0	0	50 686 723 446
Agricultura	-733 777 361	-7 967 064 465	-21 906 196 550	-33 366 805 039	-43 587 855 007
Inundación de ríos del litoral	8 457 482 521	14 443 142 595	17 034 158 551	20 706 430 705	22 555 793 619
Recursos hídricos de la región de Cuyo	5 476 569	114 211 162	760 983 836	2 012 772 799	4 414 287 490
Recursos hídricos del litoral	43 163 017	131 617 282	460 470 181	869 859 896	1 418 381 636
Total	10 932 018 517	15 550 760 785	14 158 973 127	12 742 476 802	62 853 135 898

	Tasa de descuento del 4%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 076 891 483	3 325 965 444	4 739 856 106	4 739 856 106	4 739 856 106
Costa del Río de la Plata	242 161 756	425 157 281	683 296 706	834 566 288	946 032 711
Región del Comahue	104 458 522	279 603 006	573 347 757	756 596 342	892 771 883
Salud	421 103 411	3 024 758 390	6 112 407 433	7 573 777 850	8 485 301 670
Esteros del Iberá	0	0	0	0	10 947 177 000
Agricultura	-604 272 225	-5 968 150 382	-13 736 102 702	-18 120 774 341	-20 586 740 133
Inundación de ríos del litoral	6 964 812 568	11 024 089 669	12 215 725 041	13 361 092 413	13 683 226 785
Recursos hídricos de la región de Cuyo	4 510 004	83 663 243	431 224 027	898 416 229	1 456 201 729
Recursos hídricos del litoral	38 091 271	103 238 747	282 891 054	437 419 279	567 243 095
Total	9 247 756 790	12 298 325 398	11 302 645 422	10 480 950 165	21 131 070 846

**Fuente:** Elaboración propia.

\*Cálculos realizados conforme a la hipótesis de que la cantidad de hectáreas cultivadas y la proporción que representan los diversos cultivos se mantienen estables.

En el cuadro VII.2 se muestra el costo de los impactos previstos según el escenario B2, calculados de acuerdo a las distintas tasas de descuento utilizadas en este estudio y conforme a la hipótesis de que el sector agrícola no sufre modificaciones, en el sentido de que las hectáreas cultivadas y la proporción que representan los distintos cultivos se mantienen estables.

Al igual que en el caso del escenario A2, si tanto la superficie en hectáreas como las proporciones de los cultivos se mantienen fijas, los impactos en los Esteros del Iberá son el principal componente del total de los costos netos acumulados hasta el año 2100 a las tasas más bajas (0%, 0,5% y 2%). Los valores pertinentes son superiores al valor total agregado de los costos acumulados, por lo que compensan el costo de los efectos del cambio climático en el sector agrícola, y ascienden al 105,63% del valor acumulado y no descontado (tasa de descuento del 0%) y al 103,43% del total a una tasa de descuento del 0,5%; en cambio, si se emplea la tasa de descuento del 2%, representan alrededor del 91% del total. En este contexto, si los valores respectivos se descuentan a una tasa del 4%, al igual que en el caso anterior el principal efecto corresponde a los impactos de las inundaciones de los principales ríos del litoral (63,54% del total), seguidos por los impactos en los Esteros del Iberá (56,29%) y en la salud (41%). En este escenario, el valor acumulado hasta el 2100 de los mayores ingresos del agro equivalen al 54,36% de los costos netos totales descontados a una tasa del 0%; al 60% de estos si se descuentan a una tasa del 0,5%; al 78,34% a una tasa del 2% y a más del 97% del costo neto total si se aplica una tasa de descuento del 4%.

También se observa que los costos netos totales acumulados hasta el año 2070 son menores que los valores calculados para los años 2020, 2030 y 2050 a todas las tasas de descuento. Esto se debe no solo al comportamiento del sector agrícola, sino también al hecho de que en el escenario B2 muchos impactos tienen una incidencia menor que en el A2. El ejemplo más significativo es el de los ríos de la región de Cuyo, que según el escenario A2 registran impactos considerablemente más intensos que los observados en el B2 y algo similar sucede, aunque en menor magnitud, con los impactos en los ríos de la región del Comahue.

En líneas generales, los impactos previstos en el escenario A2 son mayores que en el escenario B2, pero también son superiores los efectos positivos, específicamente el incremento de los ingresos del sector agrícola, con excepción de los años más alejados del presente. En efecto, los valores acumulados de los impactos en el sector agrícola hasta el año 2100 son alrededor de un 10% más altos cuando se calculan a las tasas más bajas, mientras que a una tasa de descuento del 4%, los ingresos que percibiría el sector agrícola según el escenario A2 son mayores que los previstos en el escenario B2.

**CUADRO VII.2**  
**COSTOS ACUMULADOS DE LOS IMPACTOS PREVISTOS**  
**DEL CAMBIO CLIMÁTICO, ESCENARIO B2<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2005)*

	Tasa de descuento del 0%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 507 525 810	4 787 094 727	9 346 232 563	9 346 232 563	9 346 232 563
Costa del Río de la Plata	294 861 617	631 173 883	1 477 144 365	2 563 368 042	4 646 442 173
Región del Comahue	68 305 645	251 592 771	831 021 361	1 674 219 729	3 472 264 158
Salud	449 136 170	4 754 385 208	14 410 789 722	24 911 726 322	42 210 977 087
Esteros del Iberá	0	0	0	0	245 352 326 114
Agricultura	-690 837 889	-8 517 337 801	-30 543 582 125	-61 482 565 722	-126 259 971 157
Inundación de ríos del litoral	8 746 164 000	17 302 716 000	25 205 424 000	32 286 480 000	44 261 212 000
Recursos hídricos de la región de Cuyo	2 054 125	48 672 033	401 584 585	1 383 831 431	4 877 694 736
Recursos hídricos del litoral	49 173 288	170 381 871	787 104 309	1 907 087 244	4 361 344 130
Total	11 426 382 765	19 428 678 692	21 915 718 780	12 590 379 609	232 268 521 805

	Tasa de descuento del 0,5%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 446 071 335	4 556 269 943	8 473 665 524	8 473 665 524	8 473 665 524
Costa del Río de la Plata	287 325 029	598 372 565	1 323 760 374	2 166 732 225	3 593 136 133
Región del Comahue	65 972 855	235 229 667	731 540 471	1 385 323 253	2 615 130 814
Salud	429 581 413	4 409 789 722	12 709 989 501	20 862 999 028	32 744 364 084
Esteros del Iberá	0	0	0	0	164 703 672 121
Agricultura	-657 227 203	-7 895 576 291	-26 751 473 934	-50 760 803 338	-95 028 238 168
Inundación de ríos del litoral	8 320 645 110	16 064 862 914	22 538 278 141	27 787 976 180	35 431 968 541
Recursos hídricos de la región de Cuyo	1 954 188	44 875 272	344 778 632	1 103 599 652	3 476 468 272
Recursos hídricos del litoral	47 572 047	159 501 877	685 288 951	1 553 449 411	3 231 608 589
Total	10 941 894 774	18 173 325 668	20 055 827 660	12 572 941 936	159 241 775 912

	Tasa de descuento del 2%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 275 599 050	3 955 378 813	6 463 826 913	6 463 826 913	6 463 826 913
Costa del Río de la Plata	266 445 288	513 394 289	975 038 821	1 373 942 752	1 842 205 694
Región del Comahue	59 556 050	193 315 353	508 166 488	816 709 373	1 219 026 661
Salud	376 733 731	3 532 909 132	8 853 569 846	12 716 851 552	16 652 037 050
Esteros del Iberá	0	0	0	0	50 686 723 446
Agricultura	-566 727 688	-6 312 970 800	-18 254 864 180	-29 614 826 375	-44 060 148 445
Inundación de ríos del litoral	7 174 900 768	12 933 214 974	16 512 275 681	18 670 455 978	20 685 341 350
Recursos hídricos de la región de Cuyo	1 685 098	35 303 037	221 077 936	575 308 263	1 335 305 944
Recursos hídricos del litoral	43 163 017	131 617 282	460 470 181	869 859 896	1 418 381 636
Total	9 631 355 314	14 982 162 079	15 739 561 686	11 872 128 352	56 242 700 248

(continúa)

**Cuadro VII.2 (conclusión)**

	Tasa de descuento del 4%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques del noroeste	2 076 891 483	3 325 965 444	4 739 856 106	4 739 856 106	4 739 856 106
Costa del Río de la Plata	242 161 756	425 157 281	683 296 706	834 566 288	946 032 711
Región del Comahue	52 188 367	150 704 816	326 018 399	442 603 211	537 929 798
Salud	317 924 170	2 653 025 407	5 656 219 625	7 123 789 356	8 071 200 851
Esteros del Iberá	0	0	0	0	10 947 177 000
Agricultura	-466 705 324	-4 724 355 468	-11 359 645 600	-15 666 750 235	-19 078 969 145
Inundación de ríos del litoral	5 908 595 013	9 813 693 650	11 459 741 150	12 132 869 173	12 483 835 350
Recursos hídricos de la región de Cuyo	1 387 694	25 857 068	126 078 030	258 024 455	433 199 753
Recursos hídricos del litoral	38 091 271	103 238 747	282 891 054	437 419 279	567 243 095
Total	8 170 534 430	11 773 286 943	11 914 455 469	10 302 377 632	19 647 505 520

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Cálculos realizados conforme a la hipótesis de que la cantidad de hectáreas cultivadas y la proporción que representan los diversos cultivos se mantienen estables.

Una conclusión interesante del análisis de los cuadros VII.1 y VII.2 es que, si bien de acuerdo con los resultados de los estudios sectoriales desarrollados los mayores impactos negativos en la mayoría de los sectores, regiones y sistemas estudiados corresponden al escenario A2 (lo que resulta lógico en tanto, hipotéticamente, es el más desfavorable desde el punto de vista del cambio climático), estos mayores costos se ven compensados en parte y hacia el mediados del período bajo análisis (alrededor del año 2050) por el mayor rendimiento agrícola. Esto indica que a mediados del período estudiado el escenario B2 aparece como menos favorable en lo que respecta a las ganancias netas del sector agrícola y las pérdidas de los demás sectores identificados en el estudio, específicamente en términos de los impactos económicos netos calculados en dólares constantes del año 2005.

Otra conclusión destacada es la que indica que en ambos escenarios y sobre la base de las distintas tasas de descuento utilizadas, los costos aumentan significativamente con posterioridad al año 2050, lo que significaría que la mayor parte de los impactos más importantes se darían a más largo plazo.

Tomando en consideración las regiones, los sectores y los sistemas incluidos en la presente etapa del estudio nacional, las medidas de adaptación y los impactos del cambio climático identificados, se procedió a analizar los resultados agregados correspondientes a cada sector estudiado.

A fin de facilitar la comparación de los valores calculados de acuerdo a los dos escenarios climáticos y a las diferentes tasas de descuento utilizadas, todos los resultados se sintetizan en el cuadro VII.3.

El elemento que más se destaca en el análisis del cuadro VII.3 es el notable efecto de las tasas de descuento; de hecho, estas influyen más en los resultados monetarios que las hipótesis que sirven de base a la construcción de los escenarios climáticos, las diferencias cuantitativas de los impactos físicos y las diferencias entre los distintos resultados. Efectivamente, si se ordenan de mayor a menor los datos calculados, se observa que los valores monetarios pueden agruparse de a pares entre valores derivados del escenario A2 y el escenario B2, según las diferentes tasas de descuento que se utilicen. Independientemente de la tasa de descuento que se aplique, los resultados del escenario A2 son más extremos que los correspondientes al escenario B2, ya se trate de los mayores costos netos positivos atribuibles a los efectos dañinos del cambio climático o del incremento de los costos netos negativos como consecuencia de un mayor aumento de la productividad en el sector agrícola. Estos resultados no son sorprendentes si se toma en consideración que los mayores impactos se producen ya bien entrada la segunda mitad del siglo XXI y que las tasas de descuento más altas acentúan los impactos que se producen en los períodos más alejados del presente.

**CUADRO VII.3**  
**RESUMEN DE LOS COSTOS DE LOS IMPACTOS PREVISTOS DEL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO, ESCENARIOS A2 Y B2**  
*(En dólares de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
A2 0%	13 003 590 535	20 028 545 835	18 316 855 618	16 783 212 774	263 149 205 059
B2 0%	11 426 382 765	19 428 678 692	21 915 718 780	12 590 379 609	232 268 521 805
A2 0,5%	12 444 276 642	18 767 086 079	17 109 126 724	15 447 505 269	180 195 138 708
B2 0,5%	10 941 894 774	18 173 325 668	20 055 827 660	12 572 941 936	159 241 775 912
A2 2%	10 932 018 517	15 550 760 785	14 158 973 127	12 742 476 802	62 853 135 898
B2 2%	9 631 355 314	14 982 162 079	15 739 561 686	11 872 128 352	56 242 700 248
A2 4%	9 247 756 790	12 298 325 398	11 302 645 422	10 480 950 165	21 131 070 846
B2 4%	8 170 534 430	11 773 286 943	11 914 455 469	10 302 377 632	19 647 505 520

**Fuente:** Elaboración propia.

Para dar una idea más concreta de la magnitud económica que podrían tener estos impactos, los resultados del cuadro VII.3 se expresan en el cuadro VII.4 como porcentaje del PIB de la Argentina a precios constantes y en dólares del año 2005, que es el año base de este estudio<sup>153</sup>.

Como queda en evidencia en el cuadro VII.4, los costos de los impactos previstos del cambio climático en los sectores y sistemas incluidos en el estudio son realmente significativos, principalmente cuanto menor sea la tasa de descuento utilizada. Cuando los cálculos se basan en valores no descontados, los costos superan en un 27% a un 44% el valor del PIB del año base, dependiendo del escenario. Si estos costos se descuentan a una tasa muy baja (0,5%), los valores acumulados son muy similares en términos de magnitud al PIB del año base. Cuanto mayor sea la tasa de descuento aplicado, el valor de lo ocurrido es menor en el tiempo, es decir, el valor será mayor de que sucede más cerca en el tiempo.

**CUADRO VII.4**  
**RESUMEN DE LOS COSTOS ECONÓMICOS DE LOS IMPACTOS PREVISTOS DEL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO EN RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIOS A2 Y B2**  
*(En porcentajes del PIB del año 2005)*

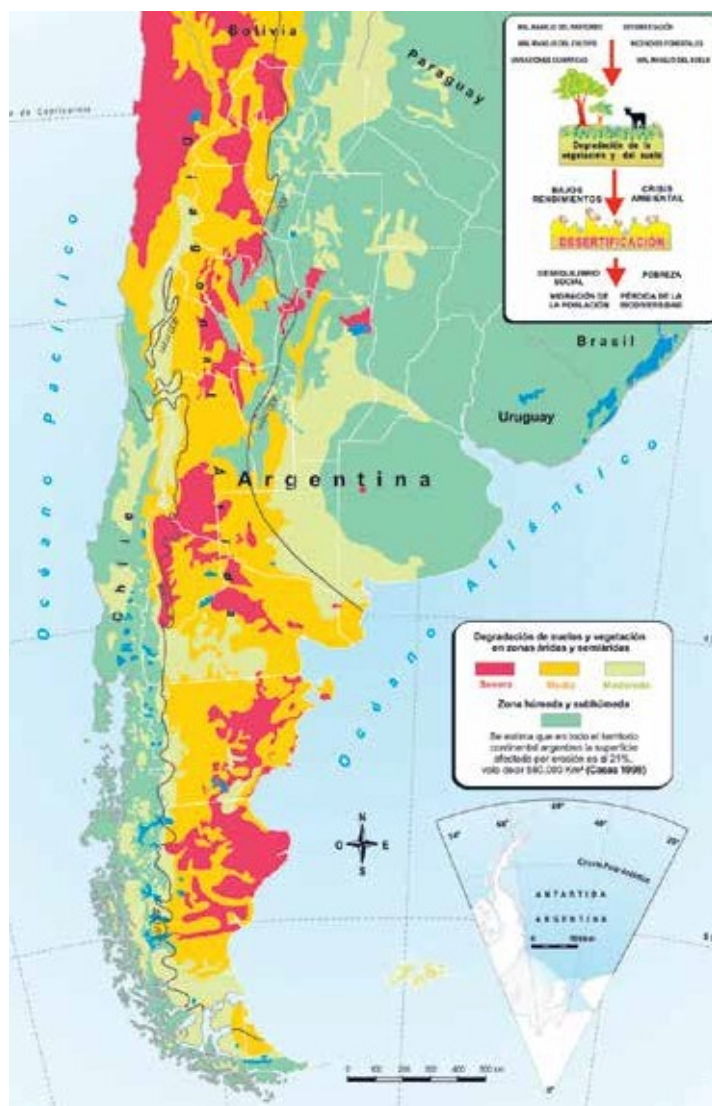
	2020	2030	2050	2070	2100
A2 0%	7,13	10,99	10,05	9,21	144,35
B2 0%	6,27	10,66	12,02	6,91	127,41
A2 0,5%	6,83	10,29	9,39	8,47	98,85
B2 0,5%	6,00	9,97	11,00	6,90	87,35
A2 2%	6,00	8,53	7,77	6,99	34,48
B2 2%	5,28	8,22	8,63	6,51	30,85
A2 4%	5,07	6,75	6,20	5,75	11,59
B2 4%	4,48	6,46	6,54	5,65	10,78

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>153</sup> El PIB estimado de la Argentina en el año base (2005) ascendía a 183,2 mil millones de dólares del 2005. PNUD (2007), Informe de Desarrollo Humano.

Un factor muy importante que debe tenerse en cuenta y que condiciona la aplicación de los resultados es la exclusión de los sistemas, sectores y regiones que no pudieron incluirse en esta primera etapa del estudio que, por no ser exhaustivo, representa una primera aproximación al tema. En efecto y como ya se ha indicado, solo se pudieron estudiar los impactos previstos en algunos sistemas, regiones y sectores, lo que, al margen de su relevancia, deja importantes elementos fuera del análisis.

### MAPA VII.1 DESERTIFICACIÓN EN 2000



**Fuente:** Casas 1998, SAGyP CFA 1995, PAN s.a., INTA-GTZ 1995, UNEP 1992, Mensching 1989, Roig 1989, Wilhelmy & Rohmeder 1963, Prego 1961 y Aparicio & Difrieri 1959<sup>154</sup>

<sup>154</sup> Véase [en línea] [http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://www.suelos.org.ar/adjuntos/desertificacionjpg&imgrefurl=http://www.suelos.org.ar/laminas.htm&h=1586&w=1000&sz=474&tbnid=Q\\_j8bzGkyP5HzM:&tbnh=150&tbnw=95&prev=/images%3Fq%3Ddesertificacion%2Ben%2BArgentina&hl=es&usg=\\_\\_3yuIX64pjeYhbiSY\\_FG8bz7sWss=&ei=0BnHS-rHGcSEuAfhwajZDA&sa=X&oi=image\\_result&resnum=4&ct=image&ved=0CBQQ9QEwAw](http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://www.suelos.org.ar/adjuntos/desertificacionjpg&imgrefurl=http://www.suelos.org.ar/laminas.htm&h=1586&w=1000&sz=474&tbnid=Q_j8bzGkyP5HzM:&tbnh=150&tbnw=95&prev=/images%3Fq%3Ddesertificacion%2Ben%2BArgentina&hl=es&usg=__3yuIX64pjeYhbiSY_FG8bz7sWss=&ei=0BnHS-rHGcSEuAfhwajZDA&sa=X&oi=image_result&resnum=4&ct=image&ved=0CBQQ9QEwAw)



## MAPA VII.2 MAPA DE ECORREGIONES



**Fuente:** Lorena V. Carreño; El impacto del cambio climático sobre la oferta de servicios ecológicos en ambientes rurales; *1 Jornadas Nacionales sobre Cambio Climático*; INTA; Salta; 2008.

Para dar una idea de las conclusiones a las que se podría llegar si existiera la posibilidad de realizar estudios más completos y exhaustivos desde el punto de vista de las regiones, los sistemas y los sectores incluidos, se presentan los resultados de un ejercicio preliminar de valorización económica de los servicios ambientales de los ecosistemas incluidos en el mapa de ecorregiones de la Argentina. Las fuentes utilizadas para este ejercicio son el estudio de Viglizzo y otros (2002), el mapa de desertificación en la Argentina (2000) y un estudio de Costanza y otros (1997) (véanse los mapas VII.1 y VII.2 y el cuadro VII.5).



**CUADRO VII.5**  
**ECORREGIONES Y VALOR ECONÓMICO**  
**DE SUS SERVICIOS AMBIENTALES**

Ecorregión	Valor económico (En dólares de 2005/ha/año)	Superficie (En hectáreas)
Esteros del Iberá	12 286,3	4 044 100
Delta e islas de la Mesopotamia	9 718,8	4 538 700
Yungas	3 825,9	4 646 800
Selva paranaense	3 255,2	2 686 000
Bosque andino patagónico	1 825,2	7 000 000
Chaco subhúmedo occidental	588,9	6 981 300
Espinal	572,0	24 698 100
Chaco húmedo y subhúmedo	569,4	11 118 000
Chaco subhúmedo central	478,4	9 706 300
Chaco seco	386,1	36 013 100
Pampa mesopotámica	378,3	3 203 800
Pampa central	375,7	12 935 000
Pampa central semiárida	348,4	1 468 200
Pampa inundable	206,7	9 316 100
Pampa sur	178,1	8 253 000
Puna	145,6	8 640 000
Monte	131,3	11 710 000
Pampa ondulada	118,3	7 439 900
Montes de sierras y bolsones	71,5	35 331 000
Altos Andes	66,3	14 300 000
Estepa patagónica	62,4	53 446 000
Total		277 475 400

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de Viglizzo (2002) y Costanza et al. (1997). Los datos sobre el valor económico se basan en Costanza, R. et al. (1997) y los datos sobre superficie de las ecorregiones consideradas en Viglizzo (2009).

En el contexto del estudio nacional de la Argentina, las únicas dos regiones en las que se realizaron estudios sobre biodiversidad, aunque no necesariamente exhaustivos debido a las limitaciones impuestas por la duración y el presupuesto del estudio, son el bosque chaqueño del noroeste y los Esteros del Iberá. A partir del mapa de desertificación y del mapa de las ecorregiones de la Argentina, se identificaron las regiones que no fueron incluidas en el estudio y sobre las que, por lo tanto, no se dispone de datos fidedignos para medir el verdadero impacto previsto del cambio climático, parecían ser las más susceptibles de verse afectadas por un proceso de desertificación media a severa. El cruce de los datos presentados en los dos mapas indica que las regiones más expuestas a la desertificación son la puna, el monte de sierras y bolsones y la estepa patagónica.

Posteriormente, se procedió a la valorización monetaria de la pérdida de servicios ambientales suministrados por los ecosistemas de las ecorregiones incluidas, conforme al supuesto de que un proceso de desertificación severa podría traducirse en la pérdida de todos esos servicios. La información pertinente se presenta en los cuadros VII.6 a VII.8.

**CUADRO VII.6**  
**COSTOS ECONÓMICOS DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS AMBIENTALES EN CASO DE**  
**DESERTIFICACIÓN TOTAL DE LA REGIÓN DE LA PUNA, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
0%	13 837 824 000	26 417 664 000	51 577 344 000	76 737 024 000	114 476 544 000
0,5%	13 498 686 434	25 143 853 488	46 762 067 897	66 327 911 816	92 249 601 573
2%	12 557 932 216	21 827 825 525	35 670 739 197	44 986 623 266	53 573 675 493
4%	11 461 361 116	18 354 397 097	26 156 976 861	29 717 972 412	31 785 830 937

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VII.7**  
**COSTOS ECONÓMICOS DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS AMBIENTALES EN CASO DE**  
**DESERTIFICACIÓN TOTAL DEL MONTE DE SIERRAS Y BOLSONES, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
0%	27 787 831 500	53 049 496 500	103 572 826 500	154 096 156 500	229 881 151 500
0,5%	27 106 806 974	50 491 548 670	93 903 236 761	133 193 545 263	185 247 072 405
2%	25 217 671 826	43 832 609 642	71 630 661 749	90 337 953 934	107 581 673 783
4%	23 015 639 703	36 857 593 637	52 526 008 826	59 676 868 987	63 829 350 205

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VII.8**  
**COSTOS ECONÓMICOS DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS AMBIENTALES EN CASO DE**  
**DESERTIFICACIÓN TOTAL DE LA ESTEPA PATAGÓNICA, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
0%	36 685 334 400	70 035 638 400	136 736 246 400	203 436 854 400	303 487 766 400
0,5%	35 786 249 760	66 658 650 472	123 970 509 962	175 841 347 962	244 562 113 377
2%	33 292 224 466	57 867 557 688	94 566 385 274	119 263 644 199	142 028 703 393
4%	30 385 114 395	48 659 181 906	69 344 533 002	78 785 057 219	84 267 138 903

**Fuente:** Elaboración propia.

Aunque solo se suponga una pérdida parcial de los bienes y servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas en riesgo considerados, la comparación de los cuadros VII.6 a VII.8 con el cuadro VII.3 pone de manifiesto la imperiosa necesidad de ampliar el alcance de los actuales estudios, incorporando nuevos sistemas, sectores y regiones y teniendo en cuenta los valores que supone dicho riesgo. La sumatoria de los valores monetarios de los impactos potenciales del cambio climático en las tres ecorregiones consideradas contrarresta ampliamente el mayor crecimiento previsto del ingreso del sector agrícola a todas las tasas de descuento y en todos los años de corte. Sin embargo, en los cálculos pertinentes tampoco se incluyeron los potenciales impactos en las actividades humanas que se llevan a cabo en esos ecosistemas (agricultura, silvicultura, horticultura, fruticultura y piscicultura, entre otros), ni las medidas de adaptación necesarias ni los posibles costos de estas y de las medidas de mitigación del cambio climático que adopten otros países y que puedan repercutir en la economía de la

Argentina<sup>155</sup>. Aun así, los valores acumulados hasta el año 2100 de los potenciales impactos en la región de la puna podrían representar entre un 17,4% y un 62,8% del PIB del año base (2005) calculado en dólares de ese año, dependiendo de la tasa de descuento utilizada. Por su parte, los valores acumulados de los impactos en el monte de sierras y bolsones representarían entre un 35% y un 126% del PIB de ese año y los correspondientes a la estepa patagónica fluctuarían entre un 46,2% y un 166,5%.

Lo anterior es otro motivo para reiterar el carácter preliminar del presente estudio que, como ya se ha dicho, es una primera aproximación a la problemática de la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático en el territorio argentino que, de ningún modo, queda agotada con el presente informe.

## B. Resumen del valor económico de las medidas de adaptación al cambio climático identificadas y cuantificadas

En este punto se resumen los resultados de la valorización monetaria de las medidas de adaptación al cambio climático que podrían adoptarse para prevenir o mitigar los impactos previstos en diversos sistemas, sectores y regiones del país (véase el capítulo IV) y que sirvió de base a los expertos para la elaboración de los informes sectoriales.

**CUADRO VII.9**  
**COSTO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**IDENTIFICADAS, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

	Tasa de descuento del 0%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	3 467 677	8 522 442	23 469 328	42 764 398	71 707 003
Salud	280 433 663	721 717 064	1 777 355 092	3 007 501 700	5 356 683 184
Inundaciones de ríos del litoral	1 010 611 434	1 867 246 434	2 380 854 834	3 570 355 668	4 614 132 468
Total	1 757 401 663	3 060 374 829	4 644 568 143	7 083 510 655	10 505 411 544

	Tasa de descuento del 0,5%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	3 382 692	8 061 891	20 904 859	35 909 992	55 789 451
Salud	272 627 366	680 452 806	1 587 420 988	2 541 880 413	4 151 099 825
Inundaciones de ríos del litoral	961 443 107	1 736 751 668	2 157 468 267	3 039 331 113	3 705 619 251
Total	1 700 342 054	2 888 155 254	4 228 683 003	6 080 010 407	8 375 397 416

(continúa)

<sup>155</sup> Este aspecto de los impactos del cambio climático adquiere particular importancia ante las controversias que se están produciendo entre países y regiones como consecuencia de la determinación de las huellas de carbono de ciertos productos y procesos, y es un tema que deberá profundizarse en estudios posteriores.

**Cuadro VII.9 (conclusión)**

	Tasa de descuento del 2%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	3 146 944	6 871 724	15 095 534	22 239 927	28 825 375
Salud	251 057 329	574 115 184	1 154 730 068	1 606 102 783	2 134 962 188
Inundaciones de ríos del litoral	829 053 372	1 405 544 170	1 638 152 491	2 000 691 251	2 176 318 614
Total	1 546 146 534	2 449 419 967	3 270 866 982	4 091 922 850	4 802 995 066

	Tasa de descuento del 4%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	2 872 150	5 641 873	10 277 237	13 008 180	14 594 030
Salud	226 088 080	464 778 016	791 933 881	962 957 866	1 089 026 703
Inundaciones de ríos del litoral	682 732 873	1 073 689 905	1 180 668 908	1 293 743 334	1 324 335 280
Total	1 374 581 992	2 006 998 683	2 445 768 915	2 732 598 269	2 890 844 902

**Fuente:** Elaboración propia.

Las cifras correspondientes al escenario A2 indican que, en relación con los valores acumulados hasta el año 2100, las medidas de adaptación en el sector salud aparecen como las más altas cuando se calculan a tasas de descuento más bajas. En efecto, si se consideran los valores acumulados hasta ese año sin descontar, los costos del sector salud representan el 51% del total, mientras que a una tasa del 0,5% representan el 50% y a una tasa del 2%, el 44,5% de los costos totales de las medidas de adaptación identificadas en el estudio. Si se aplica una tasa de descuento del 4%, la participación del sector salud sigue siendo alta, pero equivale a menos de la mitad de los costos (38%). En cambio, cuando se aplican tasas de descuento más altas, las medidas de adaptación a las inundaciones de los ríos del litoral ocupan el primer lugar dado que, en términos de valores acumulados hasta el año 2100, la participación de estas representa el 43,9% del total sin descontar, el 44,2% del total calculado a una tasa de descuento del 0,5%, el 45,3% del total calculado a una tasa del 2% y el 45,8% del total a una tasa de descuento del 4%. Además, mientras más cercano al presente sea el período considerado más importantes son las medidas fundamentalmente consistentes en obras de infraestructura, entre otras las medidas de adaptación a las inundaciones de los principales ríos del litoral y las destinadas a reducir la vulnerabilidad de la costa del Río de la Plata; la participación conjunta de todas ellas ronda y supera el 80% de los valores acumulados hasta el año 2020 y el 70% de los valores acumulados hasta 2030, a todas las tasas de descuento. A partir del período que concluye en el año 2050 y hasta el año 2100, el valor de las medidas que se adoptarían en el sector salud pasa a representar el mayor porcentaje de los valores acumulados.

**CUADRO VII.10**  
**COSTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO IDENTIFICADAS, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

	Tasa de descuento del 0%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	1 674 051	4 581 900	13 441 326	26 268 472	45 509 189
Salud	178 319 488	459 299 736	1 412 344 257	2 629 572 838	4 786 854 499
Inundaciones de ríos del litoral	822 383 400	1 628 827 800	2 358 516 600	3 019 136 400	4 191 511 434
Total	1 465 265 828	2 555 598 325	4 247 191 072	6 137 866 599	9 486 764 011

	Tasa de descuento del 0,5%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	1 633 023	4 324 821	11 937 199	21 912 442	35 128 082
Salud	173 830 326	433 060 337	1 249 638 230	2 194 952 726	3 673 525 996
Inundaciones de ríos del litoral	782 372 754	1 512 255 665	2 109 972 117	2 599 737 269	3 348 115 254
Total	1 420 724 992	2 412 529 712	3 834 436 435	5 279 491 326	7 519 658 221

	Tasa de descuento del 2%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	1 519 214	3 661 964	8 536 441	13 285 953	17 663 884
Salud	161 387 611	365 683 668	884 185 686	1 332 470 727	1 819 182 210
Inundaciones de ríos del litoral	674 640 824	1 217 354 787	1 547 823 851	1 749 169 050	1 946 434 535
Total	1 300 436 538	2 049 589 308	2 903 434 867	3 557 814 619	4 246 169 518

	Tasa de descuento del 4%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889	462 888 889
Región del Comahue	1 386 555	2 979 891	5 727 397	7 542 897	8 597 152
Salud	146 904 714	296 828 011	585 904 201	756 370 231	872 633 060
Inundaciones de ríos del litoral	555 572 758	923 623 455	1 075 609 638	1 138 408 421	1 172 769 439
Total	1 166 752 916	1 686 320 246	2 130 130 125	2 365 210 438	2 516 888 540

**Fuente:** Elaboración propia.

La situación presentada en el cuadro VII.10 (escenario B2) solo difiere de la observada en el cuadro VII.9 (escenario A2) en algunos detalles. Tal como ocurre en el escenario A2, el valor acumulado de las medidas de adaptación que se adoptarían hasta el año 2100 en el sector salud es el más alto, de acuerdo a todas las tasas de descuento pero sobre todo a las más bajas. En este caso, si se consideran los valores acumulados hasta el año 2100, los costos de adaptación del sector salud identificados en el estudio representan el 56% del total a una tasa del 0%, un 55% a una tasa del 0,5% y un 42,8% a una tasa del 2%. Si se aplica la tasa de descuento del 4%, la participación del sector salud en los costos totales acumulados sigue siendo alta, pero ya no representa más de la mitad de estos y asciende apenas a un 34,7%, lo que significa que los porcentajes son muy similares a los que se desprenden del cuadro VII.9. Asimismo, la participación de las medidas de adaptación a las inundaciones de los ríos del litoral

es la de mayor magnitud relativa cuando se aplican las tasas de descuento más altas. En el caso de los valores acumulados hasta el año 2100, la participación de las medidas de adaptación de este sector es de un 44,2% a una tasa del 0%, un 44,5% a una tasa del 0,5%, un 45,8% a una tasa del 2% y un 46,6% a una tasa del 4%. Al igual que en el caso anterior, en los períodos más cercanos al presente su magnitud es mayor en comparación con todas las medidas fundamentalmente relacionadas con obras de infraestructura, como ocurre con las que se adoptarían para hacer frente a las inundaciones de los principales ríos del litoral y a la vulnerabilidad de la costa del Río de la Plata, solo que en este caso la participación conjunta es de alrededor del 87% de los valores acumulados hasta el año 2020 y del 80% de los valores acumulados hasta 2030 a todas las tasas de descuento. Esta mayor participación obedece sobre todo a los menores daños previstos en algunos ámbitos según el escenario B2, entre otros los impactos en la región del Comahue y en el sector salud.

Si se comparan los escenarios A2 y B2, los mayores aumentos porcentuales calculados a todas las tasas de descuento y en relación con todos los años de corte, pero principalmente con los primeros (2020 y 2030), corresponden al valor acumulado de los costos de las medidas de adaptación en la región del Comahue. Las diferencias entre ambos escenarios ascienden al máximo en el período que concluye en el año 2030, lo que responde esencialmente a la influencia que ejercen en el total los costos las medidas de adaptación a las inundaciones de los principales ríos del litoral, que se concentran en ese período. No obstante, la diferencia de costos acumulados entre ambos escenarios varía entre un mínimo del 11%, acumulado hasta el año 2100 y sin descontar y un máximo del 20% acumulado hasta el año 2030, a una tasa de descuento del 0%; la media es de alrededor del 15%.

En los cuadros VII.11 y VII.12 se presentan los valores acumulados, según ambos escenarios, en cada año de corte y a todas las tasas de descuento, expresados como porcentaje del PIB del año base (2005) y en dólares de dicho año. Las medidas de adaptación identificadas y cuyo valor pudo calcularse en este estudio son solo parte del conjunto de medidas, opciones y estrategias de adaptación al cambio climático previsibles. También es significativo, al menos en términos relativos, el menor peso, en términos de costos, que estas tendrían en la economía argentina, tanto en comparación con el de los impactos previstos del cambio climático como con las medidas de mitigación de las emisiones de GEI. En efecto, según ambos escenarios, el peso acumulado hasta el año 2100, en relación con el PIB del año base, fluctúa entre el 1,38% (escenario B2, con valores descontados al 4%) y el 5,76% (escenario A2, con valores no descontados).

**CUADRO VII.11**  
**COSTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO IDENTIFICADAS, ESCENARIO A2**  
*(En porcentajes del PIB de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	0,96	1,68	2,55	3,89	5,76
0,50%	0,93	1,58	2,32	3,34	4,59
2%	0,85	1,34	1,79	2,24	2,63
4%	0,75	1,10	1,34	1,50	1,59

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VII.12**  
**COSTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO IDENTIFICADAS, ESCENARIO B2**  
*(En porcentajes del PIB de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	0,80	1,40	2,33	3,37	5,20
0,50%	0,78	1,32	2,10	2,90	4,12
2%	0,71	1,12	1,59	1,95	2,33
4%	0,64	0,93	1,17	1,30	1,38

**Fuente:** Elaboración propia.

Cabe señalar nuevamente que estos datos deben interpretarse con sumo cuidado, en vista de la imposibilidad de calcular el valor monetario de muchas de las medidas de adaptación identificadas, fundamentalmente de las relativas al ordenamiento del territorio, debido a la falta de información de base y de estudios específicos. Asimismo, cabe destacar que, en caso de incluirse la valorización económica de estas medidas, la magnitud de las erogaciones requeridas para aplicar las medidas de adaptación necesarias sería de una envergadura muy superior.

En los cuadros VII.13 y VII.14 se presenta el costo medio anual de las medidas de adaptación identificadas.

**CUADRO VII.13**  
**COSTO MEDIO ANUAL DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**IDENTIFICADAS, ESCENARIO A2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	175 740 166	130 297 317	79 209 666	121 947 126	114 063 363
0,5%	170 034 205	118 781 320	67 026 387	92 566 370	76 512 900
2%	154 614 653	90 327 343	41 072 351	41 052 793	23 702 407
4%	137 458 199	63 241 669	21 938 512	14 341 468	5 274 888

**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VII.14**  
**COSTO MEDIO ANUAL DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**IDENTIFICADAS, ESCENARIO B2**  
*(En dólares de 2005)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	146 526 583	109 033 250	84 579 637	94 533 776	111 629 914
0,50%	142 072 499	99 180 472	71 095 336	72 252 745	74 672 230
2%	130 043 654	74 915 277	42 692 278	32 718 988	22 945 163
4%	116 675 292	51 956 733	22 190 494	11 754 016	5 055 937

**Fuente:** Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la erogación media anual necesaria para financiar las medidas de adaptación identificadas en este estudio, se observa una disminución, según ambos escenarios, a medida que aumenta la tasa de descuento utilizada, tal como era de esperar. También se aprecia que el costo medio anual de estas medidas asciende al máximo al principio de la serie y según ambos escenarios, lo que puede atribuirse principalmente al peso de las obras de infraestructura iniciales. No obstante, cuando se calculan a las tasas más bajas (0% y 0,5%), estos costos van disminuyendo hasta el año 2050 para después aumentar paulatinamente hacia el año 2070 y al final del período analizado (2100), de acuerdo a los dos escenarios.

Según el escenario A2, el costo promedio anual de las medidas de adaptación, calculadas a una tasa de descuento del 0%, sería cercano a 176 millones de dólares anuales en los primeros años (2010-2020). En el escenario B2 estos costos superan levemente los 146,5 millones por año en el mismo período. A una tasa del 0,5% el costo ascendería a 170 millones de dólares en el escenario A2 y a 142 millones en el escenario B2. A tasas mayores los costos descienden en ambos escenarios, hasta llegar a una media anual de 137,5 millones de dólares en el escenario A2 y de 116,7 millones en el escenario B2.

En los períodos inmediatamente posteriores (2020-2030 y 2030-2050) el costo medio anual calculado a todas las tasas de descuento disminuye en ambos escenarios y llega a su mínimo cuando se calcula a tasas del 0% y del 0,5%, también en ambos escenarios, hacia fines del período 2030-2050. Si se aplican tasas de descuento más altas (2% y 4%), los valores mínimos se registran hacia el final del período analizado (2070-2100): 5,3 millones en el escenario A2 y 5,1 millones dólares anuales en el escenario B2.

Los costos previstos de las medidas de adaptación son mayores en el escenario A2; de hecho, en los primeros años, los costos correspondientes al escenario A2 y calculados a una tasa de descuento del 2% son incluso superiores a los del escenario B2 no descontados. Como se ha señalado, los costos de las medidas de adaptación identificadas son considerablemente inferiores a los costos de los impactos previstos y los de mitigación. No obstante, cabe insistir en la importancia de dos cuestiones: i) algunas medidas de adaptación se relacionan con el diseño de estrategias, políticas y medidas que son muy difíciles de valorizar, aunque todas ellas tengan un costo, principalmente en el proceso de implementación, y ii) algunas medidas de adaptación autónoma o *a posteriori* pueden incluirse en algunas ocasiones entre las medidas directamente relacionadas con los impactos, por lo que puede ser difícil distinguirlas. Por ejemplo, los gastos de tratamiento médico o en vacunación pueden ser una medida de adaptación autónoma (si se hacen para prevenir). Otras medidas de adaptación (*a posteriori*), incluidas algunas ingenieriles, pueden tener el mismo sentido.

## C. Resumen del costo de las medidas de mitigación identificadas y cuantificadas

En el cuadro VII.15 se presentan los costos totales de las actividades de mitigación, en dólares constantes del año 2005, acumulados en cada año de corte, calculados a tasas de descuento del 4% y del 12% y correspondientes a las distintas opciones que se tomaron en cuenta (véase el cuadro VI.23). El costo total medio de las medidas de mitigación en el sector energético, específicamente en la industria energética, ponderado de acuerdo con la estructura de generación prevaleciente hasta el año 2050, asciende a 57,76 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e, a una tasa de descuento del 4%, y a 113 dólares a una tasa del 12%. A partir de 2050 se agotan las posibilidades de mitigar las emisiones de GEI mediante de la incorporación de centrales hidroeléctricas, por lo que con posterioridad a ese año las medidas de



mitigación de este componente consisten se relacionan con opciones de generación de electricidad a mayor costo (fuentes renovables y energía nuclear), lo que eleva el costo total medio a casi 100 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e, a una tasa del 4%, y a 178 dólares a una tasa del 12%.

**CUADRO VII.15**  
**COSTOS BRUTOS TOTALES ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**  
**IDENTIFICADAS, ESCENARIOS A2 Y B2**  
*(En dólares de 2005)*

	Tasa de descuento del 4%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Energía					
Industria energética	8 587 884 281	35 139 576 405	127 508 383 536	386 794 930 739	1 080 071 705 445
Transporte	1 277 023 017	3 038 057 132	10 350 468 581	26 489 189 700	83 200 263 350
Residencial y comercial	29 175 493	80 262 270	237 638 896	449 348 654	919 639 878
Industria	297 512 858	502 576 975	2 958 559 401	6 594 598 512	16 750 108 940
Ganadería	468 465 900	1 874 833 128	3 540 025 060	5 280 196 162	8 038 465 386
Sectora forestal	239 699 983	670 721 025	1 269 181 404	1 561 518 263	2 000 020 665
Desechos	4 648 275	16 242 880	67 246 162	153 538 081	336 935 006
Total	10 904 409 806	41 322 269 815	145 931 503 040	427 323 320 111	1 191 317 138 671

	Tasa de descuento del 12%				
	2020	2030	2050	2070	2100
Energía					
Industria energética	16 868 004 532	69 019 855 729	250 447 248 835	544 866 207 669	1 332 079 537 459
Transporte	2 216 292 857	5 272 594 335	17 963 395 560	45 972 391 387	144 395 321 774
Residencial y comercial	30 634 268	84 275 383	249 520 840	471 816 086	965 621 872
Industria	369 136 324	1 090 680 704	3 670 805 183	8 182 187 042	20 782 542 574
Ganadería	468 465 900	1 874 833 128	3 540 025 060	5 280 196 162	8 038 465 386
Sectora forestal	239 699 983	670 721 025	1 269 181 404	1 561 518 263	2 000 020 665
Desechos	7 747 125	27 071 467	112 076 937	255 896 802	561 558 344
Total	20 199 980 989	78 040 031 771	277 252 253 819	606 590 213 412	1 508 823 068 073

**Fuente:** Elaboración propia.

Al final del período, los costos totales acumulados de mitigación correspondientes al conjunto de medidas previstas equivalen a más de ocho veces el valor del PIB del año base, si se calculan a una tasa de descuento del 12%, y a más de seis veces y media, si se las calcula a una tasa del 4%; por lo tanto, el desembolso medio anual entre 2010 y 2030 sería de algo más del 2% del PIB del año base (a una tasa del 12%) y de un 1,1% (a una tasa del 4%). No obstante, como los mayores ahorros de emisiones GEI se consiguen a medida que va avanzando el siglo, estos suponen erogaciones anuales medias cada vez más altas, que superan el 9% del PIB del año 2005 al final del período (véanse los cuadros VII.16 y VII.17).

**CUADRO VII.16****RESUMEN DE LOS COSTOS BRUTOS TOTALES ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS A TASAS DE DESCUENTO DEL 4% Y EL 12%,  
ESCENARIOS A2 Y B2***(En dólares de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
Total (tasa del 4%)	10 904 409 806	41 322 269 815	145 931 503 040	427 323 320 111	1 191 317 138 671
Total (tasa del 12%)	20 199 980 989	78 040 031 771	277 252 253 819	606 590 213 412	1 508 823 068 073

**Fuente:** Elaboración propia.**CUADRO VII.17****COSTOS BRUTOS TOTALES ACUMULADOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS EN RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIOS A2 Y B2***(En porcentajes del PIB de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
Total (tasa del 4%)	5,98	22,67		234,41	653,49
Total (tasa del 12%)	11,08	42,81	152,09	332,74	827,66

**Fuente:** Elaboración propia.**CUADRO VII.18****COSTOS BRUTOS TOTALES ANUALIZADOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS, ESCENARIOS A2 Y B2***(En dólares de 2005)*

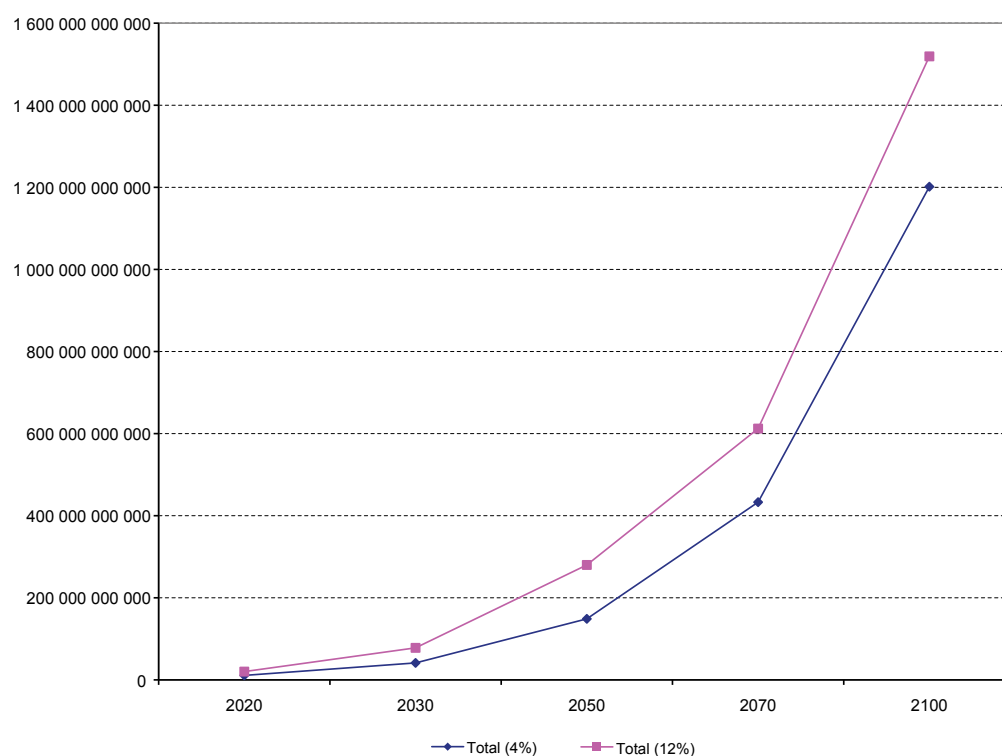
	2020	2030	2050	2070	2100
Total (tasa del 4%)	1 090 440 981	2 066 113 491	3 648 287 576	7 122 055 335	13 236 857 096
Total (tasa del 12%)	2 019 998 099	3 902 001 589	6 931 306 345	10 109 836 890	16 764 700 756

**Fuente:** Elaboración propia.**CUADRO VII.19****COSTOS BRUTOS TOTALES ANUALIZADOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS EN RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIOS A2 Y B2***(En porcentajes del PIB de 2005)*

	2020	2030	2050	2070	2100
Total (tasa del 4%)	0,60	1,13	2,0	3,91	7,26
Total (tasa del 12%)	1,11	2,14	3,8	5,55	9,2

**Fuente:** Elaboración propia.

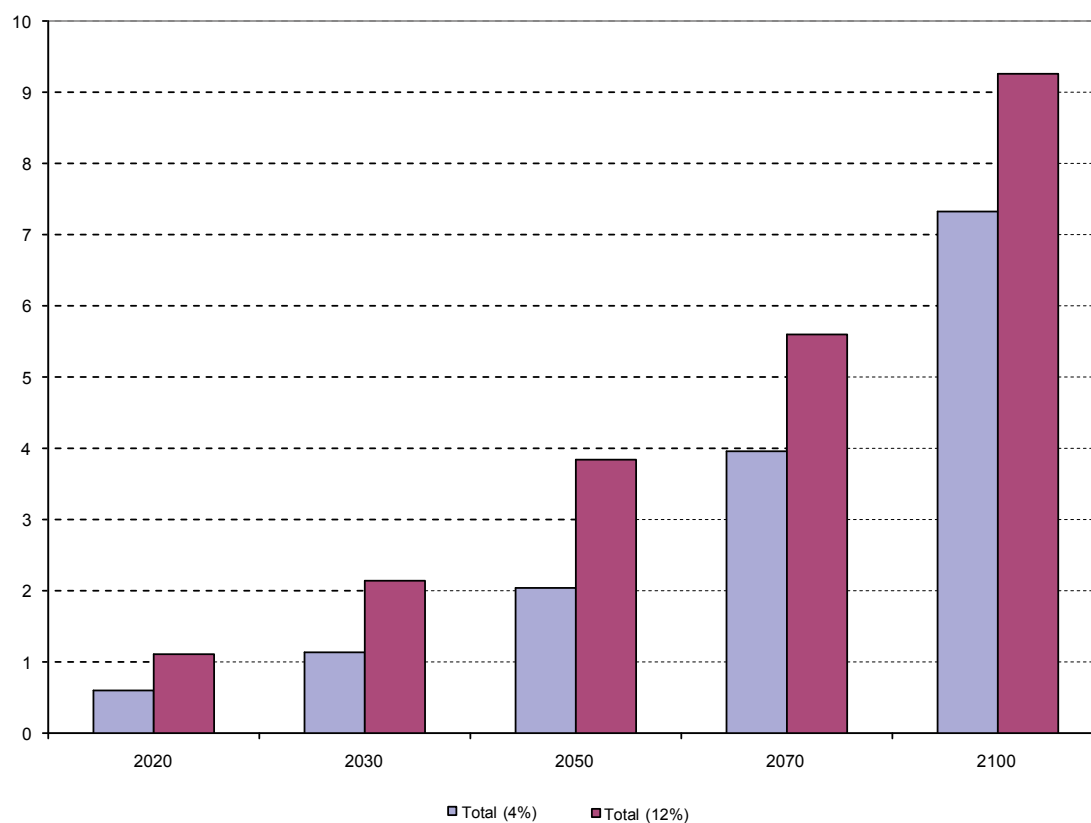
**GRÁFICO VII.1**  
**COSTOS TOTALES DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN ACUMULADOS**  
**HASTA EL AÑO 2100**  
*(En dólares de 2005)*



**Fuente:** Elaboración propia.

En definitiva, los costos totales de mitigación calculados en este estudio superan notablemente los costos estimados de los impactos identificados y los costos de las medidas de adaptación identificadas y cuantificadas en términos monetarios. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como un reflejo de la mayor la mayor facilidad para obtener información destinada a calcular los ahorros de emisiones y los costos de mitigación, y de la certeza con respecto a ella, a pesar de las dificultades existentes, tanto en términos de disponibilidad de información sobre los impactos previstos y las medidas de adaptación posibles, la mayor incertidumbre acerca de estos datos y la mayor dificultad para calcular el valor monetario de ciertos bienes y servicios, sobre todo los suministrados por el medio ambiente y que no pueden expresarse fácilmente a precios de mercado.

**GRÁFICO VII.2**  
**EVOLUCIÓN DEL COSTO ANUAL MEDIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN COMO**  
**PORCENTAJE DEL PIB DE 2005<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>Costos calculados a partir del año 2010.

## VIII. Estrategias de cambio climático

### A. El contexto internacional y la estrategia nacional

La República Argentina es signataria de acuerdos internacionales sobre protección del medio ambiente, incluidos el Protocolo de Kyoto y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Además, tuvo una activa y destacada participación en los procesos que condujeron a la suscripción de ambos y en importantes negociaciones posteriores sobre la materia.

Esta participación también se vio reflejada en el hecho de que la Argentina fue sede de la cuarta y la décima conferencias de las Partes en la Convención, realizadas en Buenos Aires en 1998 y 2004, además de lo cual diplomáticos, funcionarios y expertos argentinos han desempeñado y desempeñan funciones importantes en los órganos de la Convención y del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

En virtud de los compromisos asumidos mediante la ratificación de la Convención, la Argentina ha elaborado y presentado comunicaciones nacionales sobre el cambio climático a las conferencias de las Partes celebradas en 1997 y 2007, y se encuentra en proceso de preparación de la tercera.

La Argentina ha creado instituciones encargadas de la aplicación de la política sobre cambio climático dentro de la estructura del Estado. Mediante el decreto N°2.213/2002 se designó a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable como autoridad encargada de la aplicación de la Ley N°24.295, en virtud de la cual se ratificó la Convención<sup>156</sup>. Posteriormente, mediante la resolución N°56/2003, se creó la Unidad de Cambio Climático de dicha Secretaría, encargada de diversas funciones relacionadas con la implementación del Convenio. Esta Unidad tiene, entre otras, las funciones de asesorar al Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable en todas las materias relacionadas con la implementación de la Convención en el país; proponer y propiciar acciones conducentes al logro de los objetivos de la Convención, incluido el desarrollo de actividades locales, y elaborar y proponer lineamientos de política en materia de cambio climático, identificación de áreas prioritarias y determinación de las

<sup>156</sup> Véase [en línea] <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/trabajo/file/pffsa/Proyecto%20Formaci%C3%B3n%20Sindical%20Ambiental.pdf>.

metas nacionales para la posible reducción de emisiones por sector, de conformidad con las políticas nacionales de desarrollo sustentable. La Unidad también es la encargada de coordinar el Programa Nacional de Escenarios Climáticos y cuenta con el asesoramiento de la Comisión Nacional Asesora sobre Cambio Climático, integrada por representantes del gobierno nacional, los gobiernos provinciales, el sector privado, académicos de universidades públicas y privadas y expertos en temas vinculados con los objetivos de la Convención.

En el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y como dependencia de la Dirección de Cambio Climático, también opera la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio, que tiene a su cargo la evaluación de los proyectos relacionados con dicho mecanismo. A la fecha se han presentado 42 proyectos<sup>157</sup>, 2 de los cuales se encuentran en proceso de evaluación (un proyecto geotérmico y un proyecto de sustitución de gas natural por biomasa), 5 han sido suspendidos, 1 fue rechazado y los restantes 34 fueron aprobados. La Argentina ha registrado 20 proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), que suponen 4.343.578 reducciones certificadas de emisiones<sup>158</sup>.

En el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable también desarrolla sus actividades el Fondo Argentino de Carbono, creado mediante el decreto 1070/2005 y cuyos objetivos son promover el aprovechamiento de oportunidades derivadas del mecanismo para un desarrollo limpio; facilitar e incentivar el desarrollo de proyectos relacionados con el MDL, promover y facilitar las inversiones y la incorporación de nuevas tecnologías; maximizar la participación de los proyectos argentinos en los mercados internacionales de carbono y promover instrumentos financieros para las actividades de proyectos que se ejecuten en el marco del MDL, entre otros. El Fondo desempeña principalmente funciones de asesoramiento técnico y de identificación de oportunidades de proyectos.

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable concibe la adaptación al cambio climático como una actividad estrechamente vinculada a las medidas de mitigación, que “...requiere de una estrategia sostenida [...] según cada sector o sistema...”<sup>159</sup>, y tiene un alto potencial de sinergia con diversas convenciones y políticas vigentes. Esto explica la necesidad de evaluar en forma integrada las medidas de adaptación sectoriales.

El Gobierno de la República Argentina está elaborando una Estrategia Nacional en Cambio Climático (ENCC)<sup>160</sup>, que incluye objetivos generales de mitigación y adaptación y prevén los mecanismos para su consecución. La Estrategia está siendo evaluada por las autoridades de las diversas dependencias gubernamentales con incumbencia en el tema.

Para la elaboración de la Estrategia se ha constituido un Comité Gubernamental de Cambio Climático, como instancia de articulación institucional encargada de su formulación y, a la vez, de incluir acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la planificación de los diferentes sectores y sistemas. Este Comité está integrado por representantes de diversos organismos y dependencias gubernamentales que realizan actividades en este ámbito, entre los que se destacan los siguientes:

- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
- Secretaría de Industria, Comercio y Servicios
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales
- Comité Federal de Medio Ambiente
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto

---

<sup>157</sup> Al 13 de diciembre de 2010.

<sup>158</sup> Véase [en línea] <http://cdm.unfccc.int>.

<sup>159</sup> Véase [en línea] <http://www.ambiente.gov.ar/idseccion=205>.

<sup>160</sup> Ibid.

- Instituto Nacional del Agua
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- Secretaría de Transporte
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
- Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública
- Programa Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Territorial
- Secretaría de Política Económica
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial
- Secretaría de Energía
- Servicio Meteorológico Nacional

La Estrategia Nacional de Cambio Climático fue concebida como un mecanismo de coordinación de las actividades de las entidades gubernamentales, con el fin de establecer un marco de acción nacional en el que se prevean políticas, medidas y acciones conducentes a un crecimiento económico bajo en carbono y al desarrollo sustentable, “fortaleciendo e incrementando las acciones nacionales llevadas a cabo en la lucha contra el cambio climático”<sup>161</sup>. Asimismo, se prevén acciones coherentes con los compromisos asumidos y los principios de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” y de equidad, y en las que se tenga en cuenta la responsabilidad histórica de los países con relación al cambio climático<sup>162</sup>.

La Estrategia Nacional tiene dos objetivos generales<sup>163</sup>:

- Identificar, promover e implementar medidas de adaptación al cambio climático, incluidos los impactos propios de la variabilidad climática, en especial en aquellas poblaciones, actividades productivas y ecosistemas particularmente vulnerables.
- Desarrollar políticas, medidas y acciones que contribuyan a limitar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero sin comprometer el desarrollo sustentable del país.

Como se indica en la Estrategia, para alcanzar estos objetivos generales a corto, mediano y largo plazo se requiere de lo siguiente<sup>164</sup>:

- Mecanismos y fortalecimiento institucionales
  - fortalecer la estructura y capacidad institucional del Estado para hacer frente al cambio climático;
  - promover la articulación intra e interinstitucional para el enfrentamiento integrado de la problemática;
  - incorporar el tema del cambio climático en los proyectos, programas y acciones que impliquen la emisión de gases de efecto invernadero y los que podrían verse afectados por el clima a nivel nacional, regional y sectorial;

<sup>161</sup> Véase [en línea] <http://www.ambiente.gov.ar/idseccion=205>.

<sup>162</sup> Ibid.

<sup>163</sup> Ibid.

<sup>164</sup> Ibid.

- promover la realización, al menos dos veces al año, de reuniones del Comité Gubernamental de Cambio Climático en las que participen las máximas autoridades de los organismos vinculados a este;
  - incorporar criterios relativos a la problemática del cambio climático en las políticas sectoriales, a nivel nacional, provincial y municipal, y unificarlos, y
  - promover la adopción de criterios relativos a la problemática del cambio climático en el sector privado, el ámbito académico, las organizaciones no gubernamentales, las organizaciones de trabajadores y la sociedad en su conjunto.
- Generación de recursos
    - impulsar el desarrollo de instrumentos fiscales, financieros, económicos y jurídicos que faciliten la implementación de los objetivos establecidos.
  - Difusión y capacitación
    - fomentar el desarrollo de capacidades, y la participación en el diseño y la ejecución de actividades de adaptación y mitigación;
    - realizar actividades de difusión y capacitación sobre los impactos del cambio climático y las posibilidades de adaptación a estos;
    - realizar actividades de difusión y capacitación sobre la influencia de diferentes estilos de vida en las emisiones de GEI y la posibilidad de reducirlas a partir de medidas individuales de mitigación;
    - realizar actividades de difusión y capacitación conjuntas con los sectores productivos, a fin de limitar el incremento de las emisiones de GEI.
  - Marco regulatorio
    - identificar aspectos del marco jurídico vigente y presentar propuestas al poder legislativo, con el fin de hacer frente al cambio climático, velando por la coherencia entre de dichas propuestas y los compromisos internacionales adquiridos

Se esperaba comenzar a ejecutar las actividades previstas en la Estrategia durante la segunda mitad del año 2011.



En el marco de la decimosexta Conferencia de las Partes en la Convención, celebrada en Cancún, México, del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010, la delegación de la Argentina hizo una presentación en el segmento de alto nivel, cuyos principales puntos son los siguientes<sup>165</sup>:

- se hizo un llamado a los países desarrollados para que facilitaran mecanismos de transferencia de recursos y tecnología, en el entendimiento de que “solamente la acción global, equitativa y coordinada conducirá al logro del objetivo [de la Convención Marco]”;
- se afirmó que “las políticas de adaptación y de mitigación serán exitosas solo en el contexto de los programas de desarrollo sustentable y erradicación de la pobreza”;
- se señaló, asimismo, que “Se necesitan compromisos ambiciosos de reducción de emisiones, plasmados en un segundo período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto, con efecto inmediato”, y
- se indicó que en las medidas que se adopten se debería evitar la introducción de nuevas restricciones de acceso a los mercados para los países en desarrollo.

Además, se presentó una propuesta considerada clave “para destrabajar el *statu quo*”, en la que se mencionaban las siguientes actividades y necesidades:

- la necesidad de contar con aportes públicos en proporciones conocidas y con cronogramas concretos de proyectos de transformación;
- la necesidad de establecer cierto equilibrio entre los aportes dirigidos a la adaptación y a la mitigación;
- la necesidad de facilitar el acceso a tecnologías que no creen dependencia, a fin de evitar la expulsión de trabajadores y contribuir a la creación de empleo decente todos los sectores de la economía y la disponibilidad de tecnologías de esa índole;
- la promoción del fortalecimiento institucional en los países en desarrollo;
- la necesidad de promover la participación de los científicos y académicos nacionales en la ejecución y diseño de los proyectos, y
- la necesidad de realizar mediciones nacionales basadas en matrices propias con datos homogéneos y transparentes.

## B. Posibles criterios para la identificación de metas

Dado que el objetivo de este estudio no es establecer lineamientos para la formulación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de la Argentina, sino brindar elementos e insumos que sirvan a los encargados de la adopción de decisiones para llevar a cabo el proceso de definición de la Estrategia, a continuación se presenta una serie de indicadores que podrían facilitar esa tarea.

---

<sup>165</sup> Ibid.

## Indicadores de emisiones totales y sectoriales

En los cuadros VIII.1 y VIII.2 y los gráficos VIII.1 y VIII.2 se presenta la evolución de las emisiones per cápita correspondientes al escenario de base y al de mitigación.

**CUADRO VIII.1**  
**EMISIONES SECTORIALES DE GEI PER CÁPITA, ESCENARIO DE BASE**  
(En Gg de CO<sub>2</sub>e per cápita)

Sectores, incluido el sector de USCUS	2005	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	3,92	5,89	6,81	10,48	15,59	30,86
Procesos industriales	0,37	0,54	0,63	1,04	1,70	3,56
Agricultura	3,59	3,71	3,67	4,19	4,54	5,13
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	-0,33	-0,31	-0,38	-0,56	-0,55	-0,55
Residuos	0,51	0,67	0,80	1,12	1,64	2,24
Total	8,07	10,50	11,53	15,14	22,91	41,24

**Fuente:** Elaboración propia.

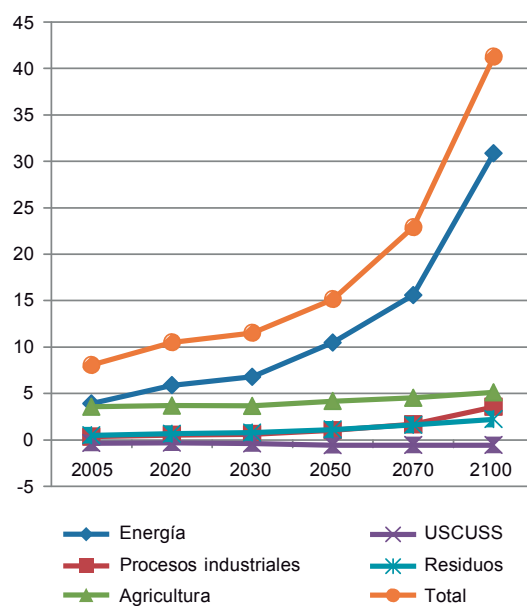
**CUADRO VIII.2**  
**EMISIONES SECTORIALES DE GEI PER CÁPITA, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
(En Gg de CO<sub>2</sub>e per cápita)

Sector, incluido el sector de USCUS	2005	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	3,92	4,86	4,95	7,20	10,66	20,09
Procesos industriales	0,37	0,53	0,63	1,02	1,66	3,47
Agricultura	3,59	3,52	3,50	3,98	4,21	4,62
Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura	-0,33	-0,59	-0,67	-0,65	-0,64	-0,64
Residuos	0,51	0,50	0,56	0,61	0,77	1,01
Total	8,07	8,83	8,97	12,15	16,66	28,56

**Fuente:** Elaboración propia.

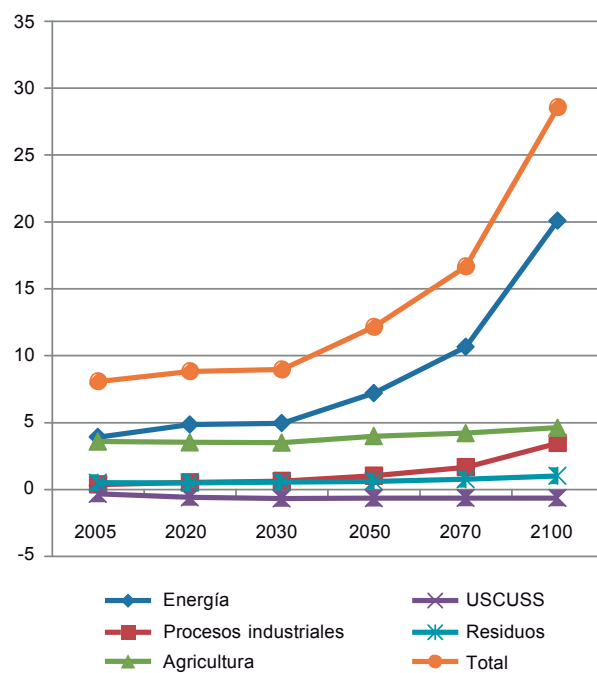
En el escenario de base las emisiones per cápita se quintuplican entre 2005 y 2100, principalmente debido al marcado incremento de los indicadores relacionados con el sector energético, cuyos valores aumentan cerca de diez veces en ese lapso. En cambio, según el escenario de mitigación, las emisiones per cápita del sector energético son un tercio menores en 2100 que las previstas en el escenario de base, lo que, sumado al efecto del ahorro de emisiones en los demás sectores, permite que las emisiones per cápita de la totalidad de los sectores sea un 31% inferior en el escenario de mitigación a fines del período analizado (año 2100).

**GRÁFICO VIII.1**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI PER CÁPITA, ESCENARIO DE BASE**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e per cápita)*



Fuente: Elaboración propia.

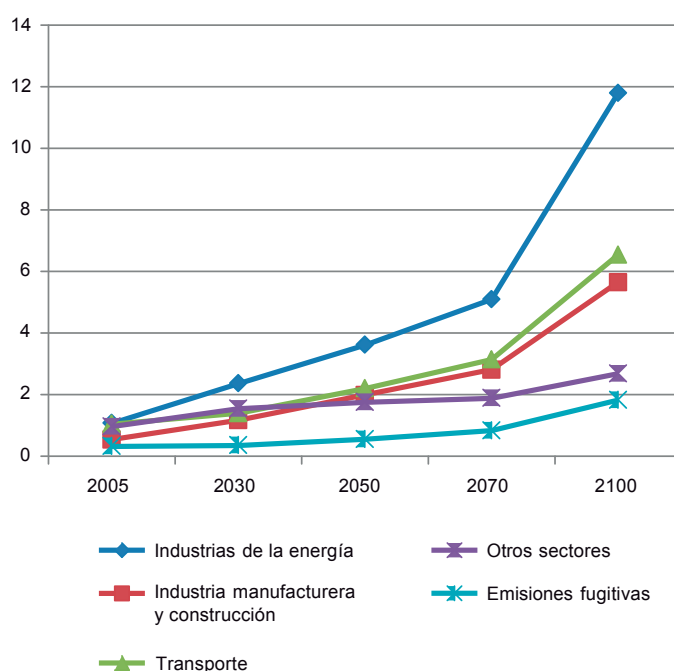
**GRÁFICO VIII.2**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI PER CÁPITA, ESCENARIO DE MITIGACIÓN**  
*(En Gg de CO<sub>2</sub>e per cápita)*



Fuente: Elaboración propia.

Como se indica en el capítulo VI de este estudio, a medida que las proyecciones de emisiones de GEI se acercan al año horizonte (2100), el sector energético se va perfilando como la principal fuente de emisiones sectoriales de GEI de la Argentina, a considerable distancia de los demás. Es por ello que se presta especial atención a la evolución de los indicadores de emisiones per cápita y a las emisiones específicas del sector eléctrico. En el gráfico VIII.3 y el cuadro VIII.3 se presenta la evolución de las emisiones per cápita del sector energético en el período 2005-2100, según el escenario de base.

**GRÁFICO VIII.3**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI PER CÁPITA DEL SECTOR ENERGÉTICO,**  
**ESCENARIO DE BASE**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VIII.3**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI PER CÁPITA DEL SECTOR ENERGÉTICO,**  
**ESCENARIO DE BASE**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita)*

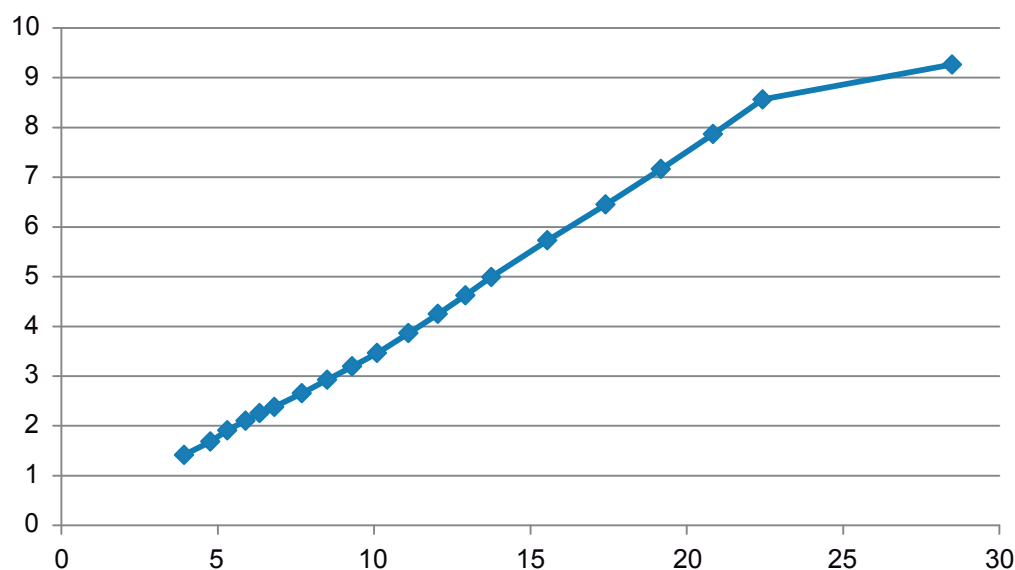
	2005	2030	2050	2070	2100
Industrias energéticas	1,07	2,36	3,61	5,09	11,79
Industria manufacturera	0,54	1,17	1,99	2,81	5,65
Transporte	1,04	1,39	2,20	3,14	6,54
Otros sectores	0,96	1,54	1,75	1,88	2,68
Emisiones fugitivas	0,32	0,35	0,55	0,83	1,82
Total	3,93	6,81	10,10	13,75	28,48

**Fuente:** Elaboración propia.

En el conjunto del sector energético, las emisiones per cápita aumentan más de siete veces entre 2005 y 2100. El mayor aumento se da en las industrias productoras de energía (fundamentalmente las dedicadas a la generación de electricidad), que crecen once veces entre el principio del período (2005) y el año horizonte (2100); esta conclusión se basa, principalmente, en las hipótesis aplicadas en el escenario de base con respecto a las fuentes que se utilizarían para generar electricidad. El incremento se concentra en el último tramo del período analizado (2070-2100), puesto que se duplica en esos treinta años. Las emisiones per cápita del subsector que le sigue en términos de emisiones, el de transporte, equivalen casi a la mitad de la proporción correspondiente al caso anterior y algo similar sucede con el sector industrial, que ocupa el tercer lugar. Por lo tanto, las emisiones per cápita del sector energético representan el 41,4% del total de las emisiones per cápita del sector, lo que se compara con alrededor del 35% en 2030 y el 27,2% en 2005. El subsector cuyas emisiones per cápita muestran un mayor crecimiento en el período analizado es el industrial, en el que las emisiones se multiplica por diez; el sector pasa de representar el 13,7% del total en 2005 al 17,2% en 2030 y al 20% en 2100.

#### GRÁFICO VIII.4

**TRAYECTORIA DE LAS EMISIONES PER CÁPITA DEL SECTOR ENERGÉTICO Y EL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA PER CÁPITA, ESCENARIO DE BASE, 2005-2100<sup>a</sup>** (En toneladas de CO<sub>2</sub>e y permisos de emisión negociables per cápita)



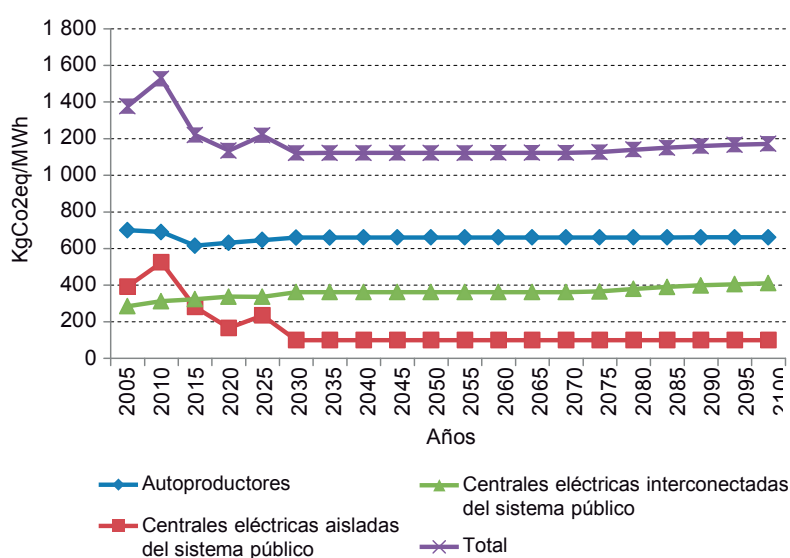
**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>El eje vertical corresponde a los permisos de emisión negociables per cápita y el horizontal, a las toneladas de CO<sub>2</sub>e/hab.

En el gráfico VIII. 4 se observa que a partir de 2005 se inicia un aumento del consumo de energía por habitante. No obstante, a lo largo del período las emisiones per cápita aumentan a una tasa aun mayor que el consumo, lo que significa que en algunos sectores se intensifica la incorporación de fuentes emisoras de GEI.

En el gráfico VIII.5 se muestra la evolución de las emisiones del sector eléctrico en el período 2005-2100, de acuerdo con las hipótesis y los supuestos adoptados para la elaboración del escenario de base.

**GRÁFICO VIII.5**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO,**  
**ESCENARIO DE BASE, 2005-2100**  
*(En kg de CO<sub>2</sub>e /MWh)*

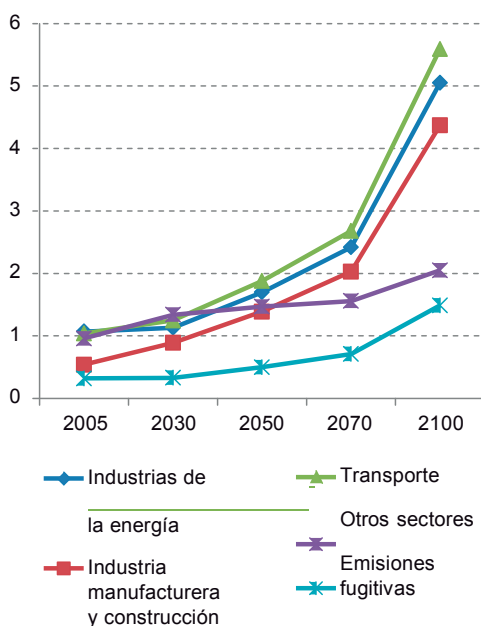


**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico anterior, hay una marcada baja de las emisiones del sector eléctrico entre 2010 y 2030, fundamentalmente ligada a la supuesta incorporación al Sistema Argentino de Interconexión de un gran proporción de los generadores aislados. No obstante, en este escenario se produce un leve pero ininterrumpido aumento de las emisiones a partir de 2030, sobre todo desde 2070 y debido a la evolución de las emisiones del sistema interconectado, que aumentan un 14,6% en los últimos treinta años que abarca el análisis. En todo caso, en el conjunto del sector las emisiones específicas son un 15% inferiores en 2100 a las registradas en el año 2005.

Tal como se indica en el gráfico VIII.6 y el cuadro VIII.4, en el sector energético en su conjunto las emisiones per cápita de todos los GEI aumentarían casi cinco veces y media entre 2005 y 2100. Sin embargo, las 18,55 toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita previstas para el año 2100 en el escenario de mitigación implican una disminución de casi 10 toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita, por lo que la cifra resultante es cerca de un 35% inferior a las estimaciones contenidas en el escenario de base. El subsector que presenta las emisiones per cápita más altas según el escenario de mitigación es el de transporte (5,59 toneladas de CO<sub>2</sub>e por habitante), a pesar de una reducción de más de un 14% respecto del valor considerado en el escenario de base. Las medidas de mitigación adoptadas por las industrias energéticas, fundamentalmente en el proceso de generación de electricidad, son el principal factor determinante de esta situación. Si bien las 5,05 toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita que se registran en esta categoría en el año 2100 reflejan un aumento de cuatro veces y media en comparación con las cifras de 2030, este representa menos de la mitad del valor previsto para ese año en el escenario de base. Esta notable reducción de las emisiones per cápita de las industrias energéticas explica más de la mitad del descenso de las emisiones per cápita en todo el sector.

**GRÁFICO VIII.6**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>e PER CÁPITA EN EL SECTOR**  
**ENERGÉTICO, ESCENARIO DE BASE, 1990-2030**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e y permisos de emisión negociables per cápita)*



Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO VIII.4**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI PER CÁPITA DEL SECTOR ENERGÉTICO,**  
**ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 2005-2100**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita)*

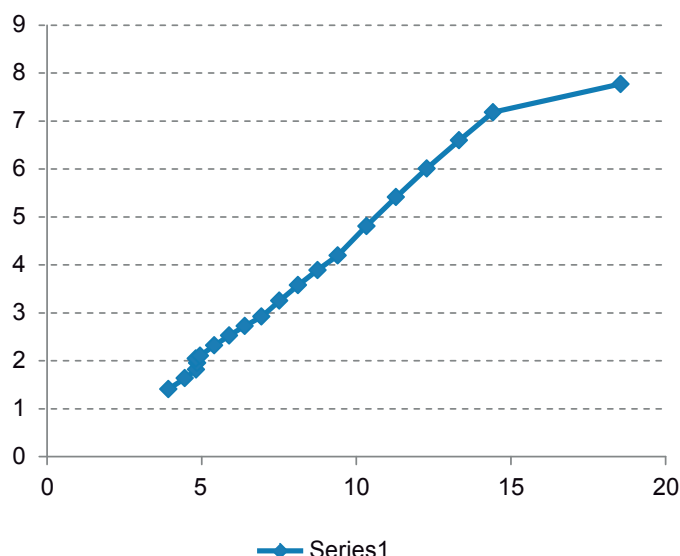
	2005	2030	2050	2070	2100
Industrias energéticas	1,07	1,13	1,70	2,42	5,05
Industria manufacturera	0,54	0,89	1,39	2,03	4,37
Transporte	1,04	1,25	1,88	2,68	5,59
Otros sectores	0,96	1,34	1,47	1,56	2,05
Emisiones fugitivas	0,32	0,33	0,50	0,71	1,49
Total	3,93	4,94	6,94	9,40	18,55

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico VIII.7 se ilustran la trayectoria de las emisiones per cápita de todo el sector energético y del consumo final de energía per cápita, que se elevan a partir de 2005. Según el escenario de mitigación, hacia el año 2100 el consumo de energía per cápita es casi un 16% menor que en el escenario de base, pero las emisiones de GEI per cápita registran un descenso mayor, de casi un 35%. Este escenario de mitigación muestra una economía mucho menos intensiva en carbono que en el uso de energía en comparación con el escenario de base, lo que revela la mayor influencia de las medidas de sustitución de fuentes emisoras por fuentes que suponen emisiones inferiores o nulas que las vinculadas a la reducción del consumo energético o al realce de la eficiencia energética.

**GRÁFICO VIII.7**  
**TRAYECTORIA DE LAS EMISIONES PER CÁPITA DEL SECTOR ENERGÉTICO**  
**Y EL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA PER CÁPITA, ESCENARIO DE MITIGACIÓN,**  
**2005-2100<sup>a</sup>**

(En toneladas de CO<sub>2</sub>e y permisos de emisión negociables per cápita)



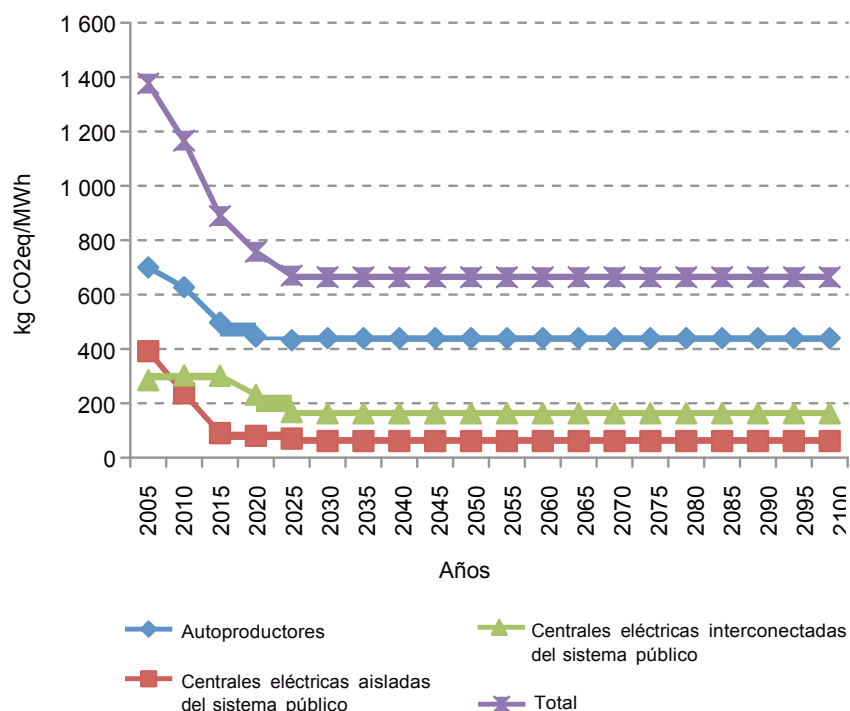
**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>a</sup>El eje vertical corresponde a los permisos de emisión negociables per cápita y el horizontal, a las toneladas de CO<sub>2</sub>e/hab.

En el gráfico VIII.8 se ilustra la evolución de las emisiones del sector eléctrico en el periodo 2005-2100, de acuerdo con las hipótesis y los supuestos adoptados para la elaboración del escenario de mitigación. Como se puede apreciar, hay una baja muy importante en las emisiones específicas entre 2005 y 2025, salvo en las centrales eléctricas del sistema público interconectado, en las que el descenso comienza a ser pronunciado a partir del año 2015. El descenso en todo el sector entre los años 2100 y 2005 supera el 60%, lo que obedece fundamentalmente a los autoprodutores, cuyas emisiones disminuyen un 47% en este período. Los generadores aislados también tienen registros una disminución importante (superior al 84%), en tanto que los integrantes del sistema interconectado muestran una reducción de alrededor del 43%. No obstante, el descenso más pronunciado de las emisiones específicas del sector se da entre los años 2005 y 2030, después de lo cual se estabilizan hasta el final del período analizado. La comparación de estas cifras con las que surgen del escenario de base permite observar que las emisiones específicas del sistema eléctrico consideradas en el escenario de mitigación y expresadas en toneladas de CO<sub>2</sub>e por MWh generado son alrededor de un 44% inferiores en todo el sector. Dentro de este conjunto, en el año 2100 los generadores del sistema interconectado presentan un descenso del 60% en comparación con el escenario de base; este descenso es de un 38% en el caso de los generadores aislados y de un 33,5% en el de los autoprodutores.



**GRÁFICO VIII.8**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO**  
*(En kg de CO<sub>2</sub>e /MWh)*



**Fuente:** Elaboración propia.

También se consideró relevante considerar la evolución de la intensidad de las emisiones en relación con el PIB. Para los cálculos pertinentes se utilizaron las cifras sobre emisiones de GEI correspondientes a ambos escenarios y se las comparó con las proyecciones del PIB derivadas del cuadro II.6. En los cuadros VIII.5 y VIII.6 y en los gráficos VIII.9 y VIII.10 se presentan los resultados de esos cálculos, tanto para el escenario de base como para el de mitigación.

**CUADRO VIII.5**  
**EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES DE GEI DE ALGUNOS**  
**SECTORES EN RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIO DE BASE, 2005-2100** *(En toneladas de CO<sub>2</sub>e/PIB y en miles de pesos a precios de 2004)*

	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	0,326	0,317	0,294	0,293	0,277	0,257	0,239
Procesos industriales	0,030	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Agricultura	0,299	0,252	0,185	0,158	0,110	0,073	0,039
USCUSS	-0,027	-0,012	-0,015	-0,016	-0,015	-0,009	-0,004
Residuos	0,042	0,040	0,034	0,034	0,033	0,026	0,017
Total	0,670	0,624	0,524	0,496	0,433	0,374	0,318

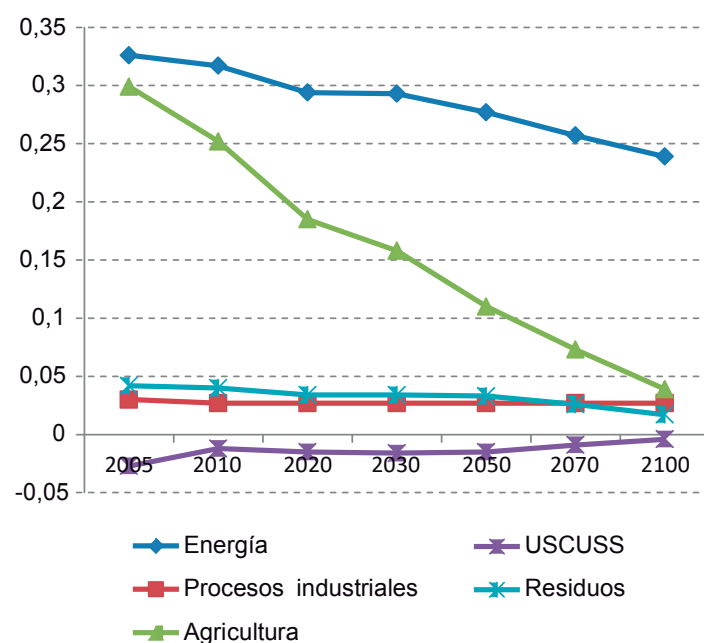
**Fuente:** Elaboración propia.

**CUADRO VIII.6**  
**EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES DE GEI DE ALGUNOS**  
**SECTORES EN RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 2005-2100**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>/ PIB y en miles de pesos a precios del 2004)*

	2005	2010	2020	2030	2050	2070	2100
Energía	0,326	0,297	0,243	0,213	0,189	0,171	0,154
Procesos industriales	0,030	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Agricultura	0,299	0,238	0,176	0,151	0,105	0,067	0,035
USCUSS	-0,027	-0,015	-0,029	-0,029	-0,017	-0,010	-0,005
Residuos	0,042	0,040	0,025	0,024	0,016	0,012	0,008
Total	0,670	0,586	0,441	0,386	0,319	0,267	0,218

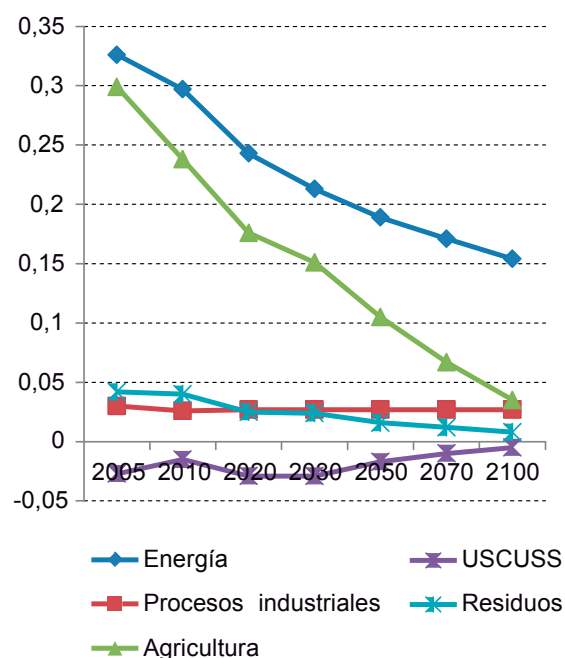
**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VIII.9**  
**EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES SECTORIALES DE GEI EN**  
**RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIO DE BASE, 2005-2100**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>/ PIB y en miles de pesos a precios de 2004)*



**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICO VIII.10**  
**EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES SECTORIALES DE GEI EN**  
**RELACIÓN CON EL PIB, ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 2005-2100**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e/ PIB y en miles de pesos a precios del 2004)*



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros y gráficos anteriores, la relación entre la intensidad de las emisiones y el PIB disminuye sostenidamente a lo largo del período analizado según ambos escenarios y en todos los sectores<sup>166</sup>. Dadas las tasas de crecimiento previstas del PIB y las proyecciones sobre las emisiones de GEI, se deduce que la intensidad de las emisiones de todos los sectores desciende un 52,5% entre el año base y el año horizonte según el escenario de base. La disminución de este indicador según dicho escenario supera el 18% entre 2030 y 2100.

Los sectores que muestran una reducción más pronunciada son el agrícola y el de USCUS, cuyas emisiones no están directamente vinculadas con la evolución del PIB. Como las variables que explican el comportamiento de estos sectores muestran una evolución mucho menos dinámica que la del PIB, es de esperar que en estos dos sectores se produzca un brusco descenso hacia el año 2100, aunque en realidad el fenómeno ya se empezaría a apreciar en el año 2030. La intensidad de las emisiones también se reduce en forma pronunciada en el sector de residuos, lo que obedece a que a largo plazo sus emisiones se relacionan directamente con la evolución de la población, mientras que en plazos más cortos sí es importante la influencia del PIB per cápita. En el sector energético, por su parte, la intensidad de las emisiones de GEI en relación con el PIB disminuye casi un 27% entre 2005 y 2100 y más del 18% entre 2030 y 2100.

<sup>166</sup> La única excepción es el sector de procesos industriales, cuya evolución está íntimamente ligada a las tasas de crecimiento de la actividad de sus componentes, calculadas sobre la base del PIB y del valor bruto de la producción de estos. Dado que a largo plazo las tasas de crecimiento de los componentes del sector tienden a presentar una tasa de crecimiento muy similar a la del PIB, es lógico que el indicador correspondiente no presente variaciones. Cabe aclarar que en el caso del sector de USCUS lo que se mide es la intensidad de las absorciones de CO<sub>2</sub> en relación con el PIB.

Según el escenario de mitigación, la baja de este indicador es aún más pronunciada. En efecto, en todos los sectores la intensidad de las emisiones en relación con el PIB desciende un 67,4% entre 2005 y 2100 y más de un 43% en el período 2030-2100. Como consecuencia de las medidas de mitigación que se aplicarían en el sector energético, este indicador disminuiría un 53% entre el año base y el año horizonte y un 28% entre 2030 y 2100; si se compara la cifra del año 2100 con la actual, la intensidad de las emisiones en el año horizonte equivale a la mitad de la que se registra en el año del estudio. El sector de desecho también presenta una considerable reducción de este indicador, debido a las medidas de mitigación propuestas en el estudio. En efecto, según el escenario de mitigación la intensidad de las emisiones de GEI en relación con el PIB del año 2100 es más de un 81% inferior a la del año 2005, un 68% menor a la de 2030 y representa la quinta parte de los valores actuales.

Asimismo, según el escenario de mitigación la intensidad de las emisiones en relación con el PIB hacia el final del período es un 31,4% inferior a la supuesta en el escenario de base, lo que refleja principalmente el comportamiento del sector energético, que acusa una caída del 35,8%, y del sector de residuos, que muestra una reducción del 54,8%. Estas diferencias entre ambos escenarios comienzan a ser más notorias a partir del año 2030.

## IX. Conclusiones

A continuación, se resumen los principales resultados y conclusiones que surge de la integración de todos los estudios considerados en el estudio nacional.

Como resultado del proceso de agregación de las emisiones de GEI sectoriales, calculadas de acuerdo con las hipótesis y los supuestos adoptados para la elaboración de los informes sectoriales realizados en el marco del estudio nacional, se determinó que las emisiones netas de GEI, incluidas las del sector de USCUS, ascienden a 2.005.243,62 Gg de CO<sub>2</sub> e acumulado a 2100 según el escenario de base, lo que implica un aumento de más de seis veces y media respecto de los valores de 2005. Estas emisiones se subdividen en un 75,1% de CO<sub>2</sub>, un 15,2% de CH<sub>4</sub> y un 8,8% de N<sub>2</sub>O; el porcentaje restante corresponde a gases fluorados. El sector energético aporta el 75% de las emisiones de GEI en el escenario de base; le siguen el sector agropecuario, que emite algo más del 12%, el de procesos industriales (8,6%) y el de residuos (5,4%). El sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura presenta capturas netas de CO<sub>2</sub>, aunque estas no son significativas al final del período analizado. El principal subsector emisor del sector energético es la de industrias energéticas, que representa el 41% del total sectorial en el año 2100.

Las emisiones netas de GEI previstas en el escenario de mitigación ascienden a 1.388.531,05 Gg de CO<sub>2</sub> e en el año 2100; esta cifra supone un aumento de más de cuatro veces y media respecto del año 2005 y es un 31% inferior a la consignada en el escenario de base. Más del 70% de las emisiones netas de GEI previstas en el escenario de mitigación para el final del período analizado corresponden al sector energético, seguido en términos de magnitud por el sector agropecuario (16% del total en 2100). Al igual que en el escenario de base, el principal gas componente de las emisiones es el CO<sub>2</sub> que en 2100 representa el 72% del total, seguido por el CH<sub>4</sub> (16%), el N<sub>2</sub>O (11%) y los gases fluorados, cuya participación es muy baja. En comparación con el escenario de base, las emisiones de CO<sub>2</sub> supuestas en el escenario de mitigación son más de un tercio inferiores en el año 2100, en tanto que las de CH<sub>4</sub> y las de N<sub>2</sub>O son un 27% y un 13,2% menores, respectivamente. Hacia el año 2100 el transporte aparece como la principal fuente de emisiones de GEI del sector energético según el escenario de mitigación (30% del total del sector), aunque sus emisiones serían casi un 15% inferiores a las del escenario de base.

En cuanto a las emisiones ahorradas, es decir, a la diferencia de emisiones entre el escenario de base y el escenario de mitigación, el total acumulado hasta el año 2100 asciende a 24.687.682,80 Gg de CO<sub>2</sub>e, lo que equivale aproximadamente a 12 años y 4 meses de emisiones a los niveles previstos para el año 2100. El 80,12% del ahorro de emisiones obedecería a las medidas de mitigación que se aplicarían en el sector energético, el 11,37% a las medidas previstas en el sector de residuos, el 5,55% a las del sector agropecuario, el 2,45% al sector de USCUS y apenas un 0,50% a las medidas que podrían aplicarse en el sector de procesos industriales. Los mayores ahorros se darían en las industrias energéticas; las medidas que se tomen en este subsector se traducirían en un 51% del ahorro total de emisiones y un 63% de las que corresponden al sector energético. En orden de importancia les siguen los ahorros de emisiones debidos a las medidas relacionados con el consumo energético de las industrias manufactureras y la construcción (13,6% del ahorro total y 17% del ahorro del sector energético). En este contexto también se destaca el impacto de las medidas de recuperación de CH<sub>4</sub> en el sector de residuos (11,4% del ahorro total de emisiones).

El análisis de las proyecciones permite concluir que el sector energético es el que presenta las mayores posibilidades de ahorro de emisiones, de acuerdo con los supuestos e hipótesis adoptados en este estudio, y que el sector de residuos también encierra un alto potencial. El sector agropecuario no pareciera tener un potencial alto de ahorro de emisiones en comparación con los dos anteriores. El sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura presenta posibilidades de ahorro en los primeros años considerados en el análisis, pero estas se van reduciendo con el paso del tiempo y pierden importancia relativa ante la ampliación de las posibilidades de ahorro en otros sectores.

Las estimaciones de los costos de mitigación por tonelada de CO<sub>2</sub>e se realizaron conforme a dos tasas de descuento (4% y 12%) y en el cálculo se consideraron todas las emisiones evitadas en los sectores considerados en el período 2010-2100. El ejercicio se realizó sobre la base de los valores reales de las mejores opciones técnicas. Las que presentan menores costos por tonelada evitada a ambas tasas son las vinculadas con lo siguiente (en orden creciente): tratamiento de residuos, etiquetado, sector forestal, eficiencia energética de la industria y transporte de personas. Las medidas que se adoptarían en el sector ganadero adquieren mayor importancia a tasas más altas y otro tanto ocurre con las previstas para las grandes centrales hidroeléctricas a tasas menores. En ambos casos, la opción solar térmica aparece como la alternativa más onerosa pero, si se toma en cuenta la cantidad de emisiones ahorradas, queda claramente en evidencia la importancia de las siguientes cuatro opciones: grandes centrales hidroeléctricas, centrales nucleares, tratamiento de residuos y adopción de medidas en el sector forestal. En conjunto, estas representan más del 75% del potencial de ahorro de emisiones.

Los resultados de la valorización monetaria de los impactos previstos del cambio climático en la Argentina según el escenario A2 muestran que a las tasas más bajas (0%, 0,5% y 2%) los que afectarían a los Esteros del Iberá son el principal componente de los costos netos acumulados hasta el año 2100. Concretamente, representan el 93,24% del valor total calculado a una tasa de descuento del 0%, el 91,4% del total a una tasa del 0,5% y el 81% del total a una tasa del 2%. Si los valores respectivos se descuentan a una tasa del 4%, el mayor costo corresponde a los impactos en términos de magnitud de las inundaciones de los principales ríos del Litoral (64,75% del total), seguido por los impactos en los Esteros del Iberá (alrededor del 52%) y en materia de salud (algo más del 40%). Los porcentajes correspondientes a estos costos suman más del 100%, debido a que se ven compensados en parte por los mayores ingresos derivados del cambio climático en el sector agrícola, aun en caso de que las hectáreas plantadas y la proporción de los diversos cultivos se mantuvieran estables. En efecto, el valor acumulado de los mayores ingresos que se percibirían en el agro equivalen al 42,6% de los costos netos totales descontados a una tasa del 0%, a un 48,16% de estos descontados a una tasa del 0,5%, a un 69,35% a una tasa del 2% y a un 97,42% a una tasa de descuento del 4%. La magnitud de los costos netos totales acumulados hasta 2050 y 2070 es inferior, a todas las tasas de descuento, a los calculados para los años 2020 y 2030. Esto también se debe fundamentalmente al comportamiento

del sector agrícola, cuya productividad aumentaría notablemente entre ambos períodos, antes de que empiecen a manifestarse los impactos del cambio climático en los Esteros del Iberá. Entre otras cosas, esta situación demuestra que los valores finales dependen en gran medida de la oportunidad en que se producen los impactos y, por lo tanto, de las tasas de descuento utilizadas. En todos los años de corte con la excepción de 2100, los impactos acumulados en el ámbito de la salud y las inundaciones de los principales ríos del litoral que estos provocarían son, en conjunto, prácticamente iguales a los mayores ingresos derivados de las actividades agrícolas y se compensan mutuamente.

Según el escenario B2, los impactos en los Esteros del Iberá son el principal componente de los costos netos acumulados hasta el año 2100 si se aplican las tasas más bajas (0%; 0,5% y 2%). En estos casos, su valor supera el total agregado de los costos acumulados, lo que contrarresta los efectos del cambio climático en el sector agrícola, y representa más de un 105,63% del valor acumulado sin descontar y el 103,43% del total a una tasa de descuento del 0,5%; en cambio, si se aplica una tasa de descuento del 2%, representa alrededor del 91% del total. Al igual que en otros casos, si los valores se descuentan a una tasa del 4% la principal contribución al total proviene de los impactos de las inundaciones de los principales ríos del litoral (63,54% del total), seguida por los impactos en los Esteros del Iberá (56,29%) y en la salud (41%). En este escenario, el valor acumulado de los mayores ingresos del agro hasta el año 2100 representa el 54,36% de los costos netos totales descontados a una tasa del 0%, el 60% de estos a una tasa del 0,5%, el 78,34 % a una tasa del 2% y más del 97% a una tasa de descuento del 4%. También puede observarse que los costos netos totales acumulados hasta el año 2070 son menores, a todas las tasas de descuento, que los calculados para los años 2020, 2030 y 2050. La explicación, en este caso, no solo está dada por el comportamiento del sector agrícola, sino también porque según el escenario B2 la intensidad de muchos impactos es menor que en el escenario A2 en algunos sistemas, sectores y regiones. El caso más significativo de este fenómeno es el de los ríos de la Región de Cuyo, que de acuerdo con el escenario A2 reciben impactos considerablemente superiores a los que podrían producirse según el escenario B2 y algo similar sucede, aunque en un orden de magnitud menor, con los impactos en los ríos de la Región del Comahue.

En líneas generales, los impactos previstos en el escenario A2 son mayores que en el escenario B2, pero también lo son los efectos positivos en los ingresos del sector agrícola, con excepción de los períodos más alejados del presente. En efecto, los efectos acumulados hasta el año 2100 en el sector agrícola son alrededor de un 10% mayores cuando se emplean las tasas más bajas, mientras que a una tasa de descuento del 4% los ingresos que percibiría este sector según el escenario A2 son mayores que los previstos en el escenario B2.

Los costos de los impactos previstos del cambio climático en los sectores y sistemas incluidos en este estudio son realmente significativos, especialmente cuanto menor sea la tasa de descuento utilizada. Cuando se utilizan valores no descontados, los costos superan entre un 27% y un 44% el valor del PIB del año base, dependiendo del escenario. Si a estos costos se les aplican tasas de descuento muy bajas (0,5%), los valores acumulados son de una magnitud muy similar al PIB del año base. Mientras mayor sea la tasa de descuento utilizada, como resulta previsible teniendo en cuenta lo prolongado del período analizado, los valores resultantes disminuyen significativamente como proporción del PIB del año base.

No obstante, debe tenerse presente la notable importancia de un factor que condiciona la aplicación de los resultados de este estudio: la imposibilidad de incluir un mayor número de sistemas, sectores y regiones en esta primera etapa del estudio nacional. En efecto, como se ha indicado, solo pudieron estudiarse los impactos previstos en algunos sistemas, sectores y regiones, lo que, independientemente de su relevancia, excluye del análisis importantes elementos. Dada la magnitud que podrían tener los impactos del cambio climático en los sectores, los sistemas y las regiones que no fue posible incluir en este estudio, es evidente la imperiosa necesidad de ampliar el alcance de los actuales estudios mediante la incorporación de nuevos sistemas, sectores y regiones, y teniendo plenamente en

cuenta los posibles riesgos. Por lo tanto, sería recomendable que las dependencias gubernamentales que se ocupan de las cuestiones relacionadas con los impactos previstos del cambio climático y las medidas de adaptación que pudieran aplicarse para hacerles frente sistematizaran la información necesaria y ejecutaran los estudios respectivos, con el fin de determinar el valor económico de los impactos y las medidas que podrían adoptarse en todo el país.

En cuanto a los costos de las medidas de adaptación, se calcularon los valores acumulados correspondientes a ambos escenarios, para cada año de corte y a todas las tasas de descuento, como porcentaje del PIB del año base (2005) y en dólares de dicho año. Si bien las medidas de adaptación identificadas y cuyo valor pudo determinarse en este estudio son solo parte de todo el conjunto de medidas, opciones y estrategias de adaptación al cambio climático actualmente factibles, no deja de ser significativo, al menos en términos relativos, el menor peso cuyos costos representarían para la economía argentina, tanto en comparación con el que revela el cálculo de los impactos previstos del cambio climático como con las medidas de mitigación de las emisiones de GEI. En efecto, como proporción del PIB del año base la carga acumulada fluctúa entre el 1,38% (escenario B2 con valores descontados al 4%) y el 5,76% (escenario A2 con valores no descontados).

Sin embargo, cabe insistir nuevamente en que estos datos deben interpretarse con sumo cuidado, dado que no fue posible calcular el valor monetario de muchas de las medidas de adaptación identificadas por falta de información de base y estudios específicos, sobre todo con respecto a las medidas de ordenación del territorio. Cabe destacar que, en caso de incluirse el costo económico de estas acciones, la magnitud de las erogaciones requeridas para aplicar las medidas de adaptación necesarias sería de una envergadura muy superior.

Por otra parte, se observa que las erogaciones anuales medias disminuyen de acuerdo a ambos escenarios, a medida que aumenta la tasa de descuento utilizada y tal como era de esperar. También se aprecia que el costo anual medio de estas medidas alcanza su punto máximo al comienzo de la serie en ambos escenarios, lo que obedece principalmente a la importancia de las obras de infraestructura que deberían realizarse al inicio del período. No obstante, si se aplican las tasas de descuento más bajas (0% y 0,5%) este costo anual medio va disminuyendo hasta el año 2050, para luego aumentar paulatinamente hacia el año 2070 y el final del período analizado (2100), de acuerdo con ambos escenarios.

Según el escenario A2, el costo anual medio de las medidas de adaptación, calculadas a la tasa de descuento del 0%, supone un gasto anual cercano a los 176 millones de dólares en los primeros años (2010-2020). Según el escenario B2, el costo ascendería a poco más de 146,5 millones por año en el mismo período. A una tasa del 0,5%, los valores correspondientes serían de 170 millones de dólares en el escenario A2 y 142 millones de dólares en el escenario B2. Cuando se emplean tasas más altas, los costos descienden en ambos escenarios hasta una media anual de 137,5 millones de dólares en el escenario A2 y 116,7 millones de dólares en el B2.

En los períodos inmediatamente posteriores (2020-2030 y 2030-2050) el costo anual medio disminuye en ambos escenarios y a todas las tasas de descuento, y llega a su mínimo, a las tasas del 0% y del 0,5% y en ambos escenarios, hacia fines del período 2030-2050. La aplicación de tasas de descuento más altas (2% y 4%) también se traduce en valores mínimos, en ambos escenarios, hacia el final del período analizado (2070-2100), en el que se registran los valores más bajos de la serie: 5,3 millones de dólares anuales en el escenario A2 y 5,1 millones de dólares anuales en el escenario B2.

Los costos previstos de las medidas de adaptación son mayores en el escenario A2. Incluso, en los primeros años de la serie, los costos previstos en este correspondientes al escenario y calculados a una tasa de descuento del 2% son mayores que los del escenario B2 calculados a una tasa del 0%. Como ya se ha señalado, los costos de las medidas de adaptación identificadas son notablemente menores que los de los impactos previstos y los costos de mitigación. De todos modos, cabe insistir en la importancia



de dos cuestiones: i) algunas medidas de adaptación se relacionan con el diseño de estrategias, políticas y medidas que son muy difíciles de valorizar, aunque todas ellas tengan un costo, principalmente de implementación; ii) algunas medidas de adaptación autónoma o *a posteriori* pueden incluirse en algunas ocasiones entre las medidas directamente relacionadas con los impactos, por lo que, en algunos casos, es difícil distinguirlas.

Al término del período, los costos totales acumulados de mitigación de todas las medidas analizadas equivalen a más de 8 veces el valor del PIB del año base, a una tasa de descuento del 12%, y a más de 6,5 veces, a una tasa del 4%. El desembolso medio anual entre 2010 y 2030 sería ligeramente superior al 2% del PIB del año base, a una tasa del 12%, y del 1,1%, a la tasa del 4%. No obstante, como los ahorros de GEI aumentan con el transcurso del tiempo, el promedio anual de las erogaciones también se elevaría progresivamente hasta superar el 9% del PIB del año 2005 al final del período.

Los costos totales de mitigación calculados en el estudio superan considerablemente los costos estimados de los impactos identificados y de las medidas de adaptación identificadas y cuantificadas en términos monetarios. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como un reflejo de la mayor facilidad para recopilar información destinada a calcular los ahorros de emisiones y los costos de mitigación, y de la certeza con respecto a ella, a pesar de las dificultades existentes, tanto en términos de la disponibilidad de información sobre los impactos previstos y las medidas de adaptación posibles, la mayor incertidumbre acerca de estos datos y la mayor dificultad para calcular el valor monetario de ciertos bienes y servicios, sobre todo los suministrados por el medio ambiente y que no pueden expresarse fácilmente a precios de mercado.

*A priori* y teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas del alcance del presente estudio, principalmente en lo concerniente a los impactos y las medidas de adaptación cuyo valor económico se ha podido calcular, se puede concluir que el cambio climático tendrá un impacto significativo en la economía argentina.

El Gobierno de la Argentina se encuentra en proceso de elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático (ENCC), de carácter oficial, que incluiría objetivos generales de mitigación y adaptación y mecanismos para su consecución; esta estrategia está siendo evaluada por las autoridades de las dependencias gubernamentales que se ocupan del tema.

Para la elaboración de la Estrategia se constituyó un Comité Gubernamental de Cambio Climático, como instancia de articulación institucional encargada de su formulación y, a la vez, de incorporar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la planificación de los diferentes sectores y sistemas. Este Comité está integrado por representantes de diversos organismos y dependencias gubernamentales con atribuciones sobre la materia.

Por consiguiente, en el presente estudio se presentan datos cualitativos y cuantitativos, que pueden servir de insumos para la toma de decisiones relacionadas con la definición de la Estrategia, y de las medidas y acciones que de ella se desprendan.

Respecto de los indicadores de emisiones, se han considerado tanto las emisiones de GEI per cápita como la intensidad de estas en relación con el PIB y, en el sector energético en particular, se han tomado en consideración las emisiones del sector eléctrico. Las emisiones de GEI per cápita aumentan notablemente hasta el año 2100, sobre todo de acuerdo al escenario de base; si bien en el escenario de mitigación este indicador es un 31% menor, las emisiones per cápita previstas en el escenario de mitigación hasta el año 2100 equivalen a más de 3,5 veces las correspondientes al año 2005 y a más de 3,2 veces las del año 2010. En cambio, las emisiones específicas del sector eléctrico (kg de CO<sub>2</sub> e/MWh) en el año 2100, y también de acuerdo al escenario de base, son un 15% menores que las del año 2005, mientras que según el escenario de mitigación estas emisiones disminuyen más del 60%.

La intensidad de las emisiones en relación con el PIB muestra un descenso sostenido a lo largo del período analizado según ambos escenarios y en todos los sectores. Dadas las tasas de crecimiento previstas del PIB y las proyecciones de las emisiones de GEI, la intensidad de estas en el conjunto de los sectores disminuye un 52,5% según el escenario de base si se compara el año horizonte (2100) con el año base (2005). Según el mismo escenario, este indicador se reduce más de un 18% entre 2030 y 2100, y en el escenario de mitigación la reducción es aún más pronunciada. En efecto, en el conjunto de los sectores la intensidad de las emisiones en relación con el PIB disminuye un 67,4% entre 2005 y 2100 y más de un 43% en el período 2030-2100. Asimismo, como consecuencia de las medidas de mitigación que se aplicarían en el sector energético, este indicador se reduciría un 53% entre el año base y el año horizonte y un 28% entre 2030 y 2100; por otra parte, si se compara la cifra del año 2100 con la del 2010, la intensidad de emisiones en el año horizonte equivale a la mitad de la actual.

## Bibliografía

- Aceituno, P. (1988): "On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector". Part I: surface climate. *Monthly Weather Review*, 116, págs. 505-524.
- ADEFA (2005), Información estadística, Asociación de Fábricas de Automotores de la República Argentina, disponible en: [http://www.adefa.com.ar/nformacion\\_estadistica/index.html](http://www.adefa.com.ar/nformacion_estadistica/index.html).
- Aquino, R., T. Pacheco y M. Vásquez (2007), "Evaluación y Valorización Económica de la Fauna Silvestre en el Río Algodón, Amazonía Peruana", ISSN 1727-9933, Facultad de Ciencias Biológicas, Revista Perú Biología.
- Armien, B., J.A. Suaya, E. Quiroz, B.K. Sah, V. Bayard, L. Marchena, C. Campos y D.S. Shepard (2008), "Clinical Characteristics and National Economic Cost of the 2005 Dengue Epidemic in Panama", Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudio de la Salud, Panamá; Schneider Institutes for Health Policy, Heller School, Brandeis University, Waltham, Massachusetts; Ministerio de Salud de Panamá.
- Azqueta Oyarzún, D. (1994). "Valoración Económica de la Calidad Ambiental". Mc Graw Hill. Madrid.
- Banco Mundial (2008). WDI-Online, versión 2007-2008.
- Barbazza, C.V. (2005), "Funciones de demanda de agua subterránea para el este mendocino", Instituto Nacional del Agua, Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua. CONAGUA. Mendoza.
- Barros, V. (2004), Informe Final de Proyecto "Inundaciones: génesis, costo socio-económico, adaptación y prevención, Programa de Proyectos Estratégicos. Universidad de Buenos Aires.
- Barros, V., M. Doyle e I. Camilloni (2008): Precipitation trends in southeastern South America: relationship with ENSO phases and with low-level circulation. *Theor. Appl. Clim.* 93, págs. 19-33.
- Barros V. (2005a), "Global Climate Change and the Coastal Areas of the Río de la Plata; Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change", Project N° LA 26.
- Barros, V. (2005b): "Inundación y cambio climático: costa argentina del Río de la Plata": Capítulo 5 en el libro *El Cambio Climático en el Río de la Plata*. Eds. V. Barros, A. Menéndez y G. Nagy. CIMA. Buenos Aires, 200 páginas.
- Barros, V., L. Chamorro, G. Coronel y J. Báez (2004): "The major discharge events in the Paraguay River; Magnitudes, source regions and climate forcings". *J Hydrometeorology*, 5, págs. 1061-1070.

- Barros V. y M. Doyle, (1996): "Precipitation trends in Southern South America to the East of the Andes". Report N° 26, abril de 1996, págs. 76-86. Center for Ocean Land atmosphere Studies. Calvelton USA. Editores. S.S. Kinter III y E.K Schneider. Proceedings of the Workshop on Dynamics and Statistics of Secular Climate Variations. ICTP Trieste, Italia. 4-8 de diciembre de 1995.
- Barros, V., A. Grimm y M. Doyle, (2002): "Relationship between Temperature and Circulation in Southeastern South America and its Influence from El Niño and La Niña" Events. J. of Meteorological Society of Japan, 89, págs. 21-32.
- Bejarán R. y V. Barros, (1998): "Sobre el aumento de la temperatura en los meses de otoño en Argentina Subtropical". Meteorológica, vol. 23, págs. 15-25.
- Berbery, E.H. y V.R. Barros, (2002): The hydrological cycle of the Plata basin in South America. J. of Hydrometeorology, 3, págs. 630-645.
- Bockstael, N.E. y otros (1991). "Methods for Valuing Classes of Environmental Effects: Recreation. En Braden, J. & Kolstad, C.D. (1991). "Measuring the Demand of Environmental Quality. North Holland. Amsterdam.
- Boninsegna, J. y R. Villalba (2006): Documento marco sobre la oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan. Los condicionantes geográficos y climáticos. Proyecto de desarrollo de escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad. Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- \_\_\_\_ (2006): Documento sobre la oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan en escenarios de cambio climático. Los escenarios de cambio climático y el impacto en los caudales. Proyecto de desarrollo de escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad. Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- Cámara Argentina de Fruticultores integrados (2008), Consideraciones sobre la fruticultura de peras y manzanas de Río Negro y Neuquén, junio de 2008.
- Cámara Argentina de la Construcción (2003), El cambio climático y sus consecuencias territoriales, Alcance de las afecciones, Convención Nacional, noviembre de 2003, Argentina, Tomo I.
- \_\_\_\_ (2003), El cambio climático y sus consecuencias territoriales, Recopilación de información disponible sobre datos históricos de inundaciones en distintas regiones de la Argentina, Convención Nacional, noviembre de 2003, Argentina, Tomo II.
- Camilloni, I. (2005): Tendencias hidrológicas en la Argentina. Proyecto agenda ambiental regional-mejora de la gobernabilidad para el desarrollo sustentable. PNUD ARG/03/001, Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- \_\_\_\_ (2006): Análisis de la habilidad de los modelos climáticos globales para representar la precipitación sobre el sur de Sudamérica y escenarios futuros. Proyecto de desarrollo de escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad. Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- Camilloni, I. y V. Barros, (2003): "Extreme discharge events in the Paraná River and their climate forcing". J. of Hydrology, 278, págs. 94-106.
- Camilloni, I. y M. Bidegain, (2005): "Escenarios climáticos para el siglo XXI", págs. 33-40 en el libro El cambio climático en el Río de la Plata. Ed: V. Barros, A. Menéndez y G. Nagy. CIMA. Buenos Aires, 200 páginas.
- Carson, R.T. (1991), "Constructed Markets". En Braden, J. & Kolstad, C. (eds) (1991) "Measuring the Demand for Environmental Quality". North Holland, Amsterdam.
- Carbajo, A.E. (1997), Mapas de riesgo de transmisión de dengue por *Aedes aegypti* en la Argentina, Dto. Biología, FCEyN. UBA, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.
- Carbajo A.E., D. Vezzani y S.I. Curto (2007b), Mapas de riesgo de transmisión de paludismo en Argentina, X Simposio Internacional de Control Epidemiológico de Enfermedades Transmitidas por Vectores, Buenos Aires.
- Castro J. y Romero O. (2004), "Arroz: perspectiva de costos y márgenes para la campaña 2002/2003", INTA.
- Chocovar N y C. Picci, 2003. Valuación económica aproximada del ecosistema de "Selva Tucumano Oranense" para las provincias de Salta y Jujuy.

- CIMA (2005), El cambio climático en el Río de la Plata. Ed: V. Barros, A. Menéndez y G. Nagy. Buenos Aires, 200 páginas.
- \_\_\_\_\_(2006), El cambio climático en la cuenca del Plata. Ed: V. Barros, R. Clarke y P. Silva Días. Buenos Aires, 230 páginas.
- CIMA/CONICET (2005): Modelos climáticos regionales, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 21 páginas.
- CIMA/CONICET-Hidroestructuras SA (2006): Vulnerabilidad de la pampa bonaerense, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 113 páginas.
- Codignotto, J., 2005: Vulnerabilidad, Riesgo y Áreas Críticas en las Áreas Costeras Marítimas de la Argentina. Proyecto Agenda Ambiental Regional - Mejora de la gobernabilidad para el desarrollo sustentable PNUD Arg./03/001, Fundación T. Di Tella- SAYDS, 2004.
- Costanza R., R. D'Arge, R. De Groot, S. Farberk, M. Grasso, H. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Suttonkk y M. Van den Belt (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, Vol. 387, págs. 253-260.
- \_\_\_\_1998. Special Section: Forum, on valuation of ecosystem services. The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. *Ecological Economics* 25, págs. 67-72.
- Delacámara, G. (2008), Guía para decisores, Análisis económico de externalidades ambientales, CEPAL.
- Di Luca, A., I. Camilloni y V. Barros, (2006): "Sea-level pressure patterns in South America and the adjacent oceans in the IPCC AR4 models". 8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Abril de 2006, Foz de Iguazú. Proceedings, pág. 235.
- Dirección de estadísticas y censos de la provincia de Corrientes (2007). Anuario Estadístico 2007.
- Ebi K. L. (2008), "Adaptation costs for climate change-related cases of diarrhoeal disease, malnutrition, and malaria in 2030", doi:10.1186/1744-8603-4-9, *Globalization and Health*.
- EMEP/CORINAIR, 2003a, Emission Inventory Guidebook - 3rd edition, UPDATE, European Environmental Agency, Technical report No 30 (su060000).
- \_\_\_\_2004b, Emission Inventory Guidebook - 3rd edition, UPDATE, European Environmental Agency, Technical report No 30 (su060100).
- Ferreres, O. (Ed.) (2005). Dos siglos de economía argentina (1810-2004). Historia argentina en cifras. Fundación Norte y Sur. Buenos Aires.
- Freeman III, A. M. (1993). "The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods". Resource for the Future. Washington D. C.
- Fundación Bariloche (2008). Argentina: Diagnóstico, prospectivas y lineamientos para definir estrategias posibles ante el cambio climático. Buenos Aires.
- \_\_\_\_(2005): Inventario de gases de efecto invernadero (GEI) 2000 y Revisión de los inventarios de GEI 1990. 1994 y 1997. Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 704 páginas.
- \_\_\_\_(1997): Estudio de mitigación del cambio climático. Primera comunicación nacional del cambio climático, Buenos Aires, 218 páginas.
- Fundación Bariloche e Instituto de Estudios del Hábitat. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata (2006): Medidas de eficiencia energética, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 193 páginas.
- Fundación Ecológica Universal (2006): Vulnerabilidad de la producción agrícola en la región pampeana argentina, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 83 páginas.
- Fundación Torcuato Di Tella (2005): Vulnerabilidad de la zona costera, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 392 páginas.
- Fundación Torcuato Di Tella (2006a): Vulnerabilidad de la Patagonia y Sur de La Pampa y de Buenos Aires al cambio climático, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 368 páginas.

- Fundación Torcuato Di Tella (2006b): Programa nacional de adaptación y planes regionales de adaptación, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 295 páginas.
- \_\_\_\_\_(2006c): Cambio climático y vulnerabilidad en la Argentina. Buenos Aires.
- Fundación Vida Silvestre Argentina (2006): Análisis del potencial de reducción de emisiones de GEI en el sector eléctrico y del GN en la República Argentina. Buenos Aires.
- Gasparri, N. I., H.R. Grau y E. Manghi (2008), Carbon pools and emissions from deforestation in extra-tropical forests of northern Argentina between 1900 and 2005. *Ecosystems* 11, págs. 1247-1261.
- Gasparri, N.I. y H.R. Grau (2009), Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina. *Forest Ecology and Management*.
- Georgiou, S., D. Whittington, D. Pearce y D. Moran (1997). *Economic Values and the Environment in the Developing World*. UNEP. Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, Reino Unido.
- Girardin, L.O. (2007). “Negociações Internacionais: Futuro do Regime Climático”, em Marco Aurélio Conejero y otros (2007). “Negociações Internacionais: Futuro do Regime Climático. Mesa Redonda N°8. Coordenada por Jacques Marcovitch. III Conferencia Regional sobre Mudanças Globais – América do Sul. Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo. Capítulo de Aspectos Econômicos das Mudanças Globais. Noviembre de 2007.
- Girardin, L.O. (2001). Informe Final del Proyecto “Identificación y valorización de los impactos ambientales en los segmentos de transporte y distribución de energía eléctrica”. Convenio de cooperación entre el Ente Regulador Nacional de la Electricidad (ENRE) y el Instituto de Economía Energética asociado a la Fundación Bariloche (IDEE/FB). Buenos Aires.
- \_\_\_\_\_(2008). Impactos regionales asociados al cambio climático. Caso de estudio: Cono Sur de América del Sur. Fundación Bariloche. Taller Ecologista de Rosario. Buenos Aires, 75 páginas. Disponible en [www.fundacionbariloche.org.ar](http://www.fundacionbariloche.org.ar).
- \_\_\_\_\_(2009a). “Mitos y realidades del papel del MDL en su contribución al cumplimiento del objetivo último de la Convención sobre Cambio Climático y al desarrollo sustentable. Oportunidades versus realidades. El caso de América Latina. Revista Barcelona Metrópolis N°74. Barcelona, Marzo.
- \_\_\_\_\_(2009b). “Emisiones de gases de efecto invernadero en la Argentina. Evolución histórica y prospectiva” en *El Cambio Climático en la Argentina* (2009). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. Marzo.
- Girardin, L.O. y otros (2003). Estudio de evaluación económica y de servicios ambientales en el área afectada por el aumento en el nivel de agua en los esteros del Iberá (Provincia de Corrientes-Argentina). Fundación Bariloche. Informe final. Buenos Aires. Diciembre.
- Girardin, L.O. (Ed.), H. Dubrovsky, G. Bravo y F. Groisman (2004). “Country Study: Argentina”, en H. Vanema y M. Cisse (2004), *Seeing the Light: Adapting to climate change with decentralized renewable energy in developing countries*. Fundación Bariloche, IISD; CCKN. Winnipeg, Manitoba, Canadá.
- Girardin, O. Vulnerabilidad y adaptación en la Argentina. Disertación en: [http://unfccc.int/files/adaptation/adverse\\_effects\\_and\\_response\\_measures\\_art\\_48/application/pdf/vulnerabilidad\\_y\\_adaptacion\\_en\\_la\\_argentina\\_-\\_l.\\_osvaldo\\_girardin\\_argentina.pdf](http://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/vulnerabilidad_y_adaptacion_en_la_argentina_-_l._osvaldo_girardin_argentina.pdf).
- Global Environmental Facility (GEF) (1999a). Streamlined Procedures for Incremental Cost Assessment, <http://www.gefweb.org/interior.aspx?id=364>.
- \_\_\_\_\_(1999b). Report on Incremental Costs, including Principles for the Agreement Process for Incremental Costs. [http://www.gefweb.org/COUNCIL/GEF\\_C14/gef\\_c14\\_5.pdf](http://www.gefweb.org/COUNCIL/GEF_C14/gef_c14_5.pdf).
- Gobierno de la República Argentina (1997). Primera comunicación del Gobierno de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Buenos Aires.
- \_\_\_\_\_(2007). Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Buenos Aires. Octubre.

- Gobierno de la República Argentina. Jefatura de Gabinete de Ministros (1998), “Informe de situación inundaciones, Provincias del litoral. [www.proyectoforestal.com.ar](http://www.proyectoforestal.com.ar).
- Grau, H.R., N.I. Gasparri y T.M. Aide, (2005), Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina, *Environmental Conservation*. 32, págs.140-148.
- Griliches, Z. (1971). “Price Indexes and Quality Change”. Harvard University Press. Cambridge. Massachussets.
- Grimm, A., V. Barros y M. Doyle, (2000): “Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña Events”. *J Climate*, 13, págs. 35-58.
- Grupo Arrayanes Innovación y Soluciones Sustentables (2006): Mitigación del cambio climático mediante la captura de carbono, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 169 páginas.
- Halsnaes, K. y A.Markandya (1999) Comparative assessment of GHG limitation costs and ancillary benefits for developing countries. Paper presented to the IPCC Meeting on costing Issues for Mitigation and Adaptation to Climate Change, GISPRI, Tokyo.
- Halsnaes, K. y A.Markandya, H.J. Meyer (1998) Economics of Greenhouse Gas Limitations, Main Report, UNEP Collaborating Centre on energy and Environment, Risoe National Laboratory, Dinamarca.
- Instituto de Estudios e Investigaciones sobre el Medio Ambiente (2006): Programa de entrenamiento, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 608 páginas.
- Instituto de Estudios del Hábitat. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata (2006). Estudio de mitigación de emisiones en el sector transporte, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 78 páginas.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2002). Encuesta nacional agropecuaria. Buenos Aires.
- \_\_\_\_\_(2004), Estimaciones y proyecciones de población. Total del país 1950- 2015. Serie: Análisis Demográfico N °3, Buenos Aires.
- \_\_\_\_\_(2002): Censo nacional agropecuario. Buenos Aires.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (1992). IPCC Special Report on Emission Scenarios 1992. Organización Meteorológica Internacional. Ginebra.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2000), Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, Panel Intergubernamental de Cambio Climático, Publicado por el Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- \_\_\_\_\_(2003). Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas. Cambridge University Press, USA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group III (IPCC-WG-III) (2001) Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, NY, Estados Unidos.
- Jefatura de Gabinete de Ministros (1998), “Informe de situación inundaciones, provincias del litoral”. Versión actualizada del 29/07/98.
- Kahneman, D. y J. Knetsch (1992a). “Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction”. *Journal of Environmental Economics and Management*. 22:57-70.
- Kahneman, D. y J. Knetsch (1992b). “Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction. A Reply”. *Journal of Environmental Economics and Management*. 22:90-94.
- Kiszewski A., B. Johns, A. Schapira, C. Delacollette, V. Crowell, T. Tan-Torres, A. Birkinsh, T. Awash y F. Nafu-Traoré (2007), “Methodology for estimating the costs of global malaria control (2006–2015)”, Global Malaria Programme, Technical working paper, Organización Mundial de la Salud.
- \_\_\_\_\_(2007). “Estimated global resources needed to attain international malaria control goals”, 85:623–630, *Bulletin of the World Health Organization*.

- Kokot, R y J. Codignotto, (2005): “Topografía” Capítulo 9 en el libro El Cambio Climático en el Río de la Plata. 2005. Eds. V. Barros, A. Menéndez y G. Nagy. CIMA. Buenos Aires, 200 páginas.
- Llop, Armando (2000), Economía del manejo de la calidad del agua subterránea en el este mendocino. Anales del XVIII Congreso Nacional del Agua, Santiago del Estero, Argentina.
- \_\_\_\_\_(2006): Límites al crecimiento de las cuencas cuyanas ante los efectos del cambio climático. Proyecto de desarrollo de escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad. Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- López, M. y R. Hosokawa. (1996). Valoración económica del ecosistema bosque; algunos aspectos a partir de la recuperación de áreas degradadas. Revista Forestal, Yvyrareta 6.
- Magrin, G.O. y M.I. Travasso (2002), An Integrated Climate Change Assessment from Argentina (Chapter 10) In: Effects of Climate Change and Variability on Agricultural Production Systems, Otto Doering III; J.C.Randolph; J.Southworth and R.A.Pfeifer (Eds). Kluwer Academic Publishers, Boston. Págs.193-219.
- Marglin, S. (1963). The Social Rate of Discount and the Optimal Rate of Investment, Quarterly Journal of Economics, Bol. 77, N° 1, 1963.
- Markandya, A. (1998). The Indirect Costs and Benefits of Greenhouse Gas Limitations, Economics of Greenhouse Limitation, Handbook Series, UNEP Collaborating Centre on energy and Environment, Risoe National Laboratory, Dinamarca.
- Markandya, A. y R. Boyd (1999). The Indirect Costs and Benefits of Greenhouse Gas Limitations, Case Study for Mauritius. Economics of Greenhouse Limitation, Country Study Series, UNEP Collaborating Centre on energy and Environment, Risoe National Laboratory, Dinamarca.
- Markandya, A. y K. Halsnaes (2001) Chapter 7 Costing Methodologies, in IPCC Group III (2001) Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, NY, USA.
- Mc Connell, K.E. (1985). “The Economics of Outdoor Recreation”. En Kneese, A. y J. L. Sweeney (1985-1993). Handbook of Natural Resources and Energy Economics. 3 vols. North Holland Handbook in Economics 6. Amsterdam.
- Menéndez, A y M. Re, (2005): “Hidrología del Río de la Plata”. Capítulo 3 en el libro El Cambio Climático en el Río de la Plata. 2005. Eds. V. Barros, A. Menéndez y G. Nagy. CIMA. Buenos Aires, 200 páginas.
- Ministerio de Salud del Perú (2001), Impacto económico de la Malaria en el Perú, Serie Vigía N°1.
- Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005). Primer inventario nacional de bosques nativos. Proyecto bosques nativos y áreas protegidas. BIRF 4085-AR. 1998-2005. República Argentina. Informe nacional. Buenos Aires, diciembre de 2005.
- Mitchell, R.C. y R.T. Carson (1989). “Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method”. Resources for the Future. Washington D. C.
- Moore, S., S. Darling, M. Sihuincha, N. Padilla y Devine, G, (2007) “A low-cost repellent for malaria vectors in the Americas: results of two field trials in Guatemala and Peru”, Malaria Journal, 6:101 doi:10.1186/1475-2875-6-101.
- Motto, Paolo (2001), “Valoración económica del bosque seco”, UE-COSV-CATER UNL, AIDCO/ B762000/01/0378/TF.
- MR Consultores (2005) Mitigación de emisiones a través del desarrollo de la utilización de energías renovables, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 193 páginas.
- Naciones Unidas (2008). World Economic Situation and Prospectives 2008. UN-DESA 2008.
- Neiff, J.J. y A. Poi de Neiff (2006), Situación ambiental de la ecoregión Iberá. Págs. 177-184. En Brown, A., U. Matinez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera (eds.): La situación ambiental argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina.



- Neiff, J.J., A. Poi de Neiff y M.B. Canón Verón (2009), The role of vegetated areas on fish assemblage of the Paraná River floodplain: effects of different hydrological conditions. *Neotropical Ichthyology*.
- Neiff, J.J., A. Poi de Neiff, C.A. Patiño e I. Basterra de Chiozzi (2000), Prediction of colonization by macrophytes in the Yaciretá reservoir of the Paraná River. *Rev. Brasileira de Biol.* 60 (4): 615-626. Brasil. ISSN 0368-0770.
- Neiff, J.J., C.A. Patiño y S.L. Casco (2006), Atenuación de las crecidas por los humedales del Bajo Paraguay, págs. 261-276. En *Humedales fluviales de América del Sur. Hacia un manejo sustentable*. Fundación Proteger. 350 páginas.
- Nordhaus W.D. (1994). *Managing the Global Commons*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Núñez, M., (2006): Desarrollo de escenarios climáticos en alta resolución para Patagonia y zona cordillerana. Período 2020/2030; Isoterma de 0° C. Proyecto de desarrollo de escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad. Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- Núñez, M. y S. Solman, (2006): Desarrollo de escenarios climáticos en alta resolución para Patagonia y zona cordillerana. Período 2020/2030. Proyecto de desarrollo de escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad. Fundación T. Di Tella- SAYDS.
- Organización Mundial de la Salud (2003) Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas.
- Palmquist, R.B. (1991). "Hedonic Method". En Braden, J. y C.D. Kolstad (Eds.) (1991). "Measuring the Demand for Environmental Quality". North Holland. Amsterdam.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (2002). Argentina, "Manejo y conservación de la biodiversidad en los humedales de los esteros del Iberá, arg/02/g35 www.sagpya.gov.ar.
- \_\_\_\_ (2007). Informe sobre desarrollo humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático. Solidaridad frente a un mundo dividido. Nueva York – Madrid.
- Rabinovich y otros (1997). Evaluación económica de los bienes y servicios de la naturaleza en las selvas montañas de las yungas. Programa de investigación sobre metodologías de seguimiento. Evaluación de proyectos de manejo de recursos naturales en América Latina y El Caribe.
- República del Perú. Ministerio de Salud (2001), Impacto económico de la Malaria en el Perú, Serie Vigía N°1.
- Ríos, D. (2002): Vulnerabilidad, urbanizaciones cerradas e inundación en el partido de Tigre durante el período 1920-2000. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, 191 páginas.
- Ríos, Norfol (2003), "Estudio de los sistemas reproductivos en montes nativos explotados en el Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido", Biodiversidad (Vertebrados), Proyectos de investigación aplicada a los recursos forestales nativos, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Ropelewski, C.F. y M.S. Halpert (1987): "Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation". *Monthly Weather Review*, 115, págs.1606-1626.
- Rosen, S. (1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition". *Journal of Political Economy*. 82:34-55.
- Rusticucci, M., S.A. Venegas y W.M. Vargas, (2003): "Warm and cold events in Argentina and their relationship with South Atlantic and South Pacific Sea surface temperatures", *J. Geophys. Res.*, 108(C11), 3356, doi:10.1029/2003JC001793.
- Sathaye, J. y D. Bouille (2001), Chapter 5 "Barriers, Opportunities and Market Potential of Technologies and Practices", in IPCC Group III (2001) Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, NY, Estados Unidos.
- Saurral, R., R. Mezher y V. Barros, (2006): "Assessing long-term discharges of the Plata River". 8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Abril de 2006, Foz de Iguazú. Proceedings, pág. 821.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005a). Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido, Biodiversidad (Vertebrados), Proyectos de investigación aplicada a los recursos forestales nativos. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>.

- \_\_\_\_ (2005b). Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido, Impacto, Proyectos de investigación aplicada a los recursos forestales nativos. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>.
- \_\_\_\_ (2005c). Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido, Manejo del Bosque de Quebracho, Proyectos de investigación aplicada a los recursos forestales nativos. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>.
- \_\_\_\_ (2005d) “Segunda Comunicación de cambio climático, Vulnerabilidad de la zona costera”.
- \_\_\_\_ (2005e) “Segunda Comunicación de cambio climático, Vulnerabilidad de la Patagonia y sur de las provincias de Buenos Aires y la Pampa”.
- Secretaría de Energía de la Nación (2003), Balance energético nacional 2000. Bases de datos energéticas de la Secretaría de Energía de la Nación, Serie 1980-2003. Buenos Aires.
- \_\_\_\_ (2008). Elementos para el diagnóstico y desarrollo de la planificación energética nacional (2008-2025). Grupo de planeamiento estratégico. Buenos Aires. Diciembre.
- Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (1999), Inventario de gases de efecto invernadero de la República Argentina, Buenos Aires, octubre de 1997, 150 páginas.
- \_\_\_\_ (1999). Revisión de la primera comunicación del Gobierno de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Octubre.
- Sejenovich, H. y G. Gallo Mendoza, 1996. Manual de cuentas patrimoniales. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Fundación Bariloche (FB).
- Sen, A. (1961). On optimizing the rate of saving, *Economic Journal*, Vol. 71, N° 283.
- Serman y Asociados S.A. (2006): Impactos socioeconómicos del cambio climático en la República Argentina, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 344 páginas.
- Smith, V.K. (1992). “Arbitrary Values, Good Causes and Premature Verdicts”. *Journal of Environmental Economics and Management*. 22:71-89.
- SORS (2006): Vulnerabilidad del sistema y de la infraestructura energética, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 318 páginas.
- Stern, N. (2006). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. H. M. Treasury. Londres.
- \_\_\_\_ (2006). *Stern Review on the economics of climate change*. Disponible en: [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm).
- Suaya, J.A., D.S. Shepard, J.B. Siqueira, C. Martelli, L. Lum, L. Huat Tan, S. Kongsin, S. Jiamton, F. Garrido, R. Montoya, B. Armien, R. Huy, L. Castillo, M. Caram, B. Sah, R. Sughayyar, K. Tyo y B. Halstead (2009), “Cost of Dengue Cases in Eight Countries in the Americas and Asia: A Prospective Study”; *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*.
- Tucci, C.E. (2003): “Variabilidade climática e o uso do solo na bacia brasileira do Prata” págs. 163-242 en el libro *Clima e Recursos Hídricos no Brasil*. Editores C. Tucci y B. Braga. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 348 páginas.
- UNEP/WMO/IPCC/OECD/IEA (1997). Guías del IPCC para la elaboración de inventarios Nacionales de gases de efecto invernadero. Versión revisada 1996. Volumen I – Instrucciones para la elaboración de los informes, Volumen II - Libro de trabajo y Volumen III – Manual de referencias. IPCC WGI Technical Support Unit. Headley Centre. Meteorological Office. London Road. Londres.
- UNEP/WMO/IPCC/OECD/IEA/IGES (2000). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Programa del IPCC sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Secretaría del IPCC. Ginebra.
- \_\_\_\_ (2004). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en el sector uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura. Programa del IPCC sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Secretaría del IPCC. Ginebra.

- UNFCCC (2004). Guías para las comunicaciones nacionales para las partes No Anexo I (Decisión 17/CP.8) Secretaría de la CMNUCC 2004: Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las partes No-Anexo I, 38 páginas.
- \_\_\_\_\_(2008) Resource guide for preparing the national communications of non-annex I parties. Module 4: measures to mitigate climate change. Munich, Alemania.
- United States-Department of Energy (2008). Indicadores macroeconómicos. US-DOE - AEO-2008. Reference Case.
- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2006): Mitigación de emisiones a través de la reducción de las emisiones de metano entérico, Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 206 páginas.
- Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (2006): Vulnerabilidad de los recursos hídricos del litoral-Mesopotamia. Argentina: Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático. Buenos Aires, 1129 páginas.
- Vera, L. y F. Larocca (2004), “Evaluación económica de la producción de madera de eucalipto en el nordeste de Entre Ríos, manejo tradicional vs. manejo con raleos, INTA EEA Concordia.
- Viglizzo E., A.J. Pordomingo, M. Castro y F. Lértora 2002. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa nacional de gestión ambiental agropecuaria. Ed. INTA. ISBN 987-521-052-8.
- World Economic Forum (2008). The Global Competitiveness Report 2007-2008.
- [www.proyectoforestal.com.ar](http://www.proyectoforestal.com.ar)
- [www.sagpya.gov.ar](http://www.sagpya.gov.ar) (hoy [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar))



# **Informe sobre Valorización Económica**

Valorización Económica de un conjunto de Impactos,  
Vulnerabilidades y Medidas de Adaptación en los Sectores  
Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos del Suelo,  
Ecosistemas Naturales y Diversidad Biológica

Coordinador, Editor y Autor Principal  
**Leonidas Osvaldo Girardin**

Colaboradores:

**Ing. Agr. Guillermo Gallo Mendoza** (Autor del Anexo I)

**Lic. María Marta Mokobodzki Ongaro;**

**Lic. Juan Mandayo**



## Resumen Ejecutivo

Este Documento ha sido elaborado, en el marco del Capítulo correspondiente a la República Argentina, en el contexto del Estudio de Economía del Cambio Climático en Sudamérica (ERECCS-Argentina), desarrollado por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (CEPAL). El objetivo primordial del presente Trabajo es determinar las consecuencias económicas de un conjunto de Impactos Esperados del Cambio Climático y de las consiguientes Medidas de Adaptación que se han identificado en territorio de la Argentina, en diversos Sectores, Sistemas y Regiones, mediante su correspondiente valorización económica, en términos monetarios. El ERECCS-Argentina cuenta varios estudios, que determinan un conjunto de impactos físicos esperados y las consiguientes medidas de adaptación destinadas a morigerar dichos impactos. Estos Estudios son los que brindan la información que sirve como insumo para la monetización de los mencionados impactos que se lleva a cabo en este trabajo. Se busca realizar una valorización monetaria en un nivel de razonable aproximación, en términos generales, de los costos atribuibles a los Impactos Esperados del Cambio Climático y las Medidas de Adaptación en dos situaciones contrapuestas: los Escenarios de Emisiones A2 y B2 elaborados por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), con un horizonte temporal al año 2100 (conocidos, por lo común, como SRES 1992).

Si bien, en este Estudio, se considera que el método de valorización económica que más cabalmente puede brindar una medida del verdadero valor de los elementos puestos en juego en este análisis (y sus interrelaciones) es el de las Cuentas Patrimoniales, no se cuenta con la cantidad y calidad de información necesaria para su aplicación. No obstante, se hacen algunas apreciaciones sobre esta cuestión a los fines de explicitar claramente esta situación.

Como contrapartida, la metodología más comúnmente empleada para la determinación del valor económico/monetario de los impactos esperados del Cambio Climático se basa en las llamadas “funciones de dosis-respuesta”. En estas funciones, el primer paso es identificar los impactos producidos (a partir de una determinada exposición a una situación dada), los que posteriormente se cuantifican en términos físicos (toneladas de contaminante, hectáreas perdidas, etc.) para, posteriormente, asignarles un valor económico y/o monetario y así conocer el costo del daño real o el monto del potencial beneficio.

Con respecto a las regiones estudiadas, los impactos monetizados y las metodologías de valorización utilizadas, esta información se resume en la Tabla A:

**Tabla A.** Regiones bajo Estudio, Impactos Identificados y Metodologías de Valorización Económica utilizadas

<b>Caudales en la Región del Comahue (Provincias de Río Negro y Neuquén)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de ingreso por caída de caudales en las Centrales Hidroeléctricas de la Región.</li> </ul>
<b>Caudales en la Región de Cuyo (Ríos de Mendoza y San Juan)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor del Costo Social del Agua, tomado del Informe Sectorial respectivo (Oferta y Demanda de Agua en las Provincias de Cuyo), ante situaciones esperadas de estrés hídrico en la Región.</li> </ul>
<b>Caudales en la Región Litoral (Ríos Paraná y Uruguay)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial pérdida económica por la caída en la Generación Hidroeléctrica como consecuencia de una disminución en los caudales esperados en el largo plazo.</li> </ul>
<b>Impactos sobre la Agricultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto de los cambios en el clima sobre la variación de las toneladas producidas de cada uno de los tres cultivos principales estudiados (Trigo, Maíz y Soja)</li> </ul>
<b>Deforestación y Biodiversidad en los Bosques del NOA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de Bienes y Servicios Ambientales, como consecuencia del proceso de deforestación, correspondientes a: (a) los servicios de protección de los recursos hídricos, (b) los servicios de regulación del clima, (c) los servicios de prevención de inundaciones y crecidas extraordinarias, (d) los servicios de formación de suelos, (e) los servicios de control biológico, (f) los servicios ligados con la recreación, (g) la obtención de medicinas naturales, (h) los costos de reposición e (i) las pérdidas de biodiversidad en términos de flora.</li> </ul>
<b>Esteros del Iberá</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de los Bienes y Servicios significativos que están potencialmente bajo riesgo, en condiciones de estrés hídrico prolongado: (a) Agricultura, (b) Ganadería, (c) Silvicultura, (d) Turismo, (e) Retención de Nutrientes, (f) Regulación de Inundaciones y otras crecidas extraordinarias, (g) recarga de acuíferos, (h) biodiversidad e (i) refugio para poblaciones residentes y migratorias.</li> </ul>
<b>Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos del potencial aumento de los casos de: (a) dengue y (b) malaria.</li> </ul>
<b>Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata al potencial ascenso en el nivel medio del mar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial afectación económica por inundación de: (a) infraestructura de servicios públicos y (b) infraestructura edilicia.</li> </ul>
<b>Inundaciones de la Región del Litoral (Ríos Uruguay y Paraná).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorización monetaria de las pérdidas provocadas por inundaciones prolongadas en los Ríos de la Región, tomando en cuenta factores tales como el número de casos y/o la duración de cada episodio.</li> </ul>



En lo concerniente a las medidas de adaptación, identificadas en los Estudios mencionados, se valorizaron las correspondientes a: (a) la Costa del Río de la Plata, (b) las Inundaciones en los principales Ríos del Litoral, (c) el Sector Salud y (d) la Región del Comahue, tal como se muestra a continuación.

**Tabla B.** Regiones bajo Estudio, Medidas de Adaptación Identificadas y Metodologías de Valorización Económica utilizadas

<b>Medidas de Adaptación a las Inundaciones del Río de la Plata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se consideraron dos tipos de medidas de adaptación, a los fines de determinar su costo: (a) la construcción de obras de defensa y (b) la relocalización de los diversos asentamientos humanos impactados hacia zonas no inundables.</li> </ul>
<b>Medidas de Adaptación a las Inundaciones de los Ríos del Litoral (Paraná y Uruguay)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tomaron en consideración: (a) la construcción de obras de defensa y (b) las medidas de emergencia y evacuación tomadas en casos anteriores.</li> </ul>
<b>Medidas de Adaptación para los Impactos sobre la Salud.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las medidas de adaptación consideradas se refieren a las actividades de control del vector transmisor del dengue, las acciones de vigilancia y los costos de laboratorio</li> </ul>
<b>Medidas de adaptación Región Comahue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tomó el Costo del aprovechamiento del agua para su uso en riego, ponderando la cantidad de hectáreas implantadas de fruticultura</li> </ul>

Los resultados obtenidos de las respectivas valorizaciones monetarias fueron llevados, en todos los casos, a U\$S del año 2005, agregados para hallar totales para los diversos años de corte (2020; 2030; 2050; 2070 y 2100) y se les aplicaron las diferentes Tasas de Descuento acordadas en las reuniones de coordinación del ERECCS: 0%; 0,5%; 2% y 4%. Este procedimiento se llevó a cabo, tanto para los Impactos Esperados del Cambio Climático en los Sistemas, Sectores y/o Regiones escogidas para el Estudio como para las Medidas de Adaptación correspondientes. Los resultados obtenidos, conjuntamente con los que se determinen en el componente de Escenarios de Emisiones y Mitigación de las mismas en diversos Sectores Socioeconómicos, serán agregados al final de los estudios en un Informe Específico que pondere tanto los Impactos como los Costos de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en la República Argentina.

## 1. Introducción

La esencia del problema del Cambio Climático está asociada con diversos factores económicos y sociales, entre los que se destacan, por sobre los demás, aspectos tales como: (a) los patrones de producción y consumo prevalecientes, (b) la matriz energética preponderante y (c) el crecimiento del ingreso, entre otros. Muchos de estos factores, a su vez, están relacionados con los incrementos en las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se observan, principalmente en el último siglo. Desde el punto de vista estrictamente económico, una de las principales causas de la dificultad de controlar la emisiones de GEI radica en que los agentes económicos no incorporan la totalidad de los costos sociales generados por los impactos que origina el cambio climático y consecuentemente, las externalidades negativas que se causan a terceros, no quedan incorporadas a los costos y precios de los productos y/o servicios que las originan.

Sin embargo, mediante la implementación de políticas adecuadas, es posible modificar esos patrones de producción y consumo, orientándolos en dirección de un escenario integral menos intensivo en el uso de carbono. Para ello, los responsables de diseñar las políticas deberían contar con información más precisa acerca de las pérdidas económicas que pueden producirse por los impactos esperados del cambio climático y, a su vez, de los costos de remediación, mitigación y adaptación de las acciones que potencialmente se podrían tomar.

Este trabajo intentará brindar elementos para poder elaborar una Valorización Económica, en un nivel de razonable aproximación y en términos generales,<sup>1</sup> de un conjunto de Impactos Esperados del Cambio Climático y las consecuentes Medidas de Adaptación que debieran aplicarse en distintos Sectores, Sistemas y Regiones de la República Argentina, que han sido escogidos para la realización de los Estudios incluidos en el ERECCS-Argentina. Dichos estudios incluyen componentes tales como los siguientes: (a) Agricultura, (b) Ganadería, (c) Silvicultura y Otros Usos del Suelo, (d) Ecosistemas Naturales y Diversidad Biológica (con mayor grado de detalle en la Región del NOA y la de los Esteros del Iberá), (e) Comportamiento de las principales cuencas hidrológicas (Cuenca del Plata, Cuyo, Comahue) y (f) Salud, ofreciendo un marco analítico mínimo pero utilizable para la elaboración de políticas activas, que implican decisiones respecto a acciones a implementar, cuantía, tiempo y localización.<sup>2</sup>

Tomando en consideración el nivel de profundidad logrado en este ejercicio de valorización (acotado por los factores ya señalados), se han realizado algunas comparaciones intrasectoriales e intertemporales.

Para la determinación de los distintos valores monetarios que se han calculado en este Estudio se partió, en todos los casos, de la información contenida en los Estudios Sectoriales correspondientes. En algunos

---

<sup>1</sup> Ya que para obtener un nivel mayor de detalle y precisión se requiere la realización de investigaciones y estudios de campo generadores de la información que resulte necesaria, lo que no es posible realizar en esta etapa, dado lo estrecho del cronograma y la limitada cantidad de recursos dedicados al Estudio.

<sup>2</sup> Se deja expresa referencia sobre la no pretensión de exhaustividad de este Estudio, en tanto (por cuestiones presupuestarias y de disponibilidad de información, tiempo y recursos) no fue posible incluir la totalidad de los Sistemas, Sectores y/o Regiones existentes en la República Argentina, cada cual con sus características y complejidades específicas. Esta pretensión (que ni siquiera ha podido ser cubierta por las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático ya elaboradas) excede los alcances del presente Trabajo. Ante esta situación, se priorizaron algunos Sectores, Sistemas y Regiones para ser estudiados con el grado de profundidad necesario para recabar la información necesaria a los fines de su posterior valorización monetaria, con el objeto de maximizar los recursos (tanto económicos como humanos) y la información disponible. En este sentido, algunos de los criterios utilizados para la selección de los Sectores, Sistemas y Regiones a estudiar fueron los siguientes: (a) disponibilidad de trabajos, estudios, datos e información previa de los Sistemas, Sectores y/o Regiones a estudiar (principalmente los que no estuvieron incluidos en las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático elaboradas con anterioridad); (b) importancia de los mismos y magnitud de los impactos esperados; (c) disponibilidad de recursos humanos con capacidades desarrolladas en esos temas y dedicados al estudio de los mismos, (d) potencialidad para su valorización económica y (e) disponibilidad de metodologías y herramientas para aplicar a tales fines; entre otros. La validación de los Sistemas, Sectores y Regiones seleccionados se realizó a través de reuniones de trabajo propias del proyecto, principalmente en los inicios del mismo. La primera reunión de presentación del proyecto a los miembros de lo que posteriormente formarían parte del Comité Asesor Nacional se realizó en Cancillería el 22 de Enero de 2009.

casos, dichos estudios contenían impactos sólo cuantificados en términos físicos y no monetarios. En otros casos (como, por ejemplo, en el correspondiente a Oferta y Demanda de Agua en los Ríos de Mendoza y San Juan), se tomaron directamente los valores obtenidos en el propio estudio. En cuanto a las potenciales Medidas de Adaptación a aplicar, en general, las mismas no estaban valorizadas en los Estudios Sectoriales respectivos; de modo que tuvo que acudir a información complementaria para completar los datos suministrados por los Expertos Sectoriales y así llegar a los valores a los que finalmente se arribó. No obstante, en todos los casos, se contó con la colaboración de los diferentes expertos encargados de los distintos estudios para la obtención de la información que posibilitó la valorización monetaria de los ítems incluidos en el presente documento.

En tanto el Informe País correspondiente a Argentina (ERECCS-Argentina) está enmarcado en el contexto más amplio del Estudio Regional de Economía del Cambio Climático para Sudamérica (ERECCS), ya citado, sus resultados necesariamente tienen que ser comparables con los que se obtengan en el resto de los Estudios Nacionales de los restantes países integrantes del proyecto que los enmarca. Para ello, en las diversas reuniones de Coordinación de los Miembros del ERECCS,<sup>3</sup> se han fijado algunos criterios y parámetros comunes para homogeneizar metodológicamente, en la medida de lo posible, los diferentes estudios y lograr, así, que los resultados de los mismos sean comparables entre sí.

Tomando en consideración que el principal antecedente para un Estudio como el ERECCS se encuentra en el Informe Stern,<sup>4</sup> algunos de los supuestos, escenarios y parámetros utilizados en dicho Informe fueron tomados como punto de partida para los Estudios a desarrollar en el ERECCS. Este es el caso, por ejemplo, de los Escenarios Climáticos escogidos, el Horizonte Temporal tomado o las Tasas de Descuento utilizadas.

En lo concerniente a los Escenarios de Emisiones, la mayoría de los modelos climáticos utilizados se originan en el Escenario de Emisiones A2, contenido en el SRES92 del IPCC<sup>5</sup>, que representa con bastante precisión la trayectoria actual de emisiones mundiales de GEI. Las características principales de dicho Escenario de Emisiones (A2), son las siguientes:

- Un Mundo menos Globalizado (alto grado de heterogeneidad entre las diversas regiones con autosuficiencia y conservación de las diversas identidades locales)
- Población Mundial en continuo crecimiento
- Desarrollo Económico y Cambio Tecnológico más lentos que en el Escenario A1 y fragmentados entre Regiones.

Este escenario A2 se decidió que fuera contrastado con un Escenario B2, cuyas características distintivas son las siguientes:

- Predominio de las Soluciones Locales por sobre la Sustentabilidad Global
- Población Mundial aumenta a un ritmo progresivo, pero menor que en el Escenario A2
- Niveles de Desarrollo Económico Intermedios y Desarrollo Tecnológico menos rápido y más heterogéneo que en los Escenarios A1 y B1.
- Basado en la Protección del Medio Ambiente y la Igualdad Social, pero desde un plano Local y Regional, más que Global.

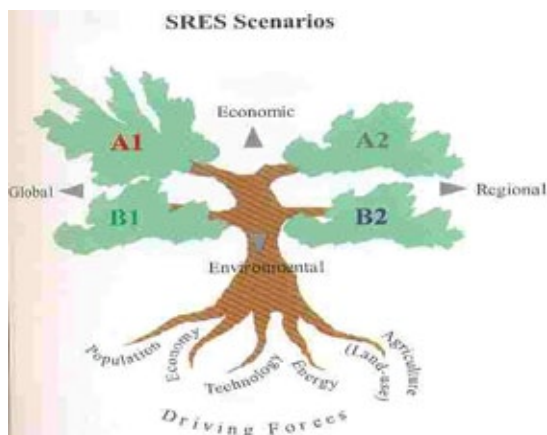
<sup>3</sup> Las reuniones a las que se hace referencia son las siguientes: (a) Taller Metodológico del Estudio Regional de Economía del Cambio Climático en América Latina y El Caribe y Primera Reunión del Equipo del Estudio Regional de Economía del Cambio Climático en Sudamérica (ERECCS) 15 y 16 de Diciembre de 2008; (b) Reunión de Miembros del ERECCS, Santiago de Chile, 23 y 24 de Marzo de 2009; (c) Reunión Técnica de los Equipos Nacionales de los Estudios Regionales de Economía del Cambio Climático en América Latina y El Caribe, Santiago de Chile, 13 a 15 de Julio de 2009 y (d) Reunión de Presentación de los Informes Nacionales de los Estudios Regionales de Economía del Cambio Climático en América Latina y El Caribe, Santiago de Chile, 24 al 26 de Agosto de 2009. Estas reuniones, a su vez, contaron con la presencia de representantes del Sector Gubernamental.

<sup>4</sup> Stern (2006).

<sup>5</sup> IPCC SRES (1992).

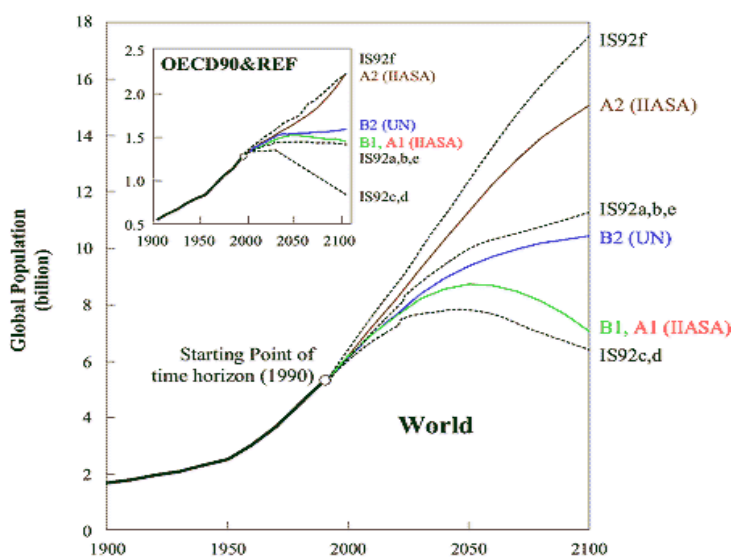
Esquemáticamente, las grandes tendencias y los principales supuestos utilizados son los que se consignan en la Figura 1.

**Figura 1:** Principales supuestos, tendencias y variables de los Escenarios de Emisiones (SRES92) del IPCC.



Fuente: IPCC (1992).

**Figura 2:** Emisiones de GEI correspondientes a los diversos Escenarios de Emisiones del IPCC (SRES92).



Fuente: IPCC (1992)

Los resultados, en términos de Emisiones de GEI, de los distintos Escenarios de Emisiones alternativos son los que se presentan en la Figura 2.

Para ambos Escenarios de Emisiones (A2 y B2) se contó con información sobre Escenarios Climáticos desarrollados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) de Brasil.<sup>6</sup> Estos Escenarios Climáticos están basados en el Modelo de Circulación Global HadCM3 del Centro Hadley (Reino Unido), compatibles con un modelo Regional PRECIS, con un horizonte temporal que alcanza el año 2100 (cuyas condiciones climáticas están representadas por el promedio 2071-2100) y una representación del clima actual basada en el promedio 1961-1990. Deben destacarse dos cuestiones que, posteriormente, determinarán parte de los resultados que se obtengan en el ERECCS. Por una parte, las corridas disponibles de este modelo, llegan hasta el paralelo de 40° LS, por lo que están dejando fuera del análisis buena parte de las Regiones Sur de Argentina y Chile.<sup>7</sup> En segundo lugar, se realizaron interpolaciones entre el principio y el final de la serie, lo que determinó que en el caso de los estudios relacionados con caudales e inundaciones se hayan tenido que realizar algunos ajustes sobre los datos originales.

El horizonte temporal se acordó fijarlo en el año 2100 (que coincide con el del Informe Stern), teniendo en cuenta que, principalmente desde el punto de vista de los Impactos Esperados, en la mayoría de los sectores estos impactos sólo aparecían como significativos en el mediano y largo plazo, por lo que era necesario tomar un período amplio para poder medirlos. El resto de los cortes temporales fue fijado en los años 2020 (teniendo en cuenta que muchos de los anuncios sobre asunción de compromisos de reducción y/o limitación de emisiones fueron fijados para ese año-horizonte); 2030 (límite aproximado del horizonte de planificación para las medidas tanto de adaptación como de mitigación); 2050 (porque a partir de este momento comienzan a aparecer diferencias significativas entre los impactos esperados en ambos escenarios); 2070 (punto a partir del cual no es necesario interpolar los resultados de los Escenarios Climáticos del INPE) y, por último, el citado año 2100.

En lo concerniente a los supuestos sobre el PBI, los mismos se acordaron al inicio del Estudio<sup>8</sup> con los respectivos Equipos Nacionales, en la medida en que fue posible, bajo la supervisión de CEPAL, a los fines de que fueran convergentes con los escogidos por el resto de los países participantes del Estudio. Estos supuestos sobre la evolución del PBI sectorial y agregado y del PBI per cápita son los que se utilizaron también en el resto de los Estudios del ERECCS-Argentina (principalmente en aquéllos ligados con Escenarios de Emisiones y Mitigación, pero también en algunos referidos a Impactos y Medidas de Adaptación). Algo similar sucedió con las estimaciones de población. En este sentido, todos los Estudios del ERECCS-Argentina usaron las mismas estimaciones suministradas por la Coordinación del Estudio. De este modo, todos los datos sobre población, PBI, tasas de crecimiento sectoriales y demás variables y parámetros socioeconómicos fueron tomados de los correspondientes estudios sectoriales, los que (a su vez) utilizaron como punto de partida la misma información, garantizando la coherencia interna de los diversos estudios y de este propio informe.

En cuanto a los precios relevantes utilizados para elaborar las prospectivas, aquéllos vinculados con los productos agrícolas fueron tomados de las proyecciones internacionales de FAO. Respecto de los precios internacionales del petróleo esperados se acordó utilizar los que surgen de los Escenarios de Precios Medios de la Agencia Internacional de Energía (IEA) que, a largo plazo, oscilan entre US\$ 70 y US\$ 100 el barril.<sup>9</sup>

Los resultados monetarios se expresaron en US\$ del año 2005. Se escogió este año por ser el año de partida del Escenario Socioeconómico elaborado de cual surgen la mayoría de las estimaciones

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Esta información fue utilizada en todos los estudios nacionales que formaron parte del ERECCS, lo que garantiza la integridad de los datos climáticos entre los diversos estudios correspondientes a los distintos países involucrados.

<sup>7</sup> Esta situación fue, en parte, la que determinó qué tipo de impactos, ecosistemas y regiones se tomaron en cuenta a los fines del análisis para su posterior valorización.

<sup>8</sup> Diciembre de 2008 a Marzo de 2009.

<sup>9</sup> La utilización de estos valores, para los diferentes estudios encarados dentro del contexto de los ERECC (no sólo en Sudamérica, sino también en Centroamérica y México) también se decidió de forma consensuada entre todos los participantes a las reuniones llevadas a cabo dentro del marco del proyecto, que fueron citadas anteriormente.

(fundamentalmente aquéllas derivadas de la aplicación del Modelo LEAP en la determinación de Escenarios de Emisiones y Medidas de Mitigación de Emisiones de GEI)<sup>10</sup> y la determinación de las principales variables. Asimismo, el cierre de este Modelo, garantiza la coherencia interna de los trabajos. La utilización de los valores expresados en U\$S del año 2005 implicó dos tipos de transformaciones: (a) aquellos valores expresados en dólares estadounidenses correspondientes a otros años fueron deflactados o inflacionados (según correspondiese) utilizando el Índice de Precios al Consumidor de los Estados Unidos, para llevarlos a U\$S del 2005 y (b) aquellos valores expresados en pesos, fueron llevados primero a pesos corrientes del año 2005 y luego transformados a U\$S del año 2005 utilizando el Tipo de Cambio (Peso/Dólar Estadounidense) promedio anual del año 2005 para llevarlos a U\$S del 2005.<sup>11</sup>

Las Tasas de Descuento que se utilizaron para “actualizar” los valores obtenidos en este Estudio son las que se acordaron en las Reuniones de México (2008) y Santiago de Chile (Marzo 2009) y que posteriormente fueron ratificadas y convalidadas (tanto por los Miembros de los Equipos Nacionales como por los Representantes de los Paneles Asesores que concurrieron a las mismas), en sendas Reuniones desarrolladas en Santiago de Chile (Julio 2009 y Agosto 2009). Para el caso de la valorización monetaria de los Impactos Esperados del Cambio Climático y las Medidas de Adaptación, las tasas utilizadas en este trabajo fueron: 0%; 0,5%; 2% y 4%.

Los impactos y los correspondientes valores obtenidos de los mismos surgen de la comparación de la Situación o Línea de Base contra la Situación con Cambio Climático, en cada uno de los Estudios Sectoriales. En lo concerniente al Escenario Socioeconómico, se elaboró un solo Escenario, de modo que están contemplados sólo los efectos directos del Cambio Climático y no están incluidos en el análisis los efectos iterativos de las consecuencias económicas del Cambio Climático sobre los sectores impactados y el resto de la economía en interacciones posteriores. Asimismo, tampoco se pudo determinar los impactos sobre aquellos otros Ecosistemas Naturales de los que se carece de estudios específicos relacionados con los impactos y/o cambios que podrían potencialmente sufrir.

En tanto, al momento de comenzar y desarrollar el presente estudio, no se contaba con un Modelo Económico de Equilibrio General convalidado y calibrado para la Economía Argentina, el resultado final del Estudio se basó en una agregación de resultados del tipo bottom-up, es decir que se fueron superponiendo los impactos sectoriales para llegar al resultado final.

---

<sup>10</sup> Por ejemplo en trabajos como: (a) “Elementos para el Diagnóstico y Desarrollo de la Planificación Energética Nacional: 2008-2025” del Grupo de Planeamiento Estratégico, Secretaría de Energía de la Nación, de Diciembre de 2008; (b) “Argentina: Diagnóstico, Prospectivas y Lineamientos para definir Estrategias posibles ante el Cambio Climático, de Fundación Bariloche (2008). También los estudios sobre Medidas de Adaptación y Mitigación elaborados para los diversos componentes de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático del Gobierno de la República Argentina tienen como año base el año 2005.

<sup>11</sup> A los fines de la conversión se utilizó el Tipo de Cambio promedio del año 2005 equivalente a \$3.03 (Pesos Argentinos) por cada U\$S (Dólar Estadounidense).

## 2. La metodología y sus limitaciones

Las cuestiones económicas ligadas con el cambio climático están vinculadas principalmente con el uso abusivo de un bien de propiedad común (la capacidad de la atmósfera terrestre de absorber GEI), por parte de algunos agentes económicos más que de otros, tanto en el pasado (los países Anexo I) como en el presente (los principales emisores, sean éstos Anexo I ó No Anexo I), que generan una externalidad acumulada en el tiempo (los aumentos de concentraciones atmosféricas de GEI y su correlato en términos de cambios en el clima), por la cual no han compensado al resto de los “propietarios” de ese recurso (la humanidad en su conjunto).<sup>12</sup> Desde el punto de vista económico, se trata primordialmente un problema de falta de regulación de un bien de propiedad común cuyo uso abusivo genera una externalidad acumulada en el tiempo.

El problema de la valorización monetaria de los impactos del cambio climático incluye, entonces, diversas dimensiones y diferentes problemas a resolver. La mayor parte de ellos están relacionados con la propia dificultad de monetizar algunos valores, principalmente aquéllos ligados con la pérdida de recursos naturales, diversidad biológica, salud, vidas humanas, etc. Así, ante la imposibilidad de utilizar como fuente exclusiva de valorización los precios o valores que surgen de un mercado determinado (porque en la mayoría de los elementos puestos en juego, estos mercados no existen; o porque, en los casos en que estos mercados y precios existen, no necesariamente reflejan lo que estos elementos verdaderamente valen para la sociedad), surge la necesidad de utilizar métodos de valorización no tradicionales.

Existen diferentes métodos que se utilizan para determinar la valorización económica/monetaria de los bienes y servicios suministrados por el ambiente, que generalmente dependen de las características del elemento que se quiere valorizar. En general, los métodos “ad-hoc” más utilizados<sup>13</sup> para la valorización monetaria de estos bienes y servicios son los siguientes: (a) valorización contingente;<sup>14</sup> (b) precios hedónicos,<sup>15</sup> (c) costo de viaje.<sup>16</sup> No obstante, en la práctica, la aplicación de estas metodologías, requieren de una magnitud de recursos, para su elaboración, que escapa a los alcances del presente trabajo. En este estudio, no se incluyeron componentes específicos relacionados con el desarrollo de estas metodologías.

En lo concerniente a la valorización económico/monetaria de los impactos esperados del cambio climático, la metodología tradicionalmente empleada para el cálculo de estos impactos, se basa en las

<sup>12</sup> Girardin, L.O. (2007).

<sup>13</sup> Ver Gerogiou, Pearce et al. (1997); Girardin (2001); Azqueta Oyarzún (1994), entre otros trabajos que contienen una recopilación de métodos de valorización monetaria “ad-hoc” utilizados en diversos casos correspondientes a estudios específicos. Estos denominados “métodos de valorización monetaria as-hoc” (en tanto no toman directamente el precio de mercado del bien en cuestión para efectuar su valorización), suelen clasificarse en (a) métodos directos o hipotéticos (Valorización Contingente, por ejemplo) y (b) Métodos Indirectos u Observables (Precios Hedónicos, Costos de Viaje, Costos Evitados y/o Inducidos, etc.). La principal diferencia es que, mientras en el primero de los casos, se trata de averiguar directamente sobre la “disposición a pagar” del individuo, por el bien en cuestión, a través (generalmente) de encuestas; en el segundo tipo de métodos se trata de aprovechar la relación existente (esto es, si son sustitutos o complementarios) entre el bien que se quiere valorizar y otros que sí tienen precios de mercado. Ver también el Programa ExternE (Externalities of Energy) Proyecto de Investigación de la Comunidad Europea: <http://www.externe.info>. En Georgiou, Pearce et al. (1997) se puede encontrar abundante bibliografía referida a las experiencias de valorización económica de bienes y servicios ambientales, así como también de los cambios de calidad del medio ambiente, orientadas principalmente a países en desarrollo.

<sup>14</sup> Consiste en averiguar la “disposición a pagar” de los individuos por algo en particular a partir de encuestas o cuestionarios. La disponibilidad a pagar por una cantidad determinada de un bien dado es un punto de la curva de demanda de ese bien. Las referencias “obligadas” con respecto a este método son los trabajos de Mitchell y Carson (1989); Carson (1991), Kahneman & Knetsch (1992a y b) y Smith (1992), entre otros.

<sup>15</sup> Se trata de determinar el precio implícito de los diversos atributos que le dan valor a un bien, a partir de una función en la que se incluyen toda una serie de características de dicho bien. Generalmente utilizado a partir de información del Mercado inmobiliario. Ver Griliches (1971); Rosen (1974); Palmquist (1991); Freeman (1993), Azqueta Oyarzún (1994), entre otros.

<sup>16</sup> Intenta inferir el valor monetario de un bien a partir de los gastos que los individuos realizan para disfrutar o acceder al mismo. Generalmente utilizado para valorizar bellezas paisajísticas o sitios recreativos. Ver Mc Connell (1985); Bockstael et al. (1991); Freeman (1993), Azqueta Oyarzún (1994), entre otros.

llamadas “funciones de dosis-respuesta”,<sup>17</sup> en las que primero se tratan de identificar los impactos producidos (a partir de una determinada exposición a una situación dada) y éstos se cuantifican en términos físicos para luego asignarles un valor económico/monetario y así conocer el daño real.<sup>18</sup>

En este estudio, se aplicó principalmente esta metodología, en tanto la determinación de los valores monetarios de los impactos tuvo en todos los casos como punto de partida un estudio que trató de identificar los impactos físicos del cambio climático. Una vez identificados estos impactos físicos, el método de valorización económica utilizado varió según el caso y si bien en la mayoría de los impactos se monetizó a través de “*métodos basados en los costos*” (que incluye métodos como los de *costos evitados*, *costos de reposición*, *gastos defensivos*, *costos inducidos*, *costos de restauración*, *costos de tratamiento*, *costos de oportunidad*, etc.),<sup>19</sup> en otros casos (como en algunos de los impactos del cambio climático sobre el sector agrícola) se utilizó el método de *pérdidas de productividad*, aplicando precios de mercado (Ver Tabla 1).

No obstante, ya en el Primer Informe de Avance de este Estudio, al explicitar el Estado del Arte en la Valorización Económica del Medio Ambiente y de los Bienes y Servicios que éste suministra, se dijo que la metodología considerada más adecuada para efectuar este tipo de valorizaciones es la expuesta y desarrollada en el Manual de Cuentas Patrimoniales, que implica la valorización monetaria a través del Costo de Manejo Integral.<sup>20</sup>

También se mencionó que el Costo de Manejo Integral asume los objetivos de mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y la diversidad de formas de vida, implicando lo siguiente:

- El desarrollo armónico de los diversos componentes, optimizando objetivos económicos, ecológicos y sociales;
- La revalorización de la variada oferta ambiental, destacando oportunidades insuficientemente desarrolladas;
- El mejoramiento tanto cualitativo como cuantitativo de la oferta de diferentes tipos de bienes, en el marco conceptual del desarrollo sustentable<sup>21</sup>.

<sup>17</sup> También conocidas como “funciones de daño”. En Georgiou, Pearce et al. (1997), hay gran cantidad de ejemplos aplicados a valorizaciones económicas en países en desarrollo.

<sup>18</sup> Ver Girardin (2001) y Delacámara (2008), entre otros.

<sup>19</sup> Para una explicación más detallada de cada uno de estos procedimientos ver Azqueta Oyarzún (1994) y Girardin (2001).

<sup>20</sup> Para mayores detalles se recomienda ver Sejenovich y Gallo Mendoza (1996). Estos Costos de Manejo Integrales pueden ser definidos como una suerte de “Costo de Producción de la Fábrica de la Naturaleza” y están integrados por algunos componentes tales como: los Costos de Investigación, de Regeneración, de Actividades de Intervención, de Manejo de Recursos, de Capacitación y de Estudios de Mercado, entre otros. También debe recordarse que es uno de los pocos métodos de valorización económica que tiene implícito algún criterio de sustentabilidad determinado, el que a su vez determina el nivel de erogaciones que se van a tener que desembolsar para cumplir con ese criterio/objetivo de sustentabilidad.

<sup>21</sup> El objetivo central coherente con el Desarrollo Sustentable se basa en los siguientes elementos:

a) maximizar la producción, el aprovechamiento y el uso integral  
b) minimizar la degradación, el desaprovechamiento y el uso parcial  
c) minimizar el uso de subsidios energéticos  
d) minimizar la transformación ecosistémica que implique degradación  
e) garantizar, como mínimo, el mantenimiento cuantitativo de la oferta ecosistémica y la riqueza de su composición cualitativa, sin disminución de su biodiversidad y sin pérdida de información no redundante. Este objetivo se logra mediante un manejo integral y permanente de los recursos.

En síntesis, el referido manejo debería perseguir:

el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y la diversidad de formas de vida el desarrollo armónico de los diferentes componentes, optimizando, mediante el uso integrado, objetivos económicos, ecológicos y sociales la revalorización de la variada oferta ambiental, poniendo de relieve oportunidades insuficientemente desarrolladas el mejoramiento cuali - cuantitativo de la oferta de diferentes tipos de bienes, de manera compatible con un aprovechamiento sostenido



Y que, para alcanzar dichos objetivos, se debe determinar:

- La cuantía y dinámica del recurso<sup>22</sup>, consideradas desde el punto de vista sistémico;
- Las formas de manejo que maximizan la producción, el aprovechamiento y el uso final y minimizan la degradación, el desaprovechamiento y el uso parcial de los recursos;
- La cuantificación de los costos que supone cada forma de manejo;
- La identificación de quién o quiénes deberían pagar dichos costos y qué políticas deberían ser elaboradas e implementadas en lo social, económico, fiscal, impositivo, arancelario y tecnológico, para estimular a los sujetos económicos y sociales a asumir ciertas conductas y prácticas.

Por consiguiente, para aplicar la metodología que se considera más adecuada, se debe partir de evaluar si es suficiente o no, a tal fin, la información relevante provista en los informes elaborados por los expertos responsables de los siguientes temas:

- La Evaluación de los Impactos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad y el Uso del Suelo en los Bosques del Noroeste de la República Argentina (Grau, R.; Gasparri, I.; Torres, R.).
- La Evaluación de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Recursos Hídricos de los Principales Ríos de la Cuenca del Plata en la República Argentina: Caudales Medios de los Ríos Paraná y Uruguay (Barros, V.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos del Cambio Climático sobre la Salud en la República Argentina (Cabajó, A.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Escenarios de Inundaciones de los Ríos Paraná y Uruguay en la República Argentina (Camillioni, I.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos del Cambio Climático sobre la Vulnerabilidad al Ascenso en el Nivel del Mar de las Zonas Costeras del Río de la Plata en la República Argentina (Barros, V.).
- El estudio correspondiente a las Emisiones de GEI y Mitigación de las mismas en el Sector Agrícola y Ganadero (Taboada, M. A.).
- El estudio concerniente a las Emisiones de GEI y Mitigación en el Sector de Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura (Ginzo, H. D.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Recursos Hídricos en lo referido a Oferta y Demanda de Agua en la Provincia de Mendoza, de la República Argentina (Llop, A.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos del Cambio Climático sobre la Producción Agrícola de los principales cultivos de la República Argentina (Murgida, A. & Travasso, M. I.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos del Cambio Climático sobre el Ecosistema Natural y la Biodiversidad de los Esteros del Iberá en la República Argentina (Neiff, J. J.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Recursos Hídricos de los Principales Ríos del Comahue en la República Argentina (Pochat, V. & Seoane, R.).
- El Estudio de Evaluación de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Recursos Hídricos de los Principales Ríos de Mendoza y Determinación de la Evolución de los Glaciares Cordilleranos en la República Argentina (Boninsegna, J.).

Analizados los mencionados Informes y las circunstancias (es decir tiempo y presupuestos disponibles) para la elaboración de información correspondiente a la aplicación del Método de las Cuentas

<sup>22</sup> Recurso Natural: Elemento natural de los ecosistemas cuyas cualidades le permiten satisfacer en forma directa o indirecta, necesidades humanas. Su uso adecuado, posibilita mantener el potencial productivo para las futuras generaciones. Los recursos naturales no son "libres", existen en determinados territorios, en ciertos ecosistemas, con una historia determinada de ocupación de los mismos, con una cultura y formas de aprovechamiento. A través de patrones tecnológicos determinados son utilizados por sectores sociales específicos.

Patrimoniales, se concluye que la información (principalmente los inventarios de recursos naturales) que se encontraron disponibles, tanto a nivel nacional como provincial, resultaron insuficientes para la aplicación de la Metodología citada

Esta aseveración guarda estrecha relación con el resultado de una investigación realizada en el año 2003-04 en el marco del INDEC-UMPRE, que incluyó la realización de una compilación de los inventarios disponibles (a nivel de provincia), respecto del conocimiento de la cuantía y la dinámica de los recursos naturales existentes (registrado en documentos de estudios, investigaciones y estadísticas), para realizar la valorización de los mismos aplicando la metodología de las Cuentas Patrimoniales, a los fines de la incorporación de los resultados en las Cuentas Nacionales Oficiales<sup>23</sup>. El resultado al cuestionario usado en el trabajo de campo<sup>24</sup> fue la presentación posterior de presupuestos requeridos por las Provincias para la realización de dicha compilación (Inventarios).

Pero, además de la necesidad de contar con mayor información para la aplicación de la metodología de valorización considerada más adecuada, también se puede observar que, en algunos casos, los supuestos que algunos expertos debieron asumir en sus estudios no necesariamente son convergentes con dicha Metodología (que necesita de criterios implícitos de desarrollo sustentable).<sup>25</sup>

A modo de ejemplo, la ausencia de información de base sobre los componentes de los ecosistemas conduce, en el caso del Estudio de Deforestación y Biodiversidad en el NOA, a no poder tener en cuenta los servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales nativos, que podrían ser potenciados mediante la práctica del manejo de los mismos, previo conocimiento acabado de la composición de ellos. Respecto a este tema, existe información no suficientemente difundida de los resultados del estudio realizado en la Provincia de Entre Ríos<sup>26</sup> en un ecosistema forestal nativo de 106 mil hectáreas, localizado en el departamento La Paz. A título complementario, cabe agregar que la información del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos<sup>27</sup> es parcial, por cuanto se refiere solo al componente árbol. En la bibliografía nacional<sup>28</sup> y de terceros países, existen casos de estudios respecto a la cuantía y dinámica en ecosistemas forestales nativos, así como a los resultados del manejo de los mismos.<sup>29</sup> También en Argentina se destacan los estudios realizados en el marco de la Universidad Nacional de Salta<sup>30</sup>, con apoyo financiero de la GTZ, al parecer sin continuidad en la actualidad, pero con resultados

<sup>23</sup> Proyecto Cuentas Ambientales en Argentina: Cuentas del Patrimonio Natural y Cuentas Satélites. INDEC, con financiamiento de la UMPRE. Abril 2003 a Febrero 2004.

<sup>24</sup> Ver Cuestionario en Anexo 1.

<sup>25</sup> En el caso del Estudio sobre Biodiversidad del NOA, por ejemplo, a los fines de la aplicación de las Cuentas Patrimoniales, se necesitaría información sobre los impactos ecológicos, económicos y sociales (en el marco de una concepción de Desarrollo Sustentable) del proceso de deforestación que implica el cambio en el uso del suelo hacia lo que los expertos denominan “agricultura moderna” (si bien se hace referencia a la potencial pérdida de biodiversidad que este proceso conlleva). En este sentido, los expertos explicitan que la “principal limitante para la expansión agrícola en las próximas décadas no será el clima sino factores socioeconómicos que condicionan las tasas de deforestación”, pero no se incluyen como limitantes situaciones tales como la necesidad de proteger las cuencas y microcuencas, la situación actual y los potenciales cambios en la condición de los suelos, las interrelaciones entre los diferentes elementos integrantes de los ecosistemas forestales y los servicios ambientales que brindan “aguas abajo”, ni la conservación de la biodiversidad en sentido integral, entre otros. Tampoco hay información del potencial aumento de la superficie cultivada “hacia adentro de la actual frontera agropecuaria”, ni sobre la alternativa de manejo integral de los recursos de estos ecosistemas como generadores de empleo permanente. En ese mismo sentido, si se tuviera información de cuáles son las condiciones en las que pudiera existir la posibilidad de manejo sustentable de los ecosistemas forestales se podría valorizar económicamente dicho esfuerzo lo que implicaría que no necesariamente se produciría un aumento en las emisiones de GEI ni tendría por qué estar amenazada la conectividad entre Ecosistemas.

<sup>26</sup> Proyecto “Elaboración de las Cuentas Ambientales de la Provincia de Entre Ríos, Cuenca del Paraná, con énfasis en los departamentos La Paz, Paraná y Diamante. Gobierno de la provincia de Entre Ríos – Consejo Federal de Inversiones – Fundación Instituto Latinoamericano de Políticas Sociales - FILaPS. Agosto de 1998 a Mayo de 1999.

<sup>27</sup> SAYDS (2005).

<sup>28</sup> Generalmente con co-financiamiento del Consejo Federal de Inversiones (CFI).

<sup>29</sup> Plan para el Desarrollo Sostenible de la Región Orinoco-Apure. Ordenamiento Territorial. CENAMB - CENDES / UCV. Ministerio de Planificación y Desarrollo Regional de la República Bolivariana de Venezuela. Aplicación, en trescientas mil (300.000) hectáreas, de la Metodología de Cuentas Patrimoniales.

<sup>30</sup> Resultados informados en las Revistas del Proyecto GTZ –Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino. España 2076 (4400) Salta, Argentina. GTZ significa Sociedad Alemana de Cooperación Técnica.

que deberían ser actualizados y completados en futuras investigaciones sobre manejo integral de los recursos de los ecosistemas forestales nativos.

El informe correspondiente al Estudio de Evaluación de los Impactos del Cambio Climático sobre el Ecosistema Natural y la Biodiversidad de los Esteros del Iberá, pone también de manifiesto la necesidad de contar con suficiente información disponible para la valorización de este ecosistema usando la metodología explicitada en el Manual de Cuentas Patrimoniales ya que no existe un inventario que dé cuenta de la cuantía y dinámica (interrelaciones) de todos los componentes de aquél. No obstante, es importante destacar el esfuerzo que se realizó en dicho Estudio por mencionar la existencia de la gran biodiversidad, en términos de la cantidad de especies, que lo integra.

En el caso de los estudios correspondientes a los Sectores Agricultura y Ganadería, sería necesario contar con una política nacional activa respecto al uso de los suelos con aptitud agronómica para el desarrollo de las actividades de ambos sectores, y un balance de superficie que incluya la producción con destino al mercado interno garantizando la soberanía y la seguridad en el abastecimiento de alimentos, fibras, materia prima para la producción de medicamentos, tintóreas y aromáticas, avanzando hacia la producción orgánica (que implica menores emisiones de GEI); y la producción agropecuaria para el mercado externo, pero no exclusivamente de materia prima sino de productos transformados en la agroindustria nacional.

En resumen, no se cuenta con suficiente información disponible para la aplicación de una metodología de valorización económica integral, basada en los costos de manejo.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> En tanto los Costos de Manejo permiten tomar en consideración la maximización del potencial productivo de los ecosistemas a largo plazo (que implica tomar en consideración en forma conjunta la maximización de los procesos de producción, aprovechamiento y uso integral al mismo tiempo que la minimización de los procesos de degradación, desaprovechamiento y uso parcial), puede decirse que de alguna manera tiene implícito algún criterio de sustentabilidad determinado. El resto de los métodos de valorización, en cambio, no necesariamente tiene implícito algún criterio de sustentabilidad, en tanto fijan valores sin asegurar que las cantidades sean las óptimas a largo plazo, sino sólo suponiendo que lo son por el hecho de ser las cantidades ofrecidas por el mercado.

### 3 Valorización Económica de los impactos del Cambio Climático

Tal como se consignó anteriormente, si bien la Metodología de las Cuentas Patrimoniales es la que se considera como aquella que más cabalmente puede brindar una medida del verdadero valor de los elementos que componen los Ecosistemas Naturales y tanto los Bienes como los Servicios que éste aporta, no se dispone de la información necesaria para aplicar este método de valorización económica.

**Tabla 1:** Metodologías de Valorización Monetaria de los Impactos Identificados en este Estudio por Sector, Impacto y Tipo de Método de Valorización.

Impactos económicos, vulnerabilidad al cambio climático y a los eventos extremos		Metodología de valorización utilizadas
Recursos hídricos	Menor potencial de Generación Hidroeléctrica y aumento de los costos para la Agricultura (fruticultura), como consecuencia del Estrés Hídrico en la región de Comahue	Cambio en la Productividad (Pérdidas de Ingreso)  Método basado en Costos (Costos Inducidos por necesidad de Riego)
	Menor potencial de Generación Hidroeléctrica, como consecuencia del Estrés Hídrico a largo plazo en la Cuenca del Plata	Cambio en la Productividad (Pérdidas de Ingreso)
	Estrés hídrico en la región de Cuyo con consecuencia en el precio del agua para los diferentes usos	Método basado en Costos (Costo Social del Agua)
Sector agropecuario	Cambio en los rendimientos de los cultivos (Soja, Maíz y Trigo) y extracción de nutrientes del suelo	Cambio en la Productividad (a Valores de Mercado)  Método basado en Costos (Costo de Reposición de nutrientes extraídos del suelo)
Cambio en el Uso del Suelo, Biodiversidad y Ecosistemas	Expansión de la frontera agropecuaria en Bosque Nativo (Parque Chaqueño Semiárido)	Métodos basados en costos (Costo de oportunidad - Costos Inducidos - Costos de Reposición)
	Eventos de Estrés Hídrica en los Esteros del Iberá	Métodos basados en Costos (Costos de Reposición - Costos Inducidos - Costos Evitados)  Cambio en la Productividad (a Valores de Mercado)
Salud	Aumento en la Población Infectada	Método basado en Costos (Costos de Tratamiento - Costos Evitados - Costos Inducidos)
Eventos extremos	Inundaciones de la Región del Litoral y la Costa del Río de la Plata	Métodos basados en Costos (Costos de Reposición - Costos Inducidos - Costos Evitados)  Cambios en la Productividad

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, aquellas metodologías de amplia aplicación en estudios similares, también mencionadas previamente, como la valorización contingente, los precios hedónicos y/o los costos de viaje, requieren una magnitud de recursos para su elaboración que escapan a los alcances del presente trabajo.

En consecuencia, los métodos de valorización monetaria utilizados en el presente trabajo fueron aquéllos que mejor se amoldaron a la disponibilidad de información en cantidad y calidad suficiente, tal como surge de la Tabla 1, en la que se resumen los diferentes métodos de valorización económica utilizados en cada uno de los casos analizados. Como se puede apreciar en la misma, el criterio general fue tratar de aprovechar la información disponible a partir de la utilización de métodos de valorización que permitieran llegar a resultados robustos, partiendo de la base que en todos los casos se corre el riesgo de subestimar el verdadero valor del daño (más que de sobreestimarlos).

### 3.1. Recursos hídricos

#### 3.1.1. Región Comahue (Río Negro y Neuquén)

De acuerdo con los resultados del Estudio Sectorial respectivo (Pochat & Seoane), el impacto esperado del cambio climático sobre los caudales anuales de los principales Ríos de la Región (Neuquén y Limay) es más sensible a los cambios esperados en la precipitación que a variaciones en la evapotranspiración potencial. Esta situación se corresponde con el hecho que las cuencas ubicadas en climas áridos son más sensibles a cambios en las precipitaciones que aquéllas ubicadas en regiones más húmedas.<sup>32</sup> De esta manera, un porcentaje dado de variación en las precipitaciones produce un cambio más que proporcional en el escurrimiento (caudal).

En este sentido, los Escenarios Climáticos futuros asociados al modelo de regresión lineal utilizado para el Estudio de la Región, estiman disminuciones de los caudales medios anuales, que influirán en los diferentes usos del agua en el Comahue. Las caídas en las precipitaciones (y por ende en los caudales) son mayores en la Cuenca del Río Neuquén que en la del Limay, principalmente porque la mayor capacidad de almacenamiento de este último (como consecuencia de los numerosos lagos y reservorios existentes en la Cuenca correspondiente) hace que la respuesta del caudal a cambios en las precipitaciones resulte más atenuada. Entre los sectores más afectados se encontrarán el de la Generación Hidroeléctrica y la Actividad Frutihortícola, que fueron los dos sectores que se tomaron para efectuar la valorización monetaria correspondiente. En el primero de los dos casos como medida del impacto económico de los menores caudales disponibles y en el segundo de los casos como valorización del costo de adaptarse a la nueva situación de menores caudales, supliéndolos con riego artificial de origen freático.

A los efectos de la valorización monetaria de los impactos esperados del cambio climático en la Región del Comahue, se consideraron las pérdidas de ingreso de las Centrales Hidroeléctricas situadas en Ríos de la zona como consecuencia directa de los menores caudales disponibles esperados para la Generación de Electricidad.<sup>33</sup> En la Tabla 2 se presentan cada una de las centrales con su respectiva potencia instalada y la generación media anual que les corresponde.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> Estudio Sectorial de Caudales en los Ríos de la Región del Comahue (Pochat & Seoane).

<sup>33</sup> En este punto no se tomaron en consideración los costos de la generación de electricidad adicional necesaria para cubrir la pérdida de generación originada en los menores caudales y así abastecer la demanda, por considerar que los mismos serían Costos de Adaptación al Cambio Climático. Los costos de la mencionada generación adicional podrían estar dados por aquellos costos originados en la construcción y operación de las centrales térmicas a Gas Natural de ciclo combinado (tomada como la forma tipo de generación de electricidad en el escenario de base) que serían necesarias para compensar los faltantes de electricidad por los menores caudales.

<sup>34</sup> Sólo se tomó en consideración la pérdida de generación hidroeléctrica como consecuencia de la caída en los caudales en forma proporcional. Sin embargo, en algunos casos, es necesario un nivel crítico mínimo en dichos caudales para que las turbinas puedan funcionar. En este ejemplo, se supuso que esos niveles críticos mínimos se garantizan de modo que todas las turbinas pueden funcionar independientemente que produzcan menos energía como consecuencia de los menores caudales disponibles.

**Tabla 2:** Características de las centrales hidroeléctricas del Río Limay y Río Neuquén

Ríos	Centrales Hidroeléctricas	Potencia instalada	Generación media anual	Precio medio (\$/GWh) <sup>35</sup>	Total
Río Limay	Alicurá	1.000	2.360	46.460	109.645.600
	Piedra del águila	1.400	5.000	46.460	232.300.000
	Arroyito	120	560	46.460	26.017.600
	El chocón	1.200	3.350	46.460	155.641.000
	Banderita	450	1.550	46.460	72.013.000
Río Neuquén	Pichi Picún Leufú	260	1.080	46.460	50.176.800

Fuente: Gobierno de la República Argentina (2007).

En las Tablas 3 y 4, se presentan los caudales (tanto los actuales como los esperados) para ambos escenarios y para ambos Ríos estudiados en los diferentes años de corte tomados en consideración en el Estudio. Tal como surge de la lectura de las mismas se puede apreciar la importante caída en los caudales (mayor en el Escenario A2 que en el B2), tendencia que se prolonga hasta el final del período.

**Tabla 3:** Caudales futuros Región Comahue- Escenario A2

Escenario A2	Actuales	2020	2030	2050	2070
Río Neuquén	302,2	267	246	219	195
Río Limay	689	634	601	576	538

Fuente: Informe Sectorial sobre Caudales de los Ríos del Comahue (Pochat &amp; Seoane).

**Tabla 4:** Caudales futuros Región Comahue- Escenario B2

Escenario B2	Actuales	2020	2030	2050	2070
Río Neuquén	302,2	285	270	253	231
Río Limay	689	650	604	608	574

Fuente: Informe Sectorial sobre Caudales de los Ríos del Comahue (Pochat &amp; Seoane).

<sup>35</sup> Corresponde al año 2005

A partir de esta información, se procedió a interpolar linealmente los caudales obtenidos para los distintos años de corte.<sup>36</sup> La caída observada en los caudales da origen a una pérdida de energía generada, la que se multiplicó por el precio medio de generación que surge de la Tabla 2. El valor resultante se llevó a U\$S del año 2005 aplicando el Tipo de Cambio promedio de ese año (\$3.03 por U\$S). Los resultados así obtenidos fueron acumulados año a año y se les aplicaron las Tasas de Descuento correspondientes.

A continuación, en las Tablas 5 y 6 y en los Gráficos 1; 2 y 3, se muestran los resultados de la valorización monetaria de la energía hidroeléctrica que se perdería de generar como consecuencia de la disminución de los caudales, en ambos ríos, en cada uno de los escenarios y a las diferentes tasas de descuento escogidas.<sup>37</sup>

**Tabla 5:** Pérdidas económicas acumuladas por estrés hídrico para el Escenario A2 (U\$S 2005)

Región Comahue-Escenario A2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	136.615.581	460.898.819	1.431.475.727	2.747.468.558	5.294.522.495
0,5%	131.962.193	431.603.674	1.262.984.750	2.284.265.817	4.028.228.505
2%	119.160.512	356.389.455	883.861.564	1.367.129.558	1.939.467.312
4%	104.458.522	279.603.006	573.347.757	756.596.342	892.771.883

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Pochat & Seoane)

**Tabla 6:** Pérdidas económicas acumuladas por estrés hídrico para el Escenario B2. (U\$S 2005)

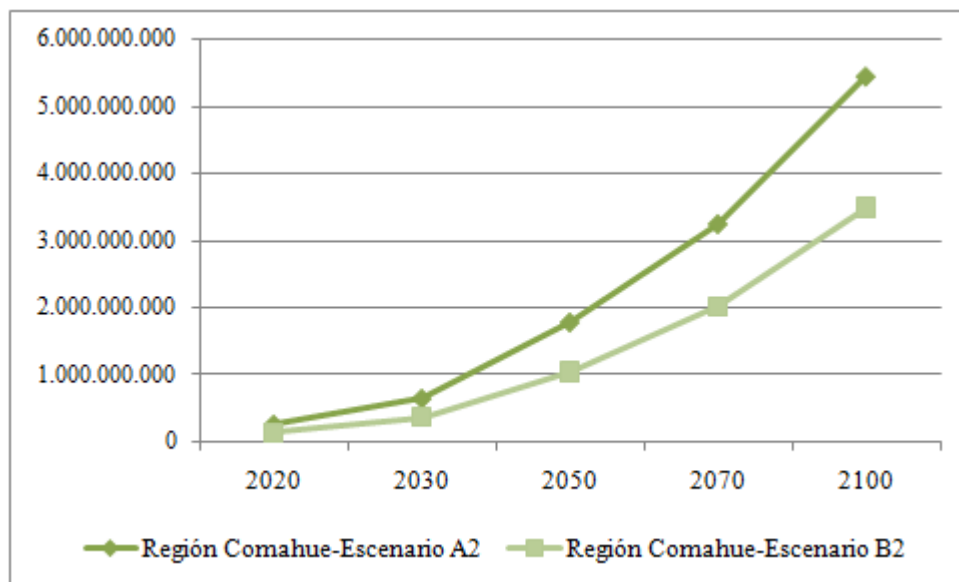
Región Comahue- Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	68.305.645	251.592.771	831.021.361	1.674.219.729	3.472.264.158
0,5%	65.972.855	235.229.667	731.540.471	1.385.323.253	2.615.130.814
2%	59.556.050	193.315.353	508.166.488	816.709.373	1.219.026.661
4%	52.188.367	150.704.816	326.018.399	442.603.211	537.929.798

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Pochat & Seoane).

<sup>36</sup> Se adoptó este procedimiento a los fines de reflejar que la caída en los caudales es paulatina, evitando que se presentaran saltos (o escalones) muy pronunciados en los costos observados entre los diferentes años de corte, lo que hubiese influido en el valor monetario obtenido.

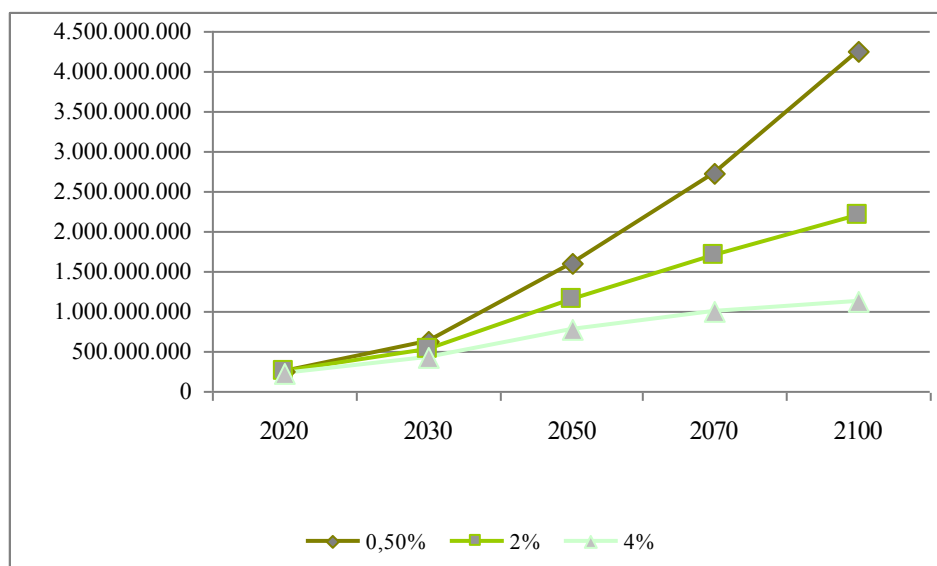
<sup>37</sup> Tal como se consignó previamente, se hallaron los valores monetarios en \$ del año 2005 de la energía eléctrica no generada y a esos valores se le aplicó el valor del Tipo de Cambio promedio del año 2005 (\$3.03 por U\$S).

**Gráfico 1:** Pérdidas en generación de energía hidroeléctrica en la Región de Comahue para los escenarios A2 y B2 para una tasa de descuento de 0%. (Acumulado en U\$S 2005)



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Pochat & Seoane).

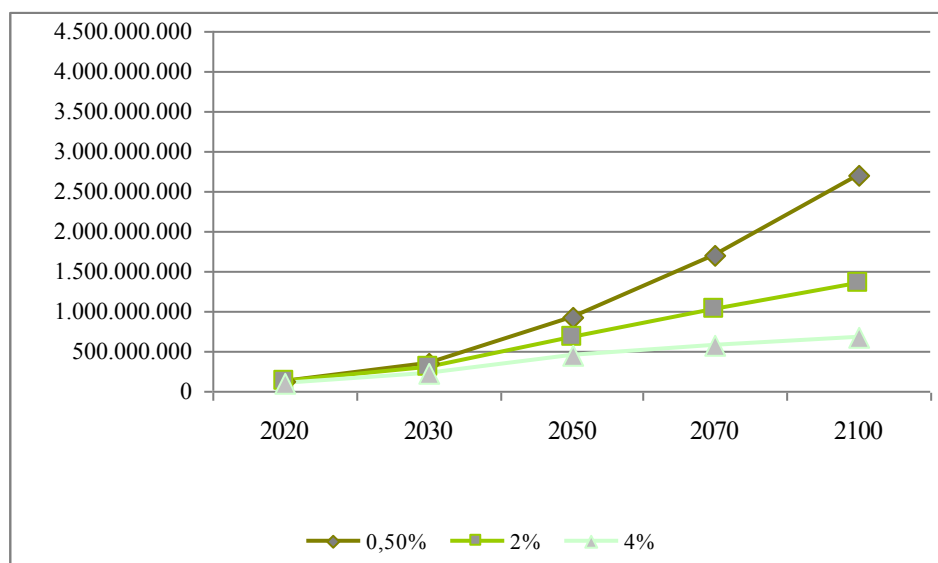
**Gráfico 2:** Pérdidas en generación de energía hidroeléctrica en la Región de Comahue para el escenario A2, para tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%. (Acumulado en U\$S 2005)



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Pochat & Seoane).



**Gráfico 3:** Pérdidas en generación de energía hidroeléctrica en la Región de Comahue para el escenario B2, para tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%. (Acumulado en U\$S 2005).



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Pochat & Seoane).

Tal como surge de la información presentada, la pérdida económica acumulada en el año horizonte (2100) es entre un 52% y un 66% mayor en el Escenario A2, comparado con el B2 (dependiendo de la tasa de descuento utilizada, en términos de mayor diferencia a mayor tasa de descuento). No obstante, esta diferencia entre ambos Escenarios se va achicando a medida que se avanza en el tiempo, ya que al inicio del período (en el acumulado correspondiente al año 2020), las pérdidas económicas del Escenario A2 son el doble que las del B2.

### 3.1.2. Región Cuyo (Ríos de Mendoza y San Juan)

A diferencia de lo que ocurrió con el caso de otros Sectores, Regiones y Sistemas, la valorización monetaria de los impactos esperados del cambio climático y las potenciales medidas de adaptación de la Oferta y Demanda de Agua en los principales Recursos Hídricos de la Región de Cuyo, contó con un estudio específico a tal efecto (Llop, A.).<sup>38</sup> Por consiguiente, los impactos monetizados de los escenarios esperados de cambio climático en la Región, que se presentan en este punto, surgen de los resultados de dicho Estudio. Estos resultados involucraban impactos no necesariamente homogéneos para las distintas áreas de la Región: (a) Cuenca Norte de Mendoza (principalmente los Ríos Mendoza y Tunuyán inferior); (b) Cuenca Centro de Mendoza (Río Tunuyán superior o Valle de Uco); (c) Cuenca Sur de Mendoza (Ríos Diamante y Atuel) y (d) Cuenca de San Juan.

Del Estudio mencionado surgen algunas conclusiones respecto del comportamiento del recurso hídrico en cada una de las Cuencas mencionadas. La *Cuenca Norte de Mendoza* aparece como la más comprometida en lo concerniente a la futura disponibilidad de agua, porque ésta ya está asignada en su totalidad a los distintos fines y la posibilidad de satisfacción de nuevos usos del agua implicaría el sacrificio de las actuales asignaciones por otras o, eventualmente, la necesidad de aumentar la eficiencia del uso de la misma para poder liberar recursos adicionales. La alternativa llevaría a dejar que los costos

<sup>38</sup> El Informe de Llop, A., a su vez, se basó en el Documento de Boninsegna, J. "Evaluación de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Recursos Hídricos de los principales Ríos de Mendoza y Determinación de la Evolución de los Glaciares Cordilleranos en la República Argentina".

producidos por las nuevas asignaciones fueran pagados por la sociedad (en términos de la reducción de las actuales dotaciones del recurso o bajo la forma de pérdida de calidad del mismo). De acuerdo con el análisis elaborado por el experto, en muchos casos esta situación ya se evidencia como irreversible. En consecuencia, ésta es una Cuenca con un alto grado de vulnerabilidad. La *Cuenca Centro de Mendoza* (el Valle de Uco) es una zona muy rica en recursos naturales y bienes ambientales, que cuenta con buenas dotaciones del recurso que, además, es de excelente calidad. Se desprende del Estudio mencionado que en esta Cuenca los mayores esfuerzos deberían orientarse hacia la conservación del recurso. La *Cuenca Sur*, como en el caso del Valle de Uco, también es muy rica en términos de recursos naturales y bienes ambientales, aunque cuenta con dotaciones de agua de inferior calidad y mayores limitaciones ecológicas para el desarrollo de la actividad agropecuaria, si se la compara con dicha zona. Las conclusiones son similares a las que surgen del análisis del Valle de Uco. En cuanto a la Cuenca del Río San Juan, ésta presenta notorios excedentes de agua, por lo que no se esperan mayores impactos (al menos en términos de estrés hídrico) en la zona, bajo las diferentes condiciones analizadas.

En consecuencia, a los fines de la determinación del valor monetario de los impactos esperados del cambio climático para la totalidad de la Cuenca de los Ríos de Mendoza y San Juan, en el período completo que comprende el Estudio (con año horizonte situado en 2100), para ambos Escenarios Climáticos (A2 y B2) se utilizó el Valor del Costo Social del Agua obtenido en el informe sectorial respectivo (Llop, A.). Estos valores se presentan en las Tablas 7 y 8 así como también en los Gráficos 4 a 6.<sup>39</sup>

**Tabla 7:** Evolución del Costo Social del Agua (Acumulado en U\$S del año 2005) en los Ríos de la Región de Cuyo, para el escenario A2, a las diferentes tasas de descuento utilizadas en el ERECCS-Argentina.

Cuenca de Mendoza y San Juan- Escenario A2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	6.675.908	157.440.850	1.390.803.811	4.855.055.209	15.810.752.970
0,5%	6.351.111	145.164.233	1.192.280.043	3.869.856.830	11.324.689.718
2%	5.476.569	114.211.162	760.983.836	2.012.772.799	4.414.287.490
4%	4.510.004	83.663.243	431.224.027	898.416.229	1.456.201.729

Fuente: Elaboración propia basado en los Informes Sectoriales respectivos (Boninsegna, J.; Llop, A.).

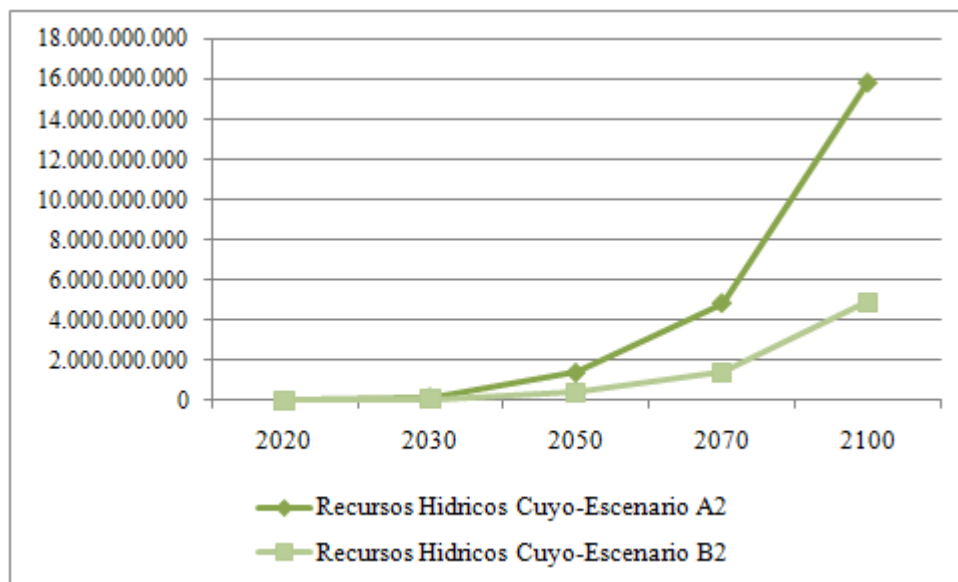
**Tabla 8:** Evolución del Costo Social del Agua (Acumulado en U\$S del año 2005) en los Ríos de la Región de Cuyo, para el escenario B2, a las diferentes tasas de descuento utilizadas en el ERECCS-Argentina.

Cuenca de Mendoza y San Juan- Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	2.054.125	48.672.033	401.584.585	1.383.831.431	4.877.694.736
0,5%	1.954.188	44.875.272	344.778.632	1.103.599.652	3.476.468.272
2%	1.685.098	35.303.037	221.077.936	575.308.263	1.335.305.944
4%	1.387.694	25.857.068	126.078.030	258.024.455	433.199.753

Fuente: Elaboración propia basado en los Informes Sectoriales respectivos (Boninsegna, J.; Llop, A.).

<sup>39</sup> Para hallar los correspondientes valores en U\$S del año 2005, se multiplicó el Costo Social del Agua que surge del Estudio Sectorial respectivo (Llop, A.), expresado en \$ del año 2005, por el Tipo de Cambio promedio anual del año 2005.

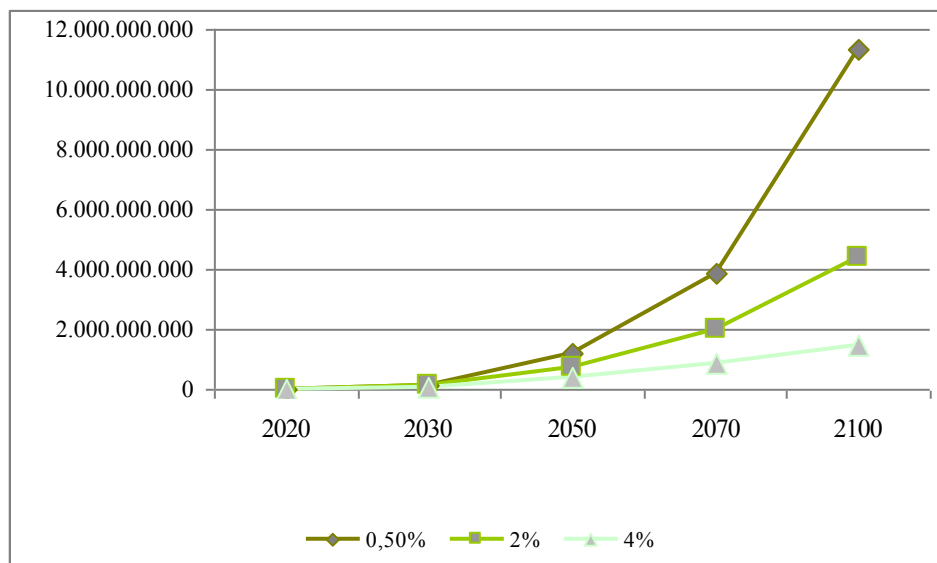
**Gráfico 4:** Evolución del Costo Social del Agua (Acumulado en U\$S del año 2005) en los Ríos de la Región de Cuyo, para los Escenarios A2 y B2, para una tasa de descuento de 0%



Fuente: Elaboración propia, basado en los Informes Sectoriales respectivos (Boninsegna, J.; Llop, A.).

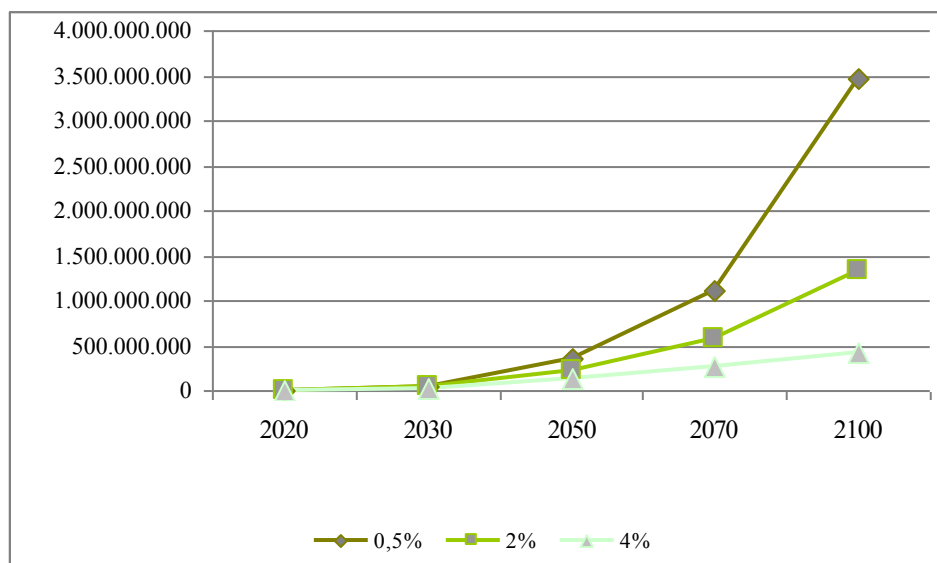
Tal como se puede apreciar claramente en las Tablas y Gráficos anteriores, hay una diferencia notable entre el Costos Social del Agua en el Escenario A2, respecto del B2. Si bien en el primero de ellos, era de esperar un mayor estrés hídrico, la magnitud de la diferencia es muy significativa, llegando a representar en el Escenario A2 más del triple del Costo del calculado en el Escenario B2. De esta forma, para el año 2100, los Costos acumulados del Escenario A2 son entre 224% y 236% mayores que los del Escenario B2, dependiendo de la tasa de descuento utilizada (mayor diferencia a mayor tasa de descuento). Es notable cómo esta diferencia entre Escenarios cae (para todas las tasas de descuento utilizadas) desde el año 2020 al 2030, para crecer a partir de ese momento hasta el 2070 y luego volver a caer en el año 2100. Este comportamiento está relacionado con una situación que se repitió en todos los estudios relacionados con los caudales y la disponibilidad de los recursos hídricos, como consecuencia de los datos suministrados por el INPE, principalmente las extrapolaciones realizadas para suministrar datos climáticos en los años de corte intermedios. Estos datos, muestran que las condiciones de estrés hídrico se profundizan fundamentalmente durante el período 2030-2070. Por el contrario, tanto en la representación de la situación del clima actual como en el final del período, se presentan condiciones más húmedas.

**Gráfico 5:** Evolución del Costo Social del Agua (Acumulado en U\$S del año 2005) en los Ríos de la Región de Cuyo, para el Escenario A2, a las tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%



Fuente: Elaboración propia, basado en los Informes Sectoriales respectivos (Boninsegna, J.; Llop, A.).

**Gráfico 6:** Evolución del Costo Social del Agua (Acumulado en U\$S del año 2005), en los Ríos de la Región de Cuyo, para el Escenario B2, para tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%



Fuente: Elaboración propia, basado en los Informes Sectoriales respectivos (Boninsegna, J.; Llop, A.).

También se observa una sensibilidad muy alta a la tasa de descuento utilizada para medir los valores actuales de los Costos Sociales del Agua obtenidos. Así, mientras en el año 2020 el acumulado de los Costos Sociales del Agua descontados a una tasa del 4% anual representan el 67,56% del valor sin descontar en U\$S constantes del año 2005 (para ambos escenarios), el valor acumulado al año 2100, descontado a esa misma tasa del 4% anual, sólo representa el 8,88% del total en el Escenario B2 y el 9,21% del total en el Escenario A2. Si la tasa de descuento utilizada es del 0,5% anual, los valores antes citados pasan (de representar el 95.13% del valor sin descontar en el año 2020 para ambos Escenarios) a 71,27% del valor acumulado sin descontar al año 2100 (en el Escenario A2) y a 71,63% del mismo en el Escenario B2.

### 3.1.3. Región Litoral (Ríos Paraná y Uruguay)

De acuerdo con el Estudio Sectorial correspondiente (Barros, V.), el Modelo Climático PRECIS proyecta aumentos de la precipitación en casi la totalidad de la Cuenca del Plata que, en algunas zonas llegan a ser de 25% a 50% para fin de siglo. No obstante, varios Modelos Climáticos de Circulación General (MCGs) proyectan aumentos más moderados y algunos otros, incluso, prevén reducciones en las precipitaciones. En el este Estudio se utilizó el modelo hidrológico VIC (Variable Infiltration Capacity) para la simulación de los caudales a partir de los datos climáticos aportados por el INPE. Este modelo representa muy adecuadamente los caudales del Río Uruguay, pero no sucede lo mismo con la Cuenca Superior del Río Paraná, datos que debieron ser ajustados. Otra fuente de incertidumbre consignada por el experto sectorial está relacionada con que, los caudales de la Cuenca del Plata, amplifican notablemente las variaciones no compensadas (tanto de temperatura como de precipitaciones), por causa, principalmente de sus bajas pendientes. Por ello se realizó un estudio de sensibilidad al aumento de la temperatura, manteniendo constante la precipitación.<sup>40</sup>

Tal como se consignó en el párrafo anterior, el modelo PRECIS muestra escenarios con importantes incrementos de precipitación sobre casi toda la cuenca a lo largo del siglo XXI. No obstante, este no es el comportamiento típico observado en la mayoría de los MCGs, que para la Cuenca del Plata dan incrementos, en promedio, más moderados y, algunos de ellos, incluso reducciones. Como este hecho se transforma en una primera fuente de incertidumbre, se sumó un estudio de sensibilidad al análisis de las variables climáticas generadas por el modelo PRECIS. De este modo, a partir del mencionado estudio de sensibilidad realizado en el Informe Sectorial respectivo (en el que se mantiene constante la precipitación y se plantean tres escenarios de calentamiento progresivo), se estimaron los impactos sobre los caudales. A partir de esta información se estimó la potencial pérdida económica como consecuencia de una caída en la Generación Hidroeléctrica disponible a partir de la disminución de los caudales de los Ríos Paraná y Uruguay. De acuerdo con lo consignado en el Estudio Sectorial, se plantearon 3 Escenarios Climáticos Ajustados con los siguientes cambios con respecto al periodo 1990/1999:

- (a) *Escenario Ajustado 1*; con T. mín. + 1° C y T. máx. + 1.5° C,
- (b) *Escenario Ajustado 2*; con T. mín. + 2° C y T. máx. + 3° C; y
- (c) *Escenario Ajustado 3*; con T. mín. + 3.5° C y T. máx. + 5° C.

Esto da como resultado que, en la práctica, se plantee un solo Escenario Climático, que es una combinación de los Escenarios A2 y B2.<sup>41</sup> En la Tabla 9 se presentan los resultados, en términos de impactos sobre los caudales, que surgen de estos Escenarios Ajustados.

<sup>40</sup> Barros, V. "Escenarios de Caudales Medios de los Ríos Paraná y Uruguay". Estudio Sectorial correspondiente al ERECCS-Argentina. Pág. 19.

<sup>41</sup> De acuerdo con la información suministrada por el Experto Sectorial, el Escenario Ajustado 1 puede corresponderse tanto con el Escenario A2 como con el B2 para 2030 (como punto intermedio del periodo 2026/2035), el Escenario Ajustado 2 se corresponde con el A2 a mediados de siglo (2050) y el Escenario Ajustado 3 con el B2 hacia fines del siglo (2070). (V. Barros, comunicación personal).

**Tabla 9:** Caudales y cambios porcentuales respecto del período 1990/1999 para los tres Escenarios Ajustados contemplados. Ríos Uruguay y Paraná.

Estación	1990/1999 (m <sup>3</sup> /s)	Esc. Aj. 1 (m <sup>3</sup> /s)	Variación (%)	Esc. Aj. 2 (m <sup>3</sup> /s)	Variación (%)	Esc. Aj. 3 (m <sup>3</sup> /s)	Variación (%)
Salto Grande (U)	5.900	5.800	-2	5.400	-8	5.000	-15
Posadas (P)	15.900	14.800	-7	13.100	-18	12.000	-25
Corrientes (P)	21.100	18.800	-11	16.300	-23	14.700	-30

Fuente: Informe Sectorial respectivo (Barros, V.).

A los efectos de la valorización monetaria de los impactos esperados del cambio climático en la Cuenca del Plata (circunscripta, en este caso, a la Región del Litoral de los Ríos Paraná y Uruguay), se consideraron las pérdidas de ingreso de las Centrales Hidroeléctricas situadas en ambos Ríos (Yacyretá sobre el Río Paraná, tomando como referencia los caudales de Posadas, y Salto Grande sobre el Río Uruguay) como consecuencia directa de los menores caudales disponibles esperados para la Generación de Electricidad.<sup>42</sup>

Para ello, se efectuó una interpolación lineal entre los caudales determinados por los modelos para los diferentes años de corte, a los fines de representar que los caudales van cayendo paulatinamente y no bajo la forma de un brusco salto de un año de corte a otro. La caída en los caudales implica una menor generación de electricidad y esta merma fue valorizada tomando el mismo precio medio que se utilizó en el caso de los Ríos del Comahue y los valores se convirtieron a U\$S del año 2005. Los resultados así obtenidos fueron acumulados año a año y se les aplicaron las Tasas de Descuento correspondientes.

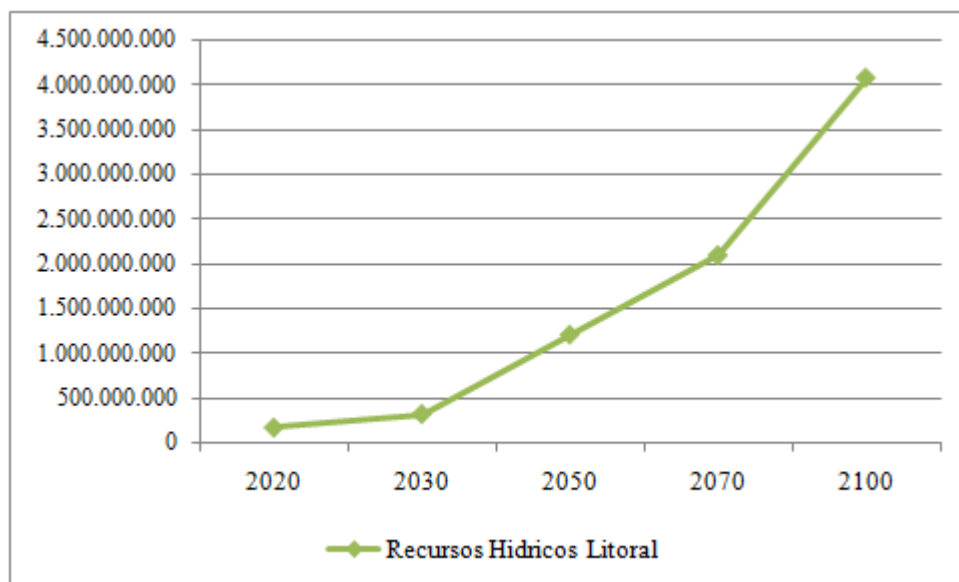
Los resultados de estas estimaciones se presentan en la Tabla 10 y en los Gráficos 7 y 8.<sup>43</sup>

Tal como se puede apreciar en la Tabla 10 y los Gráficos 7 y 8, los valores acumulados crecen notablemente a partir del año 2050 y, principalmente, después del año 2070 en consonancia con la mayor magnitud de los impactos acumulados observados, a partir de dichos años. Como los principales impactos se dan en los períodos más alejados en el tiempo, la tasa de descuento tiene un peso muy importante en la determinación del valor monetario de los impactos. Así, el valor económico acumulado al año 2100 sin actualizar es más de 7 veces y media mayor que el mismo monto actualizado con una tasa de descuento del 4% y, si se toma una tasa de descuento del 0,5% el valor resultante es más de 5 veces y media mayor al valor económico acumulado actualizado al 4%.

<sup>42</sup> No se incluyeron otras pérdidas relacionadas con los diversos perjuicios que pueden estar vinculados con la falta de generación eléctrica. Tampoco están incluidos los costos de la generación alternativa necesaria para suplir la menor producción de electricidad por la caída de los caudales. Estos últimos costos, en realidad, tendrían que ser tomados como costos correspondientes a las medidas de adaptación necesarias dado el impacto del Cambio Climático sobre los caudales.

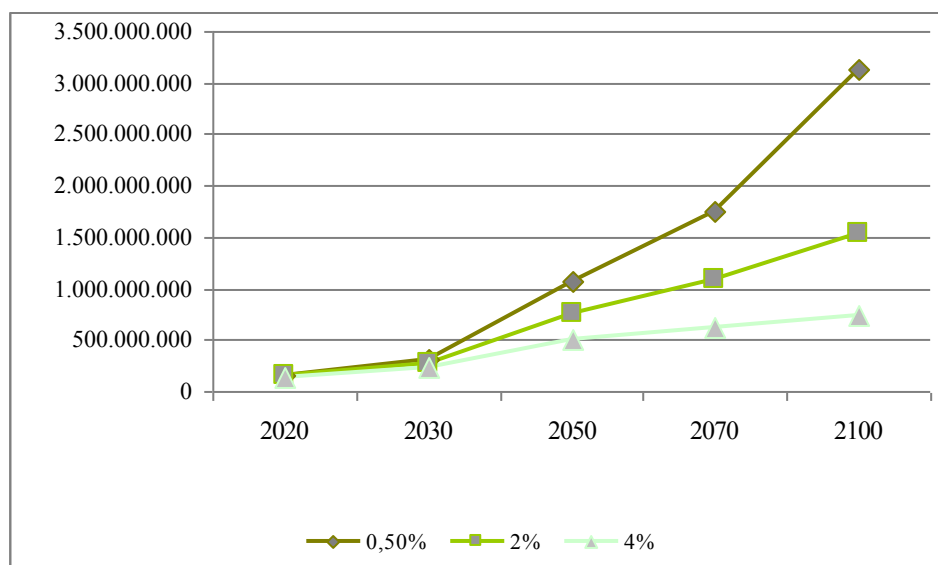
<sup>43</sup> Los cálculos se efectuaron en \$ del año 2005 y se multiplicaron por el Tipo de Cambio promedio de ese año para llevarlos a U\$S del 2005.

**Gráfico 7:** Valorización monetaria de las pérdidas acumuladas por menor Generación de Energía Hidroeléctrica en la Cuenca del Plata para ambos escenarios y una tasas de descuento de 0% (en U\$S del año 2005).



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Barros, V.).

**Gráfico 8:** Valorización monetaria de las pérdidas acumuladas por menor Generación de Energía Hidroeléctrica en la Cuenca del Plata para ambos escenarios, para tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%. (en U\$S del año 2005).



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Barros, V.).

**Tabla 10:** Valorización monetaria de las pérdidas acumuladas por menor Generación de Energía Hidroeléctrica en la Cuenca del Plata para ambos escenarios y las diferentes tasas de descuento (en U\$S del año 2005)

Tasas de descuento	Escasez hídrica Litoral				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	49.173.288	170.381.871	787.104.309	1.907.087.244	4.361.344.130
0,5%	47.572.047	159.501.877	685.288.951	1.553.449.411	3.231.608.589
2%	43.163.017	131.617.282	460.470.181	869.859.896	1.418.381.636
4%	38.091.271	103.238.747	282.891.054	437.419.279	567.243.095

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Barros, V.).

### 3.2. Sector Agropecuario

El Estudio Sectorial correspondiente a los Impactos Esperados del Cambio Climático en el Sector Agrícola, comprende buena parte de las Regiones Pampeana y Chaqueña, que constituyen la mayor parte de la zona apta para la producción de cultivos extensivos en la República Argentina. En el mismo, se evaluaron los impactos del clima futuro sobre la producción de cultivos mediante la utilización de modelos biofísicos (calibrados y validados para las condiciones argentinas) de estimación de desarrollo, crecimiento y rendimiento final de los cultivos de trigo, soja y maíz. Estos resultados de cambios en los rendimientos esperados fueron la base de la valorización económica efectuada en el presente Informe. En el Estudio Sectorial se desarrollaron dos hipótesis. Ambas implican situaciones muy diferentes entre sí (que, a su vez, suponen escenarios suficientemente contrastados): (a) la primera situación, supone que, tanto el área sembrada como la proporción de cada uno de los cultivos sobre el total de los mismos, se mantienen constantes, a pesar de los cambios en el clima (lo que implica un aumento de la producción total de los tres cultivos hasta mediados de siglo, bajo el Escenario A2 ó hasta fines del mismo, en el Escenario B2 debido exclusivamente a un incremento en los rendimientos por hectárea de los cultivos analizados) y (b) la segunda, considera la posibilidad de que las nuevas condiciones climáticas volvieran factible un aumento en la superficie sembrada hasta mediados de siglo y un cambio en la proporción de los cultivos (con menor superficie dedicada a la soja en el Escenario B2). Esta última opción, se corresponde con importantes aumentos en la producción total (aunque con una tendencia al estancamiento hacia mediados de siglo) y mayores volúmenes en el Escenario B2.

Para la valorización económica de los impactos del cambio climático en este Sector, se consideró el aumento de la productividad, neto de la mayor demanda de nutrientes, de modo que se consideraron tanto la variación esperada en la producción (en toneladas) de cada uno de los cultivos estudiados (Trigo, Maíz y Soja) como los requerimientos de nutrientes por parte de cada uno de estos cultivos. En lo concerniente a la valorización de los cambios en la productividad de los cultivos, se tuvieron en cuenta las dos situaciones estudiadas: (a) la variación de la producción en toneladas suponiendo que las hectáreas sembradas quedan fijas y se mantiene la proporción de cultivos y (b) la variación de la productividad (en toneladas) en el caso de las hectáreas proyectadas por el aumento en la superficie sembrada, a la que se suma un cambio en la proporción de los cultivos desarrollados.

En el primero de las dos situaciones propuestas, los impactos sobre los rendimientos son los que se presentan en las Tablas 11 y 12, para los Escenarios A2 y B2, respectivamente.



**Tabla 11:** Cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2, en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de cultivos. Los años de corte son los que surgen del modelo de prospectiva utilizado en el Informe Sectorial respectivo. Para el período 2080-2100 se utiliza la misma tasa de cambio en los rendimientos vigente al año 2080.

Agricultura – Escenario A2				
Cultivos	2000	2020	2050	2080
Trigo	0	-79.800	414.960	478.800
Maíz	0	208.000	286.000	260.000
Soja	0	3.942.400	6.585.600	6.272.000
TOTAL	0	4.070.600	7.286.560	7.010.800

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Tabla 12:** Cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario B2, en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de cultivos. Los años de corte son los que surgen del modelo de prospectiva utilizado en el Informe Sectorial respectivo. Para el período 2080-2100, se utiliza la misma tasa de cambio en los rendimientos vigente al año 2080.

Agricultura – Escenario B2				
Cultivos	2000	2020	2050	2080
Trigo	0	95.760	119.700	478.800
Maíz	0	5.200	10.400	0
Soja	0	3.001.600	5.913.600	8.512.000
TOTAL	0	3.102.560	6.043.700	8.990.800

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

En lo referido a la extracción y/o reposición de nutrientes del suelo se consideró el requerimiento de nutrientes, para cada uno de los cultivos, de acuerdo con lo que se consigna en la Tabla 13. De este modo, para el cálculo de los costos de la reposición de nutrientes se utilizaron los tipos de fertilizantes y sus correspondientes precios, de acuerdo con la Tabla 14.

**Tabla 13:** Extracción de nutrientes por tonelada producida según cada cultivo

Cultivo	N (kg. ton-1)	P (kg. ton-1)	S (kg. ton-1)
Maíz	15,00	3,00	2,00
Trigo	20,00	4,00	1,00
Soja	60,00	6,75	5,00

Fuente: Comunicación personal de los expertos del Sector Agrícola (Taboada, M.; Travasso, M. I.)a

**Tabla 14:** Valor del kg. de fertilizante para cada cultivo

Precios fertilizantes		
Cultivo	Fertilizante	US\$ kg. <sup>-1</sup>
Maíz	Urea	0,455
Trigo	Fosfato Di-Amónico (PDA)	0,625
Soja	Súper Fosfato Triple (SFT)	0,650

Fuente: Comunicación personal de los expertos del Sector Agrícola (Taboada, M.; Travasso, M. I.).

Los requerimientos de nutrientes, como consecuencia de la extracción de los mismos, se supusieron en función directa con la producción de cada uno de los cultivos. Así, a mayores rendimientos, mayor será el requerimiento de los mismos para cada cultivo. No obstante; en el caso de una disminución de los rendimientos, no habría un requerimiento adicional de nutrientes, por lo tanto los gastos de reposición necesarios se consideraron como iguales a cero. Para el cálculo de los ingresos por mayor productividad de los cultivos, se utilizó el promedio del precio FOB (US\$ por tonelada) correspondiente al año 2005, publicado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (Tabla 15), para aplicar a las toneladas adicionales obtenidas como consecuencia de los mayores volúmenes producidos.

**Tabla 15:** Precio promedio FOB en US\$ del 2005

Cultivo	Precio promedio FOB en US\$ del 2005
Trigo	147,82
Maíz	86,74
Soja	229,76

Fuente: SAGPyA.

En la Tabla 16 se consignan los resultados en US\$ del año 2005 para el Escenario A2 y en la Tabla 17, los correspondientes al Escenario B2.<sup>44</sup>

En el Gráfico 9 se presentan los resultados acumulados correspondientes a ambos Escenarios (siempre en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas y lo mismo sucede con la proporción correspondiente a cada uno de los cultivos. Estos valores están medidos en US\$ del año 2005, sin descontar.

**Tabla 16:** Valor acumulado neto del aumento en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2, en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de cultivos (en US\$ del año 2005)

Tasas de descuento	Agricultura- Escenario A2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-894.470.508	-10.738.093.411	-36.372.083.737	-67.295.893.277	-112.127.849.845
0,5%	-850.952.676	-9.956.762.825	-31.917.336.407	-55.971.285.240	-86.779.921.315
2%	-733.777.361	-7.967.064.465	-21.906.196.550	-33.366.805.039	-43.587.855.007
4%	-604.272.225	-5.968.150.382	-13.736.102.702	-18.120.774.341	-20.586.740.133

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

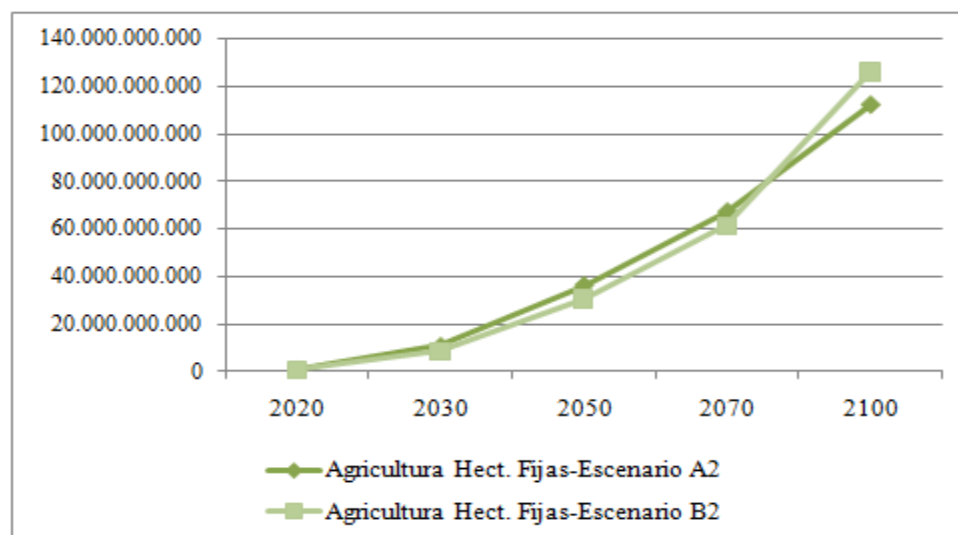
<sup>44</sup> Lo que se presenta es el resultado neto del valor acumulado de los aumentos en la productividad de los cultivos ponderados por sus respectivos precios internacionales (que representan un beneficio) deducidos los costos por mayores requerimientos de nutrientes como consecuencia de esa mayor producción (que representan un costo). A los fines de la presentación y posterior agregación de los resultados, se consignan los valores netos con signo negativo (a pesar de ser un beneficio), teniendo en cuenta que en el resto de los sectores se está midiendo el valor de los daños esperados como consecuencia del cambio climático. Así, estos potenciales beneficios aparecen reduciendo los costos que, en general, trae como consecuencia el cambio en las condiciones del clima prevalecientes en la actualidad.

**Tabla 17:** Valor acumulado neto del aumento en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario B2, en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de los cultivos (en U\$S del año 2005).)

Agricultura- Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-690.837.889	-8.517.337.801	-30.543.582.125	-61.482.565.722	-126.259.971.157
0,5%	-657.227.203	-7.895.576.291	-26.751.473.934	-50.760.803.338	-95.028.238.168
2%	-566.727.688	-6.312.970.800	-18.254.864.180	-29.614.826.375	-44.060.148.445
4%	-466.705.324	-4.724.355.468	-11.359.645.600	-15.666.750.235	-19.078.969.145

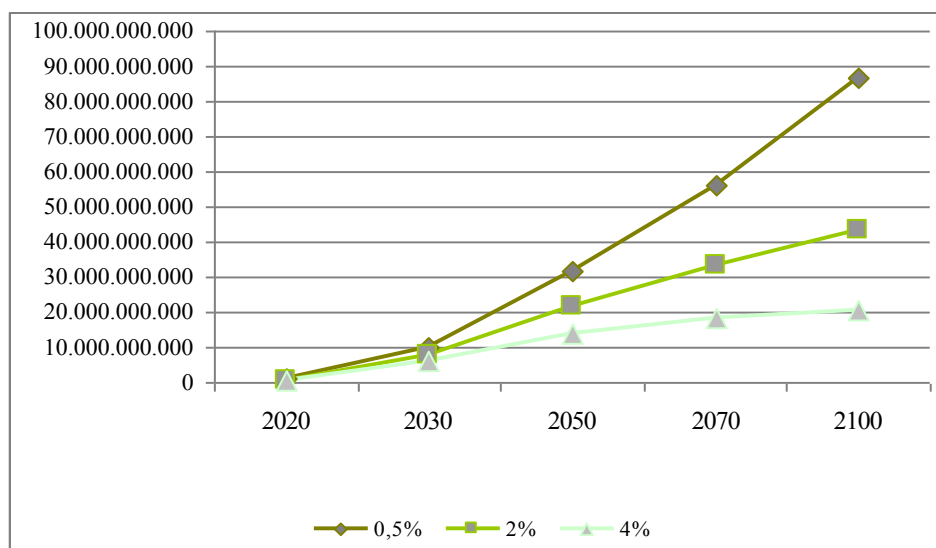
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Gráfico 9:** Evolución del valor acumulado neto del cambio en la productividad de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para los Escenario A2 y B2, en el caso en que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de cultivos (en U\$S del año 2005), con una tasa de descuento del 0%



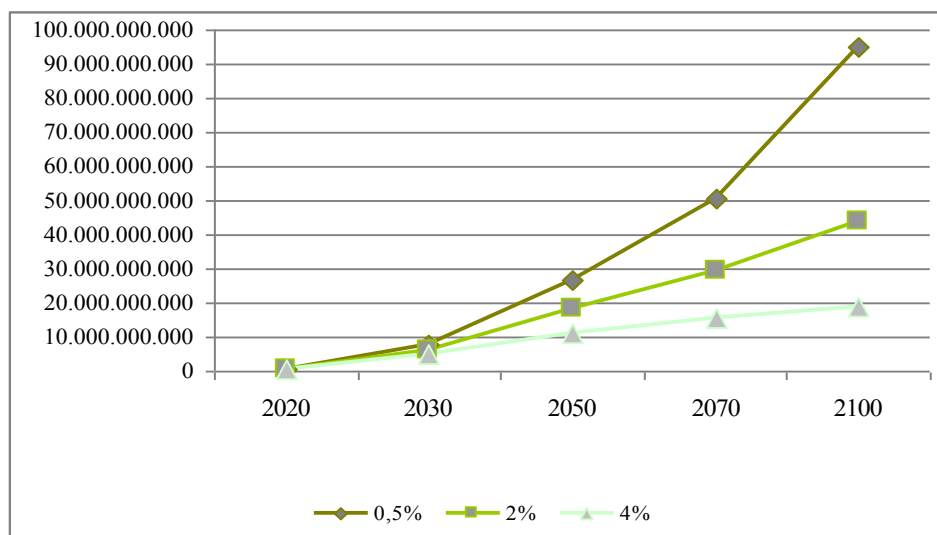
Fuente: Elaboración Propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Gráfico 10:** Evolución del valor acumulado neto del cambio en la productividad de los tres cultivos más significativos, considerando los efectos benéficos del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2; en el caso en que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de cultivos, con tasas de descuento del 0,5%; 2% y 4%. (Valores en U\$S del año 2005).



Fuente: Elaboración Propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Gráfico 11:** Evolución del valor acumulado del cambio en la productividad de los tres cultivos más significativos considerando los efectos benéficos del CO<sub>2</sub> para el Escenario B2; en el caso en que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción de cultivos, con tasas de descuento del 0,5%; 2% y 4%.



Fuente: Elaboración Propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

En los Gráficos 10 y 11, por su parte, se pueden observar los resultados para el Escenario A2 (Gráfico 10) y el Escenario B2 (Gráfico 11), de los valores netos acumulados, expresados en U\$S del año 2005 y descontados a tasas del 0,5%; 2% y 4%, correspondientes al caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas permanecen fijas al igual que la proporción correspondiente a cada uno de los cultivos.

Como contrapartida, en las Tablas 18 y 19 se consignan los cambios en los rendimientos (medidos en toneladas) que surgen del Informe Sectorial respectivo, para la hipótesis de aumento en la superficie sembrada y cambios en la proporción existente entre los diversos cultivos.

**Tabla 18:** Cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2, en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas aumentan y cambian las proporciones de los cultivos. Los años de corte son los que surgen del modelo de prospectiva utilizado en el Informe Sectorial respectivo. Para el período 2080-2100 se utiliza la misma tasa de cambio en los rendimientos vigente al año 2080.

Agricultura – Escenario A2				
Cultivos	2000	2020	2050	2080
Trigo	0	3.542.000	9.033.360	9.130.800
Maíz	0	18.553.600	28.543.450	28.489.500
Soja	0	19.783.680	35.490.000	35.000.000
TOTAL	0	41.879.280	73.066.810	72.620.300

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Tabla 19:** Cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario B2, en el caso en el que se suponen que las hectáreas sembradas aumentan y cambian la proporción de los cultivos. Los años de corte son los que surgen del modelo de prospectiva utilizado en el Informe Sectorial respectivo. Para el período 2080-2100, se utiliza la misma tasa de cambio en los rendimientos vigente al año 2080.

Agricultura – Escenario B2				
Cultivos	2000	2020	2050	2080
Trigo	0	3.757.600	6.608.000	7.112.000
Maíz	0	42.263.650	58.533.800	58.500.000
Soja	0	7.483.000	21.761.600	25.172.000
TOTAL	0	53.504.250	86.903.400	90.784.000

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

Por su parte, en las Tablas 20 y 21; y en los Gráficos 12 a 14, se presentan los resultados correspondientes al caso en que se supone que los cambios esperados en el clima permiten un aumento de la superficie sembrada y un cambio en la proporción que le corresponde a cada uno de los cultivos, expresados en U\$S del año 2005. En la Tabla 20 y el Gráfico 13 se muestran los valores netos acumulados correspondientes al Escenario A2, para los diversos años de corte y las distintas tasas de descuento utilizadas. En la Tabla 21 y el Gráfico 14, se consignan los valores netos acumulados referidos al Escenario B2, también, para los distintos años de corte tomados en consideración y las diferentes tasas de descuento que se aplicaron. El Gráfico 12, por su parte, muestra los valores netos acumulados para ambos Escenarios, para los diversos años de corte expresados en U\$S del año 2005, sin descontar (o sea, aplicando una Tasa de Descuento del 0%). Tal como se puede apreciar, hay una diferencia notable entre ambas situaciones: la que considera fijas la cantidad de hectáreas sembradas y la proporción de cultivos implantados y aquella que considera que los cambios esperados en el clima posibilitarán un aumento de la superficie sembrada y un cambio en la proporción de los cultivos que se desarrollen.

**Tabla 20:** Valor acumulado neto del aumento en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando los efectos benéficos del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2, en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y cambian las proporciones de los cultivos (en U\$S del año 2005).

Agricultura- Escenario A2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-6.557.434.461	-78.731.204.280	-266.586.588.439	-500.839.104.737	-849.708.370.607
0,50%	-6.238.401.771	-73.003.483.479	-233.927.841.946	-416.106.903.976	-655.756.121.692
2%	-5.379.380.211	-58.417.178.773	-160.542.029.710	-247.295.191.696	-326.708.544.308
4%	-4.429.967.761	-43.762.660.419	-100.661.740.054	-133.829.178.478	-152.960.445.820

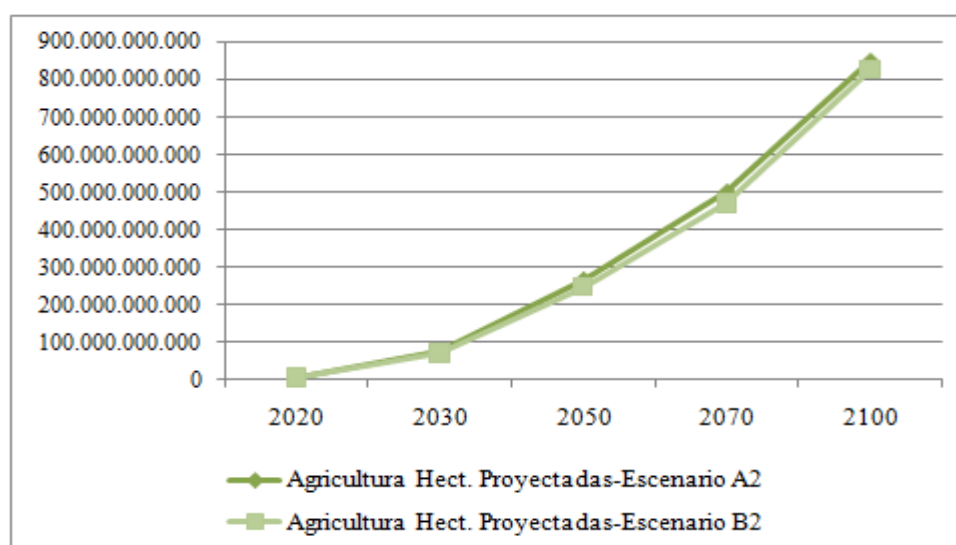
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Tabla 21:** Valor acumulado neto del aumento en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando los efectos benéficos del CO<sub>2</sub>, para el Escenario B2, en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y cambian la proporción de los cultivos (en U\$S del año 2005).

Agricultura- Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-5.840.775.968	-70.844.426.960	-248.765.666.713	-471.657.271.343	-827.857.955.198
0,5%	-5.556.610.189	-65.682.476.802	-218.018.169.413	-391.282.966.221	-635.705.573.508
2%	-4.791.470.636	-52.539.963.702	-149.063.190.464	-231.460.327.599	-312.199.097.555
4%	-3.945.818.962	-39.341.293.756	-93.006.739.728	-124.453.994.419	-143.826.412.716

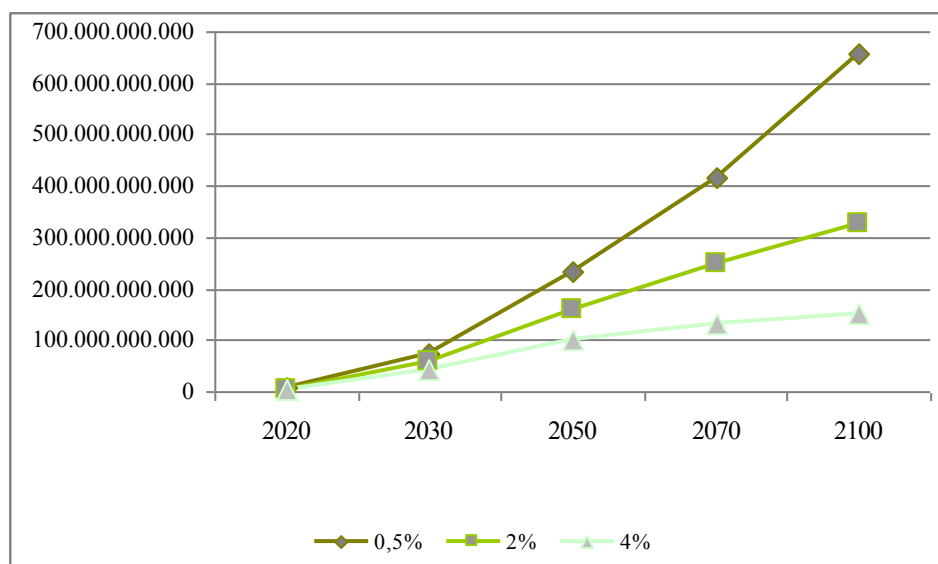
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Gráfico 12:** Evolución del valor neto del cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para ambos Escenarios (A2 y B2), en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y cambian la proporción de los cultivos (en U\$S del año 2005). Valores sin descontar (Tasa de Descuento del 0%).



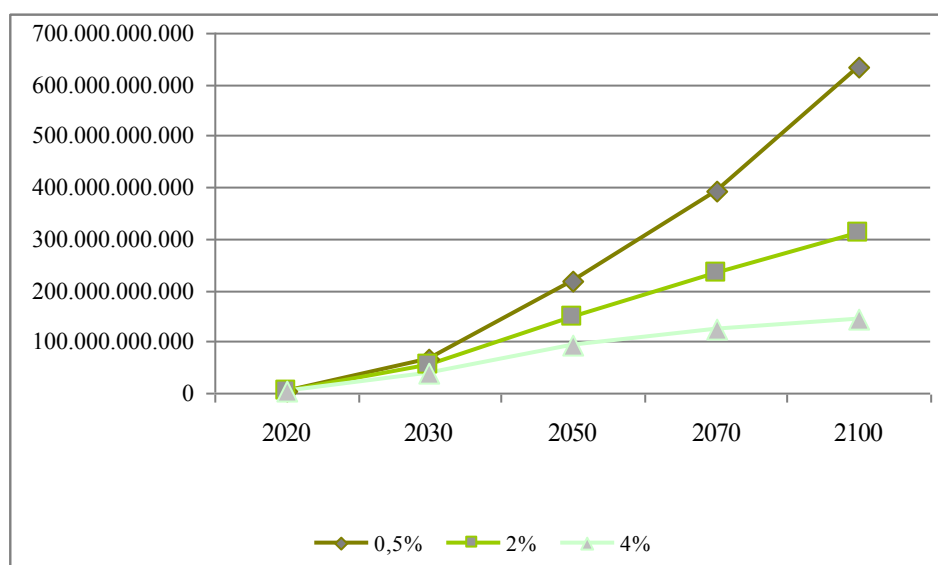
Fuente: Elaboración Propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Gráfico 13:** Evolución del valor neto del cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2, en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y cambian la proporción de los cultivos, con tasas de descuento del 0,5%; 2% y 4%. (en U\$S del año 2005).



Fuente: Elaboración Propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

**Gráfico 14:** Evolución del valor neto del cambio en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando el efecto benéfico del CO<sub>2</sub>, para el Escenario B2, en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y cambian la proporción de los cultivos, con tasas de descuento del 0,5%; 2% y 4%. (en U\$S del año 2005).



Fuente: Elaboración Propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).

Tal como surge de la comparación, entre sí, de las Tablas 16 y 17 con las Tablas 20 y 21; y de los Gráficos 9 a 14, existe un singular aumento en la producción de los tres cultivos analizados, aún descontando los nutrientes necesarios para conseguir dicho aumento en la producción. Este crecimiento notable en la producción tiene su correlato en un incremento muy importante de los valores netos acumulados de los ingresos obtenidos en el caso en el que se supone que se amplían las hectáreas

sembradas y cambia la proporción entre los cultivos. En este segundo caso, los valores netos acumulados al año 2100 (medidos en U\$S del 2005) resultan casi 7 veces y media superiores, al caso en que se suponen las hectáreas fijas al igual que la proporción en los cultivos, en el Escenario A2, utilizando una Tasa de Descuento del 4% y más de 7 veces y media, para la misma situación, pero en el Escenario B2. No obstante, las mayores diferencias entre una situación y otra se encuentran en el Escenario B2 a los comienzos del período bajo análisis, en tanto el valor del aumento del ingreso neto acumulado al año 2020 de dicho escenario, comparado con su igual de la situación de “hectáreas y proporción de cultivos fijas” resulta casi 8 veces y media superior.

Si, en cambio, se comparan los Escenarios A2 con los B2 al interior de ambas situaciones (hectáreas y proporción de cultivos fijas contra hectáreas y proporción de cultivos cambiantes), los valores correspondientes al Escenario A2 son superiores a los obtenidos en los Escenarios B2, en todos los años, en ambas situaciones y a las diferentes Tasas de Descuento, con excepción del caso de hectáreas y proporciones de cultivos fijos, en el año 2100 y a las Tasas de Descuento más bajas (0%; 0,5% y 2%). Es interesante observar que los resultados obtenidos en las Tablas 16-17 y 20-21 y en los Gráficos 12 a 14 no cambian significativamente si se mantiene el aumento de las hectáreas sembradas proyectadas pero se mantiene fija la proporción de cada cultivo sobre el total de los mismos, en lugar de utilizar la hipótesis que plantea el cambio en la proporción de las hectáreas sembradas con cada uno de los cultivos como consecuencia de los cambios en el clima.

Tal como se puede observar si se comparan las Tablas 22 y 23 con las Tablas 20 y 21; en el Escenario A2 casi no hay diferencias entre ambas situaciones, mientras que en el Escenario B2, existe una diferencia de entre 6,8% y 7,44% (dependiendo del año de corte) entre la situación en la que cambia la estructura de los cultivos y la que no lo hace. Los valores que se obtienen en este último caso son mayores, debido fundamentalmente a la mayor participación del cultivo de soja respecto de la situación con la que se la compara. De este modo, se puede concluir que el factor que explica el significativo crecimiento en los valores monetarios resultantes, entre la hipótesis en que el crecimiento de la productividad está dada exclusivamente por el aumento de los rendimientos y aquella en la que aumenta la superficie sembrada (tanto cuando varía la proporción entre cultivos como cuando no lo hace), es fundamentalmente el aumento supuesto en la superficie sembrada más que el resto de las variables tomadas en consideración.

**Tabla 22:** Valor acumulado neto del aumento en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando los efectos benéficos del CO<sub>2</sub>, para el Escenario A2, en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y se mantienen fijas las proporciones de los cultivos (en U\$S del año 2005).

Tasas de descuento	Agricultura- Escenario A2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-6.528.792.535	-78.288.726.268	-267.063.117.730	-503.264.282.984	-854.979.104.997
0,5%	-6.211.153.333	-72.591.753.261	-234.284.448.417	-417.979.175.175	-659.583.682.190
2%	-5.355.883.856	-58.084.338.056	-160.660.869.258	-248.136.058.765	-328.197.916.003
4%	-4.410.618.302	-43.510.104.685	-100.634.547.160	-134.078.165.267	-153.365.837.498

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Murgida & Travasso).



**Tabla 23:** Valor acumulado neto del aumento en la productividad (en toneladas) de los tres cultivos más significativos, considerando los efectos benéficos del CO<sub>2</sub>, para el Escenario B2, en el caso en el que se supone que las hectáreas sembradas aumentan y se mantienen fijas las proporciones de los cultivos (en U\$S del año 2005).

Tasas de descuento	Agricultura- Escenario B2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	-6.237.033.326	-76.115.205.815	-266.790.876.425	-503.686.291.687	-885.847.178.756
0,5%	-5.933.588.811	-70.565.727.964	-233.850.427.114	-417.988.008.615	-680.192.111.271
2%	-5.116.539.685	-56.437.792.863	-159.951.943.324	-247.501.247.260	-334.082.107.316
4%	-4.213.516.235	-42.251.707.450	-99.841.780.502	-133.246.253.189	-154.010.710.856

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (murgida & Travasso).

### 3.3. Bosques, Biodiversidad y Otros Usos del Suelo

#### 3.3.1. Bosques del Noroeste Argentino

De acuerdo con el Estudio Sectorial respectivo (Grau; Gasparri & Torres), los Escenarios Climáticos elaborados en oportunidad del desarrollo del Proyecto ERECCS muestran que gran parte del Sector Norte del Chaco Argentino será apto para la agricultura en gran escala. En consecuencia, puede esperarse que, en las próximas décadas, se deforesten varios millones de hectáreas, lo que implica una sostenida emisión de CO<sub>2</sub> y otros GEI a la atmósfera. La deforestación seguramente implicará un fuerte impacto sobre la Biodiversidad de la Región, en tanto determinará una ruptura de la conectividad entre la Región del Chaco y las Yungas y crecientes discontinuidades como consecuencia de la expansión agrícola en Formosa y Norte de Santiago del Estero. Esta dinámica sumada a los efectos esperados del Cambio Climático en la Región, muy probablemente ejerzan fuertes impactos sobre su Biodiversidad.

El Estudio asume una tasa de deforestación igual a la registrada durante el período 1972-2007 (56.530 ha. por año), que se extiende hasta el año 2050. Hasta ese momento, se estima que se pueden deforestar cerca de 2 millones de ha. de bosques. Los Escenarios Climáticos desarrollados muestran que una parte significativa de la zona en cuestión tendrá aptitud agrícola en las próximas décadas, por lo que se supone que se producirá un Cambio en el Uso del Suelo hacia la agricultura. También se plantea que los principales factores limitantes para la expansión agrícola provendrán de factores socioeconómicos más que climáticos. Ambos impactos esperados (los atribuibles a los Cambios Climáticos y los originados en la deforestación) pueden llevar a que ciertas especies experimenten cambios importantes en su distribución e incluso en sus posibilidades de supervivencia.

En este sentido, para valorizar económicamente los impactos del cambio climático y la deforestación sobre los Bosques del Noroeste Argentino (NOA), se tomaron en consideración las situaciones que pueden asociarse a la pérdida de Bienes y Servicios Ambientales suministrados por el bosque, tomándose como punto de partida la tasa de deforestación anual estimada en el Estudio respectivo, hasta el año 2050.<sup>45</sup> Los Bienes y Servicios Ambientales considerados, fueron: (a) la Protección de los Recursos Hídricos, (b) la Regulación del Clima, (c) la Protección frente a Inundaciones y Crecidas Extraordinarias, (d) la Formación de Suelos, (e) el Control Biológico, (f) la Recreación, (g) la Obtención de Medicinas Naturales, (h) los Costo de Reposición del Bosque Deforestado e (i) la Pérdida de Biodiversidad en términos de Flora.<sup>46</sup> Además, se tomó como año límite del proceso de deforestación el

<sup>45</sup> La valorización económica de los aumentos en la producción asociados a la mayor aptitud agrícola que puede resultar de los Escenarios Climáticos A2 y B2 se supone incluida en el análisis efectuado en el Estudio Sectorial correspondiente a los Impactos del Cambio Climático sobre la Agricultura y no se incluyen aquí para evitar duplicar dichos valores.

<sup>46</sup> Si bien los impactos sobre la regulación del Ciclo de los Nutrientes se consideran de particular importancia, no se encontró información fidedigna para llevar a cabo la valorización monetaria correspondiente.

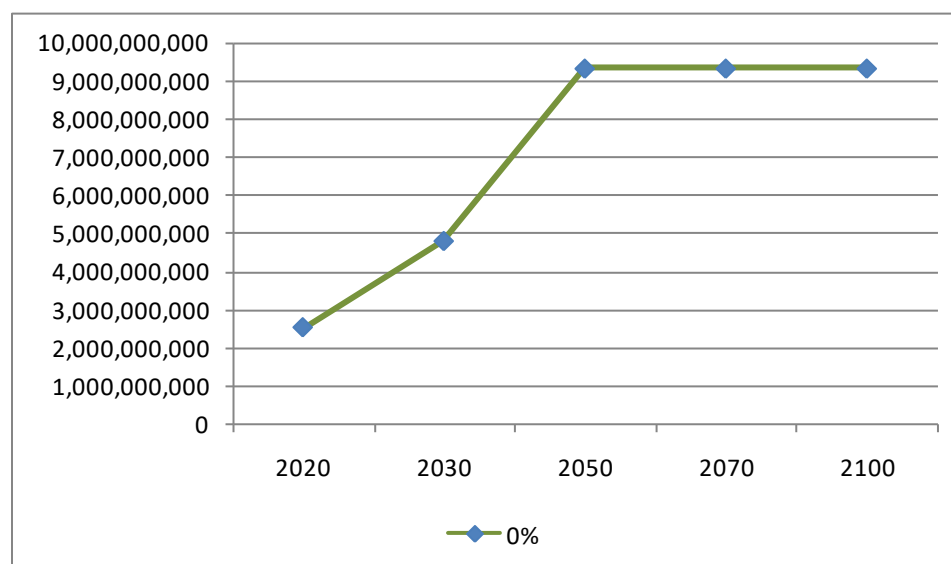
año 2050, tal como surge del Estudio Sectorial respectivo.<sup>47</sup> Los resultados de agregados de estos cálculos son los que se presentan en la Tabla 24 y los Gráficos 15 y 16.

**Tabla 24:** Valorización monetaria acumulada (en U\$S del año 2005) de las Pérdidas en Bienes y Servicios Ambientales de los Bosques del Noroeste Argentino, para ambos Escenarios (A2 y B2) y las diferentes Tasas de Descuento

Bosques NOA-Parque Chaqueño Semiárido					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	2.507.525.810	4.787.094.727	9.346.232.563	9.346.232.563	9.346.232.563
0,50%	2.446.071.335	4.556.269.943	8.473.665.524	8.473.665.524	8.473.665.524
2%	2.275.599.050	3.955.378.813	6.463.826.913	6.463.826.913	6.463.826.913
4%	2.076.891.483	3.325.965.444	4.736.856.106	4.736.856.106	4.736.856.106

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Grau, Gasparri & Torres).

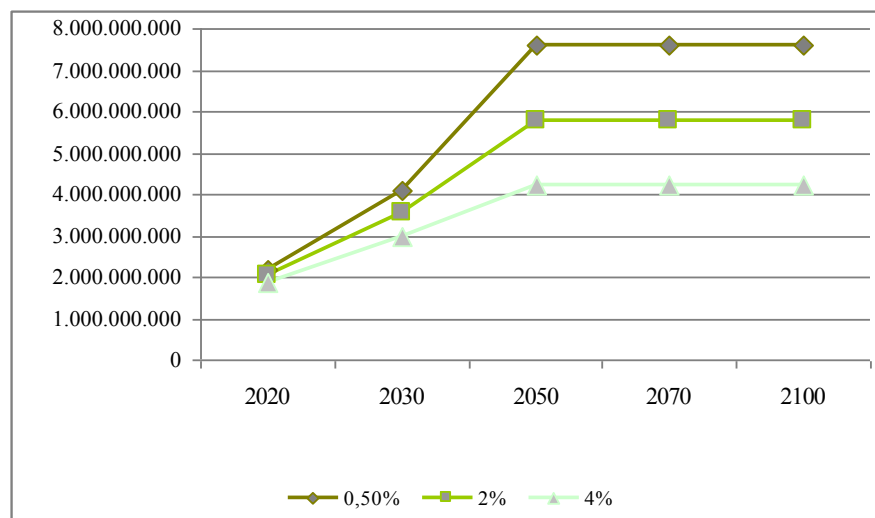
**Gráfico 15:** Valorización económica acumulada (en U\$S del año 2005) de las Pérdidas en Bienes y Servicios Ambientales de los Bosques del Noroeste Argentino,, para ambos Escenarios y una Tasa de Descuento de 0%



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Grau, Gasparri & Torres).

<sup>47</sup> Esta información, a su vez, concuerda con lo tomado en consideración en los restantes Informes Sectoriales vinculados con éste: (a) Impactos del Cambio Climático sobre la Agricultura (Murgida & Travasso); (b) Escenarios de Emisiones y Mitigación en Agricultura (Taboada) y (c) Escenarios de Emisiones y Mitigación en Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura –USCUSS- y Reducciones Evitadas por Deforestación y Degradación –REDD- (Ginzo).

**Gráfico 16:** Valorización económica acumulada (en U\$S del año 2005) de las Pérdidas en Bienes y Servicios Ambientales de los Bosques del Noroeste Argentino, para ambos Escenarios, para Tasas de Descuento de 0,5%; 2% y 4%.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Grau, Gasparri & Torres).

En tanto se asume que el proceso de deforestación culmina en 2050, los valores acumulados alcanzan su máximo ese año y quedan constantes a partir de allí, por cuanto se supone que, al detenerse dicho proceso, se dejan de sufrir pérdidas debidas a la desaparición y/o al deterioro en la calidad de Bienes y Servicios Ambientales asociados al Bosque. De allí la forma aplanada que presenta la curva de Costos Acumulados a partir del año 2050. Este hecho también determina que la influencia de las Tasas de Descuento sólo se haga sentir hasta ese año, determinando que la relación de los valores monetarios acumulados (medidos en U\$S del año 2005) sin descontar sean casi el doble de los valores descontados a una Tasa del 4%, desde el año 2050 en adelante. Tomando el valor acumulado al año 2020, la diferencia entre los valores descontados a ambas tasas es de sólo alrededor del 21%. Si se toma la tasa del 0,5%, los valores acumulados al año 2020 que se obtienen resultan alrededor de 18% superiores a los que surgen de aplicar una tasa de descuento del 4%. Hacia el año 2050 y desde allí hasta el fin del período analizado, esa diferencia entre los valores acumulados, descontados a ambas tasas, llega a casi el 80%.

A continuación se desagrega en forma más detallada cada uno de los componentes de los Costos Acumulados obtenidos.

### a) Protección de recursos hídricos

Para determinar el Costo Económico de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre el deterioro en este servicio que brinda el bosque, se comenzó por utilizar un modelo que relaciona el Costo de Oportunidad del Uso de la Tierra con la Demanda de Agua por parte de la población de la Región estudiada.<sup>48</sup> El Valor de la Vegetación que provee el Servicio de Protección del Recurso Hídrico se estimó aplicando la siguiente Fórmula (1):<sup>49</sup>

<sup>48</sup> Ver Motto (2001).

<sup>49</sup> Ver llamada anterior.

$$\frac{\text{Valor de la vegetación proveedora del servicio ambiental hídrico (US$/m³)} \times \text{Área ocupada por vegetación de importancia hídrica (ha)}}{\text{Costo de oportunidad del uso de la tierra (US$/ha)}} = \text{Demanda de agua de la microcuenca (m³)}$$

El Área Ocupada por Vegetación de Importancia Hídrica, surge del Estudio Sectorial respectivo.<sup>50</sup>

Para determinar el Costo de Oportunidad del Uso de la Tierra, se decidió tomar la que resultase la mejor alternativa, desde el punto de vista monetario, que se estuviera sacrificando por dejar el Bosque en su estado natural (la implantación de Soja), suponiendo adicionalmente que la totalidad de la tierra que presentara aptitud agrícola cambiaría su uso del Bosque actual al cultivo de esta oleaginosa. En la Tabla 25 se consignan los Ingresos, Costos y Beneficios por hectárea, datos que surgen del Informe Sectorial de Escenarios de Emisiones y Mitigación en USCUS y REDD (Ginzo). Del mismo Estudio surge que el rendimiento estimado es de 1,5 toneladas de soja por hectárea, de modo que se tiene que el ingreso bruto del productor por cada tonelada de soja cosechada tiene un valor de US\$ 96,6<sup>51</sup>. Considerando que de este ingreso el 50% son costos de la producción y el restante 50% beneficios, se tiene que el Costo de Oportunidad (medido como el beneficio monetario sacrificado por el productor al mantener el Bosque en lugar de dedicar esa tierra al cultivo de soja) es de US\$ 48,3 por tonelada o, a los fines de nuestro cálculo, de 72,5 por hectárea (medido en US\$ del año 2005).

**Tabla 25:** Ganancia por hectárea de cultivo soja en US\$ (del año 2005)

Variable	US\$/ha
Ingresos (US\$/ha)	144,9
Costos (US\$/ha)	72,45
Beneficio (US\$/ha)	72,45

Fuente: Elaboración propia basado en los Informes Sectoriales (Grau; Gasparri & Torres / Ginzo)

Para la determinación de la Demanda de Agua de la microcuenca (medida en m<sup>3</sup> del recurso), el primer paso fue determinar la población relevante. En este sentido, se tomó la correspondiente a los Departamentos que componen la zona estudiada<sup>52</sup>, de acuerdo con los datos que surgen del Censo 2001 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), que se consignan en la Tabla 26. A esta población se le aplicó un consumo promedio de agua de 485 m<sup>3</sup> por habitante por año,<sup>53</sup> para obtener la Demanda Total Anual de Agua de esa población, en m<sup>3</sup>, que a su vez se utilizó como denominador en la Fórmula (1).<sup>54</sup> De la aplicación de la misma se obtiene un Valor de la Vegetación Proveedora del Sistema Ambiental Hídrico<sup>55</sup> de US\$ 2,70 por m<sup>3</sup> de agua generado por año.<sup>56</sup> Este valor resultante se aplica al promedio de m<sup>3</sup> de agua, generados anualmente en el área (26,81 m<sup>3</sup>/ha),<sup>57</sup> y se le aplica al total de hectáreas deforestadas por año (56.530ha).

<sup>50</sup> 15 millones de hectáreas de acuerdo con el Informe Sectorial de Deforestación y Biodiversidad en el NOA (Grau; Gasparri & Torres).

<sup>51</sup> Campaña 2005/2006. Informe Sectorial sobre Escenarios de Emisiones y Mitigación en USCUS y REDD (Ginzo).

<sup>52</sup> Ver Informe Sectorial de Deforestación y Biodiversidad en el NOA (Grau, Gasparri & Torres)

<sup>53</sup> <http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-09/aguas.htm>. Promedio para América Latina. En Banco Mundial (1992): "Informe sobre el desarrollo mundial 1992, basado en datos del Instituto Mundial sobre Recursos", se plantea un consumo de 453 m<sup>3</sup> por año por persona para países de ingresos medios. Ver <http://www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm>

<sup>54</sup> 402.184.310 m<sup>3</sup>.

<sup>55</sup> Ver Motto (2001).

<sup>56</sup> 72,45 US\$/ha \* 15.000.000 ha/ 402.184.310 m<sup>3</sup>/año = 2,70 US\$/año

<sup>57</sup> 402.184.310 m<sup>3</sup>/año/15.000.000ha

Estos datos nos permiten obtener el Valor Monetario Anual de la Pérdida del Servicio Ambiental de Protección de Recursos Hídricos, que asciende a resultado un valor de US\$ 4.095.599 por año (en US\$ del año 2005), de acuerdo con la cantidad de hectáreas deforestadas anualmente. Estos valores anuales luego se acumulan a lo largo de los años y se actualizan aplicando las Tasas de Descuento correspondientes (0%; 0,5%; 2% y 4%).

**Tabla 26:** Población en los Departamentos involucrados en el Estudio.

Provincia	Departamento	Población (Hab.)
<b>Tucumán</b>	Burruyacú	32.936
	Cruz Alta	162.240
<b>Salta</b>	Rosario de la Frontera	28.013
	Metán	39.006
	Anta	49.841
	Gral. José de San Martín	139.204
	Orán	124.029
<b>Formosa</b>	Matacos	12.133
	Ramón Lista	10.928
	Bermejo	12.710
	Patiño	64.775
<b>Chaco</b>	Almirante Brown	29.086
	General Güemes	62.227
<b>Santiago del Estero</b>	Pellegrini	19.517
	Alberdi	15.617
	Copo	26.984
<b>TOTAL</b>		<b>829.246</b>

Fuente: Elaboración propia basado en información suministrada en el Informe Sectorial respectivo (Departamentos involucrados en cada Provincia) e INDEC (Datos del Censo de Población 2001).

## b) Regulación de clima

Para estimar el Valor Económico (en términos monetarios) de la Pérdida en términos de los Servicios Ambientales dejados de percibir por la Capacidad de Regulación del Clima y Precipitaciones a Escala Local, debida al proceso de deforestación, por parte del Parque chaqueño Semiárido, se infirió el valor correspondiente a esta zona a partir de estudios de valorización económica realizados en otras regiones. En este sentido, se aprovechó un conocido estudio de Valorización Económica de los Ecosistemas de todo el mundo (Costanza, 1997). Se aplicó el valor que arroja dicho estudio y se lo llevó a valores del año 2005 (US\$ 50 por hectárea por año) y se lo ponderó por las hectáreas deforestadas anualmente (56.530 ha.). El resultado da una pérdida anual de US\$ 2.826.500, valorizados a US\$ del año 2005.<sup>58</sup>

## c) Protección frente a inundaciones y otras crecidas extraordinarias

A los fines de estimar un Valor Monetario aproximado de las Pérdidas por Desastres que pueden originarse por procesos de deforestación en el área del Bosque del Parque Chaqueño Semiárido, se tomo como referencia, un evento ocurrido, en años anteriores, en la Ciudad de Tartagal (Departamento General José de San Martín, Provincia de Salta), en tanto una de las principales causas, entre otras, a las que se atribuye la ocurrencia de este evento, es al proceso de deforestación realizado en la zona. Si bien no se encontraron datos económicos específicos de los costos de este evento, una vez ocurrido, se

<sup>58</sup> Costanza (1997). Los US\$ de 1996 (que surgen del estudio citado) fueron llevados a US\$ del año 2005, aplicándoles el IPC correspondiente de Estados Unidos de Norteamérica.

consiguió recabar información de las erogaciones realizadas por el Estado Nacional y los Estados Provinciales, como consecuencia de los daños físicos que se produjeron, a partir de la información contenida en diversos artículos (sobre la magnitud del desastre) y se valorizaron estos impactos tomando como base un estudio realizado por Jefatura de Gabinete de Ministros (1998),<sup>59</sup> en el que, precisamente, se pública información del total de las erogaciones que, para diferentes eventos de inundación, se llevaron a cabo para las distintas provincias involucradas. Teniendo en cuenta la falta de información fidedigna y específica, originada en la zona estudiada, estos valores estimados deben tomarse como aproximados.

En la Tabla 27 se consigna un detalle de los elementos que componen el valor total de este ítem. Se partió de la consideración de un total de 10.000 pobladores afectados. Para calcular el valor de las viviendas dañadas, se incluyeron tanto los casos de destrucción total de las mismas (700), como los de destrucción parcial (800). A estas cifras se le aplicó el valor promedio que surge del trabajo citado para la atención de las soluciones habitacionales de los evacuados y autoevaluados, más un 20% adicional, por imprevistos, lo que asciende a \$ 4000 por vivienda.<sup>60</sup> En el caso de Construcción de Defensas y gastos por la participación de Fuerzas Armadas y de Seguridad en la Contingencia, los valores surgen directamente del Estudio mencionado. La valorización de las Acciones de Asistencia durante la Emergencia se obtienen de aplicar el valor promedio de la asistencia por evacuado, que surge del Informe citado, aplicada a los 10.000 pobladores que se estima fueron afectados en Tartagal. Por último, el monto correspondiente a las Transferencias a las Provincias, surge del valor promedio asignado a cada una de las Provincias del Estudio. Todos estos valores, en el Informe original, estaban expresados en \$ de 1998. Para llevarlos a U\$S del año 2005, primero fueron convertidos a pesos del año 2005, ajustándolos por la variación correspondiente en el IPC y luego se les aplicó el Tipo de Cambio promedio para el año 2005.

---

<sup>59</sup> [http://www.perfil.com/contenidos/2009/07/28/noticia\\_0022.html](http://www.perfil.com/contenidos/2009/07/28/noticia_0022.html) y [http://www.multimediosdelsol.com/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=301%3Atartagal-dos-muertos-y-10000-afectados-por-el-alud&Itemid=62](http://www.multimediosdelsol.com/web/index.php?option=com_content&view=article&id=301%3Atartagal-dos-muertos-y-10000-afectados-por-el-alud&Itemid=62). Jefatura de Gabinete de Ministros (1998). "Informe de Situación. Inundaciones Provincias del Litoral".

<sup>60</sup> La cifra que surge del Informe de la Jefatura de Gabinete de Ministros es \$ 3.285.

**Tabla 27:** Costos Económicos Anualizados de un Evento Extremo por Inundación, como consecuencia del proceso de deforestación. U\$S del año 2005.

Variable	U\$S
Total de viviendas afectadas	3.011.551
Defensas	2.007.701
Fuerzas armadas	752.888
Fuerzas de seguridad	1.003.850
Acciones de asistencia durante la emergencia	1.203.058
Transferencias a las provincias	1.985.951
Total	9.964.999

Fuente: Elaboración propia con datos del Informe de Situación de las Inundaciones de las Provincias del Litoral. Jefatura de Gabinete de Ministros (1998).

Debe destacarse que, en este Estudio no se consideró el potencial aumento ni de la magnitud, ni la frecuencia, del evento a medida que aumenta la cantidad de hectáreas deforestadas, sino que se consideró que ocurre un evento por año, todos ellos con similares características.<sup>61</sup>

#### d) Formación de suelos

En lo concerniente a la Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre los Servicios Ambientales de los Bosques en la Formación de Suelos, se recurrió nuevamente los valores consignados a tal fin en el citado trabajo de Costanza (1997), que ascienden a U\$S 6 por hectárea por año. En esta oportunidad se valorizó el impacto negativo sobre la capacidad de formación de suelos, de acuerdo con la cantidad de hectáreas perdidas del ecosistema como consecuencia de la deforestación. Los valores correspondientes estaban originalmente en U\$S de 1996 y fueron llevados a U\$S del año 2005 para que fueran coherentes con el resto de los valores obtenidos en el estudio. Los resultados se muestran en la Tabla 28.

**Tabla 28:** Valor Monetario anual que se le atribuye a la Pérdida del Servicio Ambiental de Formación de Suelos para el Ecosistema estudiado. En U\$S del año 2005.

Cantidad de hectáreas deforestadas por año	U\$S/hectárea que se le atribuye al servicio ambiental de formación de suelos para el ecosistema estudiado	Valorización de la pérdida anual del servicio ambiental
56.530	6	339.180

Fuente: Elaboración propia basado en el Estudio Sectorial respectivo y en Costanza (1997).

<sup>61</sup> Si bien, a priori, puede parecer una cifra muy significativa, desde el punto de vista que una situación como la de Tartagal es excepcional y es difícil que se repita cada año, debe tenerse presente que una ampliación de las áreas deforestadas podrían llevar a una recurrencia mayor de estos fenómenos (incluso recayendo sobre otras ciudades, algunas más habitadas, como Orán y otras menos habitadas como Metán, Pichanal, Rosario de la Frontera, Embarcación, Joaquín V. González, etc.) sobre una población creciente, por lo cual estos datos podrían tomarse como un promedio anual. También debe tenerse presente que, en términos del conjunto de la población involucrada en la totalidad del área bajo estudio, estos números representan porcentajes muy pequeños. Los 10.000 afectados implican alrededor del 18% del total de la población de la Ciudad de Tartagal (55.606 habitantes según el Censo 2001) pero solamente alrededor del 1,2% del total de los habitantes de los Departamentos correspondientes al área estudiada (829.246, de acuerdo con el Censo 2001). Si se toman las 1500 casas afectadas, sobre el total de hogares de los Departamentos analizados, el porcentaje es similar.

### e) Control biológico

La Valorización Monetaria de las Pérdidas en los Servicios Ambientales suministrados por los Bosques en su función de Control Biológico, también se aprovechó el valor económico correspondiente obtenido en el citado trabajo de Costanza (1997), fijado en U\$S 2 por hectárea y por año. Como en el caso anterior, los valores corrientes en U\$S del año en que se tomaron los datos para la elaboración del estudio se llevaron a U\$S del año 2005. En este estudio se estimó la Pérdida anual como un valor proporcional a la cantidad de hectáreas deforestadas cada año en el ecosistema estudiado. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 29

**Tabla 29:** Valor Monetario anual que se le atribuye a las Pérdidas en los Servicios Ambientales de Control Biológico para el Ecosistema estudiado. En U\$S del año 2005.

Cantidad de hectáreas deforestadas por año	U\$S/hectárea que se le atribuye al servicio ambiental de control biológico para el ecosistema estudiado	Valorización de la pérdida anual del servicio ambiental
56.530	2	113.060

Fuente: Elaboración propia, basado en el Estudio Sectorial respectivo y en Costanza (1997).

### f) Funciones de recreación

En este caso, también se utilizó un valor originado en el citado estudio de Costanza (1997), resultando de U\$S 20 por hectárea por año lo que hace un valor total para el conjunto del área de U\$S 1.130.600 por año (ambos valores en U\$S del año 2005). En este caso, lo que se está valorizando es un “valor de opción”<sup>62</sup> en términos de la pérdida de un área de potencial aprovechamiento recreativo.

### g) Obtención de medicinas naturales

En este caso, se tomó como punto de partida un estudio realizado por la SAYDS sobre el Valor Económico de las Medicinas Naturales que son extraídas del Chaco Semiárido.<sup>63</sup> En dicho estudio se estima un gasto promedio mensual por familia de \$ 159,41<sup>64</sup> que éstas se ahorran por el hecho de tener disponibles las plantas medicinales en el Bosque, para esos usos. Estos “gastos evitados”<sup>65</sup> en pesos son pasados a U\$S del año 2005,<sup>66</sup> luego anualizados (U\$S 503,4 anuales por familia) y posteriormente multiplicados por la cantidad de familias del Área bajo estudio. En este sentido (y teniendo en cuenta información que se desprende del mismo trabajo de la SAYDS sobre esta zona), la composición de las familias da un promedio de 5 integrantes por familia.<sup>67</sup> Tomando en consideración este dato y teniendo

<sup>62</sup> Valor de Opción: en términos sintéticos se puede decir que es el valor que se le otorga a un recurso para que se conserve y consiguientemente exista la opción de poder utilizarlo en el futuro, independientemente que ahora se utilice o no. Es un valor de “no-uso” en el sentido que no es necesario que el que valora positivamente la existencia de dicho elemento tenga la intención de beneficiarse de él en el futuro. Ya valora positivamente el solo hecho que le dejen la opción de tenerlo a su disposición en el futuro. Girardin (2001); Azqueta Oyarzún (1994).

<sup>63</sup> Dicho trabajo está disponible en el Sitio Web:

<http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/A3/PIARFON%20PCHsa/Impacto.pdf>

<sup>64</sup> En realidad \$ 159,4118.

<sup>65</sup> Son los gastos que las familias se ahorran por disponer de las plantas. Es el dinero que de otra forma gastarían en medicamentos y pasajes hacia un centro asistencial sumados a los gastos adicionales que ello conlleva en un poblado cercano.

<sup>66</sup> U\$S 41,95 por familia y por mes.

<sup>67</sup> [http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/bosques/estudio\\_parque\\_chaquenio/9\\_copo.pdf](http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/bosques/estudio_parque_chaquenio/9_copo.pdf). Página 22. Lo que también coincide con el promedio de habitantes por hogar en las zonas rurales de los Departamentos de las Provincias incluidas (125.944 familias, de acuerdo con el Censo 2001).



en cuenta la población de los Departamentos comprendidos en este Estudio, tal como se consignara anteriormente, es de 829.246 habitantes, se obtiene un total de 165.849,2 familias. De este modo, aplicando el valor anualizado de gastos evitados en medicina se obtiene un valor total para la región que asciende a U\$S 83.488.487 anuales, valorizados a U\$S del año 2005.

## h) Costos de reposición

También se estimaron los valores para los Costos de Reposición con especies nativas de las zonas estudiadas. En este sentido, se consideró la implantación de ejemplares de algarrobo blanco (con una cantidad óptima de individuos por hectárea de 625) y a un costo de U\$S 1000 por hectárea,<sup>68</sup> lo que hace un valor de U\$S 56.530.000 anuales (valorizados en U\$S del año 2005)

## i) Pérdida de Biodiversidad (Flora).

La pérdida de valor del Bosque causada por pérdidas de Biodiversidad se determinó en función de las especies vegetales que se encuentran en el lugar y que se pierden como consecuencia del proceso de deforestación, con la correspondiente pérdida de valor tanto en bienes como en servicios que éstas brindan.

En este caso en particular y como consecuencia de la falta de información más completa y detallada, sólo se pudo transformar en valores monetarios la pérdida de ejemplares arbóreos a través del precio de los postes de madera que se dejaron de producir en un proceso de corte sustentable.<sup>69</sup> En este sentido, se tomaron tres especies comunes en la zona (Quebracho Blanco, Quebracho Colorado y Algarrobo), muy apreciadas por su madera y de las cuales, por ese motivo, se contaba con información.<sup>70</sup> Así, el precio a cada poste (\$11 por unidad)<sup>71</sup> se llevó a U\$S del año 2005 (U\$S 3,63 c/u) y se multiplicó por la cantidad promedio de individuos por ha. (338,50 unidades), de acuerdo a una explotación tipo, tal como se muestra en la Tabla 30.

**Tabla 30:** Valor Monetario anual por ha. que es atribuible a las Pérdidas de Especies Maderables (Algarrobo, Quebracho Blanco y Quebracho Colorado para el Ecosistema estudiado. En U\$S del año 2005.

Lote N°	Individuos/ha.	U\$S/Individuo	Total
1	202,00	3,63	733,26
2	536,00	3,63	1945,68
3	371,00	3,63	1346,73
4	245,00	3,63	889,35
Promedio	338,50	3,63	1228,88

Fuente: <http://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=1002> . Abril 2010.

<sup>68</sup> La información sobre el valor de los costos de implantación, la especie a implantar y la cantidad óptima de individuos fue brindada por el Ing. Forestal David Pinto de Proyecto Forestal S.A. (Comunicación Personal). Abril 2010.

<sup>69</sup> Como en la mayor parte de los componentes anteriores de este punto, la principal barrera encontrada para llevar a cabo una valorización integral, que resulte satisfactoria, fue la falta de información fidedigna (tanto desde el punto de vista físico-natural como, principalmente, desde lo concerniente con lo económico). Dadas las mencionadas carencias, el resultado obtenido en este ítem debe tomarse como una mera aproximación al tema que merece ser profundizada tanto desde las actividades de recolección de información respecto de las existencias y dinámicas de las diversas especies (tanto animales como vegetales) que se encuentran en la zona, como así también de los valores monetarios que pueden atribuírseles.

<sup>70</sup> <http://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=1002>; Ing. Forestal David Pinto de Proyecto Forestal SA (Com. Personal), Abril 2010; <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/forest/art/forest07.htm>; <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD314S/AD314S01.htm>;

<sup>71</sup> En este caso en particular los precios corresponden a un poste de Quebracho Colorado. Para ver esta información: <http://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=1002>

De esta forma, considerando el Valor Anual por Hectárea que resulta de la Tabla 30 y aplicándoselo a las 56.530ha deforestadas anualmente, se llega a un valor de U\$S 69.468.467 anuales (valorizados en U\$S del año 2005).

En la Tabla 31 se presenta un resumen detallado por cada componente de la Valorización Monetaria efectuada para los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre los Bosques del Noroeste Argentino.

En la mencionada Tabla se puede observar que el principal componente de la valorización monetaria está dado por el suministro de Medicinas Naturales y los correspondientes Costos Evitados, seguido de la Pérdida de Biodiversidad en términos de Flora (incluso tomando exclusivamente el valor maderable de la vegetación y sin incluir la enorme cantidad de otras funciones que podrían ser valorizadas en términos monetarios) y por los Costos de Reposición de Especies pertenecientes a la Región.

**Tabla 31:** Resumen de los Valores Monetario anuales (tomando como caso testigo el año 2010) de los distintos componentes tomados en consideración para la Valorización Monetaria de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre los Bosques del Noroeste Argentino. En U\$S del año 2005.

Bienes y Servicios Ambientales del Parque Semiárido Chaqueño.	Pérdida Total Anual (al 2010). (U\$S del año 2005).
Protección de Recursos Hídricos	4.095.599
Regulación del Clima	2.826.500
Regulación de Disturbios	9.964.999
Formación de Suelos	339.180
Control Biológico	113.060
Recreación	1.130.600
Medicinas Naturales	83.488.487
Costos de Reposición	56.530.000
Biodiversidad (Flora)	69.468.467
<b>TOTAL</b>	<b>227.956.892</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Es innegable la necesidad de mejorar la disponibilidad y calidad de los datos de base para poder llegar a valores monetarios que permitan tener una más precisa idea de las pérdidas sufridas por los Impactos Esperados del Cambio Climático en un contexto de creciente deforestación del Parque Semiárido Chaqueño, como consecuencia directa de la mayor aptitud agrícola que van teniendo esas tierras. Hasta el momento en que esta mejora se concrete, estos resultados deberán ser tomados con mucho cuidado y siempre como el límite inferior de las pérdidas a las que este sistema va a estar expuesto.

### 3.3.2. Ecosistema de los Esteros del Iberá

De acuerdo con los Estudios Sectoriales respectivos (Vidal; Neiff), el modelo climático utilizado prevé un incremento de las temperaturas en ambos Escenarios (A2 y B2) que se manifestará en forma gradual, si bien se espera una mayor tasa de crecimiento en el primer caso (Escenario A2) después del año 2050. En ese mismo Escenario (el más duro de ambos) el aumento de temperatura sería de 3,6° C, algo superior al esperado en la Cuenca del Plata para fines del Siglo XXI. También se prevé que se registren mayores precipitaciones, pero las mayores temperaturas se estima que producirían un crecimiento en la evapotranspiración que podría compensar aquel aumento. La distribución de las lluvias sería similar a la actual con mayores precipitaciones en el NE y una disminución gradual hacia el SO. Si se tiene presente

que en el borde occidental del Iberá existen suelos excesivamente drenados (arenas medias a finas), puede esperarse que los efectos de sequías prolongadas sean más severos en esa zona.<sup>72</sup>

El análisis efectuado en los Informes Sectoriales correspondientes del comportamiento hídrico del Sistema, en el último siglo, marca que el Iberá ha pasado por situaciones extremas de sequía e inundación incluso más graves que las que se esperan hasta fines del período analizado (año 2100). Adicionalmente, surge de los mismos estudios que las especies (tanto individualmente como las poblaciones en su conjunto) tienen una amplia capacidad para absorber las fluctuaciones ambientales (variaciones en el nivel del agua, ocurrencia del fuego, extremos térmicos, etc.). Sin embargo, los niveles de sensibilidad de las poblaciones y paisajes del Iberá son diferentes y estas conclusiones que son válidas fundamentalmente para el Subsistema de Esteros y Lagunas del Este, pero no necesariamente para el Oeste del Iberá y la planicie del Río Corriente. En esta última zona (compuesta por humedales muy planos o ligeramente deprimidos, con suelos arenosos que tienen poca posibilidad de retener el agua durante la fase seca y sequías prolongadas) el nivel de fluctuación es mayor y el agravamiento de la fase seca podría generar impactos mayores que en el resto del Sistema.

En el Informe Sectorial sobre Impactos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad (Neiff, J. J.) se concluyó que, a pesar de la enorme resiliencia del humedal, podrían producirse temporalmente crisis (en términos de una década, o algo más) que produzcan cambios en la sustentabilidad del sistema. Estos eventos, hipersecos o hiperhúmedos, afectarían principalmente a la planicie del Río Corriente y al paisaje de lomadas arenosas que se encuentran en el NO de los Esteros del Iberá. En esa zona podría ocurrir una reducción significativa del área plantada con arroz, de la carga de ganado en los campos y una caída de la producción neta de los bosques, con fuerte limitación para la implantación de nuevas forestaciones. En los escenarios más desfavorables, podría ocurrir una caída en los productos primarios obtenidos en el SO del sistema.<sup>73</sup> En este sentido, es menester una cuidadosa planificación de aquellas actividades productivas que requieren mayores tiempos de instalación y de cosecha: como la silvicultura y la ganadería. También debe pensarse que otras formas de producción, como el arroz, la acuicultura y los cultivos bajo cubierta (según sus características y volumen), pueden demandar caudales que pongan en peligro a la biodiversidad del humedal durante secas extremas.

Tomando en consideración las cuestiones expuestas precedentemente, se decidió partir de la determinación de los valores que pueden asociarse a las Pérdidas de Bienes y Servicios Ambientales correspondientes al Sistema de los Esteros del Iberá, a los efectos de la Valorización Monetaria de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre el mismo, en ambos Escenarios Climáticos (A2 y B2) y a diferentes Tasas de Descuento. Se tomó esta decisión, teniendo en cuenta que, los humedales, brindan gran cantidad de Bienes y Servicios Ambientales que son susceptibles de ser afectados ante las alteraciones que produce el Cambio Climático. Si bien los Esteros del Iberá comprenden una superficie de aproximadamente 13000 Km<sup>2</sup>, en este estudio se tomará una región más amplia la cual también será susceptible de impactos o medidas de adaptación.<sup>74</sup>

<sup>72</sup> No obstante, tal como se señalan en los Estudios Sectoriales referidos a la Región en cuestión (Vidal; Neiff), la validación de los resultados del modelo climático es dificultosa por haber trabajado con baja definición, aunque la estimación más probable es que se den los cambios en la dirección señalada por el modelo y probablemente en la magnitud de las temperaturas y precipitaciones.

<sup>73</sup> No obstante, los Informes Sectoriales muestran que los impactos esperados del cambio climático, en todos los escenarios estudiados, aparecen como seguramente más fuertes en el sistema socioeconómico que en el medio natural (más elástico y adaptado a fluctuaciones extremas a lo largo de períodos geológico-evolutivos), viéndose impactadas, principalmente, las actividades humanas desarrolladas en el valle del Río Corriente y en la zona occidental del Iberá. Las formas de vida presentes hoy en el Sistema de los Esteros del Iberá están más adaptadas a períodos de excesos en las precipitaciones que para el estrés que podría ocasionar la ocurrencia de sequías prolongadas. Ante una situación de sequía prolongada, se puede esperar que los Esteros sean más susceptibles a los incendios; que el cultivo de arroz sea una de las actividades más comprometidas; que la ganadería sufra restricciones importantes por la disminución de la producción de pasturas en los bañados; que el turismo reciba un fuerte impacto por la reducción de la superficie del Sistema, la disminución de los escenarios paisajísticos y la merma en la fauna de grandes vertebrados (como carpinchos, yacarés, lobitos, etc.), tanto por la reducción del hábitat como por la ocurrencia de enfermedades relacionadas con el estrés de sequía prolongada y que las plantaciones forestales situadas en las lomadas arenosas del Oeste del Iberá tengan un crecimiento más lento. Ver Informe Sectorial sobre Impactos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá (Neiff, J. J.).

<sup>74</sup> Girardin et al. (2003).

La región de análisis comprende 7 departamentos de la provincia de Corrientes, estos son: Concepción, Ituzaingó, Mercedes, San Martín, San Miguel, San Roque y Santo Tomé. En la Tabla 32 se muestra la superficie en Km<sup>2</sup> de los siete departamentos.

**Tabla 32:** Departamentos de corrientes involucrados en el estudio y su superficie en Km<sup>2</sup>

Departamento	Superficie (Km2)
Concepción	5.124
Ituzaingó	9.649
Mercedes	9.920
San Martín	6.634
San Miguel	3.018
San Roque	2.435
Santo Tomé	7.094

Fuente: Dirección de estadísticas y censos de la provincia de Corrientes

La principal problemática de la región bajo estudio, con respecto al cambio climático, está relacionada con dinámica del agua superficial y la posibilidad de la biota para absorber las alteraciones climático-hidrológicas. A pesar de la enorme resiliencia del humedal, podrían producirse temporalmente crisis (en términos de una década, o algo más) que produzcan cambios en la sustentabilidad del Sistema. Estos eventos hipersecos o hiperhúmedos, afectarían principalmente a la planicie del río Corriente y al paisaje de lomadas arenosas que se encuentran en el NO del Iberá. En esa zona podría ocurrir una reducción significativa del área plantada con arroz, de la carga de ganado en los campos y una caída de la producción neta de los bosques, con fuerte limitación para la implantación de nuevas forestaciones.<sup>75</sup>

Teniendo en cuenta estos resultados, se estimaron los valores monetarios de los potenciales impactos a las actividades y biodiversidad del sistema que podrían originarse en un período extremadamente seco de una década o más, en tanto estaría en condiciones de poner en riesgo la sustentabilidad del sistema. Estos dos períodos secos consecutivos, de alrededor de 10 años de duración cada uno, se plantean hacia el final del período (2070-2100), en tanto es el período en el que se dan los mayores aumentos de temperatura respecto al clima actual en todos los modelos climáticos. Tanto las Actividades Humanas como los Bienes y Servicios Ambientales significativos que se consideraron bajo riesgo son los siguientes: (a) Agricultura, (b) Ganadería, (c) Silvicultura, (d) Turismo, (e) Retención de Nutrientes, (f) Regulación de Inundaciones y otras Crecidas Extraordinarias, (g) Recarga de Acuíferos, (h) Biodiversidad e (i) Refugio para Poblaciones Residentes y Migratorias.

El resumen de la Valorización Económica de estos elementos se presenta en la Tabla 33 y en los Gráficos 17 y 18.

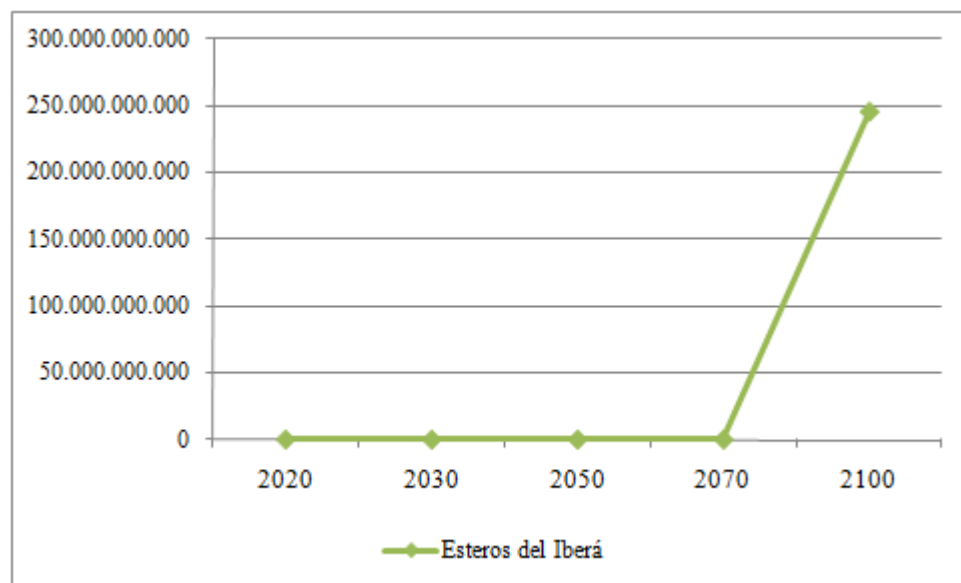
<sup>75</sup> Informe Sectorial sobre Biodiversidad en los Esteros del Iberá (Neiff, J. J.).

**Tabla 33:** Valorización Económica de la evolución de las Pérdidas de Bienes y Servicios Ambientales suministrados por el Ecosistema de los Esteros del Iberá, para ambos escenarios, a las diferentes tasas de descuento. Valores expresados en U\$S del año 2005.

Tasas de descuento	Iberá				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	0	0	0	0	245.352.326.114
0,5%	0	0	0	0	164.703.672.121
2%	0	0	0	0	50.686.723.446
4%	0	0	0	0	10.947.177.000

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Neiff, J. J.).

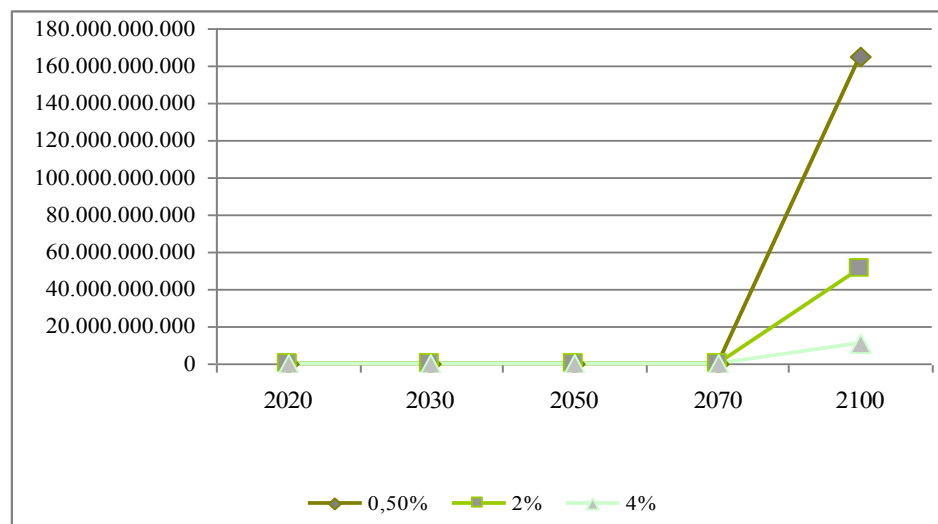
**Gráfico 17:** Valorización Económica de la evolución de las Pérdidas de Bienes y Servicios Ambientales suministrados por el Ecosistema de los Esteros del Iberá, para ambos escenarios, a una tasa de descuento de 0%. Valores expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Neiff, J. J.).

Tal como surge de la Tabla 33, es muy importante el efecto de la Tasa de Descuento que se utilice sobre la determinación del valor final que se obtiene. En efecto, como los impactos se producen hacia el final de horizonte temporal, el impacto de la Tasa de Descuento es determinante y su importancia crucial en el proceso de valorización. Mientras el valor sin descontar es casi un 50% más alto que aquél descontado a una tasa de 0,5%; el mismo valor resulta algo más de 22 veces mayor que el que se descuenta a una tasa del 4%. Si, en cambio, se toma el valor descontado a una tasa de 0,5%, esta cifra representa apenas el 67% del monto, acumulado al final del período, sin descontar; pero más del triple del descontado al 2% y más de 15 veces superior al que resulta de aplicar una tasa de descuento del 4%. Esto, sin duda, influye notablemente en el proceso de toma de decisiones en tanto las medidas de adaptación que pudieran llegar a identificarse y llevarse a la práctica, lo harían en períodos más cercanos en el tiempo y, por ende, con valores actuales proporcionalmente más altos.

**Gráfico 18:** Valorización Económica de la evolución de las Pérdidas de Bienes y Servicios Ambientales suministrados por el Ecosistema de los Esteros del Iberá, para ambos escenarios, con tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%. Valores expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Neiff, J. J.).

A continuación, se presenta el detalle correspondiente a los valores obtenidos para cada uno de los elementos que conforman el valor total del Sistema de los Esteros del Iberá, tomados individualmente.

### a) Agricultura

Según información contenida en el Informe Sectorial correspondiente,<sup>76</sup> frente a un escenario hiperseco, la agricultura de arroz, sólo será posible si se utilizan fuentes de aguas subterráneas o con variedades más rústicas. De lo contrario, en este caso, se estima una pérdida de alrededor de 35.000 hectáreas dedicadas a este cereal.<sup>77</sup>

**Tabla 34:** Hectáreas Perdidas de arroz, ante un eventual Escenario Climático seco (tanto A2 como B2). Tn/ha, US\$/Tn y pérdida total anual del cultivo arroz, medida en U\$S del año 2005.

Hectáreas perdidas	Tn/Ha (Campaña 2005/2006)	US\$(2005)/Tn	Pérdida total anual de cultivo arroz en US\$
35.000	7,201 <sup>78</sup>	124,51	31.380.878

Fuente: Elaboración propia con datos del Informe Sectorial respectivo y del Anuario estadístico 2007. Dirección de Estadísticas y Censos. Provincia de Corrientes. Datos de la campaña 2005/2006

<sup>76</sup> Informe Sectorial sobre Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá (Neiff, J. J.).

<sup>77</sup> Informe Sectorial sobre Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá (Neiff, J. J.). Página 15.

<sup>78</sup> Fuente: Anuario estadístico 2007. Dirección de estadísticas y censos. Provincia de Corrientes. Datos de la campaña 2005/2006

## b) Ganadería

La Región del Iberá tiene alrededor de 1.040.000 hectáreas dedicadas a actividades pastoriles, bajo la forma de ganadería extensiva.<sup>79</sup> Esta actividad productiva se nutre, fundamentalmente, de pasturas naturales. Las estimaciones del impacto que el cambio climático puede tener sobre esta actividad presentan una magnitud importante, en tanto, en un escenario de clima más seco, la menor producción de anual de pasturas podría ocasionar una potencial merma del 30% en la actividad ganadera.<sup>80</sup> Si bien la región tiene una baja carga de ganado por hectárea (3 cabezas por hectárea)<sup>81</sup>, la situación llevaría a sobrepastorear las regiones de mayor uso para pasturas, produciendo un deterioro del suelo.

Si consideramos que se mantienen 3 cabezas por hectárea, con un valor de US\$ 0,703 el Kilo vivo<sup>82</sup> y un peso promedio de 410,33 kilos,<sup>83</sup> la pérdida total anual sería de US\$ 269.771.881, a valores del año 2005.

## c) Silvicultura

Tomando como punto de partida que toda el área forestada de la Región es susceptible de sufrir incendios ante condiciones de sequía prolongada,<sup>84</sup> se valorizó monetariamente la potencial pérdida por el impacto esperado del cambio climático sobre los bosques implantados existentes en la zona de los Esteros del Iberá. Se tomó la posibilidad de pérdida total de los bosques implantados como uno de los escenarios posibles, considerando que, ante un evento de incendio, los bosques implantados son los más afectados con probabilidad de pérdida total. El cálculo correspondiente se muestra en la Tabla 35.

**Tabla 35:** Impacto económico de la potencial pérdida anual de bosques implantados por sequía prolongada. Ambos Escenarios. Valores en U\$S del año 2005.

Hectáreas de bosque implantado	Pérdida U\$S/ha	Pérdida total anual en U\$S
101.300	601,76	60.958.305

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Neiff, J.J.) y Vera et al (2004).

Las hectáreas implantadas surgen del propio Informe Sectorial respectivo y el valor en U\$S por hectárea (a valores del año 2005), se obtuvieron de un trabajo de Vera et al. (2004) cuyo valor en pesos fue llevado a U\$S del año 2005.

## d) Turismo

Según información de los establecimientos turísticos y de la municipalidad de Colonia Carlos Pellegrini (el principal centro turístico desde el cual se accede a los Esteros del Iberá), la cantidad de plazas totales es de 250 con una ocupación promedio del 40%, a un costo promedio de \$276 por plaza (U\$S 91, en

<sup>79</sup> Informe Sectorial sobre Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá. Página 15.

<sup>80</sup> Informe Sectorial sobre Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá. Página 15

<sup>81</sup> Informe Sectorial sobre Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá.

<sup>82</sup> Dirección de mercados agroalimentarios-sagpya; 2009

<sup>83</sup> Dirección de mercados agroalimentarios-sagpya; 2009

<sup>84</sup> De acuerdo con información contenida en el Informe Sectorial correspondiente.

US\$ del año 2005).<sup>85</sup> Si se supone una disminución total del turismo por las condiciones de sequedad del humedal, la pérdida anual del sector sería de US\$ 3.324.755 solamente en lo concerniente a hospedaje.<sup>86</sup>

### e) Retención de Nutrientes

En cuanto a la potencial pérdida en lo referido a los Servicios Ambientales de Retención de Nutrientes prestados por el Sistema de los Esteros del Iberá, se consideró, a los fines de la valorización monetaria, que si se diera el caso de un período seco de 10 años o más, se produciría una pérdida total de valor de las tierras que se destinen a actividades productivas y fueran afectadas por la sequía (potencialmente 2.100.000ha). Se considera en el cálculo la participación de cada actividad en la distribución total de las tierras de la zona en la actualidad (Tabla 36): agricultura (4%), ganadería (87%) y silvicultura (9%) y se extrapola al total de hectáreas potencialmente afectadas. Seguidamente se procedió a la valorización monetaria a partir de tomar el valor en US\$ por hectárea correspondiente para cada uno de los usos en la zona estudiada. (Tabla 37) El valor al que se llegó es de US\$ 1.315.618.059 anual (en valores del año 2005), para cada una de las dos décadas de sequía (Tabla 38).

**Tabla 36:** Cantidad de hectáreas y porcentaje de las mismas correspondiente a cada actividad productiva de la zona bajo estudio.

Tipo de actividad productiva	Cantidad de hectáreas (miles)	%
Silvicultura	101,3	9%
Ganadería	1.040,0	87%
Agricultura	52,0	4%
Total	1.193,3	100%

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo. Los porcentajes fueron redondeados.

**Tabla 37:** Promedio del valor de las tierras por aptitud de los departamentos del Macrosistema de los Esteros del Iberá. Valores expresados en US\$ del año 2005.

Aptitud	Valor US\$/ha
Ganadería	557
Agricultura	1384
Forestación	951

Fuente: Elaboración propia con datos de Compañía Argentina de Tierras a Julio 2009

<sup>85</sup> Estos valores no están incluyendo la totalidad de los gastos asociados con las visitas turísticas (comidas, excursiones, etc.), por lo que están subestimando el verdadero valor.

<sup>86</sup> No se contó con información fidedigna de costos de otros servicios como transportes, excursiones, etc. Tampoco la alimentación y otros gastos efectuados por los visitantes que no están incluidos en los precios del alojamiento. Sumando también estos componentes la cifra total se elevaría significativamente.



**Tabla 38:** Valores Monetarios Anuales (en U\$S del año 2005) de las hectáreas con posibilidades de sequía en los Esteros del Iberá, clasificadas de acuerdo con el tipo de actividad a que se dedican.

Tipo de actividad productiva	Cantidad de hectáreas (miles)	Valor U\$S/ha	Valor Total U\$S
Silvicultura	178.270,34	951	169.535.096
Ganadería	1.830.218,72	557	1.019.431.828
Agricultura	915.510,94	1384	126.651.136
<b>Total</b>	<b>2.100.000,00</b>		<b>1.315.618.059</b>

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo. Para el cálculo del Valor Total, se usaron los porcentajes de superficie correspondiente a cada actividad con todos sus decimales.

#### f) Regulador de inundaciones y otras crecidas extraordinarias.<sup>87</sup>

El valor de la potencial pérdida del Servicio Ambiental que presta un humedal, en términos de su función de regulador de las inundaciones y otras crecidas extraordinarias, fue estimado tomando como punto de partida el estudio de Costanza (1997) sobre Valorización Económica de los Ecosistemas Mundiales. En este caso, se tomaron las hectáreas forestales que son susceptibles de perderse como consecuencia de eventuales incendios y se les aplicó el valor por hectárea de US\$ 4110 (a precios del año 2005) que surge del Estudio citado. En la Tabla 39 se muestran los valores obtenidos.

**Tabla 39:** Valor anual de la Pérdida del Servicio Ambiental de Regulación de Inundaciones, para ambos Escenarios. Valores expresados en U\$S del año 2005.

Hectáreas forestales susceptibles de perderse	U\$S/hectárea	Total (U\$S) anual
101.300	4.110	416.343.000

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Costanza (1997).

#### g) Recarga de Acuíferos

En lo referido a la Valorización Monetaria de la potencial Pérdida de Servicios Ambientales originados en el Sistema de los Esteros del Iberá relacionados con este componente, se tomó como punto de partida los 21.000 km<sup>2</sup> susceptibles de sufrir las condiciones de mayor sequedad, que surgen de la información contenida en el Estudio Sectorial respectivo. A estas hectáreas se le aplica el valor que surge del trabajo de Costanza (1997) ya mencionado.

<sup>87</sup> En el informe ya citado de Costanza (1997), se define Regulación de desastres como: "Protección ante tormentas, control de inundaciones, recuperación de sequías y otros aspectos de la respuesta del hábitat a la variabilidad ambiental controladas principalmente por la estructura de la vegetación"

**Tabla 40:** Valor de la Pérdida en el Servicio Ambiental de Recarga de Acuíferos suministrado por el Sistema de los Esteros del Iberá. Valores expresados en U\$S del año 2005.

Hectáreas susceptibles de sequía	U\$S/hectárea	Total (U\$S) anual
2.100.000	4.314	9.059.400.000

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Costanza (1997).

En

la

Tabla 40 se muestran los valores correspondientes que resultan de este cálculo.

## h) Biodiversidad

A los fines de poder tener alguna medida del valor monetario que podría asignarse al mantenimiento de la Biodiversidad en el Sistema de los Esteros del Iberá, se utilizó como aproximación la información disponible sobre un Plan de “Manejo y Conservación de la Biodiversidad en los Humedales de los Esteros del Iberá”, que es un proyecto del PNUD en el cual se plantean, entre otras acciones, el desarrollo de una serie de medidas concretas, incluyendo actividades de investigación. Es evidente que la utilización del monto de un Proyecto sobre Biodiversidad está lejos de representar el verdadero valor de la misma, sin embargo, es una medida de la existencia de cierta “disposición a pagar” por parte de la Sociedad para mantener la Biodiversidad de la zona y al menos garantiza que no se podrán tomar decisiones como si el valor de la potencial Pérdida de Biodiversidad fuera igual a cero.

**Tabla 41:** Presupuesto Proyecto PNUD, “Manejo y Conservación de la Biodiversidad en los Humedales de los Esteros del Iberá”. Expresado en U\$S del año 2005.

Actividades	Presupuesto
Plan de Manejo Bioregional	US\$ 300.000
Reforma Política y Regulatoria y Sistema de Incentivos	US\$ 125.000
Un Programa para la Recuperación y el Manejo de las Especies Nativas Amenazadas	US\$ 950.000
Programa de Adquisición de Tierras	US\$ 7.710.000
Campaña de Sensibilización y de Disseminación de Información	US\$ 425.000
Desarrollo de las capacidades y entrenamiento para las partes locales interesadas	US\$ 450.000
Actividades Productivas Sustentables y Estrategia Coordinada de Eco-turismo	US\$ 433.125
Total	US\$ 10.393.125
Total sin adquisición de tierras	US\$ 2.683.125

Fuente: PNUD (2002)

La Tabla 41 muestra un detalle de las actividades desarrolladas y el presupuesto para cada una de las mismas, dentro del mencionado proyecto. A los fines de este estudio se utilizaron los valores obtenidos, como una aproximación a la metodología de Costos de Manejo utilizado por las Cuentas Patrimoniales. El valor que se utiliza excluye los gastos dedicados a la adquisición de las tierras. Considerando que el valor del presupuesto se distribuye a lo largo de tres años, el monto anual correspondiente es de US\$ 894.375, y este valor se toma como una aproximación al costo anual para la Conservación de la Biodiversidad.<sup>88</sup>

## i) Refugio para Poblaciones de Especies Residentes y Migratorias

Los Humedales son generalmente sitios de importancia en lo que se refiere a constituirse en hábitat de diversas especies, algunas de ellas en su proceso de migración de un lugar a otro a lo largo del año. De modo que, uno de los Servicios Ambientales más importantes que prestan estos Sistemas está relacionado con servir de refugio a especies tanto residentes como migratorias. El valor monetario utilizado para el cálculo económico de la potencial afectación de un período de sequía prolongada

<sup>88</sup> En tanto estas son erogaciones necesarias para aplicar medidas de conservación de la Biodiversidad y de ningún modo representan el Costo de la Potencial Pérdida de Biodiversidad por condiciones adversas originadas por el Cambio Climático, estos resultados deben ser tomados como una primera aproximación al tema y como un “piso” en el proceso de valorización monetaria. Lo ideal sería que existiera la información tanto en cantidad como en calidad para aplicar el método de las Cuentas Patrimoniales y/o cualquier otro método que pueda dar una muestra más integral del valor económico de la Biodiversidad.

(originado en el Cambio Climático) que incidiera sobre la potencial pérdida de estos Servicios, fue extraído del citado estudio de Costanza (1997), en el que definen refugio como el hábitat para poblaciones residentes y/o migratorias. Este valor surge, a su vez, del promedio efectuado en Costanza (1997) de 4 trabajos compilados en 3 estudios realizados en diferentes países con diferentes metodologías.<sup>89</sup> El valor que resulta por hectárea es de US\$ 249 (en US\$ del 2005) para el Servicio Ambiental relacionado con este componente, originado en Pantanos y Llanuras Aluvionales (asimilables en este caso a Humedales como el del Sistema de los Esteros del Iberá). En la Tabla 42 se presenta un detalle del cálculo correspondiente.

**Tabla 42:** Valorización Económica de la Pérdida del Servicio Ambiental de Refugio de Especies, para ambos Escenarios. Valores expresados en US\$ del año 2005.

Hectáreas susceptibles de ser afectadas por el Cambio Climático	US\$/hectárea del servicio ambiental estudiado	Total de la pérdida (US\$)
2.100.000	249	522.900.000

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Costanza (1997).

De este modo, el valor total anual correspondiente a los Impactos del Cambio Climático sobre los Esteros del Iberá se resume en la Tabla 43.

**Tabla 43:** Resumen de los Valores Monetario anuales (tomando como caso testigo el año 2010) de los distintos componentes tomados en consideración para la Valorización Monetaria de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre los Esteros del Iberá. En US\$ del año 2005.

Bienes y Servicios Ambientales del Sistema de los Esteros del Iberá.	Pérdida Total Anual (al 2010). (US\$ del año 2005).
Agricultura (Arroz)	31.380.878
Ganadería	269.771.881
Silvicultura	60.958.305
Turismo	3.324.755
Retención de Nutrientes	1.315.618.059
Regulación de Inundaciones	416.343.000
Recarga de Acuíferos	9.059.400.000
Conservación de la Biodiversidad	894.375
Refugio para Especies Residentes y Migratorias	522.900.000
<b>TOTAL</b>	<b>11.680.591.251</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4. Salud

Un informe de la OMS (Organización mundial de la salud) en conjunto con la OMM (Organización meteorológica mundial) y el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) sugiere que las primeras manifestaciones del cambio climático en la salud serán en enfermedades infecciosas, en particular las transmitidas por vectores como (a) el dengue y (b) la malaria.<sup>90</sup> En la mayoría de los casos se espera que los más afectados sean los países en desarrollo y, al interior de los mismos, la población más vulnerable serán los niños.<sup>91</sup>

En la Argentina, se analizó cuál sería la cantidad absoluta de población afectada por dengue y malaria, de acuerdo con los resultados correspondientes a los Escenarios Climáticos A2 y B2 del IPCC. De acuerdo con el Estudio Sectorial respectivo (Carbajo, A.), Argentina se encuentra en el límite sur de la

<sup>89</sup> Los autores de los tres estudios son: Kumari (1995), Pearce and Moran (1994), Gren and Soderqvist (1994).

<sup>90</sup> Cambio climático y salud humana-Riesgos y respuestas. OMS (2003).

<sup>91</sup> Ebi (2008).

distribución de estos vectores en América del Sur. De este modo, la potencial afectación de la salud de la población que va a estar bajo riesgo puede implicar costos económicos significativos para la región afectada y para la totalidad del país. La falta de datos propios correspondiente a Argentina obligó a utilizar valores extraídos de estudios realizados para otros países de América Latina, luego de haber sido afectados por la epidemia, tal como se detalla en las secciones correspondientes a cada una de las enfermedades mencionadas. Los datos seleccionados se adaptaron a la población y a la extensión del país.<sup>92</sup> Los resultados obtenidos se presentan en las Tabla 44 y 45 y en los Gráficos 19 a 21.

**Tabla 44:** Valorización Económica de las Pérdidas estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, para el Escenario A2, para las diferentes tasas de descuento. Valores expresados en U\$S del año 2005.

Tasas de descuento	Salud-Escenario A2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	593.584.839	5.355.647.095	15.331.112.579	25.685.990.436	42.500.520.459
0,50%	567.908.040	4.974.927.276	13.544.126.667	21.593.790.389	33.126.989.307
2%	498.468.921	4.003.691.655	9.486.829.813	13.315.319.218	17.120.304.796
4%	421.103.411	3.024.758.390	6.112.407.433	7.573.777.850	8.485.301.670

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.)

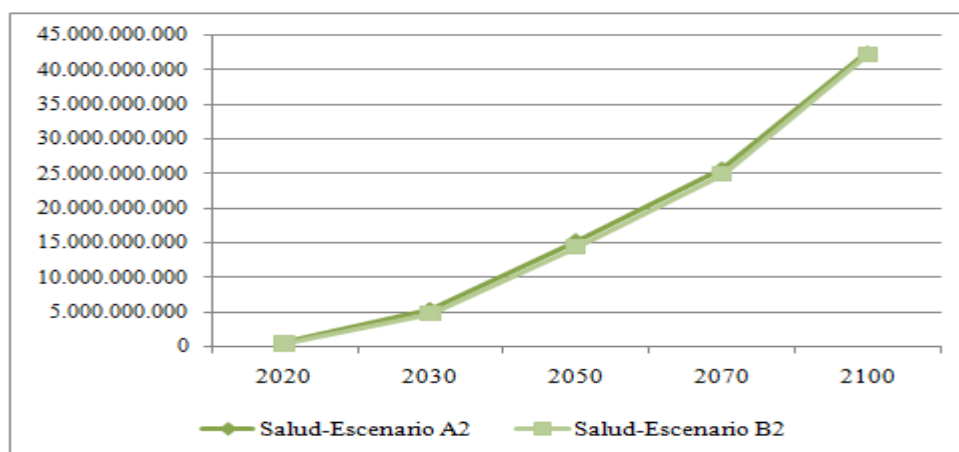
**Tabla 45:** Valorización Económica de las Pérdidas estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, para el Escenario B2, para las diferentes tasas de descuento. Valores expresados en U\$S del año 2005

Tasas de descuento	Salud- Escenario B2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	449.136.170	4.754.385.208	14.410.789.722	24.911.726.322	42.210.977.087
0,5%	429.581.413	4.409.789.722	12.709.989.501	20.862.999.028	32.744.364.084
2%	376.733.731	3.532.909.132	8.853.569.846	12.716.851.552	16.652.037.050
4%	317.924.170	2.653.025.407	5.656.219.625	7.123.789.356	8.071.200.851

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.)

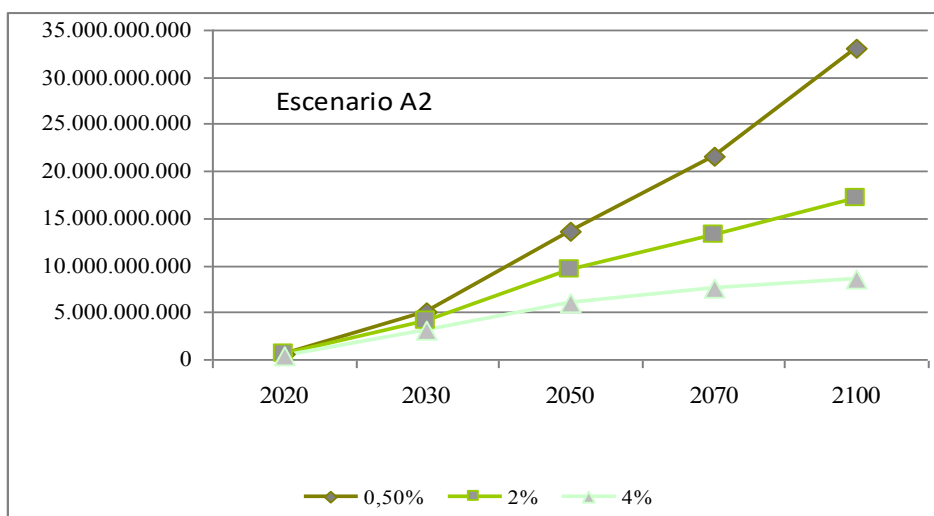
**Gráfico 19:** Valorización Económica de las Pérdidas estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, para los Escenario A2 y B2, para una Tasa de Descuento del 0%. Valores expresados en U\$S del año 2005

<sup>92</sup> La utilización de estos datos y la bibliografía que las contiene fue sugerida (y, en muchos casos, también suministrada) por el propio Experto Sectorial. Tal como estaba contemplado en los Términos de Referencia de los respectivos Informes Sectoriales (en este caso particular el correspondiente a los Impactos del Cambio Climático sobre la Salud), se consideró que lo más apropiado era aplicar un procedimiento de consultas permanentes que derivó finalmente en la decisión de utilizar dichos datos a los fines de la valorización monetaria, tanto de los Impactos Esperados del Cambio Climático como de las potenciales Medidas de Adaptación del Sector Salud en la Argentina. Esto se hizo en el entendimiento que nadie mejor que el Experto Sectorial para determinar la aplicabilidad de las funciones dosis-respuesta implícitas en los cálculos, así también como otros supuestos utilizados para la obtención de estos valores. La pertinencia en cuanto a la aplicabilidad al caso argentino de valores obtenidos en estudios epidemiológicos llevados a cabo en otros países de América Latina es un resorte del Experto Sectorial más que del encargado de realizar la Valorización Monetaria del Impacto.



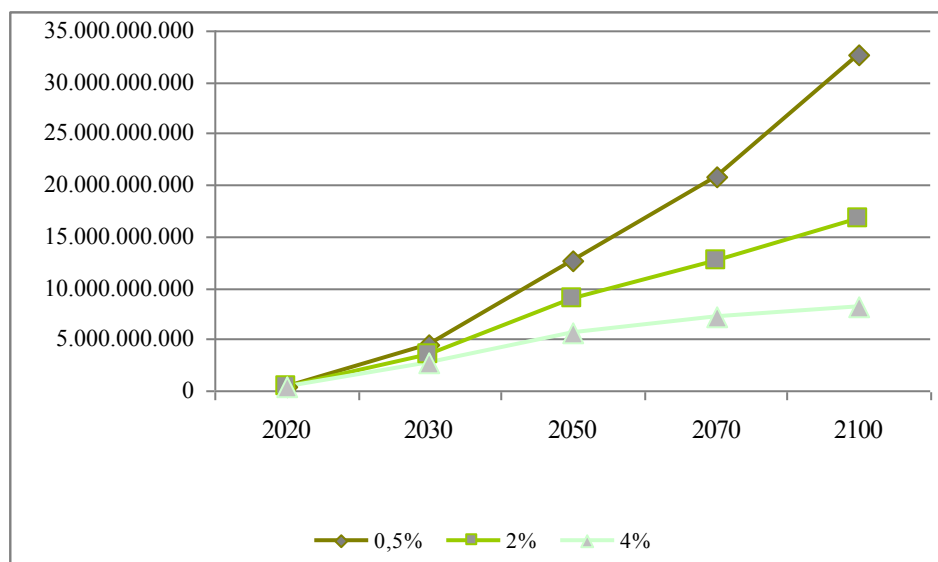
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.).

**Gráfico 20:** Valorización Económica de las Pérdidas estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, para el Escenario A2, para Tasas de Descuento del 0,5%; 2% y 4%. Valores expresados en U\$S del año 2005



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.).

**Gráfico 21:** Valorización Económica de las Pérdidas estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, para el Escenario B2, para Tasas de Descuento del 0,5%; 2% y 4%. Valores expresados en U\$S del año 2005



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.).

Tal como se puede apreciar en las Tablas 44 y 45 y en el Gráfico 19, las diferencias entre ambos Escenarios no son significativas a lo largo de todo el período bajo análisis. Incluso esas diferencias que comienzan siendo de cerca de un 32%, entre el Escenario A2 y el B2, en el acumulado al año 2020, terminan convirtiéndose en casi exiguas (entre 0.6% y 5.1% dependiendo de la Tasa de Descuento escogida) al año 2100. Sí, en cambio, se aprecia una diferencia importante en los valores que se obtienen a diversas Tasas de Descuento, al interior de cada uno de los Escenarios Climáticos analizados. En efecto, en ambos Escenarios los valores acumulados al año 2100 sin descontar son bastante similares, al igual que las diferencias respecto al valor acumulado al mismo año descontado a Tasas del 0,5% (alrededor de un 28% mayor en el A2 y 29% mayor en el B2); del 2% (entre 248% y 253%, respectivamente) y del 4% (500% y 522%, para el A2 y el B2), lo que también marca que el valor de los impactos del Escenario B2 crecen proporcionalmente más que los del A2 hacia el final del período.

Seguidamente, se presenta un detalle de la forma en que se hallaron los valores de cada una de las dos enfermedades que se analizaron en el Estudio Sectorial respectivo.

### a) Dengue

Para la obtención de los costos económicos<sup>93</sup> originados en los impactos del cambio climático sobre el aumento de la probabilidad de la ocurrencia de dengue, para la Argentina, se tomaron los datos de los costos provocados por el dengue publicados por “The american Society of Tropical Medicine and Hygiene.”<sup>94</sup> En dicho estudio se realizó una muestra de 8 países, 5 de los cuales son de América Latina (Brasil, Guatemala, El Salvador, Panamá y Venezuela) y 3 de Asia (Camboya, Malasia y Tailandia). Para el presente ejercicio de valorización económica se utilizaron los datos de Brasil, en tanto se lo consideró como el caso que presentaba una situación más cercana a la realidad Argentina.<sup>95</sup>

<sup>93</sup> En este caso se los puede asociar con el concepto de “Gastos Inducidos”.

<sup>94</sup> Suaya et al. (2008).

<sup>95</sup> Por otro lado, se consideró importante tener en cuenta, también, la valorización económica de los gastos de controlar el vector en que debe incurrir un país, a los fines de efectuar políticas preventivas. Sin embargo, se consideró que dichos gastos era más apropiado considerarlos como correspondientes a Medidas de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático sobre la Salud más que a Costos

Se debe tener en cuenta que el costo de un caso de dengue es la sumatoria de: (a) costos médicos directos, (b) costos no médicos directos (transporte, comida, alojamiento y misceláneas) y (c) costos indirectos en los que incurre las familias y los trabajadores durante el periodo de enfermedad (días de clase perdidos, días de trabajo perdidos y otros gastos indirectos asociados con el periodo de enfermedad del mismo o de sus familias).<sup>96</sup>

En la Tabla 46 se consignan los costos económicos estimados de un caso de dengue, en el que se reflejan todos los costos mencionados en el párrafo anterior para un caso ambulatorio y para un caso de hospitalización (no se consideran los costos de control de vector, vigilancia y laboratorio).

**Tabla 46:** Costos económicos directos (médicos y no médicos) e indirectos de un caso de Dengue. Valores expresados en US\$ del año 2005.

Costos económicos directos e indirectos del dengue(por caso)	US\$
Caso ambulatorio	
Costos directos	
Costos médicos	37
Costos no médicos	13
Costos indirectos	241
Costo total de un caso ambulatorio	291
Caso hospitalario	
Costos directos	
Costos médicos	290
Costos no médicos	36
Costos indirectos	350
Costo total de un caso hospitalario	676

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y la bibliografía citada.

Se puede observar que los valores más significativos son los referidos a los costos indirectos. Éstos están relacionados con la no percepción de los ingresos por parte del paciente y del acompañante. Si bien en el cálculo de los valores absolutos se tomó el promedio ponderado según la muestra del estudio, debe considerarse la diferencia en los costos de un caso de dengue del tipo hospitalario y de uno ambulatorio, ya que son US\$ 676 y US\$ 291, respectivamente. En este caso se tomará un solo valor (US\$ 389), que surge del promedio ponderado según la cantidad de casos existentes en la muestra seleccionada. Este monto que corresponde a un costo por persona por año, debe ser ponderado por la población que efectivamente se espera sea afectada por la enfermedad.

En la Tabla 47 se presentan el número de ciudades y el total de habitantes bajo riesgo de contraer dengue en el año 2008 y en cada año de corte seleccionado (2020; 2030; 2050; 2070 y 2100), en cada uno de los Escenarios Climáticos tomados en consideración.

referidos a Impactos en sí mismos. En este sentido, debe aclararse que, si bien el dato específico referido a dichos costos no está disponible para la Argentina, se extrajo de un trabajo realizado en Panamá para la epidemia del año 2005 (Blas Armien, et al. (2008)). Dichos costos ascienden a US\$ 1.56 por persona, por año (en valores correspondientes a precios del año 2005). El valor correspondiente al control del vector, por persona y por año, se aplicó a la población bajo riesgo en cada año en particular, tal como se verá en la Sección correspondiente a las Medidas de Adaptación.

<sup>96</sup> Debe tenerse presente que en este cálculo no se tomaron los datos de salario mínimo de la Argentina (\$1240), ni de Gasto Público Educativo por alumno del sector estatal por año (\$ 1516), que son datos que surgen del Ministerio de Economía para el año 2004, por falta de desagregación de los datos del modelo.



**Tabla 47:** Número de habitantes de la República Argentina bajo riesgo de contraer Dengue para cada año de corte y en ambos Escenarios Climáticos.

Dengue		2008	2020	2030	2050	2070	2100
A2	N° Ciudades	1.113	1.415	1.692	1.750	2011	2368
	Habitantes bajo riesgo	9.836.561	22.547.045	33.649.007	34.003.013	44.807.310	55.613.232
B2	N° Ciudades	1.009	1.150	1.530	1.675	1.829	2.045
	Habitantes bajo riesgo	9.431.574	11.118.627	25.401.194	35.761.427	42.121.042	50.033.382

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.)

No obstante, se estima que solamente el 0,22% de los potenciales afectados efectivamente contrae la enfermedad,<sup>97</sup> de modo que los U\$S 389 se aplican al 0,22% de la población bajo riesgo de cada año en particular.<sup>98</sup> Así se obtienen los costos en los que se deberá incurrir en el período 2008-2100 para tratar a las personas afectadas por el dengue. En la Tabla 48 se presentan los valores acumulados (desde el año 2010 en adelante) de estos costos (que podríamos denominar “de tratamiento”), para los diferentes años de corte, en U\$S del año 2005.

**Tabla 48:** Valorización Monetaria de las Pérdidas Estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, correspondiente al Dengue (incluyendo los Costos de Tratamiento de la Enfermedad y los Costos del Control del Vector), para ambos Escenarios (Valores Acumulados desde el año 2010 para cada año de corte y expresados en U\$S del año 2005, sin descontar).

	2020	2030	2050	2070	2100
A2	153,843,031	395,926,579	975,038,774	1,649,884,587	2,938,621,455
B2	97,824,242	251,967,124	774,797,574	1,442,556,689	2,626,019,282

Fuente: Elaboración propia.

## b) Malaria

En el caso de la malaria, no se observa una extensión espacial tan significativa, dentro del territorio argentino, como en el caso del dengue, sino que queda circunscripta a unas pocas Zonas en el Norte del País. Los datos para la valorización de un caso tipo de malaria se tomaron de un estudio realizado para Perú en 1998,<sup>99</sup> en las regiones donde se produce la mayor cantidad de casos de malaria (Tumbes, Piura y Loreto) en dicho país. La metodología de recolección de datos en ese estudio fue mediante encuestas a las familias afectadas, recolección directa de información en diferentes organismos y utilización de datos provenientes de estadísticas públicas.

A los fines de la valorización económica desarrollada para este estudio, se consideran como costos directos todos los costos de vigilancia, prevención, diagnóstico y curación incurridos por las instituciones públicas y privadas y por el paciente. No obstante, no se incluyen dentro de los costos la mayor predisposición a contraer otras enfermedades luego de la malaria. En lo referido a los costos directos de los pacientes, se incluyen los gastos en medicamentos, consultas, exámenes, viáticos (alimentación y transporte del paciente y de un acompañante, en caso de ser necesario) y el costo de oportunidad de no percibir ingresos.

En la Tabla 49 se muestran los costos para un caso de malaria severo, a partir de información de la OMS (Organización mundial de la Salud)<sup>100</sup>, que refleja que los episodios de malaria severos son de alrededor

<sup>97</sup> Carbajo, A. Comunicación Personal. Ver el Informe Sectorial respectivo (Carbajo) y Suaya et al. (2008).

<sup>98</sup> Para los años intermedios, se procedió a la interpolación de la población bajo riesgo entre los distintos años de corte.

<sup>99</sup> “Impacto económico de la malaria en el Perú”; Serie Vigía N°1

<sup>100</sup> Kiszewski et al. (2007)

del 1% por año.<sup>101</sup> El costo promedio ponderado de un caso de malaria resulta ser de US\$ 88 (expresado en valores del año 2005).

**Tabla 49:** Costo de un caso típico de malaria severo

Según afectación	Variables	US\$
Sector público	Insumos	12
	Personal en primer nivel	6
	servicios generales en primer nivel	3
Costo para las familias	Hospitalización	374
	Por prevención	14
	Por tratamiento	47
Total por caso de malaria		456

Fuente: Elaboración propia con datos de un estudio de Serie Vigía N° 1, Impacto económico de la malaria en el Perú.

En el caso de la malaria no se consideraron acciones masivas de prevención del vector ya que, en la mayoría de los casos, la prevención se encuentra dentro de los hogares y este costo ya está considerado.

La población bajo riesgo de contraer Malaria, para el año tomado como punto de partida (1998) y para los distintos años de corte, se presenta en la Tabla 50.

**Tabla 50:** Número de habitantes de la República Argentina bajo riesgo de contraer Malaria para cada año de corte y en ambos Escenarios Climáticos.

Malaria		1998	2020	2030	2050	2070	2100
A2	Habitantes bajo riesgo	3.681.308	4.997.066	5.252.196	5.418.043	5.574.895	6.177.278
B2	Habitantes bajo riesgo	3.681.308	3.992.181	5.371.659	5.028.338	6.126.864	6.083.561

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Carbajo, A.)

De acuerdo con la información que surge de la Tabla 50 y de la Tabla 49, se pueden estimar las Pérdidas originadas en los Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, en lo concerniente a la mayor cantidad de casos correspondientes a Malaria. Los valores correspondientes se presentan en la Tabla 51.<sup>102</sup>

**Tabla 51:** Valorización Monetaria de las Pérdidas Estimadas por Impactos del Cambio Climático sobre la Salud, correspondiente a la Malaria para ambos Escenarios (Valores Acumulados, a partir del año 2010, para cada año de corte y expresados en U\$S del año 2005, sin descontar).

	2020	2030	2050	2070	2100
A2	439,741,808	4,959,720,515	14,356,073,805	24,036,105,849	39,561,899,004
B2	351,311,928	4,502,418,084	13,635,992,148	23,469,169,633	39,584,957,809

Fuente: Elaboración propia.

<sup>101</sup> El valor exacto que se tomó es 1,444%.

<sup>102</sup> En este caso no se contó con información fidedigna de estadísticas sobre casos efectivos de malaria respecto de la población bajo riesgo. Por ende, se tomó la totalidad de la población bajo riesgo.

### 3.5. Eventos Extremos

En este punto se incluyen las Valorizaciones Monetarias de los Potenciales Impactos del Cambio Climático sobre la Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata y los potenciales efectos de las Inundaciones de los Ríos Paraná y Uruguay.

#### 3.5.1. Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata

Para la valorización económica de los impactos esperados de cambio climático sobre la Costa del Río de la Plata se utilizó información producida en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (Gobierno de la República Argentina, 2007) y en el proyecto de Assessments of Impacts and Adaptations to climate Change (AIACC) (Barros V., 2005). En ambos estudios (principalmente en el primero) se evalúa la afectación económica por inundación de la infraestructura de servicios públicos y de la infraestructura edilicia de las zonas urbanas industriales y residenciales más significativas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (desde la localidad de Tigre hasta Berazategui), para condiciones actuales y futuras.<sup>103</sup>

**Tabla 52:** Daño medio anual con crecimiento de la infraestructura en US\$. Valores del año 2005.

Escenario A2			Incremento de la infraestructura		
Escenario A2 medio	Incremento (m)	US\$	0,50%	1,00%	1,50%
Actual	0,00	24.000.000	-	-	-
2030	0,10	37.000.000	42.000.000	48.000.000	55.000.000
2070	0,27	61.000.000	85.000.000	118.000.000	163.000.000
2100	0,39	78.000.000	126.000.000	204.000.000	327.000.000
Escenario A2 severo	Incremento (m)	US\$	0,50%	1,00%	1,50%
Actual	0,00	24.000.000	-	-	-
2030	0,18	49.000.000	56.000.000	63.000.000	72.000.000
2070	0,48	90.000.000	125.000.000	174.000.000	241.000.000
2100	0,70	191.000.000	308.000.000	496.000.000	798.000.000

Fuente: Gobierno de la República Argentina (2007)

Para los años futuros se analizan dos casos: (a) por un lado, el mantenimiento de la infraestructura en condiciones *ceteris paribus* y (b) por otro lado, la situación en un escenario con incrementos en la infraestructura del 0,50%, 1,00% y 1,50%, tomando como horizonte temporal diversos años. Los valores se muestran en la Tabla 52.

<sup>103</sup> En tanto el Río de la Plata se extiende (del lado Argentino) desde la confluencia de los Ríos Uruguay y Paraná hasta la Punta Rasa del Cabo San Antonio (Bahía de Samborombón), los valores contemplados en este cálculo deben tomarse como un mínimo, en tanto quedan fuera del cálculo los impactos que se produzcan sobre infraestructura existente en el tramo comprendido entre el Partido de Berazategui y la Bahía de Samborombón.

En la Tabla 53 se muestra el daño acumulado en infraestructura para los años de corte en US\$ de la opción *ceteris paribus* respecto de la infraestructura.

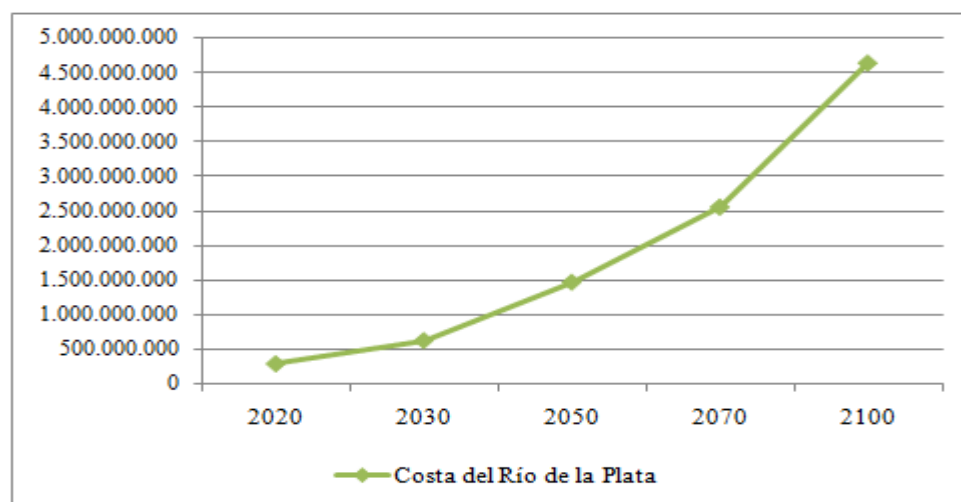
**Tabla 53:** Daños Acumulados en Infraestructura por año de corte, a diversas Tasas de Descuento, para ambos Escenarios. Valores en US\$ del año 2005.

Costa del Río de la Plata					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	294.861.617	631.173.883	1.477.144.365	2.563.368.042	4.646.442.173
0,5%	287.325.029	598.372.565	1.323.760.374	2.166.732.225	3.593.136.133
2%	266.445.288	513.394.289	975.038.821	1.373.942.752	1.842.205.694
4%	242.161.756	425.157.281	683.296.706	834.566.288	946.032.711

Fuente: Elaboración propia basado en el Estudio AIACC y Gobierno de la República Argentina (2007)

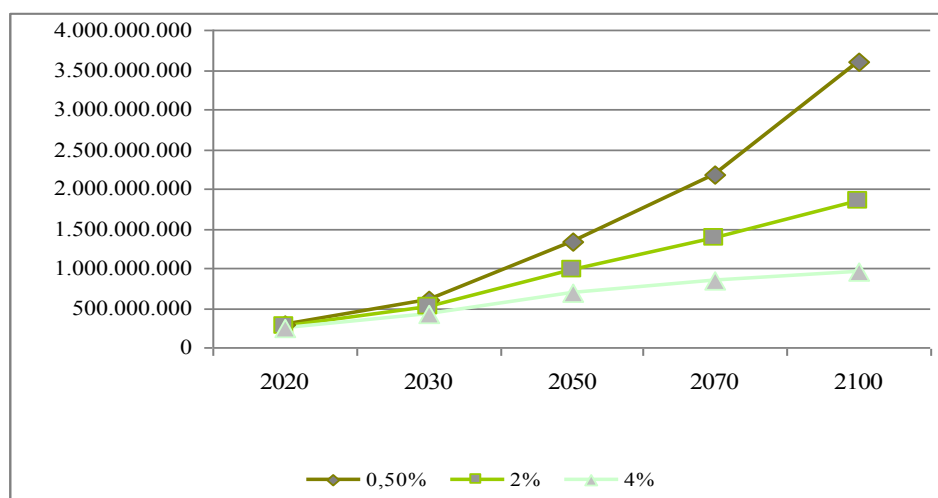
Tal como se puede apreciar, es importante el peso de la Tasa de Descuento en la determinación final del Valor Económico de los impactos, en tanto los costos acumulados al año 2100 sin descontar son casi 500% mayores que si se los descuenta a una Tasa del 4%. También debe tenerse presente que la mayor parte de los impactos significativos ocurren en los periodos más alejados del tiempo, de modo que se aprecia cómo la diferencia entre los valores sin descontar y descontados van creciendo significativamente a medida que nos vamos alejando en el tiempo.

**Gráfico 22:** Daños Acumulados den Infraestructura (en US\$ del año 2005), para ambos Escenarios, a una Tasa de Descuento del 0%



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Barros, V.).

**Gráfico 23:** Daños acumulados de la infraestructura en U\$S del 2005, para ambos Escenarios, a tasas de descuento de 0,5%; 2% y 4%.



Fuente: Elaboración propia basado en el informe sectorial respectivo (Barros, V.).

### 3.5.2. Inundaciones en la Región Litoral (Ríos Paraná y Uruguay)

A los efectos de la determinación de los costos económicos provocados por los impactos del cambio climático sobre las inundaciones de los principales Ríos de la Cuenca del Plata (Paraná y Uruguay) se recurrió al Estudio Sectorial respectivo (Camillioni, I.), del cual se tomaron los números de casos de inundaciones, para cada uno de los ríos. En el caso del Río Paraná según las inundaciones analizadas sean: (a) inundaciones menores a nueve meses y (b) mayores a nueve meses. A los fines de la tarea de valorización económica de los impactos de las inundaciones menores a nueve meses se consideraron como si éstas fueran similares a la inundación registrada en 1992 y las otras (las mayores a nueve meses) como inundaciones similares a la ocurrida en 1982.<sup>104</sup> A cada uno de los ríos se le aplicó el valor correspondiente a las provincias efectivamente afectadas en cada caso. A continuación se muestra la cantidad de casos según se trate del Río Uruguay o del Río Paraná para cada uno de los Escenarios analizados (A2 y B2).

**Tabla 54:** Cantidad de eventos de inundaciones del Río Uruguay en el Escenario A2

	2020	2030	2050	2070	2100
Casos	66	49	63	66	73

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.)

<sup>104</sup> De acuerdo con lo recomendado por el Experto Sectorial respectivo (Camillioni, I. Comunicación Personal).

**Tabla 55.** Cantidad de eventos de inundaciones del Río Uruguay en el Escenario B2

	2020	2030	2050	2070	2100
Casos	65	62	70	57	74

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).

**Tabla 56.** Cantidad de eventos de inundaciones del Río Paraná en el Escenario A2

	2020	2030	2050	2070	2100
Casos (inundaciones menores a 9 meses)	7	10	3	10	11
Casos (Inundaciones mayores a 9 meses)	1			1	

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).

**Tabla 57.** Cantidad de eventos de inundaciones del Río Paraná en el Escenario B2.

	2020	2030	2050	2070	2100
Casos (inundaciones menores a 9 meses)	8	8	6	6	9
Casos (Inundaciones mayores a 9 meses)					1

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).

Los datos para la valorización, que se presentan a continuación, fueron extraídos de un informe de la Cámara Argentina de la Construcción y corresponden a los datos de las inundaciones de la región del Litoral correspondientes a 1982 y 1992, por provincia.<sup>105</sup>

<sup>105</sup> Cámara Argentina de la Construcción (2003), El cambio climático y sus consecuencias territoriales, Alcance de las afecciones, Convención Nacional Noviembre 2003, Argentina, Tomo I y II.

**Tabla 58:** Datos para la valorización económica de las inundaciones del Río Uruguay

Sector	Entre Ríos (US\$ corrientes)	US\$ 2005	Totales (US\$ 2005)
Agricultura y ganadería	13.400.000	18.492.000	63.204.000
Industria, comercio y servicios	32.400.000	44.712.000	
Emergencia y evacuación	1.350.000	1.863.000	5.313.000
Gastos para ejecución de obras de defensa	2.500.000	3.450.000	

Fuente: Cámara Argentina de la Construcción (2003).

**Tabla 59:** Datos para la valorización económica de las inundaciones del Río Paraná y Paraguay (Inundación correspondiente a 1992). Valores expresados en US\$ corrientes (en la información desagregada por Provincia) y en US\$ del año 2005 (en el Total).

Sector	Misiones	Formosa	Chaco	Corrientes	Santa Fe	Buenos Aires	Total US\$ 2005
Agricultura y ganadería	0	62.000.000	35.600.000	41.700.000	32.000.000	0	236.394.000
Industria, comercio y servicios	26.200.000	75.100.000	53.000.000	81.000.000	13.500.000	0	343.344.000
Emergencia y evacuación	1.350.000	4.040.000	1.850.000	2.700.000	1.350.000	2.500.000	19.030.200
Gastos para ejecución de obras de defensa	2.500.000	16.000.000	3.000.000	2.000.000	5.120.000	800.000	40.599.600
Total	30.050.000	157.140.000	93.450.000	127.400.000	51.970.000	3.300.000	639.367.800

Fuente: Cámara Argentina de la Construcción (2003).

En el caso del Río Uruguay (Tabla 58), los costos correspondientes a “Agricultura y Ganadería” y a “Industria, Comercio y Servicios” fueron tomados como valores correspondientes a los Costos por Impactos, mientras, los dos conceptos restantes se tomaron como Costos de las Medidas de Adaptación a las Inundaciones, para cada uno de los eventos. Estos valores se aplicaron a la cantidad de eventos producidos (Tabla 54 para el Escenario A2 y Tabla 55 para el Escenario B2), a los fines de obtener los valores correspondientes para cada período de corte. Para las Inundaciones correspondientes al Río Paraná equiparables a la del año 1992 (Tabla 59),<sup>106</sup> se procedió de forma similar, para separar los costos que se asignaron a los impactos de los que se imputaron a las Medidas de Adaptación. Los valores obtenidos, tal como en el caso del Río Uruguay, se aplicaron a la cantidad de eventos producidos (Tabla 56 para el Escenario A2 y Tabla 57 para el Escenario B2). En lo concerniente a las Inundaciones del Río Paraná, asimilables a las de 1982 (Tabla 60),<sup>107</sup> los costos que se imputaron a las Medidas de Adaptación, fueron los correspondientes a los componentes “Emergencia y Evacuación” y “Gastos para

<sup>106</sup> Las inundaciones correspondientes a este año, como se mencionó precedentemente, se consideraron de una duración inferior a los 9 meses.

<sup>107</sup> Son las que se consideraron mayores a los 9 meses de duración.

Ejecución de Obras de Defensa”, mientras el resto de los ítems se tomaron como Costos de los Impactos. Los respectivos valores se aplicaron a la cantidad de eventos esperados (Tabla 56 para el Escenario A2 y Tabla 57 para el Escenario B2).

**Tabla 60:** Datos para la valorización económica de las inundaciones del Río Paraná y Paraguay (Inundación correspondiente a 1982). Valores expresados en U\$S corrientes (en la información desagregada por Provincia) y en U\$S del año 2005 (en el Total).

Sector	Misiones	Formosa	Chaco	Corrientes	Santa Fe	Total US\$ 2005
Vivienda y Ed. Públicos	25.000.000	80.800.000	93.800.000	37.400.000	20.600.000	520.352.000
Agricultura	17.800.000	29.300.000	27.200.000	34.600.000	11.700.000	243.612.000
Ganadería	0	21.900.000	8.800.000	22.600.000	8.400.000	124.634.000
Ind., com. Y servicios	35.600.000	102.400.000	107.700.000	114.400.000	16.800.000	761.338.000
Infraestructura						0
vial	4.900.000	62.900.000	8.200.000	20.800.000	83.800.000	364.812.000
Ferroviaria	0	0	1.400.000	0	0	2.828.000
Navegación	0	0	0	0	0	0
Agua y cloacas	600.000	1.800.000	2.600.000	400.000	4.100.000	19.190.000
infraestructura urbana	300.000	2.300.000	1.300.000	3.400.000	4.400.000	23.634.000
Mayores costos por corte de rutas	0	0	0	200.000	0	404.000
Emergencia y evacuación	200.000	24.500.000	16.200.000	4.600.000	7.800.000	107.666.000
Gastos para ejecución de obras de defensa	0	0	0	0	0	134.878.834
Totales	84.400.000	325.900.000	267.200.000	238.400.000	157.600.000	2.303.348.834

Fuente: Cámara Argentina de la Construcción (2003).

En las Tablas 61 y 62 se presenta un resumen de los valores obtenidos, de acuerdo con los datos de costos y número de eventos de inundaciones esperados correspondientes a los Ríos Uruguay y Paraná-Paraguay, para ambos Escenarios.

**Tabla 61:** Costos de los Impactos de las Inundaciones en el Litoral, para el escenario A2, para los diferentes períodos considerados de acuerdo con los años de corte correspondientes. Valores Expresados en U\$S del año 2005 sin descontar.

A2	2020	2030	2050	2070	2100
Uruguay	4,171,464,000	3,096,996,000	3,981,852,000	4,171,464,000	4,613,892,000
Paraná-Paraguay	6,138,160,000	5,797,380,000	1,739,214,000	7,877,374,000	6,377,118,000
TOTAL	10,309,624,000	8,894,376,000	5,721,066,000	12,048,838,000	10,991,010,000

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).



**Tabla 62:** Costos de los Impactos de las Inundaciones en el Litoral, para el escenario B2, para los diferentes períodos considerados de acuerdo con los años de corte correspondientes. Valores Expresados en U\$S del año 2005 sin descontar.

B2	2020	2030	2050	2070	2100
Uruguay	4,108,260,000	3,918,648,000	4,424,280,000	3,602,628,000	4,677,096,000
Paraná-Paraguay	4,637,904,000	4,637,904,000	3,478,428,000	3,478,428,000	7,297,636,000
<b>TOTAL</b>	<b>8,746,164,000</b>	<b>8,556,552,000</b>	<b>7,902,708,000</b>	<b>7,081,056,000</b>	<b>11,974,732,000</b>

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).

Los valores que resultan de las Tablas 61 y 62 fueron acumulados y se le aplicaron las Tasas de Descuento correspondientes. En este sentido, tal como puede apreciarse en las Tablas 63 y 64, como así también en los Gráficos 24 a 26; los valores acumulados al 2100 de los daños provocados por las Inundaciones en los Principales Ríos de la Cuenca del Plata, en Argentina, son entre un 8% y un 9% mayores en el Escenario A2 que en el B2, dependiendo de la Tasa de Descuento que se utilice. No obstante, esta diferencia va reduciéndose con el transcurso de los años, teniendo en cuenta que el valor acumulado al 2020 muestra que en el Escenario A2 los costos son casi 18% mayores que en el Escenario B2, bajo todas las Tasas de Descuento utilizadas.

**Tabla 63:** Valorización Económica de la evolución del impacto acumulado de las Inundaciones en el Litoral, para el escenario A2, para las diferentes Tasas de Descuento. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Inundaciones litoral - Escenario A2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	10.309.624.000	19.204.000.000	24.925.066.000	36.973.904.000	47.964.914.000
0,50%	9.808.039.562	17.858.009.336	22.544.356.821	31.477.030.311	38.493.070.126
2%	8.457.482.521	14.443.142.595	17.034.158.551	20.706.430.705	22.555.793.619
4%	6.964.812.568	11.024.089.669	12.215.725.041	13.361.092.413	13.683.226.785

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.) y en Cámara Argentina de la Construcción (2003).

**Tabla 64:** Valorización Económica de la evolución del impacto acumulado de las Inundaciones en el Litoral, para el escenario B2, para las diferentes Tasas de Descuento. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Inundaciones litoral- Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	8.746.164.000	17.302.716.000	25.205.424.000	32.286.480.000	44.261.212.000
0,5%	8.320.645.110	16.064.862.914	22.538.278.141	27.787.976.180	35.431.968.541
2%	7.174.900.768	12.933.214.974	16.512.275.681	18.670.455.978	20.685.341.350
4%	5.908.595.013	9.813.693.650	11.459.741.150	12.132.869.173	12.483.835.350

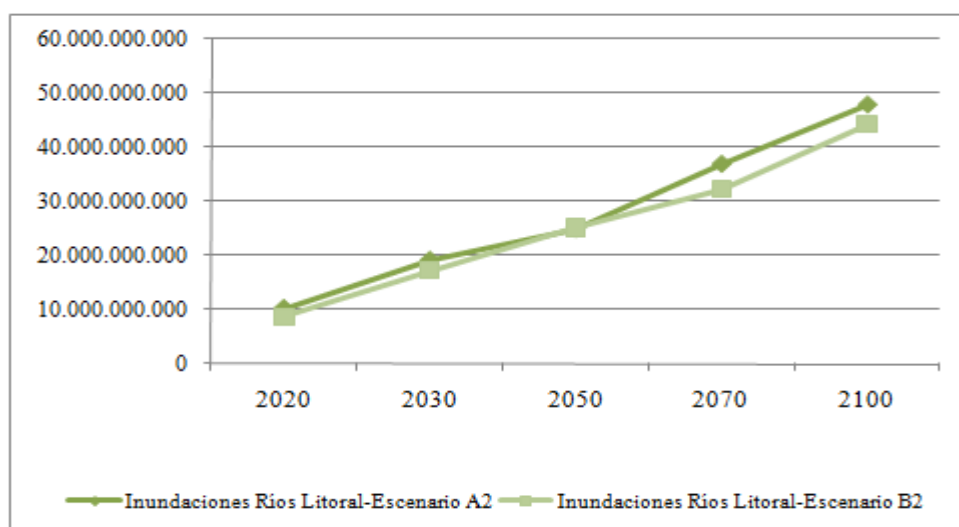
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.) y en Cámara Argentina de la Construcción (2003).

En lo concerniente al peso de la Tasa de Descuento en la determinación del valor total acumulado, se tiene que en el caso del Escenario A2, el valor acumulado al año 2100 sin descontar es más de un 350% que el descontado a una Tasa del 4% y de 124,6% del descontado a una tasa del 0,5%. En el caso del Escenario B2, las cifras son apenas diferentes (354,5% y 124,9%, respectivamente).

Hay un solo momento en el cual el valor acumulado del Escenario B2 es superior al correspondiente al A2 y es el valor acumulado sin descontar al 2050. Esto se debe a los supuestos asumidos sobre el

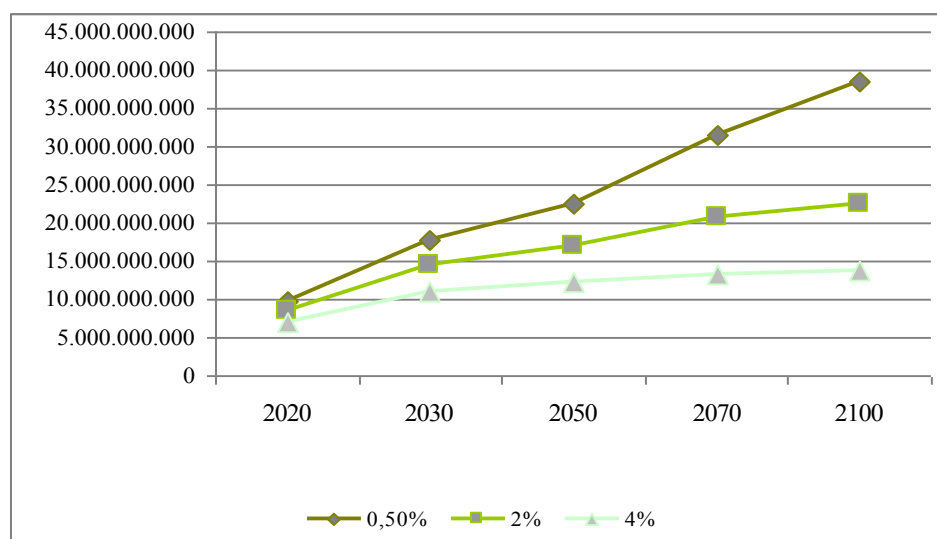
momento y magnitud de ocurrencia de los episodios de inundaciones. No obstante, al aplicarse Tasas de Descuento distintas del 0%, el valor acumulado de los impactos de las Inundaciones del Escenario A2 vuelve a superar al que surge del Escenario B2, como consecuencia que hay algunos impactos que, en el segundo de los Escenarios mencionados, se da en un período más lejano dentro del intervalo 2030-2050. Sin embargo, no se observan diferencias muy significativas entre ambos Escenarios al final del período bajo análisis.

**Gráfico 24:** Valorización Económica de la evolución del impacto acumulado de las Inundaciones en el Litoral, para ambos Escenarios, sin descontar (Tasa de Descuento del 0%). Valores Expresados en U\$S del año 2005.



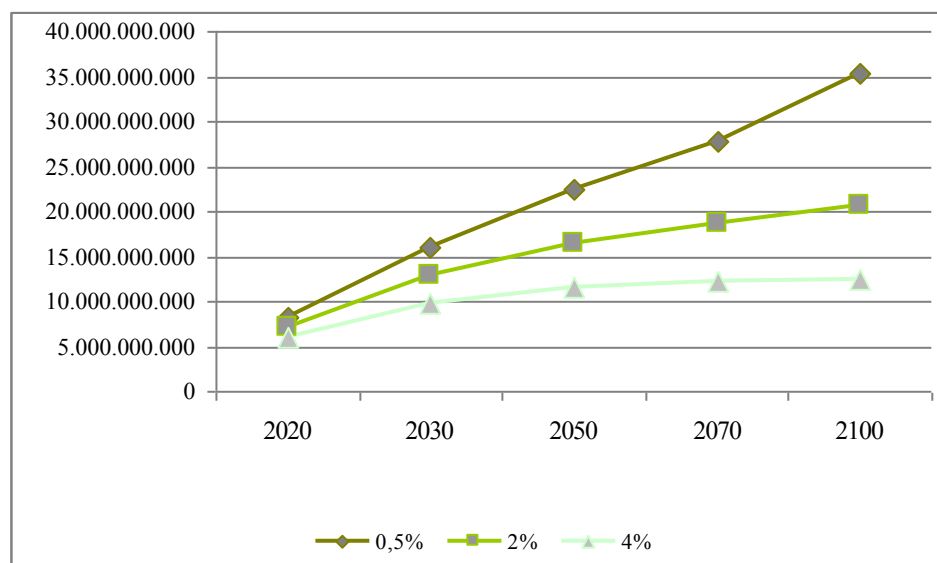
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Cámara Argentina de la Construcción (2003).

**Gráfico 25:** Valorización Económica de la evolución del impacto acumulado de las Inundaciones en el Litoral, para el escenario A2, con Tasas de Descuento de 0,5%; 2% y 4%. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Cámara Argentina de la Construcción (2003).

**Gráfico 26:** Valorización Económica de la evolución del impacto acumulado de las Inundaciones en el Litoral, para el Escenario B2, con Tasas de Descuento de 0,5%; 2% y 4%. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Cámara Argentina de la Construcción (2003).

### 3.5.3. Resumen de los Impactos Esperados y Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos al Cambio Climático y a los Eventos Extremos.

Tomando como punto de partida la información presentada en los diversos puntos anteriores, referidos a los Impactos del Cambio Climático y los Eventos Extremos sobre los Recursos Hídricos (Caudales en las Regiones de Comahue, Cuyo y Litoral, así como también la Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata y los Impactos de las Inundaciones en el Litoral), se elaboraron las Tablas 65 y 66, en las cuales se resumen los resultados de la Valorización Monetaria de los mismos. De las mismas resulta que el valor acumulado sin descontar (utilizando una Tasa de Descuento del 0%) al año 2100 asciende a 78.077 millones de USD del 2005, para el Escenario A2; mientras que para el Escenario B2, el valor correspondiente asciende a 61.618 millones de USD.

**Tabla 65.** Resumen de la Valorización Económica de los Impactos sobre los Recursos Hídricos (incluyendo Eventos Extremos), en el Escenario A2, a las diferentes tasas de descuento utilizadas en el ERECCS-Argentina. Valores Acumulados en USD del 2005.

Tasas de descuento	Resumen Escenario A2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	10,796,950,394	20,623,895,423	30,011,594,212	49,046,883,053	78,077,975,768
0,5%	10,281,249,942	19,192,651,685	27,008,670,939	41,351,334,594	60,670,733,071
2%	8,891,727,907	15,558,754,783	20,114,512,953	26,330,135,710	32,170,135,751
4%	7,354,034,121	11,915,751,946	14,186,484,585	16,288,090,551	17,545,476,203

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 66.** Resumen de la Valorización Económica de los Impactos sobre los Recursos Hídricos (incluyendo Eventos Extremos), en el Escenario B2, a las diferentes tasas de descuento utilizadas en el ERECCS-Argentina. Valores Acumulados en USD del 2005.

Resumen Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	9,160,558,675	18,404,536,558	28,702,278,620	39,814,986,446	61,618,957,197
0,5%	8,723,469,229	17,102,842,295	25,623,646,569	33,997,080,721	48,348,312,349
2%	7,545,750,221	13,806,844,935	18,677,029,107	22,306,276,262	26,500,261,285
4%	6,242,424,101	10,518,651,562	12,878,025,339	14,105,482,406	14,968,240,707

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que el valor acumulado de los impactos sobre los Recursos Hídricos al 2100, en el Escenario A2, es entre un 17.2% y un 27% mayor que en el Escenario B2, dependiendo de la Tasa de Descuento escogida (es menor la diferencia a medida que va aumentando la tasa). Esta diferencia entre ambos Escenarios está en el orden del 18% al principio de la serie, para llegar a su mínimo en los alrededores del año 2050 y comenzar a crecer nuevamente a partir de allí hasta el año 2100.

En tanto la mayor incidencia de los impactos se da en los períodos más alejados en el tiempo, la influencia de la Tasa de Descuento es muy marcada. En el Escenario A2, los valores acumulados al año 2100 sin descontar (aplicando una Tasa de Descuento del 0%) son casi 4 veces y media superiores a los que surgen de una Tasa de Descuento del 4% y más de un 28% superiores que los que se obtienen a una Tasa de 0,5%. En el caso del Escenario B2, sucede algo similar: la diferencia entre los valores acumulados al año 2100 usando una tasa de 0% son algo más de 4 veces mayores que con una tasa del 4% y más de 27% mayores que descontando con una tasa del 0,5%.

## 4. Valorización Económica de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático

A los fines de determinar el Valor Monetario de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático que podrían llevarse a cabo para prevenir y/o morigerar los Impactos Esperados del mismo sobre diversos Sistemas, Sectores y/o Regiones del País, se partió de aquella información identificada, por parte de los expertos responsables de los Informes Sectoriales respectivos, tanto en lo concerniente a las medidas en sí mismas como a la posibilidad de hallar datos relevantes a los efectos de su valorización económica. Debe recordarse, en primer lugar, que no todos los Sistemas, Sectores y/o Regiones del País susceptibles de sufrir efectos asociados al Cambio Climático han formado parte de este Estudio. Por otra parte, algunos de los Sistemas, Sectores y/o Regiones que sí lo hicieron no siempre cuentan con información (tanto de tipo técnico como así también socioeconómica) que es crucial para llevar adelante el proceso de valorización monetaria.

En este sentido, las medidas, cuya valorización económica se presenta en este ítem, no agotan las posibilidades existentes y constituyen sólo una pequeña parte de las medidas que potencialmente se podrían llegar a aplicar.<sup>108</sup> Por lo tanto, el valor monetario resultante, está lejos de representar la verdadera magnitud de las erogaciones que se tendrán que llevar a cabo para prevenir o eventualmente reducir los efectos de los impactos esperados del Cambio Climático, sino que sólo muestra una pequeña porción (la más fácilmente identificable, cuantificable y susceptible de ser traducida en términos monetarios) de dichas erogaciones. Queda por delante un arduo trabajo de recopilación de información (tanto física como socioeconómica) para poder dar una respuesta apropiada a esta cuestión.

### 4.1. Medidas de Adaptación en las Costas del Río de la Plata

Con el objeto de Valorizar Económicamente las Medidas de Adaptación para reducir la Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata al Cambio Climático, se utilizó un estudio realizado sobre esta problemática, que se origina en el ya citado estudio AIACC. En efecto, en Bronstein (2007) se plantea que existen dos tipos de medidas de adaptación frente a la problemática de las inundaciones en la zona: (a) la Construcción de Obras de Defensa y (b) la Relocalización de los Asentamientos a una zona no inundable.

En este estudio se valorizan ambos tipos de medidas, adaptándolas a las características del ERECCS-Argentina. Para obtener un valor monetario aproximado de las medidas de adaptación necesarias, se utilizaron los costos de un caso piloto del estudio de Bronstein (2007), en el que se le atribuye un valor de US\$ 12.700.000 a los costos de una obra de defensa para 9 Km de perímetro, que linda con el borde de la zona costera. La zona costera tomada en el trabajo citado es Avellaneda,<sup>109</sup> que es representativa de un sitio de alta urbanización y nivel socioeconómico de medio a bajo (según la zona).

<sup>108</sup> En este sentido, por ejemplo, no se tomaron en consideración los costos de la generación eléctrica adicional necesaria, que se debiera utilizar como alternativa a la hidroelectricidad, a los fines de cubrir la pérdida de generación hidroeléctrica originada por los menores caudales fruto de los cambios esperados en el clima. Estos costos corresponderían a la alternativa más probable de generación de electricidad que se daría en un Escenario de Base que, en el caso de Argentina, estaría dada por aquellos costos vinculados con la construcción, la operación y el mantenimiento de Centrales Térmicas a Gas Natural de Ciclo Combinado. No obstante, una alternativa de este tipo entraría en contradicción con las Medidas de Mitigación de GEI que también se están planteando en otro Documento de este Proyecto (las Medidas de Adaptación al Cambio Climático, en este caso, implicarían una opción más emisora de GEI). De esta forma, y para evitar presentar resultados que pudieran ser contradictorios con otros componentes de este mismo Estudio, no se han incluido Medidas de Adaptación que implicaran profundizar alternativas más emisoras. No obstante, se deja aclarado que este proceder conlleva una subestimación de los potenciales costos de las Medidas de Adaptación necesarias.

<sup>109</sup> Se trata de un Partido de la Provincia de Buenos Aires, que limita con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y forma parte del Conurbano Bonaerense.

Si bien cada zona tiene sus propias características, frente a la falta de información se utilizó este dato para obtener el costo total de una obra de defensa para el conjunto de la región estudiada (80 km), mediante la extrapolación (al total de la zona bajo riesgo), del valor consignado para los citados 9 km. La Tabla 67 muestra el costo por km y el costo total de la obra.

**Tabla 67:** Costos de una Obra de Defensa para la Región de la Costa del Río de la Plata. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Costos	U\$S/Km	80 Km
Terraplén	1.022.222	81.777.778
Otros costos de ingeniería	388.889	31.111.111
Total	1.411.111	112.888.889

Fuente: Elaboración propia basado en Bronstein (2007) y el Informe Sectorial respectivo.

Por otro lado, se consideró la relocalización de la población en zona de riesgo a los fines de la valorización económica de estos impactos. Para ello se supuso que la nueva urbanización tendría un valor similar al de aquella a relocalizar y se analizaron las siguientes variables: (a) Cantidad de Viviendas, (b) Costo por Vivienda, (c) Cantidad de Habitantes por Vivienda y (d) Costo de Edificios Públicos por Unidad de Área. Todos estos componentes conformaron un valor de alrededor de US\$ 350.000.000 para la zona piloto. No obstante, este valor no incluye toda la superficie del Área bajo riesgo, sino solamente la del caso piloto. Ante la falta de información fidedigna para poder extrapolar este valor a toda el área, se tomó la decisión de no proyectarlo. Esta situación implica una subestimación de los verdaderos costos de las Medidas de Adaptación, al menos en lo que concierne a esta medida en este componente.

En tanto se supone que estas Medidas de Adaptación tienen que llevarse a cabo inmediatamente (en el momento “cero”), el valor acumulado de las mismas, para los años de corte posteriores a su aplicación se mantiene constante. Esto significa que no varía, respecto del valor de dichas medidas al inicio del período, por el hecho de que no hay medidas adicionales que se tomen una vez realizadas las obras iniciales y, por ese mismo motivo, este acumulado tampoco se ve afectado por las diferentes Tasas de Descuento utilizadas, tal como se puede apreciar en la Tabla 68.<sup>110</sup>

**Tabla 68:** Valorización Económica de los Costos Acumulados de Adaptación de la Costa del Río de la Plata. Ambos Escenarios, para distintas Tasas de Descuento. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Tasas de descuento	Costa del Río de la Plata				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889
0,5%	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889
2%	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889
4%	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889	462.888.889

Fuente: Elaboración propia basado en AIACC, Bronstein (2007); Gobierno de la República Argentina (2007) y el Informe Sectorial respectivo (Barros, V.).

<sup>110</sup> En realidad esta Tabla podría obviarse, pero se incluyó a los fines de homogeneizar la presentación de este componente en comparación con los restantes.

## 4.2. Medidas de Adaptación para hacer frente a las Inundaciones de los Principales Ríos del Litoral (Ríos Paraná y Uruguay).

Con el objeto de obtener una estimación sobre la Valorización Económica de las potenciales Medidas de Adaptación de la Región del Litoral Argentino ante la posibilidad de sufrir Inundaciones de cierta magnitud, se tomaron los datos originados en un Estudio (ya citado) realizado por la Cámara Argentina de la Construcción en el año 2003. En el mismo, se muestran valores monetarios de Medidas correspondientes a las Inundaciones acaecidas en 1982 y 1992, en la región estudiada. Las Medidas de Adaptación que se tomaron en consideración fueron: (a) la Construcción de Obras de Defensa y (b) las Medidas de Emergencia y Evacuación tomadas en cada caso.<sup>111</sup>

La correspondiente valorización se efectuó considerando la cantidad y magnitud de los eventos futuros previstos de inundaciones en la zona estudiada (que surgen de las Tablas 54 a 57; en el punto correspondiente a los Impactos de las Inundaciones de los Principales Ríos del Litoral) y los costos correspondientes a los ítems (a) y (b) citados en el párrafo anterior (que se pueden ver en las Tablas 58 a 60; correspondientes al mismo punto).

En las Tablas 69 y 70 se presenta un resumen de los valores obtenidos, de acuerdo con los datos de costos y número de eventos de inundaciones esperados correspondientes a los Ríos Uruguay y Paraná-Paraguay, para ambos Escenarios.

Los valores que resultan de las Tablas 69 y 70 fueron acumulados y se le aplicaron las Tasas de Descuento correspondientes. Así, se valorizó en términos monetarios la Pérdida Total Acumulada, tal como se puede apreciarse en las Tablas 71 y 72, como así también en los Gráficos 27 y 28

**Tabla 69:** Costos de las Medidas de Adaptación correspondientes a las Inundaciones en el Litoral, para el escenario A2, para los diferentes períodos considerados de acuerdo con los años de corte correspondientes. Valores Expresados en U\$S del año 2005 sin descontar.

A2	2020	2030	2050	2070	2100
Uruguay	350,658,000	260,337,000	334,719,000	350,658,000	387,849,000
Paraná-Paraguay	659,953,434	596,298,000	178,889,400	838,842,834	655,927,800
TOTAL	1,010,611,434	856,635,000	513,608,400	1,189,500,834	1,043,776,800

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).

**Tabla 70:** Costos de las Medidas de Adaptación correspondientes a las Inundaciones en el Litoral, para el escenario B2, para los diferentes períodos considerados de acuerdo con los años de corte correspondientes. Valores Expresados en U\$S del año 2005 sin descontar.

B2	2020	2030	2050	2070	2100
Uruguay	345,345,000	329,406,000	371,910,000	302,841,000	393,162,000
Paraná-Paraguay	477,038,400	477,038,400	357,778,800	357,778,800	779,213,034
TOTAL	822,383,400	806,444,400	729,688,800	660,619,800	1,172,375,034

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo (Camillioni, I.).

<sup>111</sup> Para mayores detalles, ver el punto correspondiente a la monetización de los Impactos de las Inundaciones en los Ríos del Litoral.

**Tabla 71:** Valorización Económica del Costo Acumulado de las Medidas de Adaptación para atender las Inundaciones de los Principales Ríos de la Zona del Litoral Argentino (Ríos Paraná y Uruguay), para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Medidas de adaptación para las inundaciones del Litoral					
A2	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1,010,611,434	1,867,246,434	2,380,854,834	3,570,355,668	4,614,132,468
0,5%	961,443,107	1,736,751,668	2,157,468,267	3,039,331,113	3,705,619,251
2%	829,053,372	1,405,544,170	1,638,152,491	2,000,691,251	2,176,318,614
4%	682,732,873	1,073,689,905	1,180,668,908	1,293,743,334	1,324,335,280

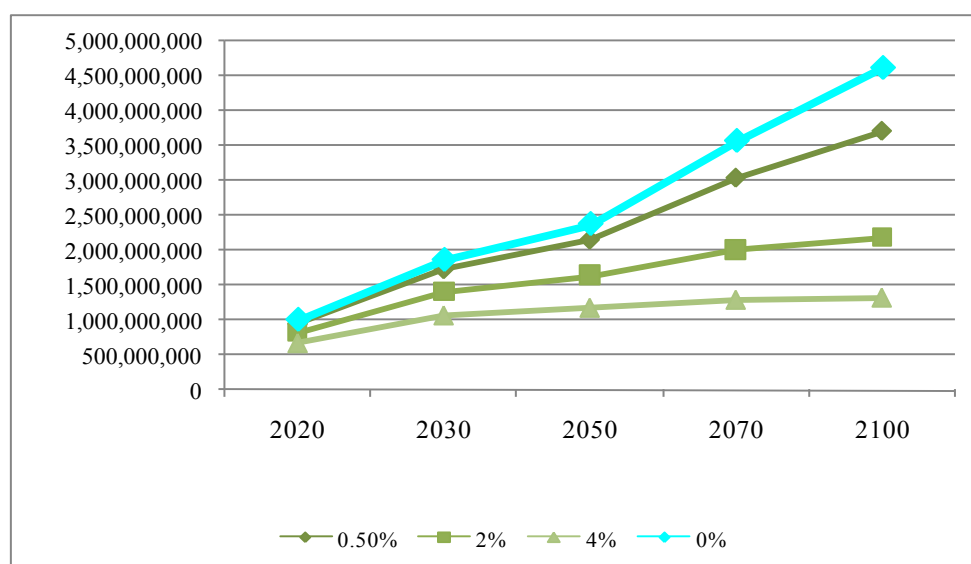
Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Cámara Argentina de la Construcción (2003)

**Tabla 72:** Valorización Económica del Costo Acumulado de las Medidas de Adaptación para atender las Inundaciones de los Principales Ríos de la Zona del Litoral Argentino (Ríos Paraná y Uruguay), para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Medidas de adaptación para las inundaciones del Litoral					
B2	2020	2030	2050	2070	2100
0%	822,383,400	1,628,827,800	2,358,516,600	3,019,136,400	4,191,511,434
0,5%	782,372,754	1,512,255,665	2,109,972,117	2,599,737,269	3,348,115,254
2%	674,640,824	1,217,354,787	1,547,823,851	1,749,169,050	1,946,434,535
4%	555,572,758	923,623,455	1,075,609,638	1,138,408,421	1,172,769,439

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y Cámara Argentina de la Construcción (2003).

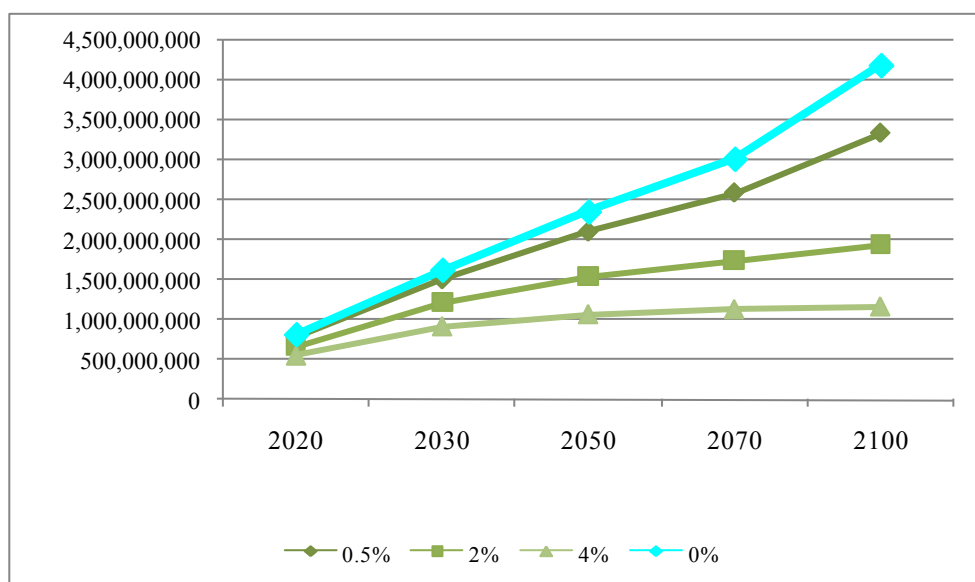
**Gráfico 27:** Valorización Económica de la Evolución del Costo Acumulado de las Medidas de Adaptación para atender las Inundaciones de los Principales Ríos de la Zona del Litoral Argentino (Ríos Paraná y Uruguay), para el Escenario A2 y las distintas Tasas de Descuento utilizadas en el Estudio. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en Cámara Argentina de la Construcción (2003).



**Gráfico 28:** Valorización Económica de la Evolución del Costo Acumulado de las Medidas de Adaptación para atender las Inundaciones de los Principales Ríos de la Zona del Litoral Argentino (Ríos Paraná y Uruguay), para el Escenario B2 y las distintas Tasas de Descuento utilizadas en el Estudio. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en Cámara Argentina de la Construcción (2003).

Tal como surge de la comparación de las Tablas 71 y 72, se puede observar que el valor económico de los costos acumulados, al final del período bajo análisis, de las medidas de adaptación a las inundaciones en los principales ríos de la Cuenca del Plata resultaría un 13% mayor en el Escenario A2 que en el B2 a una Tasa de Descuento del 4%. La mayor diferencia entre los valores económicos de las Medidas de Adaptación aplicadas en ambos Escenarios se da al principio de la serie (valores acumulados al año 2020). Allí la diferencia entre el Escenario A2 y el B2 sería de casi un 23% en favor del primero. Esta diferencia va descendiendo paulatinamente (a todas las Tasas de Descuento, pero más notoriamente a menores tasas) hasta el año 2050 en el que los costos de las Medidas de Adaptación necesarias son prácticamente iguales para ambos Escenarios, en el caso de tomar valores sin descontar. De allí en adelante, la diferencia entre ambos Escenarios vuelve a crecer un poco, pero sin volver a alcanzar los valores previos a 2050.

En cuanto a la sensibilidad de estos valores a los cambios en las Tasas de Descuento utilizadas, surge (tanto de las Tablas 71 y 72 como de los Gráficos 27 y 28) que los resultados acumulados al año 2100, sin descontar, en el Escenario A2, son 3 veces y media superiores al mismo acumulado pero descontado a una Tasa del 4%. Esta diferencia es algo inferior a la que se observa en el Escenario B2, para la misma situación, en la cual llega a algo más de 3 veces y media si se comparan los valores sin descontar con los descontados a una tasa del 4%.

#### 4.3. Medidas de Adaptación para los impactos esperados sobre la Salud

Las Medidas de Adaptación consideradas en el Sector Salud se refieren a las actividades de control del vector, vigilancia y laboratorio, en el caso del Dengue, que deben tomarse por la mayor presencia de la enfermedad como consecuencia de los cambios en el clima.<sup>112</sup> Para la determinación del Valor Económico de las citadas medidas, se toman como punto de partida los resultados obtenidos en un

<sup>112</sup> Incluye: gastos de personal, vehículos, gasolina, insumos para la fumigación, etc.

Estudio para el Ministerio de salud de Panamá,<sup>113</sup> que muestra que estos costos ascienden a un valor de US\$ 1,56 per cápita.<sup>114</sup> Se utilizó este dato que fue ponderado por la proyección de la población que se estima podría llegar a estar afectada, para los diversos años de corte, para la Argentina, en cada uno de los Escenarios Climáticos Considerados (Ver Tabla 47; en el punto correspondiente a los Impactos sobre la Salud). Los valores que resultan se presentan en las Tablas 73 y 74.

De acuerdo con lo que surge de las Tablas 73 y 74, como así también de los Gráficos 29 y 30, el valor de los costos acumulados al año 2100 de las medidas de adaptación en el Sector Salud, en el Escenario A2, representan cerca de un 25% más del valor correspondiente al Escenario B2 del mismo componente, en el mismo período de tiempo, descontado a una tasa del 4%. La máxima diferencia entre Escenarios se da en los valores acumulados en los primeros años de corte (2020 y 2030) con alrededor de un 57% más para el Escenario A2 sin descontar o bien descontado a una tasa muy baja (0,5%).

**Tabla 73:** Valorización Económica de los Costos Acumulados, desde el año 2010, de las Medidas de Adaptación para casos de Dengue en la Argentina, para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores expresados en U\$S del año 2005.

A2	Costos de adaptación				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	280.433.663	721.717.064	1.777.355.092	3.007.501.700	5.356.683.184
0,5%	272.627.366	680.452.806	1.587.420.988	2.541.880.413	4.151.099.825
2%	251.057.329	574.115.184	1.154.730.068	1.606.102.783	2.134.962.188
4%	226.088.080	464.778.016	791.933.881	962.957.866	1.089.026.703

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y en Armien y Suaya, et al. (2008)..

**Tabla 74:** Valorización Económica de los Costos Acumulados, desde el año 2010, de las Medidas de Adaptación para casos de Dengue en la Argentina, para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores expresados en U\$S del año 2005.

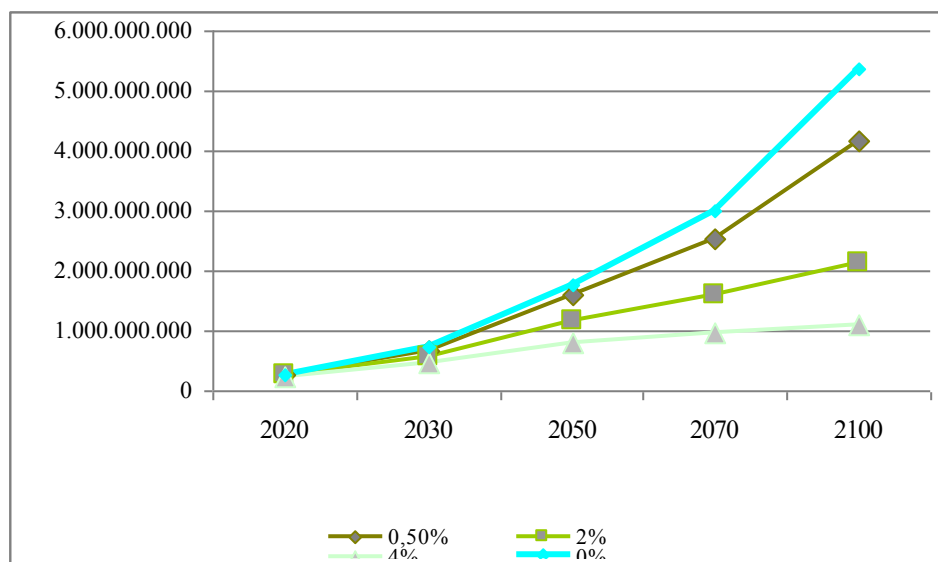
B2	Costos de adaptación				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	178.319.488	459.299.736	1.412.344.257	2.629.572.838	4.786.854.499
0,5%	173.830.326	433.060.337	1.249.638.230	2.194.952.726	3.673.525.996
2%	161.387.611	365.683.668	884.185.686	1.332.470.727	1.819.182.210
4%	146.904.714	296.828.011	585.904.201	756.370.231	872.633.060

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y en Armien y Suaya et al. (2008).

<sup>113</sup> En aquellos casos en los que no se contó con información propia elaborada en el país, se ha contado con la colaboración estrecha de los Expertos Sectoriales en lo concerniente a las sugerencias sobre bibliografía e información disponible, así como también la pertinencia de la aplicación de estos datos a las condiciones, características y circunstancias nacionales prevalecientes en la Argentina.

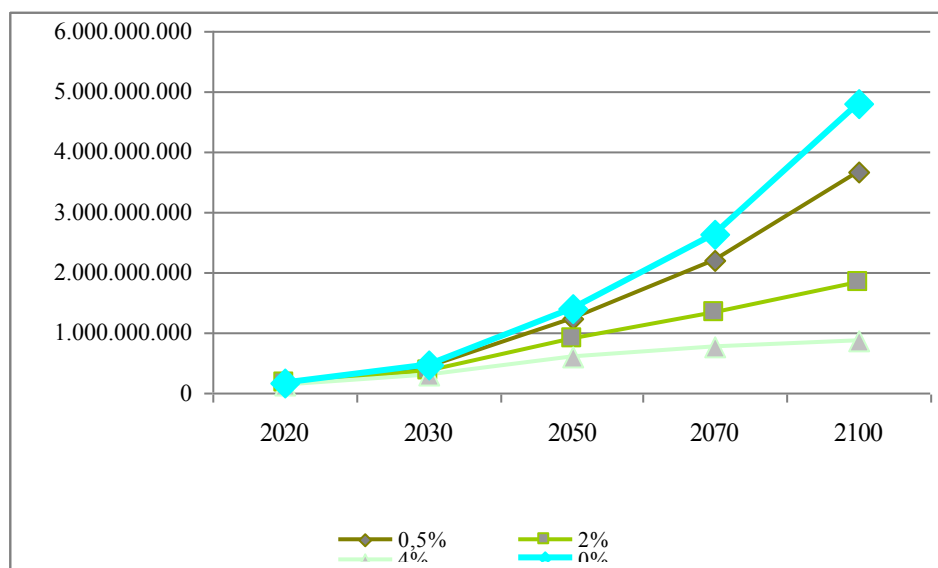
<sup>114</sup> Armien, Suaya, et al. (2008).

**Gráfico 29:** Evolución de la Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación para casos de Dengue en la Argentina, para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y en Armien y Suaya et al. (2008).

**Gráfico 30:** Evolución de la Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación para casos de Dengue en la Argentina, para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo y en Armien y Suaya et al. (2008).

En lo que concierne al peso de la Tasa de Descuento en la determinación de los valores acumulados al año 2100 en ambos Escenarios Climáticos, es mucho más importante la influencia de ésta en el Escenario B2 que en el A2. Mientras en el Escenario B2 los valores acumulados, hasta el final del período bajo análisis, sin descontar representan más de un 548.6% que los mismos valores descontados a una tasa del 4%; en el Escenario A2 esa diferencia es del 492%.

#### 4.4. Medidas de Adaptación del Riego de la Región Comahue.

Para la valorización económica de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático en la Región del Comahue, se tomaron los Costos adicionales correspondiente a las necesidades de riego en la Región como consecuencia del estrés hídrico que se espera a partir de los resultados de la información disponible sobre el clima futuro.<sup>115</sup> En este sentido, se consideró tanto el Costo Adicional del agua de Riego como la Cantidad de hectáreas implantadas de Fruticultura. Esta última asciende a 50.000 hectáreas.<sup>116</sup> Como medida del estrés hídrico se tomaron las caídas en los caudales estimadas en el Estudio Sectorial respectivo (correspondiente a cada uno de los Escenarios y para cada año de corte) y se estimó que la necesidad adicional de riego estaría en relación directa con la caída prevista en los caudales. Estos valores son los siguientes: 11,6%, respecto de los valores actuales, hacia 2020; 18,6% al 2030; 27,5% al 2050 y 35,5% desde el año 2070, en el Escenario A2 y 5,6% al 2020; 10,7% al 2030; 16,3% al 2050 y 23,6% desde el año 2070, en el Escenario B2.

**Tabla 75:** Costo del Agua utilizada para Riego y Cantidad de Agua correspondiente a una hectárea de un ciclo de cultivo de la Región de Comahue. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Variable	Valor	Unidad
Costo del agua de Riego	0,00639439	US\$
Agua utilizada por ciclo para la fruticultura	8500	m3/ha/ciclo

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo; en Barbazza (2005) y en Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (2008).

Los valores resultantes se acumularon desde el año 2010 hasta el final del período analizado (2100) y se les aplicaron las Tasas de Descuento correspondientes. Los resultados se presentan en las Tablas 76 y 77.

**Tabla 76:** Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático asociadas con las mayores necesidades de riego de la Región Comahue, para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Tasas de descuento	Región Comahue Riego-Escenario A2				
	2020	2030	2050	2070	2100
0%	3.467.677	8.522.442	23.469.328	42.764.398	71.707.003
0,5%	3.382.692	8.061.891	20.904.859	35.909.992	55.789.451
2%	3.146.944	6.871.724	15.095.534	22.239.927	28.825.375
4%	2.872.150	5.641.873	10.277.237	13.008.180	14.594.030

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo; en Barbazza (2005) y en Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (2008).

<sup>115</sup> Ver informe sobre Impactos en la Región del Comahue (Pochat & Seoane).

<sup>116</sup> Consideraciones Sobre la Fruticultura de Peras y Manzanas de Río Negro y Neuquén Junio 2008

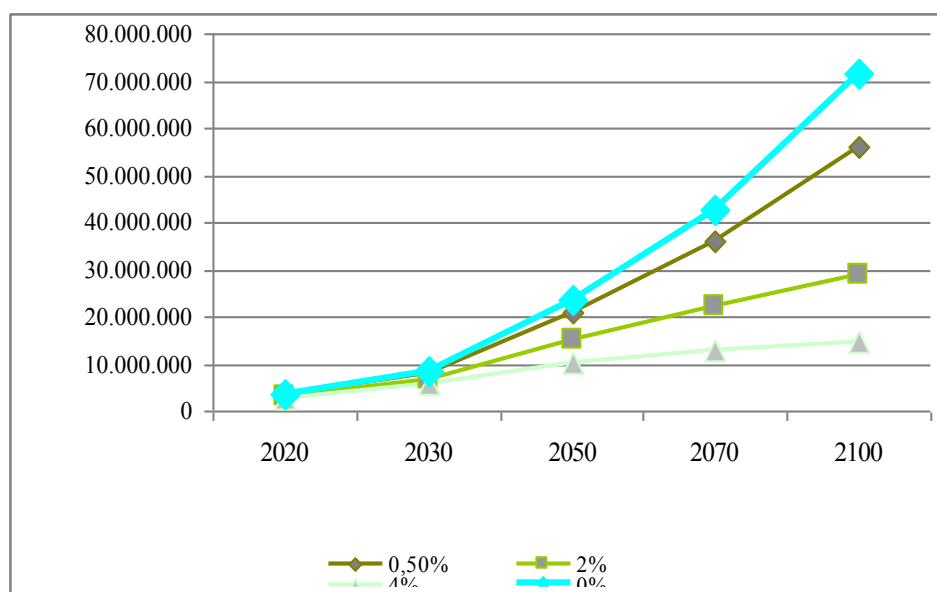
**Tabla 77:** Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático asociadas con las mayores necesidades de riego de la Región Comahue, para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Región Comahue Riego-Escenario B2					
B2	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1.674.051	4.581.900	13.441.326	26.268.472	45.509.189
0,05%	1.633.023	4.324.821	11.937.199	21.912.442	35.128.082
2%	1.519.214	3.661.964	8.536.441	13.285.953	17.663.884
4%	1.386.555	2.979.891	5.727.397	7.542.897	8.597.152

Fuente: Elaboración propia basado en el Informe Sectorial respectivo; en Barbazza (2005) y en Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (2008).

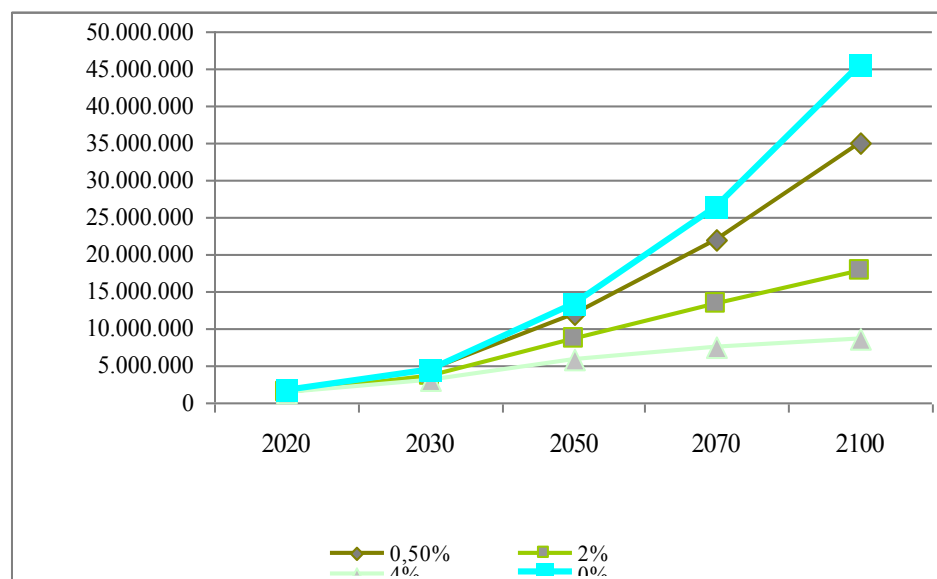
Tal como se puede apreciar en las Tablas 76 y 77 y en los Gráficos 31 y 32, el valor de los costos acumulados al año 2100 de las medidas de adaptación identificadas para la Región del Comahue, son 169% superiores en el Escenario A2 respecto del B2 a una Tasa de Descuento del 4%. Esta diferencia entre ambos escenarios es máxima en los períodos más cercanos en el tiempo (acumulado al año 2020) para el que el Escenario A2 es un 207% superior al B2.

**Gráfico 31:** Evolución de la Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático asociadas con las mayores necesidades de riego de la Región Comahue, para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia, basado en el Informe Sectorial respectivo; en Barbazza (2005) y en Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (2008).

**Gráfico 32:** Evolución de la Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático asociadas con las mayores necesidades de riego de la Región Comahue, para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia, basado en el Informe Sectorial respectivo; en Barbazza (2005) y en Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (2008).

En cuanto a la incidencia de la Tasa de Descuento en la determinación del valor final que corresponde a los costos de las medidas de adaptación, esta incidencia es significativamente mayor en el Escenario B2 que en el A2. Mientras que, en este escenario, los valores acumulados al año 2100, sin descontar, son 529,4% mayores que los valores descontados a una tasa del 4%, en el Escenario A2 esa diferencia es de 491,3% para los mismos períodos y tasas.

#### 4.4. Resumen de las Medidas de Adaptación identificadas.

En las Tablas 78 y 79 se presentan los resultados obtenidos de la Valorización Monetaria de las Medidas de Adaptación que han podido ser identificadas y, a la vez, valorizadas en el presente Estudio. Los valores acumulados al año 2100 sin descontar (utilizando una Tasa de Descuento del 0%) alcanzan algo más de 10.505 millones de USD (expresados en valores correspondientes al año 2005), para el Escenario A2 y de alrededor de 9.487 millones de USD, en el caso del Escenario B2.

**Tabla 78.** Resumen de la Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas y valorizadas en el ERECCS-Argentina, para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en USD del año 2005.

Resumen Medidas de Adaptación - Escenario A2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1,757,401,663	3,060,374,829	4,644,568,143	7,083,510,655	10,505,411,544
0,5%	1,700,342,054	2,888,155,254	4,228,683,003	6,080,010,407	8,375,397,416
2%	1,546,146,534	2,449,419,967	3,270,866,982	4,091,922,850	4,802,995,066
4%	1,374,581,992	2,006,998,683	2,445,768,915	2,732,598,269	2,890,844,902

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 79.** Resumen de la Valorización Económica de los Costos Acumulados de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas y valorizadas en el ERECCS-Argentina, para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas. Valores Expresados en USD del año 2005.

Resumen Medidas de Adaptación - Escenario B2					
Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
0%	1,465,265,828	2,555,598,325	4,247,191,072	6,137,866,599	9,486,764,011
0,5%	1,420,724,992	2,412,529,712	3,834,436,435	5,279,491,326	7,519,658,221
2%	1,300,436,538	2,049,589,308	2,903,434,867	3,557,814,619	4,246,169,518
4%	1,166,752,916	1,686,320,246	2,130,130,125	2,365,210,438	2,516,888,540

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar, los mayores costos acumulados hacia el final del período que se tendrían que afrontar según el Escenario A2 son desde un 11% (utilizando una Tasa de Descuento de 0%) a un 15% mayores (aplicando una tasa del 4%), dependiendo de la Tasa de Descuento que se utilice (las diferencias crecen a medida que también lo hace la Tasa de Descuento utilizada). La mayor diferencia entre los costos de ambos Escenarios (en torno al 20%) se da al principio del período analizado (2020 a 2030) y, en todos los casos, los mayores costos se registran en el Escenario A2.

En el Escenario A2, los valores acumulados hacia el final del período, sin descontar, son algo más de 3.6 veces mayores que los que surgen de aplicar una Tasa de Descuento del 4% y 25,43% mayores comparados con la situación en la que se usa una tasa del 0,5%. En el Escenario B2, en cambio, la diferencia entre los valores que resultan del acumulado al año 2100 sin descontar son 3.8 veces superiores a los valores que surgen de la aplicación de una tasa del 4% y algo más de un 26% mayores que los que determina una Tasa de Descuento del 0,5%.

## **5. Síntesis de la Valorización de los Impactos y las Medidas de Adaptación**

De acuerdo con los resultados de los diversos informes sectoriales preparados para este estudio, se elaboraron una serie de Tablas y Gráficos a los fines de facilitar su presentación, comparación e interpretación de los datos sobre los Costos de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre la Economía Argentina.

Estos resultados no se pueden considerar como representativos de la totalidad de los costos en los que la República Argentina incurriría como consecuencia de los impactos, las políticas y medidas relacionadas con el Cambio Climático, fundamentalmente a causa de dos motivos: (a) por una parte, en este Estudio no están cubiertos todos los Sectores, Sistemas y/o Regiones susceptibles de sufrir efectos como consecuencia de los cambios en el clima (impactos de ciertos Eventos Extremos, efectos del Ascenso en el Nivel del Mar en algunas regiones, diversos Ecosistemas Naturales no contemplados) y; (b) por otra parte, algunas de las valorizaciones monetarias efectuadas tienen el carácter de preliminar por factores tales como: falta de información, existencia de incertidumbre en la magnitud y/o el valor atribuido a cada impacto y/o medida, problemas metodológicos, incongruencias en la información de base, etc. Teniendo en cuenta esta aclaración se puede concluir que lo más probable es que se esté subestimando (en algunos casos en una magnitud importante) el verdadero peso de estos impactos sobre la Economía Argentina.

### **5.1. Resumen del Valor Económico de los Impactos Esperados del Cambio Climático Identificados, Cuantificados y Monetizados en este Estudio.**

En las Tablas 80 a 83 se pueden apreciar los resultados acumulados, para cada año de corte, de la valorización monetaria de los impactos esperados del cambio climático en la Argentina, de acuerdo con aquellos impactos que fueron identificados, analizados, cuantificados y monetizados en el presente estudio. En la totalidad de los casos se utilizan los costos netos (los costos de los impactos en la mayor parte de los sectores menos los mayores ingresos del impacto sobre el Sector Agrícola), a los fines de mostrar el efecto neto de los impactos que fueron monetizados.

La Tabla 80 muestra los valores calculados de los impactos, en el Escenario A2, a las distintas Tasas de Descuento utilizadas en este estudio, bajo la hipótesis de un Sector Agrícola que permanece, tanto con la cantidad de hectáreas cultivadas como con la proporción entre cultivos, fijas.

A las tasas más bajas (0%; 0.5% y 2%) los impactos sobre los Esteros del Iberá se constituyen en el principal componente del total de los costos netos acumulados al año 2100, representando el 93,24% del valor total de los impactos acumulados sin descontar (Tasa de Descuento del 0%), 91,4% del total a una tasa del 0,5% y casi 81% del total a una tasa del 2%. Si los valores respectivos se descuentan a una tasa del 4%, entonces la principal contribución proviene de los impactos sobre la magnitud de las Inundaciones de los principales ríos del Litoral (64,75% del total), seguida por los impactos sobre los Esteros del Iberá (alrededor del 52%) y los impactos sobre la Salud (algo más del 40%). Estos costos se corresponden con porcentajes que suman más de 100% porque se ven, en parte, compensados por los mayores valores obtenidos en el Sector Agrícola como consecuencia del cambio climático, aún en el caso en el que las hectáreas implantadas y la proporción, de los diversos cultivos, se mantiene fija. En efecto, el valor acumulado al año 2100 correspondiente a estos mayores ingresos en el agro representan



el 42,6% de los costos netos totales descontados a una tasa del 0%; 48,16% de los mismos a una tasa del 0,5%; 69,35% descontado al 2% y 97,42% del costo neto total si se utiliza una tasa de descuento del 4%.

También puede observarse que los costos netos totales acumulados a los años 2050 y 2070 son menores (a todas las tasas de descuento) que los que resultan de los cálculos para los años 2020 y 2030. La explicación fundamental, otra vez, está en el comportamiento del Sector Agrícola que tiene muy fuertes aumentos en la productividad entre dichos períodos, mientras no aparecen aún los impactos en el Sistema de los Esteros del Iberá. Esta situación demuestra también que los valores finales están fuertemente influidos por el momento del tiempo en el que se producen los impactos y, consecuentemente, las tasas de descuento utilizadas.

En los demás años de corte, distintos de 2100, los impactos acumulados sobre la Salud y las Inundaciones de los principales ríos del Litoral, en conjunto, prácticamente igualan los mayores ingresos derivados de las actividades agrícolas, compensándose mutuamente.

**Tabla 80:** Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático para las diferentes Tasas de Descuento (0%, 0,5%, 2% y 4%), para el Escenario A2, en el caso de la Hipótesis en la que no varían la cantidad de hectáreas cultivadas, ni la proporción de los cultivos implantados en el Sector Agrícola. Valores Acumulados, para cada año de corte, expresados en U\$S del año 2005. Fuente: Elaboración propia.

<b>Tabla 80a. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina, en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 0%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,507,525,810	4,787,094,727	9,346,232,563	9,346,232,563	9,346,232,563
Costa del Río de la Plata	294,861,617	631,173,883	1,477,144,365	2,563,368,042	4,646,442,173
Región Comahue	136,615,581	460,898,819	1,431,475,727	2,747,468,558	5,294,522,495
Salud	593,584,839	5,355,647,095	15,331,112,579	25,685,990,436	42,500,520,459
Esteros del Iberá	0	0	0	0	245,352,326,114
Agricultura	-894,470,508	-10,738,093,411	-36,372,083,737	-67,295,893,277	-112,127,849,845
Inundaciones Ríos Litoral	10,309,624,000	19,204,000,000	24,925,066,000	36,973,904,000	47,964,914,000
Recursos Hídricos Cuyo	6,675,908	157,440,850	1,390,803,811	4,855,055,209	15,810,752,970
Recursos Hídricos Litoral	49,173,288	170,381,871	787,104,309	1,907,087,244	4,361,344,130
<b>Total</b>	<b>13,003,590,535</b>	<b>20,028,543,835</b>	<b>18,316,855,618</b>	<b>16,783,212,774</b>	<b>263,149,205,059</b>

<b>Tabla 80b. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 0,5%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,446,071,335	4,556,269,943	8,473,665,524	8,473,665,524	8,473,665,524
Costa del Río de la Plata	287,325,029	598,372,565	1,323,760,374	2,166,732,225	3,593,136,133
Región Comahue	131,962,193	431,603,674	1,262,984,750	2,284,265,817	4,028,228,505
Salud	567,908,040	4,974,927,276	13,544,126,667	21,593,790,389	33,126,989,307
Esteros del Iberá	0	0	0	0	164,703,672,121
Agricultura	-850,952,676	-9,956,762,825	-31,917,336,407	-55,971,285,240	-86,779,921,315
Inundaciones Ríos Litoral	9,808,039,562	17,858,009,336	22,544,356,821	31,477,030,311	38,493,070,126
Recursos Hídricos Cuyo	6,351,111	145,164,233	1,192,280,043	3,869,856,830	11,324,689,718
Recursos Hídricos Litoral	47,572,047	159,501,877	685,288,951	1,553,449,411	3,231,608,589
<b>Total</b>	<b>12,444,276,642</b>	<b>18,767,086,079</b>	<b>17,109,126,724</b>	<b>15,447,505,269</b>	<b>180,195,138,708</b>

<b>Tabla 80c. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 2%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,275,599,050	3,955,378,813	6,463,826,913	6,463,826,913	6,463,826,913
Costa del Río de la Plata	266,445,288	513,394,289	975,038,821	1,373,942,752	1,842,205,694
Región Comahue	119,160,512	356,389,455	883,861,564	1,367,129,558	1,939,467,312
Salud	498,468,921	4,003,691,655	9,486,829,813	13,315,319,218	17,120,304,796
Esteros del Iberá	0	0	0	0	50,686,723,446
Agricultura	-733,777,361	-7,967,064,465	-21,906,196,550	-33,366,805,039	-43,587,855,007
Inundaciones Ríos Litoral	8,457,482,521	14,443,142,595	17,034,158,551	20,706,430,705	22,555,793,619
Recursos Hídricos Cuyo	5,476,569	114,211,162	760,983,836	2,012,772,799	4,414,287,490
Recursos Hídricos Litoral	43,163,017	131,617,282	460,470,181	869,859,896	1,418,381,636
<b>Total</b>	<b>10,932,018,517</b>	<b>15,550,760,785</b>	<b>14,158,973,127</b>	<b>12,742,476,802</b>	<b>62,853,135,898</b>

<b>Tabla 80d. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 4%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,076,891,483	3,325,965,444	4,739,856,106	4,739,856,106	4,739,856,106
Costa del Río de la Plata	242,161,756	425,157,281	683,296,706	834,566,288	946,032,711
Región Comahue	104,458,522	279,603,006	573,347,757	756,596,342	892,771,883
Salud	421,103,411	3,024,758,390	6,112,407,433	7,573,777,850	8,485,301,670
Esteros del Iberá	0	0	0	0	10,947,177,000
Agricultura	-604,272,225	-5,968,150,382	-13,736,102,702	-18,120,774,341	-20,586,740,133
Inundaciones Ríos Litoral	6,964,812,568	11,024,089,669	12,215,725,041	13,361,092,413	13,683,226,785
Recursos Hídricos Cuyo	4,510,004	83,663,243	431,224,027	898,416,229	1,456,201,729
Recursos Hídricos Litoral	38,091,271	103,238,747	282,891,054	437,419,279	567,243,095
<b>Total</b>	<b>9,247,756,790</b>	<b>12,298,325,398</b>	<b>11,302,645,422</b>	<b>10,480,950,165</b>	<b>21,131,070,846</b>

La Tabla 81 muestra los valores calculados de los impactos, también en el Escenario A2, a las distintas Tasas de Descuento utilizadas en este estudio, pero bajo la hipótesis de un Sector Agrícola en el que cambian tanto la cantidad de hectáreas cultivadas como la proporción entre los distintos cultivos implantados.

Como en todos los Escenarios en los cuales las hectáreas dedicadas a la agricultura varían de acuerdo con las potencialidades que determina el clima, se observa un impresionante aumento en la productividad del sector agrícola que sobre compensa el resto de los impactos que se han identificado, cuantificado y monetizado. Una de las principales explicaciones de este comportamiento está relacionada con la creciente dificultad para valorizar monetariamente impactos a medida que los elementos sobre los que incide el cambio climático están más lejos de los mercados formales. Las dificultades de monetizar los efectos sobre la biodiversidad o ciertos bienes y servicios suministrados por el medio ambiente son significativamente mayores que las que pueden ofrecer ciertas actividades humanas que producen bienes que pueden transarse en mercados internacionales formales. Esta situación no tiene que hacer perder de vista que el impacto del cambio climático sobre esos sectores será muy importante y, a la vez, heterogéneo según las diferentes Regiones, Sistemas y Sectores.

Tal como surge de la Tabla 81, la importancia del impacto sobre el Sector Agrícola queda demostrada en que el valor acumulado al final del período bajo análisis (año 2100) representa un 72,7% del valor correspondiente a dicho Sector, a una tasa de descuento del 4%. Si bien este porcentaje cae a medida que disminuye la tasa de descuento utilizada (las pérdidas en otros sectores compensan el comportamiento del sector agrícola), sigue siendo importante en todos los casos, representando un 67,4% con una tasa del 2%; 59,3% con el 0,5% y 56% con el 0%.

**Tabla 81:** Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático para las diferentes Tasas de Descuento (0%, 0,5%, 2% y 4%), para el Escenario A2, en el caso de la Hipótesis en la que varían tanto la cantidad de hectáreas cultivadas como la proporción de los cultivos implantados en el Sector Agrícola. Valores Acumulados, para cada año de corte, expresados en U\$S del año 2005. Fuente: Elaboración propia.

<b>Tabla 81a. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 0%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,507,525,810	4,787,094,727	9,346,232,563	9,346,232,563	9,346,232,563
Costa del Río de la Plata	294,861,617	631,173,883	1,477,144,365	2,563,368,042	4,646,442,173
Región Comahue	136,615,581	460,898,819	1,431,475,727	2,747,468,558	5,294,522,495
Salud	593,584,839	5,355,647,095	15,331,112,579	25,685,990,436	42,500,520,459
Esteros del Iberá	0	0	0	0	245,352,326,114
Agricultura	-6,557,434,461	-78,731,204,280	-266,586,588,439	-500,839,104,737	-849,708,370,607
Inundaciones Ríos Litoral	10,309,624,000	19,204,000,000	24,925,066,000	36,973,904,000	47,964,914,000
Recursos Hídricos Cuyo	6,675,908	157,440,850	1,390,803,811	4,855,055,209	15,810,752,970
Recursos Hídricos Litoral	49,173,288	170,381,871	787,104,309	1,907,087,244	4,361,344,130
<b>Total</b>	<b>7,340,626,582</b>	<b>-47,964,567,034</b>	<b>-211,897,649,085</b>	<b>-416,759,998,686</b>	<b>-474,431,315,704</b>

<b>Tabla 81b. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 0,5%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,446,071,335	4,556,269,943	8,473,665,524	8,473,665,524	8,473,665,524
Costa del Río de la Plata	287,325,029	598,372,565	1,323,760,374	2,166,732,225	3,593,136,133
Región Comahue	131,962,193	431,603,674	1,262,984,750	2,284,265,817	4,028,228,505
Salud	567,908,040	4,974,927,276	13,544,126,667	21,593,790,389	33,126,989,307
Esteros del Iberá	0	0	0	0	164,703,672,121
Agricultura	-6,238,401,771	-73,003,483,479	-233,927,841,946	-416,106,903,976	-655,756,121,692
Inundaciones Ríos Litoral	9,808,039,562	17,858,009,336	22,544,356,821	31,477,030,311	38,493,070,126
Recursos Hídricos Cuyo	6,351,111	145,164,233	1,192,280,043	3,869,856,830	11,324,689,718
Recursos Hídricos Litoral	47,572,047	159,501,877	685,288,951	1,553,449,411	3,231,608,589
<b>Total</b>	<b>7,056,827,547</b>	<b>-44,279,634,575</b>	<b>-184,901,378,815</b>	<b>-344,688,113,468</b>	<b>-388,781,061,669</b>

<b>Tabla 81c. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 2%)</b>					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,275,599,050	3,955,378,813	6,463,826,913	6,463,826,913	6,463,826,913
Costa del Río de la Plata	266,445,288	513,394,289	975,038,821	1,373,942,752	1,842,205,694
Región Comahue	119,160,512	356,389,455	883,861,564	1,367,129,558	1,939,467,312
Salud	498,468,921	4,003,691,655	9,486,829,813	13,315,319,218	17,120,304,796
Esteros del Iberá	0	0	0	0	50,686,723,446
Agricultura	-5,379,380,211	-58,417,178,773	-160,542,029,710	-247,295,191,696	-326,708,544,308
Inundaciones Ríos Litoral	8,457,482,521	14,443,142,595	17,034,158,551	20,706,430,705	22,555,793,619
Recursos Hídricos Cuyo	5,476,569	114,211,162	760,983,836	2,012,772,799	4,414,287,490
Recursos Hídricos Litoral	43,163,017	131,617,282	460,470,181	869,859,896	1,418,381,636
<b>Total</b>	<b>6,286,415,667</b>	<b>-34,899,353,523</b>	<b>-124,476,860,032</b>	<b>-201,185,909,855</b>	<b>-220,267,553,404</b>

**Tabla 81d.** Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 4%)

<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,076,891,483	3,325,965,444	4,739,856,106	4,739,856,106	4,739,856,106
Costa del Río de la Plata	242,161,756	425,157,281	683,296,706	834,566,288	946,032,711
Región Comahue	104,458,522	279,603,006	573,347,757	756,596,342	892,771,883
Salud	421,103,411	3,024,758,390	6,112,407,433	7,573,777,850	8,485,301,670
Esteros del Iberá	0	0	0	0	10,947,177,000
Agricultura	-4,429,967,761	-43,762,660,419	-100,661,740,054	-133,829,178,478	-152,960,445,820
Inundaciones Ríos Litoral	6,964,812,568	11,024,089,669	12,215,725,041	13,361,092,413	13,683,226,785
Recursos Hídricos Cuyo	4,510,004	83,663,243	431,224,027	898,416,229	1,456,201,729
Recursos Hídricos Litoral	38,091,271	103,238,747	282,891,054	437,419,279	567,243,095
<b>Total</b>	<b>5,422,061,254</b>	<b>-25,496,184,639</b>	<b>-75,622,991,930</b>	<b>-105,227,453,972</b>	<b>-111,242,634,841</b>

Como en el caso anterior (en el que la cantidad de hectáreas sembradas y la proporción de cultivos implantados permanecía fija) los mayores aumentos en los valores acumulados correspondientes al sector agrícola se dan entre los años de corte de 2050 y 2070.

No obstante, es interesante destacar que en los períodos más cercanos en el tiempo (acumulados hasta el año 2020), las pérdidas económicas sufridas por los impactos debidos a las Inundaciones en los principales ríos del Litoral superan los valores registrados por la agricultura para todas las tasas de descuento utilizadas.

Tal como surge de la comparación de las Tablas 80 y 81, es muy importante la diferencia que existe entre la situación en la cual tanto las hectáreas como la proporción entre cultivos se mantiene fija de aquella otra en la cual ambas varían, de acuerdo con los cambios del clima, dentro del mismo Escenario A2. En efecto, los aumentos en los valores de los ingresos del Sector Agrícola aumentan más de 6 veces para todas las tasas de descuento y todos los años de corte utilizados; llegando, inclusive, a revertir el resultado final que los valores acumulados totales presentaban originalmente. Para los acumulados a los años 2030, 2050, 2070 y 2100, los valores pasan de mostrar fuertes pérdidas a importantes ingresos, fundamentalmente los acumulados al 2070, para todas las tasas de descuento consideradas. En cambio, para el acumulado al año 2020, si bien esta nueva situación no provoca un cambio de signo en el resultado final, igual hace bajar el monto del daño a prácticamente la mitad, para todas las tasas de descuento consideradas.

La Tabla 82, por su parte, muestra los valores calculados de los impactos, en el Escenario B2, a las distintas Tasas de Descuento utilizadas en este estudio, bajo la hipótesis de un Sector Agrícola que permanece, tanto con la cantidad de hectáreas cultivadas como con la proporción entre cultivos, fijas. Es el equivalente a la Tabla 80, pero para el Escenario B2, en lugar del A2.

Nuevamente, como en el caso del Escenario A2 con hectáreas y proporciones de cultivos fijas en el Sector Agrícola, los impactos sobre los Esteros del Iberá se constituyen en el principal componente del total de los costos netos acumulados al año 2100, cuando se toman las tasas más bajas (0%; 0.5% y 2%). En estos casos, sus valores llegan a ser superiores al valor total agregado de los costos acumulados (compensando el resultado de los impactos del cambio climático sobre el Sector Agrícola) representando más de un 105,63% de aquel valor acumulado sin descontar (Tasa de Descuento del 0%) y 103,43% comparado con el total a una tasa de descuento del 0,5%. Para una tasa de descuento del 2%, representa algo más de 91% del total. Vuelve a darse, otra vez que, si los valores respectivos se descuentan a una tasa del 4%, entonces la principal contribución proviene de los impactos valorizados de las Inundaciones de los principales ríos del Litoral (63,54% del total), seguida por los impactos sobre los Esteros del Iberá (56,29%) y los impactos sobre la Salud (41%). En este escenario, el valor acumulado al año 2100 correspondiente a los mayores ingresos en el agro representan el 54,36% de los costos netos totales

descontados a una tasa del 0%; 60% de los mismos a una tasa del 0,5%; 78,34% descontado al 2% y más del 97% del costo neto total si se utiliza una tasa de descuento del 4%.

También puede observarse que los costos netos totales acumulados al año 2070 son menores (a todas las tasas de descuento) que los que resultan de los cálculos para los años 2020; 2030 y 2050. La explicación, en este caso, no sólo está dada por el comportamiento del Sector Agrícola, sino también porque en el Escenario B2 muchos impactos tienen una incidencia menor que en el A2 sobre algunos Sistemas, Sectores y/o Regiones. El caso más significativo, en este sentido, es el de los Ríos de la Región de Cuyo, cuyos impactos en el Escenario A2 son substancialmente mayores a los que se pueden observar en el B2 y algo similar sucede (aunque en un orden de magnitud menor) con los impactos sobre los Ríos en la Región del Comahue.

**Tabla 82:** Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático para las diferentes Tasas de Descuento (0%, 0,5%, 2% y 4%), para el Escenario B2, en el caso de la Hipótesis en la que se mantienen fijas tanto la cantidad de hectáreas cultivadas como la proporción de los cultivos implantados en el Sector Agrícola. Valores Acumulados, para cada año de corte, expresados en U\$S del año 2005

<b>Tabla 82a. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 0%)</b>					
<b>Escenario B2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,507,525,810	4,787,094,727	9,346,232,563	9,346,232,563	9,346,232,563
Costa del Río de la Plata	294,861,617	631,173,883	1,477,144,365	2,563,368,042	4,646,442,173
Región Comahue	68,305,645	251,592,771	831,021,361	1,674,219,729	3,472,264,158
Salud	449,136,170	4,754,385,208	14,410,789,722	24,911,726,322	42,210,977,087
Esteros del Iberá	0	0	0	0	245,352,326,114
Agricultura	-690,837,889	-8,517,337,801	-30,543,582,125	-61,482,565,722	-126,259,971,157
Inundaciones Ríos Litoral	8,746,164,000	17,302,716,000	25,205,424,000	32,286,480,000	44,261,212,000
Recursos Hídricos Cuyo	2,054,125	48,672,033	401,584,585	1,383,831,431	4,877,694,736
Recursos Hídricos Litoral	49,173,288	170,381,871	787,104,309	1,907,087,244	4,361,344,130
<b>Total</b>	<b>11,426,382,765</b>	<b>19,428,678,692</b>	<b>21,915,718,780</b>	<b>12,590,379,609</b>	<b>232,268,521,805</b>

<b>Tabla 82b. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 0,5%)</b>					
<b>Escenario B2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,446,071,335	4,556,269,943	8,473,665,524	8,473,665,524	8,473,665,524
Costa del Río de la Plata	287,325,029	598,372,565	1,323,760,374	2,166,732,225	3,593,136,133
Región Comahue	65,972,855	235,229,667	731,540,471	1,385,323,253	2,615,130,814
Salud	429,581,413	4,409,789,722	12,709,989,501	20,862,999,028	32,744,364,084
Esteros del Iberá	0	0	0	0	164,703,672,121
Agricultura	-657,227,203	-7,895,576,291	-26,751,473,934	-50,760,803,338	-95,028,238,168
Inundaciones Ríos Litoral	8,320,645,110	16,064,862,914	22,538,278,141	27,787,976,180	35,431,968,541
Recursos Hídricos Cuyo	1,954,188	44,875,272	344,778,632	1,103,599,652	3,476,468,272
Recursos Hídricos Litoral	47,572,047	159,501,877	685,288,951	1,553,449,411	3,231,608,589
<b>Total</b>	<b>10,941,894,774</b>	<b>18,173,325,668</b>	<b>20,055,827,660</b>	<b>12,572,941,936</b>	<b>159,241,775,912</b>

En líneas generales, los impactos negativos en el Escenario A2 son mayores que en el Escenario B2, pero también lo son los impactos benéficos sobre los ingresos del Sector Agrícola, con excepción de los períodos más alejados en el tiempo. En efecto, el acumulado al año 2100 de los impactos sobre el Sector Agrícola son alrededor de un 10% mayores, en el Escenario B2 respecto del A2 (dependiendo de la tasa de descuento), a las tasas más bajas y son apenas inferiores a una tasa de descuento del 2%, mientras que a una tasa de descuento del 4%, los ingresos obtenidos por el sector agrícola en el Escenario A2 son mayores que los que surgen del Escenario B2.

**Tabla 82c.** Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 2%)

Escenario B2	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques NOA	2,275,599,050	3,955,378,813	6,463,826,913	6,463,826,913	6,463,826,913
Costa del Río de la Plata	266,445,288	513,394,289	975,038,821	1,373,942,752	1,842,205,694
Región Comahue	59,556,050	193,315,353	508,166,488	816,709,373	1,219,026,661
Salud	376,733,731	3,532,909,132	8,853,569,846	12,716,851,552	16,652,037,050
Esteros del Iberá	0	0	0	0	50,686,723,446
Agricultura	-566,727,688	-6,312,970,800	-18,254,864,180	-29,614,826,375	-44,060,148,445
Inundaciones Ríos Litoral	7,174,900,768	12,933,214,974	16,512,275,681	18,670,455,978	20,685,341,350
Recursos Hídricos Cuyo	1,685,098	35,303,037	221,077,936	575,308,263	1,335,305,944
Recursos Hídricos Litoral	43,163,017	131,617,282	460,470,181	869,859,896	1,418,381,636
<b>Total</b>	<b>9,631,355,314</b>	<b>14,982,162,079</b>	<b>15,739,561,686</b>	<b>11,872,128,352</b>	<b>56,242,700,248</b>

**Tabla 82d.** Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 4%)

Escenario B2	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques NOA	2,076,891,483	3,325,965,444	4,739,856,106	4,739,856,106	4,739,856,106
Costa del Río de la Plata	242,161,756	425,157,281	683,296,706	834,566,288	946,032,711
Región Comahue	52,188,367	150,704,816	326,018,399	442,603,211	537,929,798
Salud	317,924,170	2,653,025,407	5,656,219,625	7,123,789,356	8,071,200,851
Esteros del Iberá	0	0	0	0	10,947,177,000
Agricultura	-466,705,324	-4,724,355,468	-11,359,645,600	-15,666,750,235	-19,078,969,145
Inundaciones Ríos Litoral	5,908,595,013	9,813,693,650	11,459,741,150	12,132,869,173	12,483,835,350
Recursos Hídricos Cuyo	1,387,694	25,857,068	126,078,030	258,024,455	433,199,753
Recursos Hídricos Litoral	38,091,271	103,238,747	282,891,054	437,419,279	567,243,095
<b>Total</b>	<b>8,170,534,430</b>	<b>11,773,286,943</b>	<b>11,914,455,469</b>	<b>10,302,377,632</b>	<b>19,647,505,520</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 83 muestra los valores calculados de los impactos, también en el Escenario B2, a las distintas Tasas de Descuento utilizadas en este estudio, pero bajo la hipótesis de un Sector Agrícola en el que cambian tanto la cantidad de hectáreas cultivadas como la proporción entre los distintos cultivos implantados. En este sentido, es el equivalente a la Tabla 81, pero para el Escenario B2, en lugar del A2.

Tal como se pudo apreciar en el caso del Escenario A2 en el cual las hectáreas dedicadas a la agricultura varían de acuerdo con las potencialidades que determina el clima, se observa un aumento muy importante en el valor de los ingresos del sector agrícola, debido fundamentalmente a los aumentos en la productividad como consecuencia de los cambios en el clima, que sobre compensa el resto de los impactos que se han identificado, cuantificado y monetizado. Si bien las principales explicaciones de este comportamiento ya fueron consignadas, no está demás recordar que este hecho está relacionado con la creciente dificultad para valorizar monetariamente los diferentes impactos a medida que los elementos sobre los que incide el cambio climático están más lejos de los mercados formales. Nuevamente, aparecen las dificultades de monetizar los efectos sobre la biodiversidad o ciertos bienes y servicios suministrados por el medio ambiente que son significativamente mayores que las que pueden ofrecer ciertas actividades humanas que generan bienes que pueden intercambiarse en mercados formales, principalmente mercados internacionales. Tal como se alertó previamente, es bueno recordar que esta situación no tiene que hacer perder de vista que el impacto del cambio climático sobre esos sectores será muy importante y, a la vez, heterogéneo según las diferentes Regiones, Sistemas y Sectores.



Tal como surge de la Tabla 83, la importancia del impacto sobre el Sector Agrícola, en este caso de hectáreas y proporciones entre cultivos que varían al compás de los cambios en el clima, queda demostrada al observar que el valor acumulado al final del periodo bajo análisis (año 2100) representa un 73,1% del valor correspondiente a dicho Sector, a una tasa de descuento del 4%. Si bien este porcentaje cae a medida que disminuye la tasa de descuento utilizada (las pérdidas en otros sectores compensan el comportamiento del sector agrícola), sigue siendo importante en todos los casos, representando un 68% con una tasa del 2%; 60% con el 0,5% y 56,7% con el 0%. Es interesante ver que esta proporción es mayor que en el Escenario A2 en el mismo caso (hectáreas y proporciones entre cultivos, variables). La explicación está por un lado en las menores pérdidas que los demás sectores presentan en el Escenario B2, que se reducen en mayor proporción de lo que se reducen los ingresos de la agricultura en el mismo Escenario.

**Tabla 83:** Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático para las diferentes Tasas de Descuento (0%, 0,5%, 2% y 4%), para el Escenario B2, en el caso de la Hipótesis en la que varían tanto la cantidad de hectáreas cultivadas como la proporción de los cultivos implantados en el Sector Agrícola. Valores Acumulados, para cada año de corte, expresados en U\$S del año 2005.

<b>Tabla 83a. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 0%)</b>					
<b>Escenario B2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,507,525,810	4,787,094,727	9,346,232,563	9,346,232,563	9,346,232,563
Costa del Río de la Plata	294,861,617	631,173,883	1,477,144,365	2,563,368,042	4,646,442,173
Región Comahue	68,305,645	251,592,771	831,021,361	1,674,219,729	3,472,264,158
Salud	449,136,170	4,754,385,208	14,410,789,722	24,911,726,322	42,210,977,087
Esteros del Iberá	0	0	0	0	245,352,326,114
Agricultura	-5,840,775,968	-70,844,426,960	-248,765,666,713	-471,657,271,343	-827,857,955,198
Inundaciones Ríos Litoral	8,746,164,000	17,302,716,000	25,205,424,000	32,286,480,000	44,261,212,000
Recursos Hídricos Cuyo	2,054,125	48,672,033	401,584,585	1,383,831,431	4,877,694,736
Recursos Hídricos Litoral	49,173,288	170,381,871	787,104,309	1,907,087,244	4,361,344,130
<b>Total</b>	<b>6,276,444,686</b>	<b>-42,898,410,467</b>	<b>-196,306,365,808</b>	<b>-397,584,326,012</b>	<b>-469,329,462,236</b>

<b>Tabla 83b. Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en U\$S del 2005 (Tasa de descuento 0,05%)</b>					
<b>Escenario B2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Bosques NOA	2,446,071,335	4,556,269,943	8,473,665,524	8,473,665,524	8,473,665,524
Costa del Río de la Plata	287,325,029	598,372,565	1,323,760,374	2,166,732,225	3,593,136,133
Región Comahue	65,972,855	235,229,667	731,540,471	1,385,323,253	2,615,130,814
Salud	429,581,413	4,409,789,722	12,709,989,501	20,862,999,028	32,744,364,084
Esteros del Iberá	0	0	0	0	164,703,672,121
Agricultura	-5,556,610,189	-65,682,476,802	-218,018,169,413	-391,282,966,221	-635,705,573,508
Inundaciones Ríos Litoral	8,320,645,110	16,064,862,914	22,538,278,141	27,787,976,180	35,431,968,541
Recursos Hídricos Cuyo	1,954,188	44,875,272	344,778,632	1,103,599,652	3,476,468,272
Recursos Hídricos Litoral	47,572,047	159,501,877	685,288,951	1,553,449,411	3,231,608,589
<b>Total</b>	<b>6,042,511,788</b>	<b>-39,613,574,842</b>	<b>-171,210,867,819</b>	<b>-327,949,220,947</b>	<b>-381,435,559,428</b>

**Tabla 83c.** Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 2%)

Escenario B2	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques NOA	2,275,599,050	3,955,378,813	6,463,826,913	6,463,826,913	6,463,826,913
Costa del Río de la Plata	266,445,288	513,394,289	975,038,821	1,373,942,752	1,842,205,694
Región Comahue	59,556,050	193,315,353	508,166,488	816,709,373	1,219,026,661
Salud	376,733,731	3,532,909,132	8,853,569,846	12,716,851,552	16,652,037,050
Esteros del Iberá	0	0	0	0	50,686,723,446
Agricultura	-4,791,470,636	-52,539,963,702	-149,063,190,464	-231,460,327,599	-312,199,097,555
Inundaciones Ríos Litoral	7,174,900,768	12,933,214,974	16,512,275,681	18,670,455,978	20,685,341,350
Recursos Hídricos Cuyo	1,685,098	35,303,037	221,077,936	575,308,263	1,335,305,944
Recursos Hídricos Litoral	43,163,017	131,617,282	460,470,181	869,859,896	1,418,381,636
<b>Total</b>	<b>5,406,612,366</b>	<b>-31,244,830,823</b>	<b>-115,068,764,598</b>	<b>-189,973,372,873</b>	<b>-211,896,248,861</b>

**Tabla 83d.** Impactos Esperados del Cambio Climático en la Republica Argentina en US\$ del 2005 (Tasa de descuento 4%)

Escenario B2	2020	2030	2050	2070	2100
Bosques NOA	2,076,891,483	3,325,965,444	4,739,856,106	4,739,856,106	4,739,856,106
Costa del Río de la Plata	242,161,756	425,157,281	683,296,706	834,566,288	946,032,711
Región Comahue	52,188,367	150,704,816	326,018,399	442,603,211	537,929,798
Salud	317,924,170	2,653,025,407	5,656,219,625	7,123,789,356	8,071,200,851
Esteros del Iberá	0	0	0	0	10,947,177,000
Agricultura	-3,945,818,962	-39,341,293,756	-93,006,739,728	-124,453,994,419	-143,826,412,716
Inundaciones Ríos Litoral	5,908,595,013	9,813,693,650	11,459,741,150	12,132,869,173	12,483,835,350
Recursos Hídricos Cuyo	1,387,694	25,857,068	126,078,030	258,024,455	433,199,753
Recursos Hídricos Litoral	38,091,271	103,238,747	282,891,054	437,419,279	567,243,095
<b>Total</b>	<b>4,691,420,792</b>	<b>-22,843,651,345</b>	<b>-69,732,638,659</b>	<b>-98,484,866,552</b>	<b>-105,099,938,051</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como en el caso anterior (en el que la cantidad de hectáreas sembradas y la proporción de cultivos implantados permanecen fijas, dentro del mismo Escenario) los mayores aumentos en los valores acumulados correspondientes al sector agrícola se dan entre los años de corte de 2050 y 2070.

No obstante, es interesante destacar que en los períodos más cercanos en el tiempo (acumulados hasta el año 2020), las pérdidas económicas sufridas por los impactos debidos a las Inundaciones en los principales ríos del Litoral superan los valores registrados por la agricultura para todas las tasas de descuento utilizadas. Así, teniendo en cuenta los impactos que pudieron ser identificados y consecuentemente monetizados, se tendría un resultado que va en dirección opuesta a lo esperado: el impacto del cambio climático (bajo las circunstancias descriptas) sería más desfavorable en los plazos más cercanos que en aquéllos más alejados en el tiempo.

En líneas generales, los impactos negativos en el Escenario A2 son mayores que en el Escenario B2, pero también lo son los impactos benéficos sobre los ingresos del Sector Agrícola, inclusive en los períodos más alejados en el tiempo.<sup>117</sup> En efecto, el acumulado al año 2100 de los impactos sobre el Sector Agrícola son entre un 2% y un 6% mayores, en el Escenario A2 respecto del B2 (dependiendo de la tasa de descuento), diferencia que va creciendo cuanto más alta es la tasa de descuento aplicada.

<sup>117</sup> La principal explicación de este comportamiento está vinculada con el efecto de las mayores concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> en el Escenario A2 respecto del B2 que implican potencialmente un mayor efecto benéfico sobre la productividad por su incidencia en el proceso de fotosíntesis.



Tal como surge de la comparación de las Tablas 82 y 83, se vuelve a notar (esta vez en el Escenario B2) que es muy importante la diferencia que existe entre la situación en la cual tanto las hectáreas como la proporción entre cultivos se mantiene fija de aquella otra en la cual ambas varían, de acuerdo con los cambios del clima. En efecto, los aumentos en los valores de los ingresos del Sector Agrícola aumentan más de 7 veces para todas las tasas de descuento, en los primeros años de corte (2020; 2030 y 2050), más de 6 veces en los últimos años de corte (2070 y 2100), para todas las tasas, con dos excepciones que son: el acumulado al año 2100 con las tasas de descuento más bajas (0% y 0,5%). Esta situación (tal como había surgido en la comparación de ambas situaciones bajo el Escenario A2) produce que se llegue a revertir el resultado final que los valores acumulados totales presentaban originalmente. Nuevamente, para los acumulados a los años 2030, 2050, 2070 y 2100, los valores pasan de mostrar fuertes pérdidas a importantes ingresos, fundamentalmente los acumulados al 2070, para todas las tasas de descuento consideradas pero principalmente para aquellas más bajas (0% y 0,5%). Estos cambios son incluso mayores a los que se observan en la comparación de las dos situaciones simétricas a éstas, pero en el Escenario A2. Otra vez, la excepción se presenta para el acumulado al año 2020, cuyo valor final no cambia de signo, ante la nueva situación, pero que muestra una caída en el valor monetario de la pérdida, a prácticamente la mitad del valor original, para todas las tasas de descuento consideradas.

## **5.2. Resumen del Valor Económico de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático Identificadas, Cuantificadas y Monetizadas en este Estudio.**

En este punto se resumen los resultados de la Valorización Monetaria de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático que podrían llevarse a cabo para prevenir y/o morigerar los Impactos Esperados del mismo sobre diversos Sistemas, Sectores y/o Regiones del País, que se plantearon en el punto 4 de este Informe. Tal como se consignó oportunamente, se partió de la información que fue identificada por los expertos que desarrollaron los Informes Sectoriales respectivos.

En la Tabla 84 y 85 se presentan los Valores Monetarios Acumulados correspondientes a las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas, cuantificadas y monetizadas en el ERECCS-Argentina, para ambos Escenarios Climáticos a las distintas Tasas de Descuento aplicadas y para los 5 años de corte escogidos.

La Tabla 84 muestra los resultados correspondientes al Escenario A2. Las Medidas de Adaptación ligadas a las Inundaciones en los Ríos del Litoral son el principal componente del total de estos costos, representando alrededor de la mitad (o más) del total de los costos de las Medidas de Adaptación para todas las tasas de descuento, principalmente en los períodos más cercanos. Si se toma el acumulado al año 2100, el valor de las Medidas de Adaptación en el Sector Salud es el más importante, para las tasas de descuento más bajas. En efecto, si se toman los valores acumulados al año 2100, sin descontar, los costos del Sector Salud representan el 51% del total; a una tasa del 0,5%, un 50% y a una tasa del 2%; 44,5% de los costos totales de Adaptación, identificados en el Estudio. Si la Tasa de Descuento es del 4%, la participación del Sector Salud en los costos totales acumulados de Adaptación sigue siendo alta, alcanzando un 38% de éstos, pero ya no representa el principal componente de los costos de las Medidas de Adaptación al final del período. En los primeros períodos la mayor proporción sobre el total las medidas tomadas se da en aquellos Sectores en los cuales priman las obras de infraestructura como el de Inundaciones en los principales ríos del Litoral y la Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata, cuya participación conjunta supera el 80% (a todas las tasas de descuento) de los valores acumulados al año 2020 y supera el 70% de los valores acumulados al año 2030.

**Tabla 84:** Valorización Económica de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en el Estudio, para el Escenario A2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas (0%, 0,5%, 2% y 4%). Valores Expresados en U\$S del año 2005.

<b>Tabla 84a.</b> Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 0%)					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	3,467,677	8,522,442	23,469,328	42,764,398	71,707,003
Salud	280,433,663	721,717,064	1,777,355,092	3,007,501,700	5,356,683,184
Inundaciones Ríos Litoral	1,010,611,434	1,867,246,434	2,380,854,834	3,570,355,668	4,614,132,468
<b>Total</b>	<b>1,757,401,663</b>	<b>3,060,374,829</b>	<b>4,644,568,143</b>	<b>7,083,510,655</b>	<b>10,505,411,544</b>

<b>Tabla 84b.</b> Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 0,5%)					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	3,382,692	8,061,891	20,904,859	35,909,992	55,789,451
Salud	272,627,366	680,452,806	1,587,420,988	2,541,880,413	4,151,099,825
Inundaciones Ríos Litoral	961,443,107	1,736,751,668	2,157,468,267	3,039,331,113	3,705,619,251
<b>Total</b>	<b>1,700,342,054</b>	<b>2,888,155,254</b>	<b>4,228,683,003</b>	<b>6,080,010,407</b>	<b>8,375,397,416</b>

<b>Tabla 84c.</b> Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 2%)					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	3,146,944	6,871,724	15,095,534	22,239,927	28,825,375
Salud	251,057,329	574,115,184	1,154,730,068	1,606,102,783	2,134,962,188
Inundaciones Ríos Litoral	829,053,372	1,405,544,170	1,638,152,491	2,000,691,251	2,176,318,614
<b>Total</b>	<b>1,546,146,534</b>	<b>2,449,419,967</b>	<b>3,270,866,982</b>	<b>4,091,922,850</b>	<b>4,802,995,066</b>

<b>Tabla 84d.</b> Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 4%)					
<b>Escenario A2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	2,872,150	5,641,873	10,277,237	13,008,180	14,594,030
Salud	226,088,080	464,778,016	791,933,881	962,957,866	1,089,026,703
Inundaciones Ríos Litoral	682,732,873	1,073,689,905	1,180,668,908	1,293,743,334	1,324,335,280
<b>Total</b>	<b>1,374,581,992</b>	<b>2,006,998,683</b>	<b>2,445,768,915</b>	<b>2,732,598,269</b>	<b>2,890,844,902</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 85, por su parte, presenta los resultados correspondientes al Escenario B2, en el que la situación no es muy diferente al Escenario A2, salvo por algunos detalles. Tal como acontece en el Escenario anteriormente citado, las Medidas de Adaptación ligadas a las Inundaciones en los Ríos del Litoral son el principal componente del total de estos costos, representando porcentajes que rondan la

mitad del total de los costos de las Medidas de Adaptación (y en muchos casos la superan) para todas las tasas de descuento, principalmente en los períodos más cercanos. Si se toma el acumulado al año 2100, el valor de las Medidas de Adaptación en el Sector Salud es el más importante, para las tasas de descuento más bajas. En este caso, si se toman los valores acumulados al año 2100, sin descontar, los costos del Sector Salud representan el 50,46% del total; a una tasa del 0,5%, un 49% y a una tasa del 2%; 43% de los costos totales de Adaptación, identificados en el Estudio. Si la Tasa de Descuento es del 4%, la participación del Sector Salud en los costos totales acumulados de Adaptación sigue siendo alta, alcanzando un 34,67% de éstos, lo que significa porcentajes muy similares a los que se desprenden de la Tabla 84. Al igual que en el caso anterior, las medidas tomadas en aquellos Sectores en los cuales priman las obras de infraestructura, como el de Inundaciones en los principales ríos del Litoral y la Vulnerabilidad de la Costa del Río de la Plata, tienen una alta participación sobre el total, en los primeros períodos sólo que, en este caso, la participación conjunta llega casi al 90% (a todas las tasas de descuento) de los valores acumulados al año 2020 y supera el 80% de los valores acumulados al año 2030. La principal explicación de esta mayor participación está en los menores daños esperados, en algunos sectores, en el Escenario B2 respecto del A2, como es el caso de los impactos en la Región de Comahue o los impactos sobre el Sector Salud.

Si se comparan los Escenarios A2 y B2, los mayores aumentos, a todas las tasas de descuento y para todos los períodos de corte, pero principalmente para los primeros (2020 y 2030), se observan en los Valores Acumulados relacionados con las Medidas de Adaptación correspondientes a la Región del Comahue. Las diferencias entre ambos Escenarios tienen su punto máximo en el período acumulado al 2030, principalmente por la influencia que tienen, sobre el total, los valores correspondientes a las Medidas de Adaptación relacionadas con las Inundaciones de los principales Ríos del Litoral que se concentran en ese período. No obstante, la diferencia de costos acumulados totales entre ambos escenarios varía entre un mínimo de 13% (acumulado al año 2100 sin descontar) y un máximo de 30% (acumulado al año 2030, con tasa de descuento del 0%), con una media de alrededor del 20%.

**Tabla 85:** Valorización Económica de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en el Estudio, para el Escenario B2 y las diferentes Tasas de Descuento utilizadas (0%, 0,5%, 2% y 4%). Valores Expresados en U\$S del año 2005.

<b>Tabla 85a.</b> Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina, para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 0%)					
<b>Escenario B2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	1,674,051	4,581,900	13,441,326	26,268,472	45,509,189
Salud	178,319,488	459,299,736	1,412,344,257	2,629,572,838	4,786,854,499
Inundaciones Ríos Litoral	822,383,400	1,628,827,800	2,358,516,600	3,019,136,400	4,191,511,434
<b>Total</b>	<b>1,465,265,828</b>	<b>2,555,598,325</b>	<b>4,247,191,072</b>	<b>6,137,866,599</b>	<b>9,486,764,011</b>

<b>Tabla 85b.</b> Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 0,5%)					
<b>Escenario B2</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	1,633,023	4,324,821	11,937,199	21,912,442	35,128,082
Salud	173,830,326	433,060,337	1,249,638,230	2,194,952,726	3,673,525,996
Inundaciones Ríos Litoral	782,372,754	1,512,255,665	2,109,972,117	2,599,737,269	3,348,115,254
<b>Total</b>	<b>1,420,724,992</b>	<b>2,412,529,712</b>	<b>3,834,436,435</b>	<b>5,279,491,326</b>	<b>7,519,658,221</b>

**Tabla 85c.** Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 2%)

Escenario B2	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	1,519,214	3,661,964	8,536,441	13,285,953	17,663,884
Salud	161,387,611	365,683,668	884,185,686	1,332,470,727	1,819,182,210
Inundaciones Ríos Litoral	674,640,824	1,217,354,787	1,547,823,851	1,749,169,050	1,946,434,535
<b>Total</b>	<b>1,300,436,538</b>	<b>2,049,589,308</b>	<b>2,903,434,867</b>	<b>3,557,814,619</b>	<b>4,246,169,518</b>

**Tabla 85d.** Valor Económico Acumulado a los diferentes años de corte de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático identificadas en la Republica Argentina para el presente Estudio, en US\$ del año 2005 (Tasa de descuento 4%)

Escenario B2	2020	2030	2050	2070	2100
Costa del Río de la Plata	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889	462,888,889
Región Comahue	1,386,555	2,979,891	5,727,397	7,542,897	8,597,152
Salud	146,904,714	296,828,011	585,904,201	756,370,231	872,633,060
Inundaciones Ríos Litoral	555,572,758	923,623,455	1,075,609,638	1,138,408,421	1,172,769,439
<b>Total</b>	<b>1,166,752,916</b>	<b>1,686,320,246</b>	<b>2,130,130,125</b>	<b>2,365,210,438</b>	<b>2,516,888,540</b>

Fuente: Elaboración Propia a partir de las Tablas elaboradas en los Capítulos 3 y 4 de este Informe.

### 5.3. Consideraciones Finales.

Tomando en consideración los Sectores, Sistemas y Regiones incluidas en la presente etapa del ERECCS-Argentina y los Impactos Esperados del Cambio Climático y Medidas de Adaptación identificados en esta oportunidad, se procedió a analizar el resultado agregado de los productos que se fueron obteniendo individualmente en cada uno de los sectores estudiados.

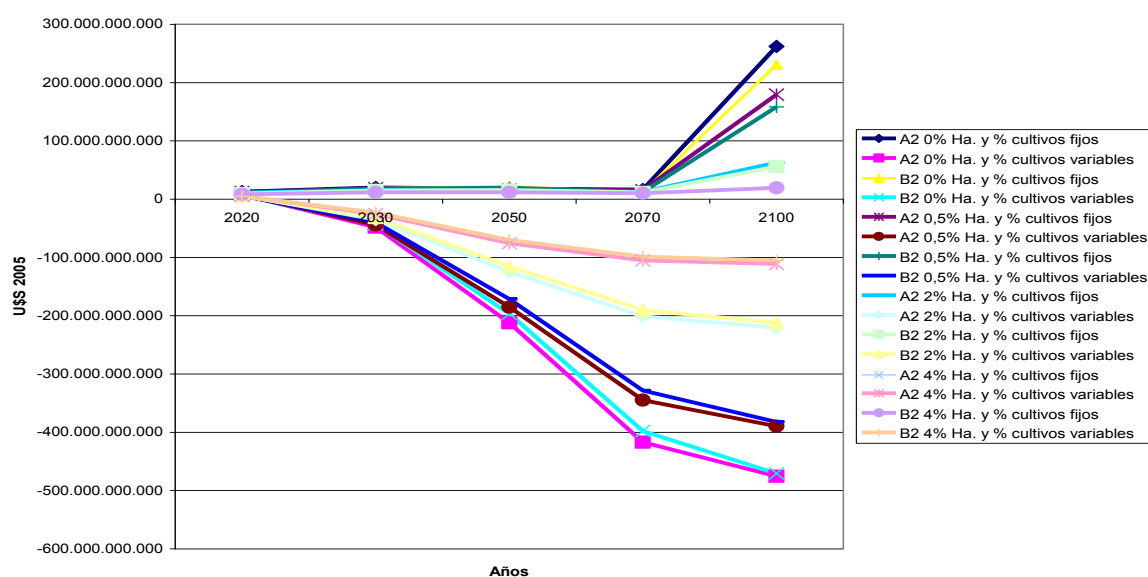
A los efectos de realizar una comparación entre los diversos resultados obtenidos en ambos Escenarios Climáticos (A2 y B2), para las diferentes Tasas de Descuento utilizadas (0%; 0,5%; 2% y 4%) y los distintos años “de corte” para mostrar los diversos períodos que se tomaron en el Estudio, se agregaron todos los resultados en la Tabla 86 y el Gráfico 33.

**Tabla 86:** Resumen de la Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático obtenidas en el ERECCS-Argentina, para ambos Escenarios (A2 y B2); las diferentes Tasas de Descuento utilizadas (0%, 0,5%, 2% y 4%); para todos los años de corte (2020; 2030; 2050; 2070 y 2100) y para ambas hipótesis de comportamiento del Sector Agrícola. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

	2020	2030	2050	2070	2100
A2 0% Ha. y % cultivos fijos	13,003,590,535	20,028,543,835	18,316,855,618	16,783,212,774	263,149,205,059
A2 0% Ha. y % cultivos variables	7,340,626,582	-47,964,567,034	-211,897,649,085	-416,759,998,686	-474,431,315,704
B2 0% Ha. y % cultivos fijos	11,426,382,765	19,428,678,692	21,915,718,780	12,590,379,609	232,268,521,805
B2 0% Ha. y % cultivos variables	6,276,444,686	-42,898,410,467	-196,306,365,808	-397,584,326,012	-469,329,462,236
A2 0,5% Ha. y % cultivos fijos	12,444,276,642	18,767,086,079	17,109,126,724	15,447,505,269	180,195,138,708
A2 0,5% Ha. y % cultivos variables	7,056,827,547	-44,279,634,575	-184,901,378,815	-344,688,113,468	-388,781,061,669
B2 0,5% Ha. y % cultivos fijos	10,941,894,774	18,173,325,668	20,055,827,660	12,572,941,936	159,241,775,912
B2 0,5% Ha. y % cultivos variables	6,042,511,788	-39,613,574,842	-171,210,867,819	-327,949,220,947	-381,435,559,428
A2 2% Ha. y % cultivos fijos	10,932,018,517	15,550,760,785	14,158,973,127	12,742,476,802	62,853,135,898
A2 2% Ha. y % cultivos variables	6,286,415,667	-34,899,353,523	-124,476,860,032	-201,185,909,855	-220,267,553,404
B2 2% Ha. y % cultivos fijos	9,631,355,314	14,982,162,079	15,739,561,686	11,872,128,352	56,242,700,248
B2 2% Ha. y % cultivos variables	5,406,612,366	-31,244,830,823	-115,068,764,598	-189,973,372,873	-211,896,248,861
A2 4% Ha. y % cultivos fijos	9,247,756,790	12,298,325,398	11,302,645,422	10,480,950,165	21,131,070,846
A2 4% Ha. y % cultivos variables	5,422,061,254	-25,496,184,639	-75,622,991,930	-105,227,453,972	-111,242,634,841
B2 4% Ha. y % cultivos fijos	8,170,534,430	11,773,286,943	11,914,455,469	10,302,377,632	19,647,505,520
B2 4% Ha. y % cultivos variables	4,691,420,792	-22,843,651,345	-69,732,638,659	-98,484,866,552	-105,099,938,051

Fuente: Elaboración propia basado en los Resultados obtenidos en los Capítulos 3 y 4 de este Informe.

**Gráfico 33:** Evolución de la Valorización Económica de las diversas situaciones planteadas en la Tabla 86. Valores Expresados en U\$S del año 2005.



Fuente: Elaboración propia basado en la Tabla 86.

Surge inmediatamente del análisis del Gráfico 33 y la Tabla 86 que es notable el impacto que tiene, sobre los valores de los ingresos del Sector Agrícola, el hecho de liberar el supuesto de que tanto las hectáreas cultivadas como las proporciones en que participan los diversos cultivos permanecen iguales. En efecto, si tanto las hectáreas implantadas como la proporción existente, entre los diversos cultivos, varía conjuntamente con los cambios que se dan en las condiciones climáticas, los ingresos del Sector Agrícola superan significativamente los mayores costos en que se incurre en otros sectores.

Otro resultado importante que se puede observar es que tanto las Tasas de Descuento que se utilicen como las hipótesis sobre el comportamiento del Sector Agrícola influyen más en los resultados monetarios que las hipótesis de construcción de los Escenarios Climáticos en sí mismos, las diferencias cuantitativas entre la magnitud sus impactos en términos físicos y las diferencias en los resultados entre los mismos. Efectivamente, si se ordenan de mayor a menor los resultados obtenidos (los costos adicionales en valores positivos y los ingresos adicionales en valores negativos), se puede observar que los valores monetarios pueden agruparse de a pares entre valores que surgen del Escenario A2 y el B2, bajo distintas hipótesis de comportamiento del Sector Agrícola y según las diferentes Tasas de Descuento que se utilicen. Dada cualquiera de las dos hipótesis de comportamiento del Sector Agrícola y a toda Tasa de Descuento, los resultados del Escenario A2 serán más extremos que los correspondientes al B2, ya se trate de mayores Costos Netos positivos por los Impactos dañinos del Cambio Climático, o bien, de una profundización en los Costos Netos negativos como consecuencia de un mayor efecto de aumento de la productividad sobre el Sector Agrícola.

**Tabla 87:** Resumen de los Valores de la Tabla 86 ordenados de Mayores a Menores Costos Netos, para ambos Escenarios (A2 y B2); las diferentes Tasas de Descuento utilizadas (0%, 0,5%, 2% y 4%); para todos los años de corte (2020; 2030; 2050; 2070 y 2100) y para ambas hipótesis de comportamiento del Sector Agrícola. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

	2020	2030	2050	2070	2100
<b>A2 0% Ha. y % cultivos fijos</b>	13,003,590,535	20,028,543,835	18,316,855,618	16,783,212,774	263,149,205,059
<b>B2 0% Ha. y % cultivos fijos</b>	11,426,382,765	19,428,678,692	21,915,718,780	12,590,379,609	232,268,521,805
<b>A2 0,5% Ha. y % cultivos fijos</b>	12,444,276,642	18,767,086,079	17,109,126,724	15,447,505,269	180,195,138,708
<b>B2 0,5% Ha. y % cultivos fijos</b>	10,941,894,774	18,173,325,668	20,055,827,660	12,572,941,936	159,241,775,912
<b>A2 2% Ha. y % cultivos fijos</b>	10,932,018,517	15,550,760,785	14,158,973,127	12,742,476,802	62,853,135,898
<b>B2 2% Ha. y % cultivos fijos</b>	9,631,355,314	14,982,162,079	15,739,561,686	11,872,128,352	56,242,700,248
<b>A2 4% Ha. y % cultivos fijos</b>	9,247,756,790	12,298,325,398	11,302,645,422	10,480,950,165	21,131,070,846
<b>B2 4% Ha. y % cultivos fijos</b>	8,170,534,430	11,773,286,943	11,914,455,469	10,302,377,632	19,647,505,520
<b>B2 4% Ha. y % cultivos variables</b>	4,691,420,792	-22,843,651,345	-69,732,638,659	-98,484,866,552	-105,099,938,051
<b>A2 4% Ha. y % cultivos variables</b>	5,422,061,254	-25,496,184,639	-75,622,991,930	-105,227,453,972	-111,242,634,841
<b>B2 2% Ha. y % cultivos variables</b>	5,406,612,366	-31,244,830,823	-115,068,764,598	-189,973,372,873	-211,896,248,861
<b>A2 2% Ha. y % cultivos variables</b>	6,286,415,667	-34,899,353,523	-124,476,860,032	-201,185,909,855	-220,267,553,404
<b>B2 0,5% Ha. y % cultivos variables</b>	6,042,511,788	-39,613,574,842	-171,210,867,819	-327,949,220,947	-381,435,559,428
<b>A2 0,5% Ha. y % cultivos variables</b>	7,056,827,547	-44,279,634,575	-184,901,378,815	-344,688,113,468	-388,781,061,669
<b>B2 0% Ha. y % cultivos variables</b>	6,276,444,686	-42,898,410,467	-196,306,365,808	-397,584,326,012	-469,329,462,236

Fuente: Elaboración propia basado en los datos de la Tabla 86

Un factor muy importante a tener en cuenta y que condiciona la validez de los resultados obtenidos en este estudio (que, al no poder ser exhaustivo, tiene el carácter de primera aproximación al tema) está relacionado con los Sistemas, Sectores y Regiones que pudieron incluirse en esta primera etapa del ERECCS-Argentina. En efecto, sólo pudieron ser estudiados los impactos esperados en algunas Regiones, algunos Sistemas y algunos Sectores que, independientemente de su relevancia, dejan elementos importantes afuera del análisis.

Para dar una idea de lo que se podría encontrar si existiera la posibilidad de encarar estudios más completos y exhaustivos (desde el punto de vista de las Regiones, Sistemas y/o Sectores involucrados en el mismo), se presentan los resultados de un ejercicio realizado (de forma preliminar), de Valorización Económica de los Servicios Ambientales involucrados en los diversos Ecosistemas incluidos en el Mapa de Eco-Regiones de la República Argentina, a partir de la Valorización Económica de estas últimas, partiendo de un trabajo de Viglizzo et al. (2002), del Mapa de Desertificación en la República Argentina (2000) y de un trabajo, ya citado, de Costanza et al. (1997), tal como se muestran en las Ilustraciones 1 y 2 y en la Tabla 88.

**Tabla 88:** Eco- Regiones de la República Argentina, Hectáreas de Superficie correspondientes y Valor Económico de los Servicios Ambientales involucrados. Valores Expresados en US\$ del año 2005.

<b>Eco-Regiones de Argentina</b>	<b>US\$ del 2005/Ha./Año<sup>118</sup></b>	<b>Total de Hectáreas<sup>119</sup></b>
Esteros del Iberá	12286,3	4.044.100
Delta e Islas de la Mesopotamia	9718,8	4.538.700
Yungas	3825,9	4.646.800
Selva Paranaense	3255,2	2.686.000
Bosque Andino Patagónico	1825,2	7.000.000
Chaco Sub-húmedo Occidental	588,9	6.981.300
Espinal	572,0	24.698.100
Chaco Húmedo Sub-húmedo	569,4	11.118.000
Chaco Sub-húmedo Central	478,4	9.706.300
Chaco Seco	386,1	36.013.100
Pampa Mesopotámica	378,3	3.203.800
Pampa Central	375,7	12.935.000
Pampa Central Semiárido	348,4	1.468.200
Pampa Inundable	206,7	9.316.100
Pampa Sur	178,1	8.253.000
Puna	145,6	8.640.000
Monte	131,3	11.710.000
Pampa Ondulada	118,3	7.439.900
Montes de Sierras y Bolsones	71,5	35.331.000
Altos Andes	66,3	14.300.000
Estepa Patagónica	62,4	53.446.000
<b>Total</b>		<b>277.475.400</b>

Fuente: Elaboración propia basado en Viglizzo (2002) y Costanza et al. (1997).

<sup>118</sup> Costanza, R. et al. (1997)<sup>119</sup> Viglizzo, E. Comunicación personal (2009)

**Ilustración 1:** Mapa de desertificación en la Argentina (2000)



Fuente: Casas 1998, SAGyP CFA 1995, PAN s.a., INTA-GTZ 1995, UNEP 1992, Mensching 1989, Roig 1989, Wilhelmy & Rohmeder 1963, Prego 1961 y Aparicio & Difrieri 1959<sup>120</sup>

**Ilustración 2:** Eco-Regiones de la Argentina



Fuente: Lorena V. Carreño; El impacto del cambio climático sobre la oferta de servicios ecológicos en ambientes rurales; *I Jornadas Nacionales sobre Cambio Climático*; INTA; Salta; 2008.

En el contexto del ERECCS-Argentina, las únicas dos Regiones en las cuales existieron estudios específicos (aunque no necesariamente exhaustivos, dado el plazo y presupuesto del Estudio) sobre Biodiversidad han sido la Región del Bosque Chaqueño en el NOA y la Región de los Esteros del Iberá. Entonces, partiendo del Mapa de Desertificación (Ilustración 1) y del Mapa de las Eco-Regiones de la Argentina (Ilustración 2) se identificaron aquellas regiones que, habiendo quedado fuera del estudio (por lo tanto no se dispone de resultados fidedignos para medir el verdadero impacto esperado del Cambio Climático sobre las mismas), aparecieran como las más susceptibles de sufrir impactos por el proceso de desertificación (que se consignan como de desertificación media a severa). Del cruce de la información contenida en ambos mapas, surge que las Regiones que aparecen como las más expuestas a la desertificación, son las siguientes: (a) La Puna; (b) El Monte de Sierras y Bolsones y (c) La Estepa Patagónica.

De este modo, se procedió a la Valorización Monetaria de la pérdida de Servicios Ambientales suministrados por los Ecosistemas de las citadas Eco-Regiones, bajo el supuesto de que, con un proceso de desertificación severa, potencialmente se podría perder la totalidad de dichos Servicios. Esta información se presenta en las Tablas 89 a 91, para los diversos años de corte y para distintas Tasas de Descuento.

<sup>120</sup> Disponible en:

[http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://www.suelos.org.ar/adjuntos/desertificacion.jpg&imgrefurl=http://www.suelos.org.ar/la\\_minas.htm&h=1586&w=1000&sz=474&tbnid=Q\\_j8bzGkyP5HzM:&tbnh=150&tbnw=95&prev=/images%3Fq%3Ddesertificacion%2Be n%2BArgentina&hl=es&usq=\\_3yuIX64pjeYhbiSY\\_FG8bz7sWss=&ei=0BnHS-rHgcSEuAfhwajZDA&sa=X&oi=image\\_result&resnum=4&ct=image&ved=0CBQQ9QEwAw](http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://www.suelos.org.ar/adjuntos/desertificacion.jpg&imgrefurl=http://www.suelos.org.ar/la_minas.htm&h=1586&w=1000&sz=474&tbnid=Q_j8bzGkyP5HzM:&tbnh=150&tbnw=95&prev=/images%3Fq%3Ddesertificacion%2Be n%2BArgentina&hl=es&usq=_3yuIX64pjeYhbiSY_FG8bz7sWss=&ei=0BnHS-rHgcSEuAfhwajZDA&sa=X&oi=image_result&resnum=4&ct=image&ved=0CBQQ9QEwAw)



**Tabla 89:** Valorización Económica de la Pérdida de Servicios Ambientales por la eventual Desertificación Total en la Región de la Puna, a las diferentes Tasas de Descuento, para los distintos años de corte. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático en La Puna					
A2	2020	2030	2050	2070	2100
0%	13.837.824.000	26.417.664.000	51.577.344.000	76.737.024.000	114.476.544.000
0,5%	13.498.686.434	25.143.853.488	46.762.067.897	66.327.911.816	92.249.601.573
2%	12.557.932.216	21.827.825.525	35.670.739.197	44.986.623.266	53.573.675.493
4%	11.461.361.116	18.354.397.097	26.156.976.861	29.717.972.412	31.785.830.937

**Tabla 90:** Valorización Económica de la Pérdida de Servicios Ambientales por la eventual Desertificación Total en la Región de Monte de Sierras y Bolsones, a las diferentes Tasas de Descuento, para los distintos años de corte. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre el Monte de Sierras y Bolsones					
A2	2020	2030	2050	2070	2100
0%	27.787.831.500	53.049.496.500	103.572.826.500	154.096.156.500	229.881.151.500
0,5%	27.106.806.974	50.491.548.670	93.903.236.761	133.193.545.263	185.247.072.405
2%	25.217.671.826	43.832.609.642	71.630.661.749	90.337.953.934	107.581.673.783
4%	23.015.639.703	36.857.593.637	52.526.008.826	59.676.868.987	63.829.350.205

**Tabla 91:** Valorización Económica de la Pérdida de Servicios Ambientales por la eventual Desertificación Total en la Región de la Estepa Patagónica, a las diferentes Tasas de Descuento, para los distintos años de corte. Valores Expresados en U\$S del año 2005.

Valorización Económica de los Impactos Esperados del Cambio Climático sobre la Estepa Patagónica					
A2	2020	2030	2050	2070	2100
0%	36.685.334.400	70.035.638.400	136.736.246.400	203.436.854.400	303.487.766.400
0,5%	35.786.249.760	66.658.650.472	123.970.509.962	175.841.347.962	244.562.113.377
2%	33.292.224.466	57.867.557.688	94.566.385.274	119.263.644.199	142.028.703.393
4%	30.385.114.395	48.659.181.906	69.344.533.002	78.785.057.219	84.267.138.903

Tal como surge de la comparación de las Tablas 89 a 91 con las Tablas 68 y 69, se aprecia la imperiosa necesidad de ampliar el alcance de los actuales Estudios, incorporando nuevas Regiones, Sistemas y/o Sectores. La sumatoria de los valores monetarios de los impactos potenciales del cambio climático sobre estas tres Eco-Regiones compensan sobradamente el Escenario de mayor crecimiento esperado del ingreso en el Sector Agrícola para todas las Tasas de Descuento y en todos los períodos de corte tomados. Este resultado, sin embargo, tampoco está considerando el potencial impacto negativo sobre las actividades humanas ligadas con dichos Ecosistemas (Agricultura, Silvicultura, Horticultura, Fruticultura, Piscicultura, etc.), ni las Medidas de Adaptación correspondientes, ni los eventuales Costos de las Medidas de Adaptación y/o Mitigación al Cambio Climático que lleven a cabo terceros Países y que puedan repercutir sobre la Economía Argentina.<sup>121</sup>

<sup>121</sup> Este punto es particularmente importante en términos de las controversias que se están generando, entre diversos países y regiones, como consecuencia de la determinación de las “huellas de carbono” de ciertos productos y/o procesos. Este es un tema que necesariamente deberá ser profundizado en estudios posteriores.

Es por ello que se reafirma el carácter preliminar del presente Estudio, en el sentido de constituirse en una primera aproximación a la problemática de la Valorización Monetaria de los Impactos Esperados del Cambio Climático en el Territorio de la República Argentina; problemática que, de ningún modo, queda cerrada con el presente Informe.

## 6. Bibliografía

- Aquino, R., Pacheco, T. y Vásquez M. (2007), “Evaluación y Valorización Económica de la Fauna Silvestre en el Río Algodón, Amazonía Peruana”, ISSN 1727-9933, Facultad de Ciencias Biológicas, Revista Perú Biología.
- Armien, B., Suaya, J. A., Quiroz, E., Sah, B. K., Bayard, V., Marchena, L., Campos, C. y Shepard, D. S. (2008), “Clinical Characteristics and National Economic Cost of the 2005 Dengue Epidemic in Panama”, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudio de la Salud, Panamá; Schneider Institutes for Health Policy, Heller School, Brandeis University, Waltham, Massachusetts; Ministerio de Salud de Panamá.
- Azqueta Oyarzún, D. (1994). “Valoración Económica de la Calidad Ambiental”. Mc Graw Hill. Madrid.
- Barbazza, C. V. (2005), “Funciones de demanda de agua subterránea para el este mendocino”, Instituto Nacional del Agua, Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua. CONAGUA. Mendoza.
- Barros, V. (2005), “Global Climate Change and the Coastal Areas of the Río de la Plata; Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change”, Project N° LA 26
- Bockstael, N. E. et al (1991). “Methods for Valuing Classes of Environmental Effects: Recreation. En Braden, J. & Kolstad, C. D. (1991). “Measuring the Demand of Environmental Quality. North Holland. Amsterdam.
- Cámara Argentina de la Construcción (2003), El cambio climático y sus consecuencias territoriales, Alcance de las afecciones, Convención Nacional Noviembre 2003, Argentina, Tomo I.
- Cámara Argentina de la Construcción (2003), El cambio climático y sus consecuencias territoriales, Recopilación de información disponible sobre datos históricos de inundaciones en distintas regiones de la Argentina, Convención Nacional Noviembre 2003, Argentina, Tomo II.
- Cámara Argentina de Fruticultores integrados (2008), Consideraciones Sobre la Fruticultura de Peras y Manzanas de Río Negro y Neuquén Junio 2008.
- Carson, R. T. (1991). “Constructed Markets. En Braden, J. & Kolstad, C. (eds) (1991) “Measuring the Demand for Environmental Quality. North Holland, Amsterdam.
- Castro J., Romero O. (2004), “Arroz: Perspectiva de costos y márgenes para la campaña 2002/2003”, INTA
- Chocovar N y Picci, C. 2003. Valuación económica aproximada del ecosistema de “Selva Tucumano Oranense” para las provincias de Salta y Jujuy

- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., O'Neil R., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., and van den Belt, M. (1997). The value of the world ecosystem services and natural capital. *Nature*: Vol.387: 253-260
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neil R., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., and van den Belt. 1998. Special Section: Forum, on valuation of ecosystem services. The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. *Ecological Economics* 25: 67-72.
- Díaz R., Villanova G., “Evaluación económica de la reconversión energética en el cultivo de arroz”, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Delacámara, G. (2008). Guía para Decisores. Análisis Económico de Externalidades Ambientales. CEPAL.
- Dirección de estadísticas y censos. Provincia de Corrientes. Anuario estadístico 2007.
- Ebi K. L. (2008), “Adaptation costs for climate change-related cases of diarrhoeal disease, malnutrition, and malaria in 2030”, doi:10.1186/1744-8603-4-9, *Globalization and Health*.
- Freeman III, A. M. (1993). “The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods”. *Resource for the Future*. Washington D. C.
- Gallo Mendoza, G. Y H Sejenovich. 1995. Biodiversidad, Valorización y Actores Sociales.
- Gallo Mendoza, G. Y H Sejenovich. 1997. Emergencia Ambiental, Hidrocarburos, Compensación y Desarrollo Sustentable en la Provincia de Neuquén.
- Gallo Mendoza, G. Y H Sejenovich. 2001. Elaboración del Diagnóstico Ambiental y las Cuentas Patrimoniales de la Reserva Corazón de la Isla. Gobierno de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur – CFI.
- Gallo Mendoza, G. Y H Sejenovich. La valorización de los recursos naturales en los parques, Cuentas Patrimoniales de la Reserva “Corazón de la Isla en Tierra del Fuego” Primeras Jornadas de la Asociación Argentino Uruguay de Economía Ecológica ASAUEE Buenos Aires 22 y 23 de noviembre de 2001
- Gallo Mendoza, G. Y H Sejenovich. 1999. Valorización económica y social del pasivo ambiental generado por el derrame de petróleo frente a las costas del Partido de Magdalena.
- Gallo Mendoza, G. y H. Sejenovich (2001). Los aspectos económicos de las inundaciones.
- Georgiou, S.; Whittington, D.; Pearce, D. & Moran, D. (1997). *Economic Values and the Environment in the Developing World*. UNEP. Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, UK.
- Girardin, L. O. (2001). Informe Final del Proyecto “Identificación y Valorización de los Impactos Ambientales en los Segmentos de Transporte y Distribución de Energía Eléctrica”. Convenio de

Cooperación entre el Ente Regulador Nacional de la Electricidad (ENRE) y el Instituto de Economía Energética asociado a la Fundación Bariloche. (IDEE/FB). Buenos Aires.

- Girardin, L. O. (2007). “Negociações Internacionais: Futuro do Regime Climático”, em Marco Aurélio Conejero et al. (2007) “Negociações Internacionais: Futuro do Regime Climático”. Mesa Redonda N°8. Coordenada por Jacques Marcovitch. III Conferencia Regional sobre Mudanças Globais – América do Sul. Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo. Capítulo de Aspectos Econômicos das Mudanças Globais.
- Girardin, L. O. et al. (2003). Estudio de Evaluación Económica y de Servicios Ambientales en el área afectada por el aumento en el nivel de agua en los Esteros del Iberá (Provincia de Corrientes-Argentina). Fundación Bariloche. Informe Final. Buenos Aires. Diciembre.
- Griliches, Z. (1971). “Price Indexes and Quality Change. Harvard University Press. Cambridge. Ma.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (1992). IPCC Special Report on Emission Scenarios 1992. WMO. Geneva.
- Jefatura de Gabinete de Ministros (1998), “Informe de Situación inundaciones, Provincias del Litoral”. Versión actualizada del 29/07/98.
- Kahneman, D. & Knetsch, J. (1992a). “Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction”. Journal of Environmental Economics and Management. 22:57-70.
- Kahneman, D. & Knetsch, J. (1992b). “Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction. A Reply”. Journal of Environmental Economics and Management. 22:90-94.
- Kiszewski A., Johns B., Schapira A., Delacollette C., Crowell V., Tan-Torres T., Birkinsh A., Awash T. y Nafo-Traoré F. (2007), “Methodology for estimating the costs of global malaria control (2006–2015)”, Global Malaria Programme, Technical working paper, World Health Organization.
- Kiszewski, A., Johns, B., Schapira, A., Delacollette, C., Crowell, V. Tan-Torres, T., Birkinsh A., Awash, T., Nafo-Traoré, F (2007)., “Estimated global resources needed to attain international malaria control goals”, 85:623–630, Bulletin of the World Health Organization.
- López, M. y R. Hosokawa. (1996). Valoración económica del ecosistema bosque; Algunos aspectos a partir de la recuperación de áreas degradadas. Revista Forestal; Yvyretá 6.
- Mc Connell, K. E. (1985). “The Economics of Outdoor Recreation. En Kneese, A. & Sweeney, J. L. (1985-1993). “Handbook of Natural Resources and Energy Economics. 3 vols. North Holland Handbook in Economics 6. Amsterdam.
- Ministerio de Salud del Perú (2001), Impacto económico de la Malaria en el Perú, Serie Vigía N°1.
- Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005). Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas. BIRF 4085-AR. 1998-2005. República Argentina. Informe Nacional. Buenos Aires, Diciembre de 2005.

- Mitchell, R. C. & Carson, R. T. (1989). "Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method". Resources for the Future. Washington D. C.
- Moore, S., Darling, S., Sihuíncha, M., Padilla N. y Devine, G, (2007) "A low-cost repellent for malaria vectors in the Americas: results of two field trials in Guatemala and Peru", Malaria Journal, 6:101 doi:10.1186/1475-2875-6-101.
- Motto, P. (2001), "Valoración económica del Bosque Seco", UE-COSV-CATER UNL, AIDCO/B762000/01/0378/TF.
- Organización Mundial de la Salud; Cambio Climático y Salud Humana: Riesgos y Respuestas (2003).
- Palmquist, R. B. (1991). "Hedonic Method". En Braden, J. & Kolstad C. D. (Eds.) (1991). "Measuring the Demand for Environmental Quality. North Holland. Amsterdam.
- PNUD (2002), "Manejo y conservación de la biodiversidad en los humedales de los esteros del Iberá, ARG/02/g35
- Rabinovich et al. (1997). Evaluación económica de los bienes y servicios de la naturaleza en las selvas montañas de las yungas. Programa de investigación sobre metodologías de seguimiento evaluación de proyectos de manejo de recursos naturales en América Latina y El Caribe.
- Rosen, S. (1974). "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition". Journal of Political Economy. 82:34-55.
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005a). Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido, Biodiversidad (Vertebrados), Proyectos de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005b). Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido, Impacto, Proyectos de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005c). Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido, Manejo del Bosque de Quebracho, Proyectos de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, (2005d) "Segunda Comunicación de Cambio Climático, Vulnerabilidad de la Zona Costera".
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, (2005e) "Segunda Comunicación de Cambio Climático, Vulnerabilidad de La Patagonia y sur de las provincias de Buenos Aires y La Pampa".
- Sejenovich, H y Gallo Mendoza, G. 1996. Manual de Cuentas Patrimoniales. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Fundación Bariloche (FB).

- Smith, V. K. (1992). “Arbitrary Values, Good Causes and Premature Verdicts”. *Journal of Environmental Economics and Management*. 22:71-89.
- Stern, N. (2006). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. H. M. Treasury. London.
- Suaya, J. A., Shepard, D. S. Siqueira, J. B., Martelli, C., Lum, L., Huat Tan, L., Kongsin, S., Jiamton, S., Garrido, F., Montoya, R., Armien, B., Huy, R., Castillo, L., Caram, M., Sah, B., Sughayyar, R., Tyo, K., y Halstead, B., (2009), “Cost of Dengue Cases in Eight Countries in the Americas and Asia: A Prospective Study”; *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*.
- Vera, L. y Larocca, F. (2004), “Evaluación económica de la producción de madera de eucalipto en El nordeste de Entre Ríos, Manejo tradicional vs. Manejo con Raleos, INTA EEA Concordia.
- Viglizzo E., Pordomingo A.J., Castro M., y Lértora F. 2002. *La sustentabilidad ambiental del agro pampeano*. Programa Nacional de Gestión Ambiental Agropecuaria. Ed. INTA. ISBN 987-521-052-8.
- [www.proyectoforestal.com.ar](http://www.proyectoforestal.com.ar)
- [www.sagpya.gov.ar](http://www.sagpya.gov.ar)

## ANEXO 1

**Cuestionario respecto al conocimiento actual sobre los recursos naturales, especificando en las respuestas a las preguntas si ellas corresponden a nivel de provincia, departamento o partido, o ecoregión.**

### I. FLORA

Flora Arbórea: ¿existe un inventario actualizado de las existencias, tanto respecto a la totalidad de las especies nativas y exóticas o introducidas, sean comercializadas o no en el mercado formal de esta flora?

¿Existe un inventario actualizado de existencias de esta Flora?

SI	NO
----	----

(Tachar lo que no corresponda)

En caso afirmativo, ¿qué abarca?: (Tachar lo que no corresponda)

Conceptos	Nivel de Inventario		
	Total	Parcial	Escaso
Totalidad de la flora nativa:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
Totalidad de la flora introducida:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
Totalidad de la flora No Maderable:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial, explicitar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a la flora en cuestión.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

En caso de conocimiento escaso, si le es posible, Incorporar una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a la flora en cuestión.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible



- 1.1. En relación a la Flora arbórea No Maderable. En el caso de que en su Provincia exista información respecto a esta Flora, ¿es posible desagregar la misma según la parte usada de ella y sus aplicaciones (por ejemplo, hojas, raíces o corteza medicinal; fuente de energía o combustible; hojas o corteza tintóreas; melíferas; alimentación de las personas, alimentación de animales, etc.)?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

- 1.2. ¿o es posible recabar información respecto a su uso potencial, según los saberes de poblaciones locales, o de informantes calificados, o por los resultados de investigaciones o estudios específicos?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias específicas y lugar o lugares en que podría ser obtenida la información correspondiente.

Tanto en el caso de 1.1 como en el de 1.2, si el conocimiento es parcial, explicitar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación y / o información correspondiente, señalando además lo que estima que resta por conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a esta flora.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

Flora Arbustiva: ¿existe un inventario actualizado de las existencias, tanto respecto a la totalidad de las especies nativas y exóticas o introducidas, sean comercializadas o no en el mercado formal de esta flora?

1. ¿Existe un inventario actualizado de existencias de esta Flora?:

SI	NO
----	----

(Tachar lo que no corresponda)

En caso afirmativo, ¿qué abarca?:

(Tachar lo que no corresponda)

Conceptos	Nivel de Inventario		
	Total	Parcial	Escaso
Totalidad de la flora nativa:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
Totalidad de la flora introducida:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
Totalidad de la flora No Maderable:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial, explicitar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a la flora en cuestión.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

En caso de conocimiento escaso, si le es posible, Incorporar una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a la flora en cuestión.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

1.1. En relación a la Flora arbustiva No Maderable. En el caso de que en su Provincia exista información respecto a esta Flora, ¿es posible desagregar la misma según la parte usada de ella y sus aplicaciones (por ejemplo, hojas, raíces o corteza medicinal; fuente de energía o combustible; hojas o corteza tintóreas; melíferas; alimentación de las personas, alimentación de animales, etc.)?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

1.2. ¿o recabar información respecto a su uso potencial, según los saberes de poblaciones locales, o de informantes calificados, o por los resultados de investigaciones o estudios específicos?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias específicas y lugar o lugares en que podría ser obtenida la información correspondiente.

Tanto en el caso de 1.1 como en el de 1.2, si el conocimiento es parcial, explicitar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación y / o información correspondiente, señalando además lo que estima que resta por conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a esta flora.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

Flora Herbácea: ¿existe un inventario actualizado de las existencias, tanto respecto a la totalidad de las especies nativas y exóticas o introducidas, sean comercializadas o no en el mercado formal de esta flora?

1. ¿Existe un inventario actualizado de existencias de esta Flora?:

SI	NO
----	----

(Tachar lo que no corresponda)

En caso afirmativo, ¿qué abarca?:  
(Tachar lo que no corresponda)

Conceptos	Nivel de Inventario		
	Total	Parcial	Escaso
Totalidad de la flora nativa:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
Totalidad de la flora introducida:			
○ Comercializada	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializada	SI NO	SI NO	SI NO

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial, señalar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a la flora en cuestión.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

En caso de conocimiento escaso, si le es posible, Incorporar una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a la flora en cuestión.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

1.1. En relación a esta Flora, en el caso de que en su Provincia exista información, ¿es posible clasificar la misma según la parte usada de ella y sus aplicaciones (por ejemplo, hojas o raíces medicinal; insecticidas, afrodisíacas, hojas o raíces tintóreas; flores melíferas; alimentación de las personas, alimentación de animales, cereales, oleaginosas, etc.)?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

1.2. ¿o recabar información respecto a su uso potencial, según los saberes de poblaciones locales, o de informantes calificados, o por los resultados de investigaciones o estudios específicos?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias específicas y lugar o lugares en que podría ser obtenida la información correspondiente.

Tanto en el caso de 1.1 como en el de 1.2, si el conocimiento es parcial, explicitar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación y / o información correspondiente, señalando además lo que estima que resta por conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a esta flora.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$  
 Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:  
 Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

## II. FAUNA NATIVA O SILVESTRE

Fauna Terrestre (tanto de especies autóctonas como introducidas. Por ejemplo, Guanaco, Llama, Ñandú, Petiso o Choique, Vicuña, Alpaca, Yaguareté, Carpincho, Gato montés, Iguana, Vizcachas, Liebre, Tatú Carreta, Zorros, diversos roedores, reptiles, anfibios, peces, Comadreja, Hurón, Avestruz, etc., cuya composición en términos de especies será diferente según la Provincia, o el Partido o Departamento, o Ecoregión, que se considere): ¿existe un inventario actualizado de las existencias, tanto respecto a la totalidad de las especies nativas y exóticas o introducidas, sean comercializadas o no en el mercado formal de la fauna, como a la cuantía de cada especie?. O sea, desagregando:

1. ¿Existe un inventario actualizado de las existencias de las especies de la Fauna?:

SI	NO
----	----

(Tachar lo que no corresponda)

En caso afirmativo, ¿qué abarca?:  
 (Tachar lo que no corresponda)

Conceptos	Nivel de Inventario					
	Total		Parcial		Escaso	
Fauna nativa:						
○ Las especies	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ La cantidad de cada especie	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ Comercializada	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ No comercializada	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Fauna introducida:						
○ Las especies	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ La cantidad de cada especie	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ Comercializada	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ No comercializada	SI	NO	SI	NO	SI	NO

Y respecto a la Fauna nativa no comercializada en el mercado formal, ¿existe información sobre el uso de las mismas en el mercado informal (por ejemplo, alimentación humana; grasa medicinal; cueros; pieles; artesanía, mascotas, etc.), o sobre el uso posible de las mismas, basada en los conocimientos de poblaciones locales, o de informantes calificados, o de investigaciones o estudios específicos?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial o escaso, explicitar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como detallar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y de los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a esta fauna.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$  
 Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

Avifauna (tanto nativa o autóctona como de especies introducidas o exóticas. Por ejemplo, Paloma, Corbatita, Zorzal, Hornero, Calandria, Carancho, Caracolero, Perdiz, Martineta, Tero, Loro, Cotorra, Cardenal, Gorrión, Águila, Cóndor, Bandurria baya, Cauquén, Halconcito colorado, Chimango, Golondrina, Cachaña, Zorzal patagónico, Cabecita negra austral, Fringilo patagónico, Rayadito, etc.): ¿existe un inventario cuanti-cualitativo detallado de todas las especies, tanto de las comercializadas en el mercado, como de las no comercializadas?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, precisar el nivel del o de los inventarios disponibles:

Conceptos	Nivel de Inventario					
	Total		Parcial		Escaso	
Fauna nativa:						
○ Las especies (cualitativo)	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ La cantidad de cada especie	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ Comercializadas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ No comercializadas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Fauna introducida:						
○ Las especies (cualitativo)	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ La cantidad de cada especie	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ Comercializadas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
○ No comercializadas	SI	NO	SI	NO	SI	NO

Y en el caso de las no comercializadas, ¿existe información sobre el uso de las mismas en el mercado informal (por ejemplo, alimentación humana; mascota; artesanía con partes de las aves; etc.), o sobre el uso posible de las mismas, basada en los conocimientos de poblaciones locales, o de informantes calificados, o en investigaciones o estudios específicos?:

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial o escaso, detallar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y de los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a esta fauna.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

Fauna Acuática (tanto autóctona como de especies introducidas. Por ejemplo, diversos tipos de Yacaré, Peces, Tortugas, Pato maicero, Pato barcino, Cormorán imperial, Castor, etc.): ¿existe un inventario cuanti-cualitativo detallado de todas las especies, tanto de las comercializadas en el mercado, como de las no comercializadas?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, precisar el nivel del o de los inventarios existentes:

Conceptos	Nivel de Inventario		
	Total	Parcial	Escaso
Fauna acuática autóctona:			
○ Las especies (cualitativo)	SI NO	SI NO	SI NO
○ La cantidad de cada especie	SI NO	SI NO	SI NO
○ Comercializadas	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializadas	SI NO	SI NO	SI NO
Fauna acuática introducida:			
○ Las especies (cualitativo)	SI NO	SI NO	SI NO
○ La cantidad de cada especie	SI NO	SI NO	SI NO
○ Comercializadas	SI NO	SI NO	SI NO
○ No comercializadas	SI NO	SI NO	SI NO

Y en el caso de las no comercializadas, ¿existe información sobre el uso de las mismas en el mercado informal (por ejemplo, alimentación humana; artesanía con partes de las especies que integran esta fauna; uso medicinal; etc.), o sobre el uso posible de las mismas, basada en los conocimientos de poblaciones locales, o de informantes calificados, o en investigaciones o estudios específicos?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial o escaso, detallar lo que abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a esta fauna.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

### 3. RECURSO HÍDRICO

Agua superficial: ¿existe un inventario detallado (localización, extensión, régimen, caudal, calidad de las aguas, contaminación, aprovechamiento para generación hidroeléctrica, riego, conocimientos respecto al uso potencial de las aguas, etc.) de todos los ríos, arroyos, lagunas, y otros humedales que integran la red hídrica de la Provincia, Departamento o Partido, o Eco-región en que se divide la Provincia?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial, detallar lo que el mismo abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a este recurso.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

Agua Subterránea: ¿existe un inventario detallado (localización, profundidad, extensión, régimen, caudal, calidad de las aguas, contaminación, aprovechamiento para bebida humana, animal, riego, posibilidades de uso potencial de las aguas, etc.) de las capas freáticas que forman parte de la red hídrica de la Provincia, Departamento o Partido, o Eco-región en que se divide la Provincia?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de conocimiento parcial, detallar lo que el mismo abarca, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que resta conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a este recurso.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

#### 4. RECURSO SUELO

Además de los conocimientos brindados por el Atlas de Suelos elaborado por el INTA, ¿en la Provincia, existen estudios posteriores que modificaron o profundizaron dichos conocimientos?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar referencias bibliográficas y lugar en que se encuentra la documentación correspondiente.

En caso de que dichos estudios posteriores hubieran abarcado solo una parte de la Provincia, detallar lo que ellos abarcan, agregando referencias bibliográficas y lugar o lugares en que se encuentra la documentación correspondiente, así como explicitar lo que considera que restaría conocer, incorporando, si le es posible, una estimación del costo y los tiempos requeridos para completar el conocimiento respecto a este recurso.

Costo estimado (a precios de agosto del 2003) en: \$

Tiempo (en meses) requerido para la realización del inventario:

Nota: adjuntar el presupuesto requerido con el mayor detalle posible

#### 5. OTROS CONOCIMIENTOS

¿Existen en la Provincia estudios específicos concernientes a la Conservación de Cuencas Hídricas?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, explicitar el contenido de los mismos, las correspondientes referencias bibliográficas y el lugar en que se encuentra localizada la documentación correspondiente.

¿Existen en la Provincia estudios específicos concernientes al Paisaje?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, detallar el contenido de los mismos, las correspondientes referencias bibliográficas y el lugar o lugares en que se encuentra localizada la documentación pertinente.

¿Existen en la Provincia estudios específicos sobre el Patrimonio Genético de la misma?, ¿existen en la Provincia Bancos (por ejemplo, de semillas) que resguarden dicho Patrimonio?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, agregar las correspondientes referencias bibliográficas y el lugar o lugares en que se encuentra localizada la documentación correspondiente.

Nota: respecto a la Fauna Terrestre exótica, existente actualmente en predios pecuarios, la información disponible a partir de los resultados del último Censo Nacional Agropecuario y los correspondientes a las Encuestas Nacional Agropecuaria aplicadas por el INDEC, son suficientes, razón por la cual la respuesta sobre la misma puede ser omitida.



Leónidas Osvaldo Girardin es Economista con estudios de Posgrado en Economía, Economía y Política Energética y Ambiental, y Políticas Ambientales y Territoriales. Es investigador del CONICET (desde 2004) y Fundación Bariloche (desde 1994). Ha sido Director del Departamento de Ambiente y Desarrollo de dicha institución entre 1997 y 2017. Desempeña y ha desempeñado actividades de docencia en Universidades Nacionales y Privadas de Argentina y el Exterior. Desde 2013 es Profesor Titular Concursado y Responsable del Área de Economía y Ambiente de la Licenciatura en Gestión Ambiental del Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la Universidad Nacional de Moreno, habiendo sido designado coordinador de dicha carrera y Vicedecano del departamento citado en junio de 2017. Es miembro de número de la Academia Argentina de Ciencias del Ambiente desde 2013. Fue miembro del Equipo de Trabajo de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) entre 2008 y 2015 y del Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología (EGTT) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC). Ha participado en diversos Informes de Evaluación del IPCC y en numerosas actividades como revisor de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático e Informes Bianuales de Actualización (BURs) en el marco de la UNFCCC. También ha sido miembro de los equipos de trabajo de varios Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático de diversos países de América Latina y El Caribe.

