

# EL CAMBIO CLIMATICO EN ARGENTINA

EL CAMBIO CLIMATICO EN ARGENTINA

# ARGENTINA



Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación



Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

## **AUTORIDADES**

### **Presidente de la Nación**

Cristina Fernández de Kirchner

### **Jefatura de Gabinete de Ministros**

Sergio Massa

### **Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable**

Homero Máximo Bibiloni

### **Subsecretario de Promoción del Desarrollo Sustentable**

Luis Couyoupetrou

### **Director de Cambio Climático**

Nazareno Castillo Marín

# EL CAMBIO CLIMATICO EN ARGENTINA

## Editor

Nazareno Castillo Marín

## Coordinación

María Paz González

Daniela Sol Petrillo

## Redacción

Nazareno Castillo Marín

Gabriel Blanco

María Paz González

Daniela Sol Petrillo

Lucas Di Pietro Paolo

Florencia Yañez

## Agradecimientos

Sebastián Galbusera

Romina Piana

Eugenia Magnasco

Alvaro Zopatti

Vanina Mirasson

María Eugenia Rallo

Maximo Saenz

María Florencia González

María del Valle Peralta

Fernanda Alcobé

Leandro Carlos Fernandez

## Fotografías

Fundación AACREA

Fundación ECOANDINA

María Paz González

Daniela Sol Petrillo

Alvaro Zopatti

Ignacio Sarramone

Ingrid Recchia

Carlos Signoni

Romina Piana

## Diseño

Ingrid Recchia

Estudio Planeador

Leandro Catelli

## Índice

|  |    |
|--|----|
| <b>Prólogo</b>   | 11 |
| <b>1. Introducción</b>   | 12 |
| 1.1 Efecto invernadero   | 12 |
| 1.2 Cambio global y cambio climático                                       | 14 |
| 1.3 Escenarios de cambio climático   | 16 |
| 1.4 La adaptación al cambio climático                                      | 18 |
| 1.5 La mitigación del cambio climático                                     | 20 |
| 1.6 Los costos del cambio climático  | 22 |
| 1.7 Los actores  | 22 |
| <b>2. Marco internacional</b>  | 25 |
| 2.1 La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático   | 25 |
| 2.2 El Protocolo de Kyoto  | 27 |
| 2.3 El futuro del régimen: la negociación post-2012                        | 27 |
| 2.4 El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático                  | 28 |
| <b>3. La situación en Argentina: impactos, vulnerabilidad y adaptación</b> | 29 |
| 3.1 La zona costera  | 36 |
| 3.2 La Región Pampeana   | 39 |
| 3.3 El Litoral/ Mesopotamia  | 42 |
| 3.4 La Patagonia y Cuyo  | 43 |
| 3.5 Recursos naturales   | 50 |
| 3.6 Aspectos sociales  | 55 |
| 3.7 Políticas de adaptación  | 59 |
| <b>4. La situación en Argentina: emisiones y mitigación</b>                | 62 |
| 4.1 Emisiones en el sector de la energía                                   | 65 |
| 4.2 Emisiones en el sector industrial                                      | 66 |
| 4.3 Emisiones en el sector ganadero  | 68 |
| 4.4 Emisiones en el sector agrícola  | 71 |
| 4.5 Emisiones en el sector de residuos                                     | 73 |
| 4.6 Emisiones y captura por cambio de uso del suelo                        | 75 |
| 4.7 Políticas de mitigación  | 77 |
| <b>5. Consideración final</b>  | 82 |

## Índice de notas de expertos invitados

- “Acuerdo ciudadano con la Tierra”. El rol de los gobiernos locales y el cambio climático.  
*Juan Szymankiewicz / FAM<sup>1</sup>*
- Financiación de las actividades de mitigación y adaptación en el sector privado argentino.  
*Irene Wasilevsky / BCBA<sup>2</sup>*
- Cruz Roja Argentina.  
*Pablo Bruno / Cruz Roja Argentina*
- Variabilidad climática en Argentina.  
*Carolina Vera / CIMA,UBA-CONICET<sup>3</sup>*
- La red de estaciones de observación meteorológica.  
*SMN<sup>4</sup>*
- Cambio climático en Argentina. Proyecciones con el uso de modelos físico-matemáticos.  
*Mario Nuñez / CIMA, UBA-CONICET*
- Eventos extremos de aire frío en el sudeste de Sudamérica en escenarios climáticos futuros.  
*Gabriela Muller / CICYTTP<sup>5</sup>-CONICET*
- Adaptación: prioridades y posibilidades.  
*Vicente Ricardo Barros / CIMA, UBA-CONICET*
- Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola.  
*Hernán Emilio Satorre / AACREA<sup>6</sup>*  
*Federico Bert / AACREA-UBA*  
*Emilio Horacio Satorre / AACREA -CONICET*
- Calentamiento global e incremento de la erosión en la costa atlántica argentina.  
*Jorge Codignotto / CONICET*
- La disponibilidad hídrica del suelo en escenarios previstos para el futuro en Argentina.  
*Marcela Hebe Gonzalez / CIMA, UBA-CONICET*
- Vulnerabilidad de la producción agrícola.  
*Graciela O. Magrin / INTA<sup>7</sup>*  
*María I. Travasso / INTA*
- Impacto del cambio climático en los oasis del centro-oeste argentino.  
*José Boninsegna / IANIGLA<sup>8</sup> - CONICET*
- La vitivinicultura y algunas relaciones con la variabilidad y cambio climático en Cuyo y Patagonia.  
*Pablo Canziani / UCA<sup>9</sup> - CONICET*

---

<sup>1</sup>Federación Argentina de Municipios.

<sup>2</sup>Bolsa de Comercio de Buenos Aires.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera / Universidad de Buenos Aires - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>4</sup>Servicio Meteorológico Nacional.

<sup>5</sup>Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción.

<sup>6</sup>Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola.

<sup>7</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

<sup>8</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales

<sup>9</sup>Pontificia Universidad Católica Argentina

- Efectos de la interacción entre cambio climático y de uso del territorio sobre los bosques subtropicales del noroeste argentino.  
*H. Ricardo Grau / UNT<sup>0</sup> – CONICET*
- Conservación de la biodiversidad frente al cambio climático.  
*María Graziani / APN<sup>1</sup>*
- Pingüinos en fuga.  
*Juan Casavelos / FVSA<sup>12</sup>*
- Vulnerabilidad social.  
*Claudia Natenzon / UBA-FLACSO<sup>13</sup>*
- Energía solar puneña: lo abundante como oportunidad para la sustentabilidad.  
*Silvia Rojo / Fundación Eco Andina*
- Emisiones de gases de efecto invernadero en la Argentina. Evolución histórica y prospectiva.  
*Osvaldo Girardín / FB<sup>14</sup> - CONICET*
- Emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector energía.  
*Nicolás Di Sbroiavacca / FB*
- Emisiones de gases de efecto invernadero del sector procesos industriales.  
*Laura Dawidowski / UBA-CONEA<sup>15</sup>*
- Determinación de metano entérico.  
*Guillermo Berra / CICVyA<sup>16</sup> - INTA*  
*Silvia Valtorta / CONICET*
- Emisiones de GEIs en el sector ganadero. Medidas de mitigación.  
*Laura Finster / CICVyA - INTA*  
*Guillermo Berra / CICVyA - INTA*
- Estimación de la evolución anual, a nivel nacional, de las emisiones de gases de efecto invernadero en el Período 1990 – 2005, correspondientes al sector agrícola.  
*Miguel Taboada / UBA-CONICET*
- Emisiones en el sector residuos.  
*Estela Santalla. / UNCPBA<sup>17</sup>*
- Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero debidas al uso del suelo, el cambio del uso del suelo y silvicultura (USCUSS).  
*Héctor D. Ginzo / Academia Argentina de Ciencias del Ambiente.*

---

<sup>0</sup>Universidad Nacional de Tucumán

<sup>1</sup>Administración de Parques Nacionales

<sup>2</sup>Fundación Vida Silvestre Argentina

<sup>3</sup>Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

<sup>4</sup>Fundación Bariloche

<sup>5</sup>Comisión Nacional de Energía Atómica

<sup>6</sup>Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas

<sup>7</sup>Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

# EL CAMBIO CLIMÁTICO IMPLICA RETOS Y OPORTUNIDADES

El cambio climático constituye, hoy en día, uno de los grandes desafíos para toda la humanidad. La vulnerabilidad al clima se encuentra fuertemente vinculada con el nivel de desarrollo, condiciones sociales y económicas, aspectos culturales, organización institucional y, especialmente, la pobreza.

Enfrentar este complejo problema, requiere integrar las opciones y medidas de mitigación y adaptación en otras políticas en curso, coordinando eficazmente las actividades que llevan a cabo los distintos actores vinculados. Se trata de un proceso donde el Estado tiene un rol central en la definición de políticas públicas orientadas a integrar a todos los actores sociales.

En este sentido, resulta clave el trabajo que estamos realizando desde la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable para articular las políticas de cambio climático e incorporar esta dimensión en la toma de decisiones estratégicas.

El Cambio Climático conlleva retos y oportunidades para nuestro país. Debemos reconocer las responsabilidades comunes pero diferenciadas de todas las naciones en relación con este fenómeno y por consiguiente, las diferentes respuestas necesarias para enfrentarlo.

Las oportunidades surgen del marco internacional vigente que ofrece una serie de incentivos, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio, para llevar adelante parte de las transformaciones necesarias.

Pensar global y actuar local. La resolución de los grandes temas no puede ignorar las necesidades y problemas de las pequeñas realidades que engloban no sólo a personas, sino a otros seres con quienes tenemos una relación de interdependencia.

Los Gobiernos Locales tienen un papel fundamental en la identificación de las necesidades y la ejecución de las medidas de respuesta en el territorio. Son ellos quienes presentan la vinculación más estrecha con la población, recibiendo las demandas e inquietudes inmediatas en

cuestiones ambientales. Por lo tanto, generar un ambiente con equidad e inclusión es también fortalecer la democracia y precisamente velar por los derechos humanos de los que menos tienen.

Así, dentro de una perspectiva de globalización, y teniendo en cuenta la deuda ambiental de los países desarrollados hacia aquellos en desarrollo, tenemos que demostrar que lo ambiental es capaz de generar divisas. Es necesario para mantener una posición soberana internacional y poder atender también nuestros compromisos.

Lo ambiental debe ser materia competitiva aquí y en toda Latinoamérica, lo que de alguna manera nos garantiza presente y futuro. Debemos crear riqueza en este marco de crisis internacional.

Entender cómo afecta el cambio climático en nuestra región, entonces, implica que éste sea pensado desde una visión transversal que lo vincule a la temática de los bosques, de la desertificación, a los sistemas hídricos, a la de la biodiversidad. Y en función de ello encarar acciones concretas de reducción del fenómeno pero también de adaptación a él.

Resta aún mucho por hacer; el compromiso es de todos. Sólo el esfuerzo integrado a escala nacional e internacional permitirá conservar y mejorar la condición de vida de la humanidad.

Ésta es nuestra obligación social y política con la Nación y con el mundo.

*Dr. Homero M. Bibiloni  
Secretario de Ambiente y  
Desarrollo Sustentable  
de la Nación*



Como representante residente de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en la Argentina es un gran honor que se nos haya permitido participar en la actualización y reedición de “Para entender el Cambio Climático”, ya que el mismo se trata de un importante material para comprender el problema del Cambio Climático y la importancia de las acciones de mitigación y adaptación, así como para tomar conocimiento de las novedades tanto en el marco internacional, como el nacional.

Como es sabido, el calentamiento global y el cambio climático derivado del mismo no solamente impacta sobre el entorno de la vida del hombre, sino también a todo el ecosistema y se trata de un problema que para su solución requiere de la armonización y el compromiso entre todos los países, sean éstos desarrollados o en vías de desarrollo. Debido a que la vulnerabilidad de los países en desarrollo frente a los impactos del cambio climático es mucho más elevada que los países industrializados y el cambio climático podría transformarse en la mayor amenaza para quienes viven en estos países, se ha incrementado también la necesidad de cooperación internacional a los países en desarrollo para hacer frente a dicha amenaza.

Siendo difícil detener en forma inmediata el avance del cambio climático, aunque se impulsen rápidamente las medidas de mitigación, se estima que resultarán inevitables algunos tipos de impactos. Por ello, para enfrentar aque-

llos impactos del cambio climático que resulten inevitables, adquieren gran importancia las medidas de adaptación.

Todo lo relacionado con el Cambio Climático, la mitigación y la adaptación, es uno de los temas centrales de la cooperación que implementa nuestra agencia. En la Argentina, donde el gobierno viene dando acabadas muestras de su profundo compromiso frente al problema del Cambio Climático, venimos apoyando una serie de proyectos de cooperación tendientes a fortalecer la capacidad de formular proyectos dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) tanto de base energético como forestal, así como la capacidad de formular planes de adaptación.

*Ing. Toshuaki FURUYA*  
*Representante Residente de JICA en Argentina*





## PRÓLOGO

Este manual surge con el fin de actualizar la publicación “Para Entender el Cambio Climático” que fuera realizada en diciembre de 2004 en ocasión de la Décima Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático (COP10).

En esta oportunidad, además de renovar algunas partes del texto e incluir nuevas secciones, se convocó a escribir notas de opinión a actores clave y expertos en las temáticas aquí desarrolladas. El resultado, es un manual orientado a un público con conocimiento básico en la materia y con contenidos que pretenden reflejar, con mayor profundidad que su predecesor, la realidad nacional en la temática.

Los primeros capítulos del manual presentan el marco general de la problemática, incluyendo la instancia de negociación internacional, así como los actores clave implicados en su resolución. Los capítulos que le siguen reflejan la situación nacional, fundamentalmente en función de la información contenida en el reporte de la Segunda Comunicación Nacional pero con el valor agregado de incluir

notas de opinión de científicos que trabajan en la materia, muchos de ellos autores del mencionado informe.

La selección de los expertos invitados para realizar notas obedeció a un criterio de distribución equitativa de especialidades temáticas y cobertura regional. En el proceso de selección y debido a las limitaciones de espacio, lamentamos no haber podido incluir todos los aportes recibidos y entendemos también que por la misma razón han quedado sin consultar una gran cantidad de expertos en la materia de nuestro país.

Finalmente, confiamos en que el manual será de su interés y esperamos sus valiosos comentarios al respecto para seguir mejorándolo en el futuro.

*Dirección de Cambio Climático  
([cambioclimatico@ambiente.gov.ar](mailto:cambioclimatico@ambiente.gov.ar))*

# INTRODUCCIÓN

# 1

En este manual abordaremos la naturaleza de la problemática del cambio climático a partir del establecimiento de las siguientes relaciones de causa-efecto.



Con la revolución industrial empezó a incrementarse la concentración de ciertos gases en la atmósfera, entre ellos, los denominados “Gases de Efecto Invernadero (GEIs)”. Estos gases, entre los que se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), son producidos como resultados de actividades humanas vinculadas a la generación de energía, el transporte, el uso del suelo, la industria, el manejo de los residuos, etcétera.

La acumulación de estos gases en la atmósfera potencia un efecto que existe naturalmente denominado “efecto invernadero”.

La potenciación del efecto invernadero deriva en el incremento de la temperatura media superficial del planeta, hecho conocido como “calentamiento global”. Dicho

fenómeno se produce de manera diferencial a lo largo del planeta y deriva en la alteración de otras variables, como el viento y la precipitación originando lo que conocemos hoy como el fenómeno de “cambio climático”, el cual tiene impactos negativos y positivos en la esfera social, ambiental y económica.

Existen dos tipos de respuestas posibles frente al cambio climático, las de **mitigación**, que atacan directamente a las causas de la problemática y las de **adaptación** que apuntan fundamentalmente a minimizar los impactos negativos del cambio en el clima y a evitarlos, de ser posible.

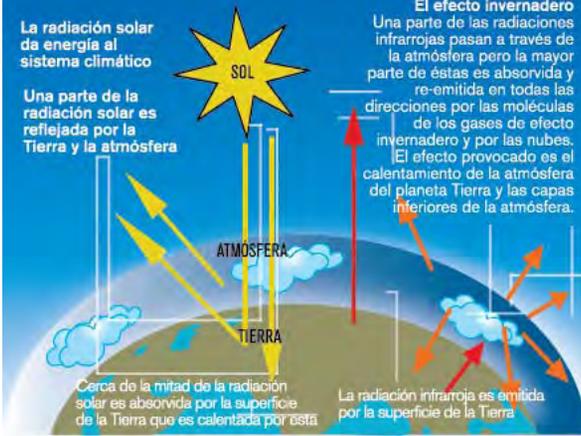
La preocupación internacional por los efectos negativos, cada vez más notorios del cambio climático, se materializó en una serie de acuerdos sobre medidas de mitigación y adaptación que incluyen a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al Protocolo de Kyoto.

## 1.1 EFECTO INVERNADERO

El efecto invernadero es un proceso natural por el cual los gases que están presentes en la atmósfera “atrapan” la radiación que la Tierra emite al espacio. Esta emisión de la Tierra es producto del calentamiento de su superficie por la incidencia de la radiación solar (ver gráfico 1).

Así, el efecto invernadero hace que la temperatura media de la Tierra sea, de alrededor, de 33° C más que si este proceso no ocurriera.

Aunque la superficie terrestre, los océanos y los hielos son calentados directamente por el Sol, no absorben toda la energía. Parte de ella es devuelta hacia la atmósfera como otro tipo de energía que, una vez en ella, es retenida momentáneamente por el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y otros gases, como



Fuente: Realizado para esta publicación en base al 4to. Informe del PICC.

los clorofluorocarbonos (CFCs), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), entre los más importantes. Los gases que tienen esta propiedad se denominan gases de efecto invernadero (GEIs).

Como resultado, el planeta se mantiene lo suficientemente templado como para hacer posible la vida. El efecto invernadero impide que los días sean demasiado calurosos o las noches demasiado frías. Si este fenómeno no existiera, las fluctuaciones serían intolerables. A pesar de ello, una pequeña variación en este delicado balance de absorción y emisión de energías puede causar graves estragos.

Actividades tales como la quema de combustibles fósiles, la agricultura, la ganadería, la deforestación, algunos procesos industriales y los depósitos de residuos urbanos provocan el aumento de las concentraciones de estos gases de efecto invernadero en la atmósfera. De esta manera se contribuye sustancialmente al incremento del efecto invernadero.

### Gráfico 1: Efecto invernadero

Este incremento de las concentraciones de los GEIs hace que la capacidad de la atmósfera de retener parte de la energía reflejada por la Tierra aumente, lo cual produce finalmente el calentamiento global.

El aumento en la concentración de estos gases no sólo provocaría cambios en la temperatura sino también en el clima mundial: alteraciones en los regímenes de precipitaciones, incremento de la desertificación, alteraciones de los ciclos agrícolas y el derretimiento de los hielos, lo que incrementaría el nivel del mar causando inundaciones en las zonas costeras.

También el vapor de agua presente en la atmósfera realiza una contribución importante al efecto invernadero. Pero, como las actividades humanas no cambian su concentración en la atmósfera, no se lo incluye entre los gases considerados en este análisis.

Algunos de los principales gases de efecto invernadero aparecen detallados en la tabla 1.

El potencial de calentamiento indicado, en la tabla 1, es una medida del efecto comparado con el CO<sub>2</sub>, ya que no todos los gases absorben la radiación infrarroja de la

Tabla 1. Principales gases de Efecto Invernadero.

| Gas                                       | Fuente Emisora  | Persistencia de las Moléculas en la Atmósfera (años) | Potencial de Calentamiento Global (PCG CO <sub>2</sub> = 1) Horizonte de tiempo: 100 años |
|---|---|--|---|
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )     | Quema de combustibles fósiles, cambios en el uso del suelo, producción de cemento | 500  | 1   |
| Metano (CH <sub>4</sub> )                 | Quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos         | 7 - 10   | 21-23   |
| Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)          | Quema de combustibles fósiles, agricultura, cambios en el uso del suelo           | 140-190  | 230-310   |
| Clorofluorocarbonos (CFC)                 | Refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas,                                      | 65-110   | 6200-7100   |
| Hidrofluorocarbonos (HFC)                 | Refrigerantes líquidos  | 12   | 1300 - 1400   |
| Hexafluoruro de Azufre (SF <sub>6</sub> ) | Aislantes eléctricos  | 3200   | 23.900  |

**Tabla 2. Concentración de algunos GEIs en la atmósfera**

| Gas                                   | Concentración Preindustrial | Concentración en 1998 | Concentración en 2005 | Tasa de Crecimiento de la Concentración |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 280 ppm                     | 365 ppm               | 379 ppm               | 2 ppm/año                               |
| Metano (CH <sub>4</sub> )             | 700 ppb                     | 1745 ppb              | 1774 ppb              | 4.14 ppb/año                            |
| Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 270 ppb                     | 314 ppb               | 319 ppb               | 0.71 ppb/año                            |

ppm: partes por millón

ppb: partes por miles de millón

misma manera ni todos tienen igual vida media en la atmósfera. Cuanto mayor sea esa capacidad, mayor será su Potencial de Calentamiento Global (PCG).

La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha ido aumentando desde la Revolución Industrial, de 280 a 379 partes por millón (2005). En la tabla 2 se describe este incremento, y además se incluyen los datos de la concentración del metano y del óxido nitroso y la tasa de incremento de la concentración. Estos datos nos permiten tener una idea acerca del valor en que está aumentando anualmente la concentración de estos tres gases.

Con una perspectiva temporal más extensa, se han realizado estudios sobre la concentración de GEIs. En la base rusa de Vostok, en la Antártida, se extrajeron muestras de hielo a partir de las cuales se han podido determinar la temperatura y la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera desde hace aproximadamente 400.000 años. En ningún momento durante ese período se llegó a los valores actuales de concentración. La tendencia indica que se alcanzarán valores aún mayores.

## 1.2 CAMBIO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

La combinación de modificaciones en el sistema Tierra-Atmósfera-Océanos-Biósfera a escala planetaria suele denominarse Cambio Global. Así este concepto resulta

más amplio y abarcador que el de cambio climático.

En tal sentido, entendemos por Cambio Global la integración de los problemas ambientales causados por hechos que tienen su origen en las actividades humanas y que dependen de la cantidad de la población planetaria, su nivel de consumo (en particular energético) y la elección de las tecnologías. Estas causas, entre otras, conducen al calentamiento terrestre, el adelgazamiento de la capa de ozono, la modificación de la biodiversidad, la desertificación, las precipitaciones ácidas y la eutrofización de las aguas.

### CAMBIO CLIMÁTICO

El clima de la Tierra ha cambiado muchas veces a lo largo de la historia. Esta variación se debió a cambios naturales que se han producido en el equilibrio entre la energía solar entrante y la energía reemitida por la Tierra hacia el espacio.

*Cuando se habla del tiempo o del clima de una región nos referimos a conceptos diferentes pero relacionados entre sí.*

*Por tiempo se entiende el tiempo meteorológico, es decir, el estado de la atmósfera en un determinado día, semana o mes. Se caracteriza por la humedad, la temperatura, la presión, las precipitaciones y la nubosidad en determinados lugar y momento.*

*Por su parte, el clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos, tales como temperaturas medias, precipitaciones medias, vientos dominantes, que caracterizan el estado medio de la atmósfera en una región del planeta.*

*De esta manera, el tiempo meteorológico es lo que caracteriza a la atmósfera de manera coyuntural y efímera, mientras que el clima refleja las tendencias resultantes de condiciones habituales durante un largo período.*

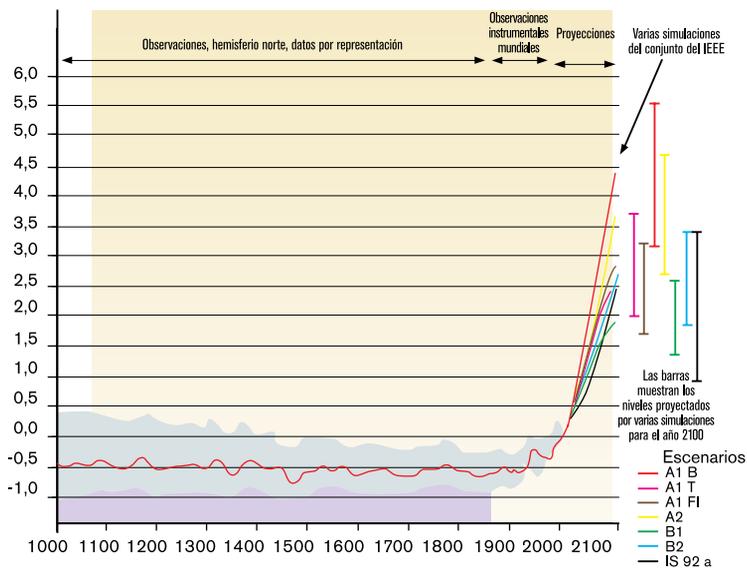
Entre las causas naturales de esas variaciones se pueden citar las erupciones volcánicas, los cambios en la órbita de traslación de la Tierra, los cambios en el ángulo del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano sobre el que se traslada y las variaciones en la composición de la atmósfera.

Recién en la segunda mitad del siglo pasado se intensificaron los estudios sobre cuestiones ambientales. Las observaciones que se detallan en el Gráfico 2 muestran que la temperatura global del planeta se incrementó en el último siglo entre 0,3° C y 0,6° C.



## Gráfico 2: Variaciones de la temperatura en la superficie terrestre en el período 1000-2000

Cambios de temperatura en °C (a partir de los valores del 1000)



Para el período 1000-1860, los valores se extrajeron a partir de datos por representación (estudio de los anillos de los árboles, corales, muestras de hielo y registros históricos). La línea muestra un promedio de las variaciones y el área gris, el límite de confianza del 95% en los datos anuales. Para el período 1860-2000, se muestran las observaciones de variaciones anuales y mundiales de la temperatura media de la superficie obtenidas de mediciones. La línea muestra la media por decenios. Para el período 2000-2100, se muestran las proyecciones de la temperatura media mundial de la superficie para siete escenarios futuros utilizados por IPCC, estimadas mediante una simulación. El área gris marca "varias simulaciones del conjunto del IPCC", esto es, el resultado de 35 escenarios del IPCC, además de aquellos obtenidos de una gama de simulaciones con diferente sensibilidad climática.

Fuente: Realizado para esta publicación en base al IPCC.



En el Gráfico 3 se muestran los valores de la concentración de CO<sub>2</sub> desde el año 1000 hasta la actualidad y se proyectan estimaciones de valores hasta el año 2100 para distintos escenarios.<sup>18</sup>

**Gráfico 3. Concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> en el pasado y en el futuro**

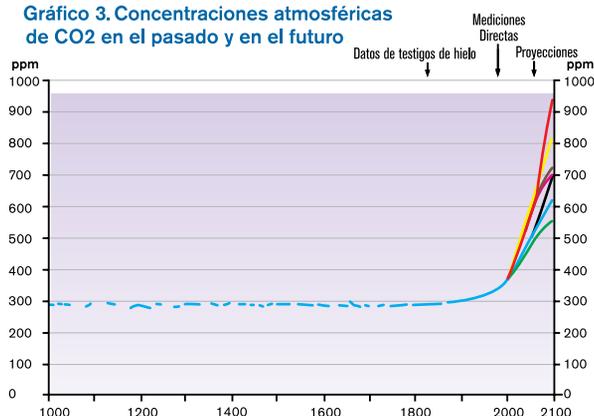


Gráfico 3. Concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> a partir de datos obtenidos de muestras de hielos y mediciones atmosféricas directas durante los últimos decenios. Las proyecciones en las concentraciones de CO<sub>2</sub> durante el periodo 2000-2100 se basan en siete escenarios desarrollados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

Fuente: Realizado para esta publicación en base al IPCC.

Escenarios  
 — A1B  
 — A1T  
 — A1F1  
 — A2  
 — B1  
 — B2  
 — IS92a

Si el ritmo de crecimiento de estas emisiones continúa sin algún tipo de limitación, se estima que la temperatura media del planeta se incrementaría para fines del siglo en alrededor de 3°C. Estos incrementos de tempe-

ratura no serán homogéneos en el planeta e incluso en algunas regiones pueden llegar a ser bastante mayores. Como consecuencia, el sistema climático global se verá alterado con aumentos de temperaturas, modificaciones en los regímenes de precipitaciones en muchas regiones del país, e incrementos de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, generadores de inundaciones y sequías.

El calentamiento global tiene impacto también sobre el nivel del mar. En el último siglo, éste ha crecido 20 cm. y, según se desprende de los escenarios del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), este ritmo de crecimiento se podría incrementar en el futuro.

### 1.3 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

La construcción de escenarios de cambio climático requiere considerar escenarios de: a) progreso económico b) emisión de GEI y aerosoles c) concentración atmosférica de GEI.

#### Escenarios de desarrollo económico y de emisiones

Un escenario de emisiones, como los que se encuen-

<sup>18</sup> Véase escenarios de cambio climático

tran en diversos informes del PICC, constituye una representación verosímil de la evolución futura de las emisiones sobre la base de una serie homogénea e intrínsecamente coherente de hipótesis sobre las fuerzas determinantes –crecimiento demográfico, desarrollo socioeconómico y cambio tecnológico– y las relaciones fundamentales entre ellas.

### Escenarios de concentraciones

Los escenarios de concentraciones surgen a partir de modelos del ciclo del carbono que hacen proyecciones de las concentraciones atmosféricas de los GEIs (agregadas y expresadas como CO<sub>2</sub> equivalente) y de los aerosoles basándose en los escenarios de emisiones descritos previamente. Estos modelos tienen en cuenta, entre otras, que la biosfera y los océanos tienen la capacidad de secuestrar y almacenar dióxido de carbono atmosférico.

### Modelos climáticos

Estos modelos utilizan los escenarios de concentración mencionados arriba para generar escenarios de cambio climático. Un escenario de cambio climático es una descripción en espacio y tiempo de rangos posibles de las condiciones climáticas futuras.

*En climatología, el uso de modelos es imprescindible para hacer pronósticos meteorológicos y para intentar prever las consecuencias de los posibles cambios climáticos a mediano y largo plazo. El problema está en que la realidad es tan compleja que ni aún usando las más potentes computadoras se puede reproducir con fidelidad. Además del efecto directo del aumento de las concentraciones de GEIs en la temperatura global de la Tierra, hay que tener en cuenta las realimentaciones tanto de índole positiva como negativa. Por ejemplo, un aumento en la temperatura producirá la variación en la extensión de la nubosidad o las masas de hielo. Pero, a su vez, esas variaciones vuelven a influir directamente sobre la temperatura del planeta.*

### Estudios de impacto del cambio climático

Los estudios de impacto de cambio climático utilizan como insumo los cambios en los patrones del clima que

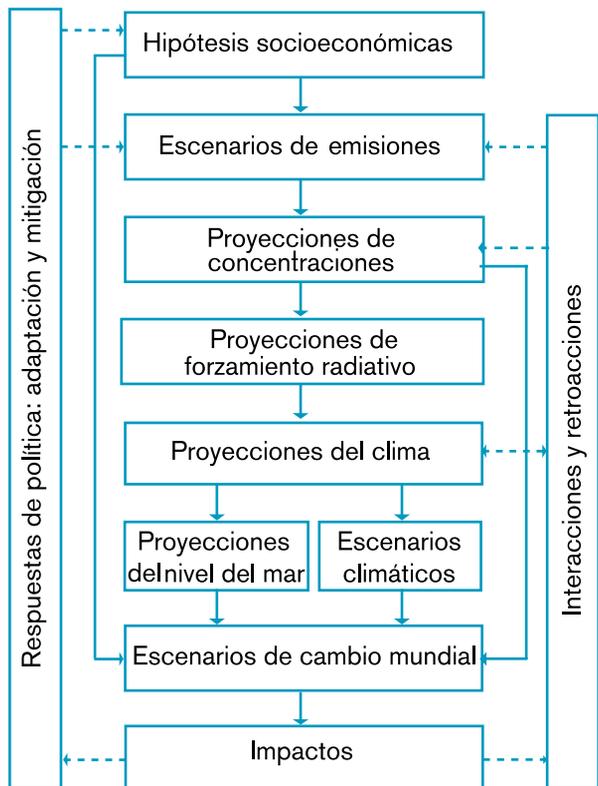
proyectan los modelos climáticos para estudiar impactos en la productividad agrícola, caudales de ríos, migración de especies, etcétera.

Algunos estudios, como el del Informe Stern descrito más adelante, requiere un paso adicional que implica traducir los “impactos físicos” en “impactos sociales y económicos”.

### Proyecciones del clima y cascada de incertidumbres

La cadena de pasos necesarios para realizar proyecciones climáticas mencionada previamente, presenta incertidumbres asociadas a cada uno de sus eslabones, desde las emisiones de GEIs y aerosoles, hasta los efectos que éstos producen en el sistema climático y en la sociedad (ver gráfico 4).

Gráfico 4. Cascada de incertidumbre



Fuente: Realizado para esta publicación en base al PICC.

Esta incertidumbre constituye una limitante de importancia en nuestra capacidad de detectar, atribuir y comprender el cambio climático actual y proyectar los cambios climáticos que podrían ocurrir en el futuro. No obstante ello, diversos estudios muestran las consecuencias que el mundo podría enfrentar debido al incremento en la temperatura del planeta.

## 1.4 LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las consecuencias de eventuales cambios climáticos son especialmente críticas en los países en desarrollo, teniendo en cuenta que el grado de vulnerabilidad a los fenómenos posibles, se relaciona estratégicamente con la capacidad de los grupos sociales para absorber, amortiguar o mitigar los efectos de estos cambios, lo que está mediatizado por la posibilidad de contar con tecnología, infraestructura y medios idóneos.

En la Argentina, esto es doblemente cierto, ya que actualmente su economía se basa en gran medida en la producción primaria, que es altamente sensible al clima.

En el contexto del cambio climático, la adaptación ha sido hasta el presente objeto de menor atención que la mitigación. Sin embargo, la adaptación es un núcleo clave de las políticas en materia de cambio climático, ya que permite atender directamente los impactos locales sobre los sectores más vulnerables de la sociedad.

*El PICC define “Vulnerabilidad” como el grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluidos la variabilidad y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad se da en función del carácter, la dimensión y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.*

La adaptación ya no es una opción, sino una necesidad, dado que el clima y los impactos relacionados con los cambios de éste ya están ocurriendo.

*El PICC define “Adaptación” como: el ajuste en los sistemas naturales y humanos como respuesta a los estímulos climáticos reales o previstos o a sus efectos, que mitigan daños o se aprovechan de oportunidades beneficiosas.*

La adaptación preventiva y reactiva puede ayudar a reducir los impactos adversos del cambio climático y aprovechar las consecuencias beneficiosas. Ver tabla 3.

En los sistemas naturales, la adaptación se produce por reacción, por ejemplo un cambio en la fenología de una

especie forestal en respuesta a cambios de la temperatura.

En los sistemas humanos la adaptación puede también ser preventiva. En este último caso las acciones de prevención pueden estar a cargo del sector privado y/o público.

La adaptación al cambio y la variabilidad climática constituyen actividades estrechamente ligadas con las políticas de mitigación, debido a que el grado de cambio proyectado en las distintas variables climáticas está en función de los niveles de concentración de GEIs que se alcancen en la atmósfera, niveles que a su vez están determinados por las políticas que inciden en las emisiones. De forma que no es lo mismo planificar la adaptación, por ejemplo, para un horizonte de 2°C que para otro de 4°C.

**Tabla 3. Ejemplos de adaptación preventiva y reactiva**

| Adaptación                | Preventiva |  | Reactiva   |
|---------------------------|------------|--|--|
| <b>Sistemas naturales</b> |            |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la duración de la estación de crecimiento</li> <li>• Cambios en la composición de los ecosistemas</li> <li>• Migración de los humedales</li> </ul> |
| <b>Sistemas humanos</b>   | Privado    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de pólizas de seguros</li> <li>• Modificación de criterios de diseño en la ingeniería de construcción</li> <li>• Nuevo diseño de plataformas petrolíferas</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en las prácticas agrícolas</li> <li>• Cambios en las pólizas de seguros</li> <li>• Compra de equipos de climatización</li> </ul>                      |
|                           | Público    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de alerta temprana</li> <li>• Nuevos códigos de edificación y normas de diseño</li> <li>• Incentivos para la reubicación</li> <li>• Planes de contingencia para el manejo de las emergencias</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagos de subvenciones</li> <li>• Reubicación de poblaciones</li> <li>• Mantenimiento de las playas y zonas costeras</li> </ul>                                |

Fuente: Realizado para esta publicación en base al PICC.



## 1.5 LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La mitigación implica modificaciones en la cotidianidad de las personas y en las actividades económicas, con el objetivo de lograr una disminución en las emisiones de GEIs a fin de reducir o hacer menos severos los efectos del cambio climático.

*El PICC define la mitigación como “una intervención antropogénica para reducir la emisión de gases con efecto invernadero, o bien aumentar sus sumideros”.*

Las acciones de mitigación no implican necesariamente un “dejar de usar”; muchas de ellas están ligadas con el ahorro energético mediante el uso eficiente de la energía, lo que produce además, menores costos para las personas, las empresas y los gobiernos.

En todos los sectores, una fuerte política de “reducir, reutilizar y reciclar” (conocida como las 3R) implica no sólo frenar el aumento de la concentración de los GEIs, sino también ahorrar en los gastos y evitar el derroche de recursos.

***Algunos sectores en los que se pueden realizar acciones de mitigación son:***

***Edificios residenciales, comerciales e institucionales:*** las acciones que se pueden realizar para mitigar los efectos del cambio climático en esta área se basan principalmente en el uso de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía. El uso de artefactos de calefacción, refrigeración e iluminación más eficientes, la elección de mejores aislaciones y el diseño integrado de edificios son algunos ejemplos de medidas que se pueden adoptar.

**Transporte:** este sector es uno de los grandes emisores de GEIs a partir del uso de combustibles fósiles. Medidas efectivas para la mitigación serían el reemplazo de los combustibles líquidos por el gas natural comprimido y el uso de bicicletas, como también la implementación de reglas de organización del tránsito y de mejoras técnicas en los vehículos. Muchas de estas medidas no sólo contribuyen a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero sino que producen también menores gastos en salud.

**Industria:** el empleo de tecnologías más limpias en el sector industrial provoca no sólo una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también de otros tipos de contaminantes no necesariamente ligados con el cambio climático. El uso de residuos para reemplazar a los combustibles fósiles en los procesos industriales, una fuerte política de reciclado, la modificación de los procesos industriales y el aumento de la eficiencia en el uso de la energía pueden generar una disminución de las emisiones.

**Sector agropecuario:** es un importante emisor de GEIs, tanto en la ganadería (por el contenido de metano

en los gases de fermentación entérica) como en las diversas actividades de la agricultura. Es posible lograr una disminución notable de las emisiones de gases de efecto invernadero en la actividad agrícola mediante el cambio en los hábitos de labranza o la reutilización de los subproductos y desperdicios de la cosecha.

**Sector forestal:** puede constituir una fuente de emisiones, si esta sujeto a actividades de deforestación, o un sumidero de carbono si lo que predomina es el manejo sustentable de bosques y las actividades de forestación y reforestación.

**Gestión de los residuos domiciliarios e industriales:** los rellenos sanitarios utilizados en centros urbanos para la disposición de los residuos domiciliarios son también grandes fuentes de GEIs, principalmente metano. Este gas puede ser recolectado por medio de tuberías y utilizado para la generación de energía eléctrica o de calor. También puede optarse por su combustión directa, liberando dióxido de carbono cuyo potencial de efecto invernadero es mucho menor que el del metano.

**Sector energético:** actualmente, la sociedad depen-



de en gran medida de las energías no renovables provenientes de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural). De manera paulatina se debe lograr el cambio de estas energías no renovables por otras de fuentes renovables como la energía solar, eólica, de biomasa, etc. Estas fuentes reducen la contaminación ambiental, contribuyen al desarrollo sustentable y evitan el calentamiento de la Tierra, ya que sus emisiones de GEIs suelen ser muy bajas.

## 1.6 LOS COSTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Informe Stern de Economía del Cambio Climático concluyó que para el mundo los beneficios de una acción decidida y temprana para enfrentar el cambio climático superan los costos.

**El Informe Stern, redactado por el economista Sir Nicholas Stern por encargo del gobierno del Reino Unido en el 2006, considera el impacto del cambio climático y el calentamiento global sobre la economía mundial.**

**Sus principales conclusiones afirman que se necesita una inversión equivalente al 1% del PBI mundial para mitigar los efectos del cambio climático y que de no hacerse dicha inversión el mundo se expondría a una recesión que podría alcanzar el 20% del PIB global.**

## 1.7 LOS ACTORES

El éxito de las políticas para combatir el cambio climático está estrechamente vinculado a la participación de las distintas áreas y niveles de la administración pública nacional, provincial y municipal, así como la del sector privado, la comunidad científico-tecnológica y las organizaciones de la sociedad civil.

La articulación entre distintos actores resulta clave en el éxito de las acciones que se llevan adelante.



**Juan Szymankiewicz**

Secretario Vicepresidencia  
Federación Argentina de Municipios  
szymankiewicz@fam-mail.org  
www.fam-online.com.ar

### ACUERDO CIUDADANO CON LA TIERRA: EL ROL DE LOS GOBIERNOS LOCALES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO.

*Las Jornadas de Reflexión Ambiental que se realizan a lo largo y lo ancho de nuestra Argentina es una iniciativa conjunta, una alianza estratégica que la Federación Argentina de Municipios y el Movimiento Agua y Juventud llevan adelante a través del "Acuerdo ciudadano por la tierra". Los dos ejes definidos en esta alianza son Visión y Acción.*

*Visión, la de los Jóvenes del Movimiento Agua y Juventud que han sido entrenados y capacitados por los líderes de las distintas organizaciones que integran el movimiento, y cuyas capacidades les permiten percibir, buscar, reconocer e imaginar oportunidades. Ésta debe ser combinada con el poder de Acción de nuestros gobiernos locales, quienes deben trabajar día a día para mejorar la calidad de vida de nuestra gente comprometiendo su accionar en la problemática del cambio climático, el manejo inadecuado de los recursos naturales y la promoción de acciones de saneamiento básico.*

*Estamos convencidos que debemos seguir tendiendo puentes y construyendo redes, redes de ciudadanos que vayan más allá de la autoayuda, que planteen demandas y alternativas concretas.*

*Los gobiernos locales son una muestra de esa voluntad de dar un paso adelante en momentos en que la sociedad los necesita. Pero todos sabemos que queda mucho por hacer.*

*Debemos asumir desde los gobiernos locales mayor responsabilidad política y generar un claro debate para la acción. Nos debemos un plan de desarrollo para los próximos años.*

*Debemos pensar cómo queremos que sean nuestras regiones en 20 años y qué debemos hacer hoy para que sea como queremos. Porque aunque sea un plan que piensa en 20 años no se aparta de las necesidades, de los problemas de hoy sino que parte de los mismos para pensar el 2029.*

*Tenemos que acelerar la marcha y FAM está comprometida en esta tarea. Vamos a acompañar con firmeza todas las propuestas que promuevan la acción concertada de todos los sectores en la búsqueda de una mejor calidad de vida, para que juntos definamos con claridad proyectos que la gente*

sienta como posibles y propios, con ideas nuevas y mostrarle a la sociedad que hemos aprendido de los éxitos y los errores propios y ajenos.

No es una utopía construir regiones desarrolladas. No es una utopía construir regiones justas, lo que en Argentina hace falta es que esas ideas, esos proyectos se encarnen, se transformen en emoción, en sentimiento, en realidad, se transformen en votos de confianza de una sociedad que necesita respuestas para generar las condiciones y hacer el esfuerzo de construir la Argentina que todos queremos y nos merecemos manifestando el derecho de vivir dignamente, sin perjudicar a las generaciones futuras, bajo los colores de la celeste y blanca que es lo único que nos guía, nos motiva y, en definitiva, nos une.

El sector privado cumple un rol importante en las acciones de mitigación del cambio climático, en tanto tiene bajo su órbita actividades productivas que generan emisiones de gases efecto invernadero. De igual forma, muchas de estas actividades podrían verse afectadas por los impactos del cambio en el clima.



**Lic. Irene Wasilevsky**

Responsable de Desarrollo y Pymes  
Bolsa de Comercio de Buenos Aires  
[www.bcba.sba.com.ar](http://www.bcba.sba.com.ar)  
[iwasilevsky@bcba.sba.com.ar](mailto:iwasilevsky@bcba.sba.com.ar)

## FINANCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN EN EL SECTOR PRIVADO ARGENTINO

Al analizar la lista de proyectos MDL en Argentina una revisión acelerada puede suponer un número limitado de proyectos. Sin embargo, son sabidas las múltiples vicisitudes que debe atravesar una empresa al proponerse desarrollar un proyecto de este tipo. Entre las más importantes figura el financiamiento.

Para una empresa argentina, conseguir fondeo no es algo sencillo, y menos aún si el destino de la inversión es una mejora en la eficiencia energética, una solución para el tratamiento de residuos o una transformación en la fuente de energía de sus sistemas de producción.

Generalmente, el financiamiento para la actividad productiva proviene de los bancos y del mercado de capitales. Cuando el empresario presenta un proyecto MDL o cualquier proyecto de desarrollo sustentable y explica que los beneficios de semejante inversión provendrán indirectamente de una menor carga en

la factura del servicio eléctrico, de asegurarse el suministro de energía en épocas de escasez o de solucionar un problema con los residuos, es probable que el analista de crédito ignore el componente ambiental del proyecto y se concentre en el retorno final explícito.

Esto, al mismo tiempo, tiene otro trasfondo. Las actividades de mitigación no se generan sólo con proyectos de mejora, sino que también implican impedir la concreción de aquellos proyectos que no contemplen riesgos ambientales básicos. Pocas son las instituciones que incorporan el análisis de riesgos ambientales al análisis crediticio de un nuevo proyecto o un negocio en marcha. Esto se aplica, tanto para proyectos con alto impacto como para aquellos que no tienen efectos evidentes sobre el entorno.

El desconocimiento del tema hace que también se ignore que el riesgo ambiental no sólo tiene un impacto social sino que además puede afectar profundamente los negocios y el costo financiero de la empresa, ya sea por multas, publicidad negativa, sanción de clientes, restricción de acceso a fondeo o la desaparición de recursos utilizados anteriormente.

De manera que es necesario generar, por un lado, financiación para el desarrollo de proyectos MDL y aquellos de base en el desarrollo sustentable, y por otro, conciencia en quienes determinan el acceso a los fondos de la importancia de realizar el análisis de impacto ambiental y social que todos los proyectos producirán.

Desde el ámbito privado, éste no es un objetivo simple de lograr, sobre todo en épocas de inestabilidad financiera como la actual, en la que el foco de atención está puesto en necesidades aparentemente más urgentes. Al mismo tiempo, en muchos casos, la incorporación de un nuevo análisis puede implicar mayores costos que se terminan trasladando a la tasa de financiamiento de los proyectos. Sin embargo, la interacción entre instituciones financieras privadas, universidades, ONGs y organismos públicos permitiría llevar a cabo el análisis de una forma más eficiente, evitando la evaluación técnica incompleta de los proyectos, al tiempo que haría prescindible la generación de recursos exclusivos por parte de las entidades financieras para el análisis ambiental.

Por otra parte, es necesario mirar más allá y hablar de adaptación, sobre todo en una realidad en la que los impactos del cambio climático ya son visibles, especialmente para las economías regionales. Las actividades de adaptación exigen una toma de conciencia real de estos efectos y el conocimiento y visión de largo plazo por parte de quienes las implementen.

Para encarar el objetivo de adaptación se debe incorporar un nuevo participante. Los inversores de riesgo o venture capital son inversores dispuestos a participar en proyectos con un retorno incierto pero que puede ser elevado en el mediano plazo frente a otras alternativas de inversiones más conservadoras.

Es por ello que es necesario generar políticas de apoyo para aquellas inversiones de riesgo que se vuelquen a proyectos de adaptación, de manera que reciban incentivos concretos promovidos por organismos públicos y privados. El foco debería centrarse en forma eficiente, en las economías regionales que serán más golpeadas ante estos cambios, focalizando los apoyos en aquellas regiones que a través de las actividades de adaptación permitan lograr mayor retorno, mayor mano de obra ocupada y mejores ventajas competitivas.

En resumen, es fundamental generar conciencia en el sistema financiero argentino y condiciones y medidas que favorezcan la promoción de inversiones en actividades de mitigación y adaptación. Del mismo modo, se debe evitar la financiación de actividades que no consideren los riesgos ambientales. Estos objetivos básicos e iniciales aún no están desarrollados en nuestro país, tanto en el ámbito empresarial como en el de quienes financian la actividad productiva.

Las situaciones de emergencia vinculadas, entre otras, al aumento de la frecuencia de eventos extremos requerirán, más que ninguna otra situación, canales de articulación institucional establecidos y apropiados para dar una respuesta efectiva en un tiempo coherente.

### Pablo Andrés Bruno

Coordinador del Programa Nacional  
de Desastres  
Cruz Roja Argentina  
pbruno@cruzroja.org.ar  
www.cruzroja.org.ar

## EMERGENCIAS Y DESASTRES: LA GESTIÓN DEL RIESGO

Las mayores situaciones de emergencia y desastre en Argentina están fuertemente ligadas al clima y a las consecuencias de su influencia en la población, sobre todo aquella en mayor situación de vulnerabilidad.

La ocurrencia de eventos climáticos no habituales en determinadas regiones, como así también los cambios de regímenes y patrones hidrometeorológicos, atentan sobre la capacidad de adaptación de las personas más expuestas y con menores posibilidades de hacer frente a estos fenómenos.

El impacto negativo de los desastres y la fragilidad de los modelos de desarrollo nos enseña que los procesos de reducción del riesgo a desastres no pueden realizarse al margen de los procesos de desarrollo y que los procesos de desarrollo no pueden excluir la reducción de los riesgos, si pretenden ser sostenibles.



Para Cruz Roja Argentina, la sustentabilidad de políticas de desarrollo comunitario e igualdad de oportunidades orientadas a fortalecer el capital social tiene como pilares fundamentales el desarrollo de capacidades comunitarias como la participación, el liderazgo positivo, la identidad cultural, la cooperación, la solidaridad, la autogestión, la conformación de redes y de espacios de concertación, todo tendientes a lograr equidad. Estas capacidades positivas y el desarrollo de la construcción de ciudadanía, son ejes sobresalientes que facilitan y potencian la resiliencia y adaptación comunitaria.

Los esquemas de preparación para desastres tradicionales parecen ya no poder dar respuestas locales eficientes ante estos cambios, que obligan cada vez más a trabajar la planificación para emergencias (por ejemplo por medio de planes de respuesta y contingencia), en profunda articulación con los organismos responsables y especialmente con las comunidades involucradas a través de procesos de diagnósticos participativos como el AVC (Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades).

Estas situaciones requieren un abordaje integral al que denominamos Gestión de Riesgos: un proceso social e institucional complejo que integra la reducción, previsión y control permanente del riesgo como así también la recuperación en caso de emergencias y desastres.

Resumiendo, el éxito de las acciones que lleven adelante los actores mencionados previamente dependerá en gran medida de su capacidad de interacción y para ello resulta clave el rol la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación articulando las políticas de cambio climático a través de los distintos planos y niveles de trabajo.

# 2

## MARCO INTERNACIONAL

### 2.1 LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En los últimos años, las negociaciones sobre cambio climático han ocupado un lugar cada vez mayor en el escenario internacional. La respuesta inicial para combatir el cambio climático comenzó en la Convención de Río de 1992, con la adopción de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la cual entró en vigor en 1994 y de la cual son parte actualmente 192 países. Esta Convención establece su objetivo principal en el art. 2, el cual consiste en la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

#### **De la Convención participan:**

- **Partes Anexo I:** incluyen a los países desarrollados junto a los países de Europa Central y del Este (ex bloque soviético); además incluyen un subgrupo denominado Anexo II que agrupa a los estados más ricos, que bajo la CMNUCC se comprometieron a proveer recursos financieros nuevos y adicionales para ayudar a los países en desarrollo a hacer frente al cambio climático.

- **Partes No Anexo I:** incluyen fundamentalmente a países en desarrollo.

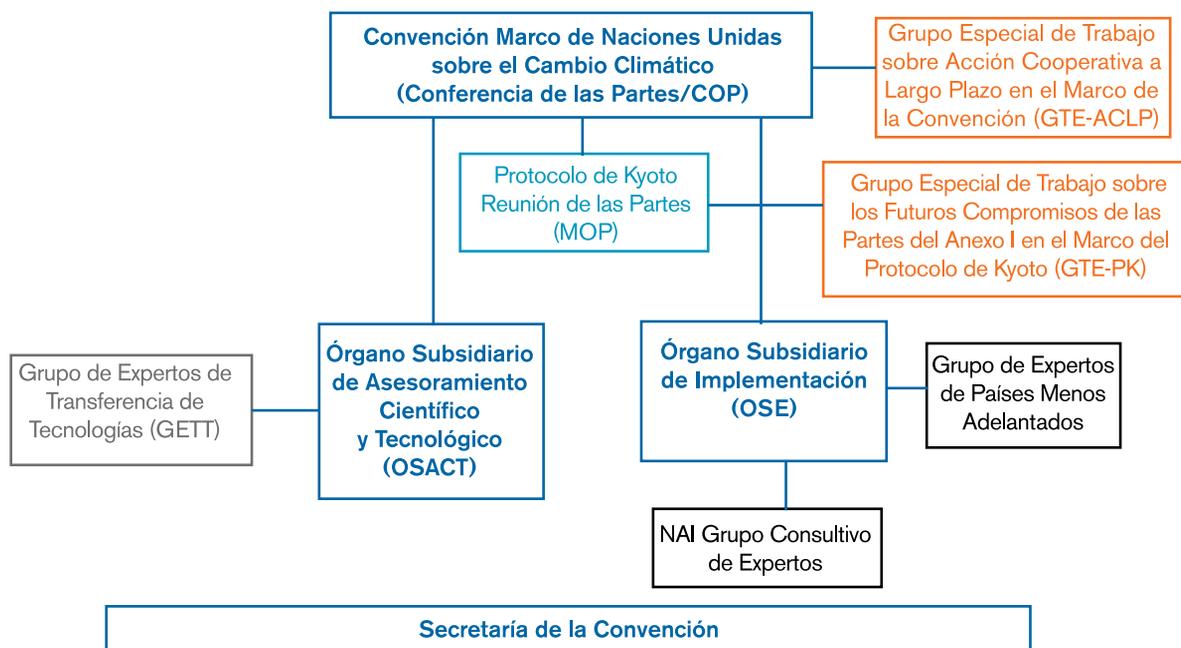


La República Argentina ratificó la Convención en el año 1994, mediante la Ley N° 24.295. Al haberlo hecho, nuestro país asumió una serie de compromisos que debe cumplir. En este sentido, deberá presentar, sujeto a la disponibilidad de financiamiento, comunicaciones nacionales. Estas comunicaciones incluyen el inventario nacional de gases de GEIs, estudios de potencial de mitigación, estudios de vulnerabilidad al cambio climático y una descripción de las políticas que se llevan adelante para dar cumplimiento a los objetivos de la Convención.

**compromisos de las Partes en función de los objetivos de la Convención, los nuevos descubrimientos científicos y la experiencia conseguida en la aplicación de las políticas relativas al cambio climático. La COP reúne a todos los miembros de la Convención en sus sesiones anuales, siendo este el órgano supremo con poder de decisión.**

**ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (OSACT): tiene como misión ofrecer a la COP asesoramiento sobre**

**Estructura de la Convención Marco de Naciones Unidas para el cambio Climático**



**Negociaciones bajo los Órganos Principales y Subsidiarios de la Convención**

A lo largo del año se realizan dos reuniones de los órganos subsidiarios de la Convención (OSACT y OSE) y una de su órgano supremo (COP) donde se analizan temáticas vinculadas a lograr el cumplimiento de los objetivos de la Convención y que son parte de una agenda previamente acordada.

**ÓRGANO PRINCIPAL DE LA CMNUCC (COP): examina la aplicación de la Convención y los**

**cuestiones científicas, tecnológicas y metodológicas. Establece una vinculación entre la información científica facilitada, entre otros por el PICC, y las necesidades normativas de la COP.**

**EL ÓRGANO SUBSIDIARIO DE EJECUCIÓN (OSE) asesora a la COP sobre las cuestiones relativas a la aplicación de la Convención. Entre sus principales funciones está la de analizar la información contenida en las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisiones presentados por las Partes, con el fin de evaluar la eficacia global de la Convención.**

Los países miembros de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto cuentan con la posibilidad de realizar presentaciones (*submissions*) a lo largo del año con respecto a su posición en los temas de la agenda de negociación.

## 2.2 EL PROTOCOLO DE KYOTO

La Convención no resultó suficiente para abordar la problemática del Cambio Climático, comenzando una nueva ronda de negociaciones, para ahondar los compromisos asumidos. En 1997 se adoptó el Protocolo de Kyoto (PK), el cual entró en vigor en febrero de 2005.

En septiembre de 2001, la República Argentina lo ratificó mediante la Ley N° 25.438.

La principal diferencia entre la Convención y el Protocolo radica en que en este último caso, las Partes Anexo I adoptan compromisos cuantitativos de reducción o limitación de emisiones que en conjunto representan una reducción del 5% con respecto al nivel de emisiones que tenían en el año 1990. Estos compromisos deben ser logrados durante el periodo 2008-2012.

A fin de lograr el cumplimiento de los compromisos adquiridos y de atenuar las cargas económicas derivadas de los mismos, el Protocolo de Kyoto incorporó tres mecanismos de flexibilización:

- **Implementación Conjunta, (Art. 6):** permite a las Partes Anexo I desarrollar proyectos que reduzcan emisiones de GEIs o capturen dióxido de carbono en el territorio de otras Partes Anexo I, obteniendo como resultado Unidades de Reducción de Emisiones.

- **Comercio de Emisiones (Art. 17):** permite a las Partes Anexo I comercializar entre si “derechos de emisión”.

- **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Art. 12):** permite a las Partes Anexo I desarrollar proyectos que reduzcan emisiones de GEIs o capturen dióxido de carbono en el territorio de países en desarrollo que son Partes del PK, obteniendo como resultado Reducciones



Certificadas de Emisiones (RCE), comúnmente conocidas como “Créditos de Carbono”.

*Los proyectos que logren reducir emisiones de GEIs o capturar dióxido de carbono y que además, cumplan con una serie de requisitos adicionales, incluyendo los que requieren la aprobación nacional y la internacional, podrán generar “Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE)”.*

*Por cada tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) que el proyecto evita emitir o captura de la atmósfera genera un RCE.*

*Las RCE tienen un precio fluctuante, característico de un mercado emergente, que actualmente oscila en el rango de 8 a 15 Euros (febrero,2009), dependiendo de las características particulares del proyecto, del tipo de contrato de compra-venta establecido y del momento en que se realiza la transacción.*

## 2.3 EL FUTURO DEL RÉGIMEN: LA NEGOCIACIÓN POST-2012

Considerando, por un lado que el primer periodo de compromiso del PK finaliza en el 2012 y que no se ha acordado como será su continuidad con posterioridad a esa fecha; y por otro lado, que es necesario la participa-

ción de todos los países para lograr el objetivo buscado en la CMNUCC existe en la actualidad un proceso de negociación en marcha al respecto que se espera culmine en la COP15 de diciembre del 2009.

### Algunos elementos de la posición Argentina con respecto a la negociación del régimen post-2012

La República Argentina considera que la “visión compartida” debe enfocarse, en primer lugar, en la definición de metas globales de mediano y largo plazo necesarias para implementar de manera integral la Convención, y alcanzar el último objetivo de la misma.

El objetivo a largo plazo debería ser mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de 2°C (con respecto a niveles preindustriales). Según el PICC, esto se traduce en la necesidad de mantener las concentraciones de emisiones de gases de efecto invernadero muy por debajo de 450 ppm, lo que a su vez se traduce en reducciones de emisiones globales de más del 85% para el año 2050 con respecto a las emisiones globales de 1990.

Los objetivos a mediano y largo plazo deberían estar basados en la información científica disponible procesada por el PICC, respetar el principio de las “responsabilidades comunes pero diferenciadas” y tener en cuenta las consecuencias sociales y económicas de las medidas a ser tomadas.

En relación a la adaptación, Argentina considera prioritario que en el futuro acuerdo la adaptación tenga el mismo nivel de prioridad que la mitigación y sea apropiadamente apoyado financiera y tecnológicamente por los países desarrollados.

Para Argentina está claro que los fondos necesarios para la adaptación deben canalizarse a través de la CMNUCC y deben ser suficientes para cubrir los costos (según lo establecido en los Acciones Nacionales Apropriadas de Adaptación, NAPAs) en todos los países en desarrollo.

En cuanto a la “transferencia de tecnología” la Argentina ha sostenido que esta definición debe incluir no sólo la implementación de tecnologías mediante la adquisición de equipos y del servicio post-venta, sino también, y fundamentalmente, el fortalecimiento de capacidades humanas e institucionales para la adaptación de tecnologías existentes al ámbito local, la investigación y el desarrollo conjunto de nuevas tecnologías, y el fortalecimiento de las tecnologías y el conocimiento tradicional existentes en cada país. Creemos que sólo la transferencia de tecnología entendida de manera integral podrá contribuir de forma sustantiva a nuestro desarrollo sustentable.

## 2.4 EL PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), crearon en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (PICC). La misión es “evaluar en términos exhaustivos, objetivos, abiertos y transparentes la mejor información científica, técnica y socioeconómica disponible sobre el cambio climático en todo el mundo”.

El PICC aporta importante información científica al proceso del cambio climático a través de los informes que generan sus Grupos de trabajo.

- **Grupo de trabajo I:** evalúa los aspectos científicos del sistema climático y del cambio de clima.
- **Grupo de trabajo II:** examina la vulnerabilidad de los sistemas socio-económicos y naturales frente al cambio climático, las consecuencias de dicho cambio, y las posibilidades de adaptación a ellas.
- **Grupo de trabajo III:** evalúa las opciones que permitirían limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y atenuar por otros medios los efectos del cambio climático.
- **Grupo de Trabajo Especial:** se encarga de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

## 3

# LA SITUACIÓN EN ARGENTINA: IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

La información generada a partir de los sistemas de monitoreo ambiental, entre otros, el que administra el Servicio Meteorológico Nacional permitió establecer que la República Argentina ha sido objeto de un proceso de cambio climático en el Siglo XX.

**Servicio Meteorológico Nacional**  
smn@smn.gov.ar

## LA RED DE ESTACIONES DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA

*El principal componente del programa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), es el Sistema Mundial de Observación (SMO). Este sistema se compone de instalaciones terrestres, marítimas, aéreas y espaciales destinadas a la observación y medida de los distintos parámetros meteorológicos.*

*El Servicio Meteorológico Nacional, en su carácter de miembro activo desde la fundación de la OMM y siguiendo las normas y procedimientos recomendados internacionalmente, ha diseñado y mantiene en operación una vasta red de estaciones meteorológicas en toda la extensión del territorio nacional.*

*Las redes de observación se diferencian entre sí por el tipo de observaciones que se realizan, el instrumental que utilizan, la frecuencia de las observaciones, la forma en que se transmiten esos datos y la finalidad de los mismos.*

*Es importante destacar dentro de este esquema, la Red de Estaciones Sinópticas de superficie; la misma está compuesta por 117 estaciones que toman datos horarios durante las 24 horas del día de parámetros meteorológicos tales como: temperatura, humedad, presión atmosférica, viento en superficie, ocurrencia de fenómenos meteorológicos, tipo y cantidad de nubosidad, etcétera.*

*La Red Sinóptica de Observación en Altitud está compuesta por 8 estaciones en el territorio continental. En las mismas, se realiza diariamente el lanzamiento de un globo sonda que transporta*

*un moderno instrumental con sistema de posicionamiento global (en inglés GPS) para medir temperatura, presión, humedad y viento desde el suelo hasta la estratósfera (30 Km de altitud).*

*Además el SMN mantiene en operación una Red de Estaciones Climáticas en las que se realizan observaciones 3 veces por día con el fin de obtener registros que se ingresan a la base de datos existentes para el estudio del clima. Algunas estaciones de esta red, seleccionadas por su largo record y por la calidad de sus observaciones integran la red de estaciones climáticas de referencia, que conforman la base del Sistema Mundial de Observación Climática (SMOC).*

*En cuanto al estado de otras redes, si bien en el último período se ha registrado una sensible disminución de la cantidad de las estaciones freaticométricas, pluviométricas y algunas evaporimétricas, el SMN ha encarado un programa tendiente a automatizar la consistencia y el tratamiento de las series de datos disponibles. Asimismo, continúa realizando significativos esfuerzos para incrementar esas observaciones a través de convenios con otros organismos nacionales y provinciales.*

## Cambio climático observado

Durante el último siglo se registró en nuestro país un significativo aumento de la temperatura de superficie en la Patagonia e islas del Atlántico sur. Al norte de los 40°S las tendencias positivas de temperatura fueron menores y sólo perceptibles a partir de los últimos 40 años. En contraste, allí se registró un importante aumento de la precipitación durante las décadas del '60 y '70.

En casi todo el país hubo un aumento de las precipitaciones medias anuales con mayor incidencia en el noreste y en el centro del país. Este cambio implicó que, por un lado, se facilite la expansión de la frontera agrícola en la zona oeste periférica a la región húmeda tradicional, pero por otro lado, condujo al anegamiento permanente o transitorio de gran cantidad de campos productivos. El

aumento de las precipitaciones en el país, generó a su vez un aumento importante en los caudales de los ríos, con excepción de aquellos que se originan en la Cordillera de los Andes.

El aumento de los caudales de ríos trajo aparejado beneficios en relación a la generación de energía hidroeléctrica en la Cuenca del Plata. Sin embargo, el aumento de la frecuencia de inundaciones, generó graves consecuencias socioeconómicas en los valles de los grandes ríos de las provincias ubicadas en el este del país. Cabe destacar que, a su vez, se registró un considerable aumento de la frecuencia de precipitaciones extremas en gran parte del este y centro del país con los consiguientes daños por las inundaciones, vientos destructivos y granizo asociados a estos eventos.

Con respecto a la temperatura de la zona cordillerana de la Patagonia, en la zona se registró un aumento de más de un grado, con el consiguiente retroceso de la mayoría de los glaciares andinos. A su vez se registró un secular retroceso de los caudales de los ríos que se originan en la cordillera en las provincias de San Juan, Mendoza, Río Negro y Neuquén, probablemente ocasionado en la disminución de las precipitaciones nivales sobre la Cordillera de los Andes.

### Variabilidad climática

Además del cambio climático, la Argentina se ve afectada por la variabilidad del clima. Cuando esta variabilidad excede las condiciones normales, se generan diferentes problemas sociales y pérdidas económicas. Los mayores impactos se deben a la variabilidad interanual de la precipitación que impacta fuertemente en la producción agropecuaria en períodos de sequía y también, aunque en menor medida a nivel nacional, cuando se registran grandes lluvias que generan excedentes hídricos y causan inundaciones de campos productivos, daños a la infraestructura, la seguridad y la salud de las poblaciones urbanas.



#### Dra. Carolina Vera

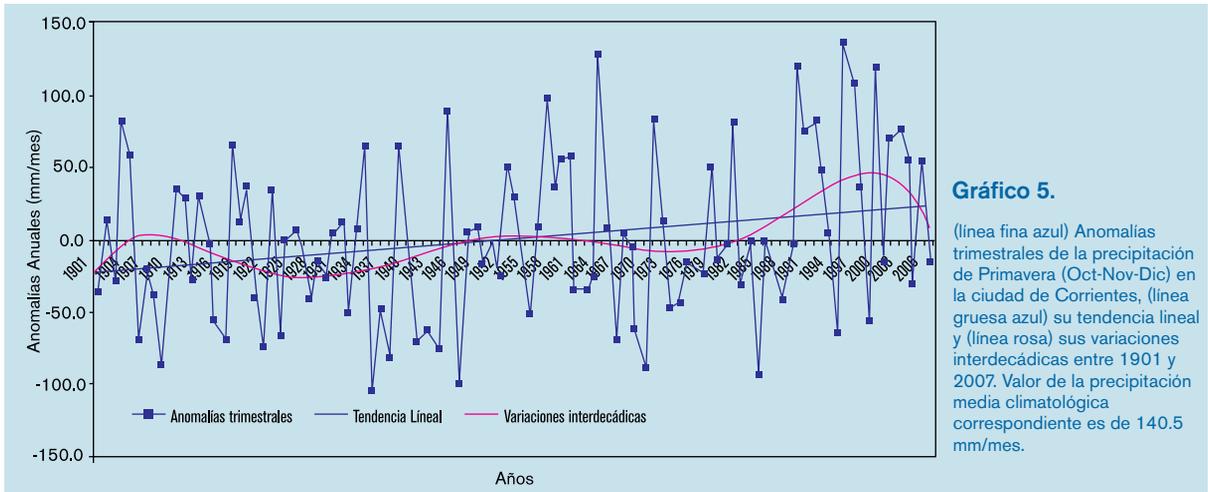
Vicedecana y Profesora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UBA  
Vicedirectora e Investigadora del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)/UBA-CONICET  
carolina@cima.fcen.uba.ar

## VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN ARGENTINA

*El clima en la Argentina, como en el resto de las regiones del planeta, exhibe importantes variaciones que pueden ocurrir de un mes a otro, de un año a otro o bien en escalas temporales mas largas, como ser de una década a otra. En líneas generales se puede pensar a la variabilidad climática como la manera en que las variables climáticas, (como la temperatura, la precipitación, o inclusive frecuencias de tormentas, por ejemplo) difieren de algún estado promedio ya sea por encima o por debajo de ese valor. Esta variabilidad se diferencia del cambio climático, que puede ser definido como una tendencia en las variables climáticas caracterizada por un relativamente suave crecimiento o decrecimiento de su valor promedio durante un determinado período.*

*El análisis de las variaciones de la precipitación trimestral de Primavera (Octubre-Diciembre) en la ciudad de Corrientes entre 1901 y 2007 (Ver Gráfico 5) es un claro ejemplo de las variaciones que el clima de nuestro país puede experimentar. Las anomalías de precipitación muestran considerable variabilidad de un año a otro, llamada interanual, que se encuentra modulada por oscilaciones de períodos inter-decadales y por una tendencia lineal de crecimiento, que diversos autores han asociado con un cambio climático. La precipitación de la primavera de 1996 fue la mayor en todo el período considerado, en la que prácticamente se duplicó el valor promedio de precipitación de primavera. Asimismo, los registros muestran la ocurrencia de eventos extremos diarios de precipitación durante esa estación en particular, llegando a llover más de 108 mm el 12 de Diciembre de 1996. Es evidente que tal evento extremo se produjo en un período en el cual tanto las oscilaciones interanuales, como las inter-decádicas y la tendencia lineal eran positivas. Es decir, eventos extremos pueden ocurrir naturalmente a partir de la combinación óptima de la variabilidad climática de diferentes períodos, no necesariamente relacionados con un cambio climático. En particular, tales cambios extremos en la precipitación pueden resultar en la ocurrencia de inundaciones o sequías.*

*La variabilidad climática surge a partir de las complejas interacciones que se producen entre los diferentes componentes del sistema climático, como son los océanos, la tierra continentales, los hielos y la atmósfera. Asimismo, la atmósfera por su naturaleza caótica es capaz de generar variabilidad climática en todas las escalas temporales a partir de los procesos que se producen en su interior. El origen de la variabilidad climática es diferente entonces de aquel que produce el cambio climático*



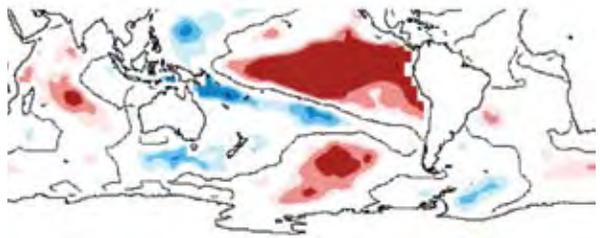
que está asociado con cambios externos al sistema climático ya sean naturales (como por ejemplo, cambios en la radiación solar entrante o la actividad volcánica) o antropogénicos (cambios en la composición química de la atmósfera, cambios en el uso del suelo, etcétera).

Por su enorme capacidad calorífica y en consecuencia por el importante papel que juegan en el balance de calor del sistema climático, los océanos son considerados la “memoria” del sistema climático. En tal sentido, gran parte de la variabilidad climática que experimentan diferentes regiones del globo y en particular, grandes porciones de nuestro país, se relaciona con variaciones de las condiciones superficiales de los océanos, principalmente de las regiones tropicales. En especial, las variaciones en las interacciones mar-atmósfera que se producen en el Océano Pacífico tropical, comúnmente conocidas como el Fenómeno del Niño o de la Niña producen variaciones climáticas en regiones tales como el centro y este de nuestro país, o la región de Cuyo. En particular, la precipitación de la cuenca del Plata experimenta variabilidad climática en escalas interanuales durante la primavera que se encuentran correlacionadas en más de un 50% con la variabilidad oceánica del Pacífico ecuatorial (Ver Gráfico 6). Asimismo, trabajos científicos recientes han identificado que variaciones en las condiciones superficiales de los Océanos Índico y Atlántico también se encuentran asociadas con fenómenos de variabilidad climática en nuestro país como ser en la región de sur de Neuquén o la región del Litoral.

El avance en el entendimiento de los procesos de interacción, especialmente entre el mar y la atmósfera a escala global y su influencia en el clima regional han dado lugar en la última década a un consiguiente avance en la capacidad de reproducir tales procesos en forma numérica e inclusive predecir en cierta medida la ocurrencia de los mismos. La predicción numérica global en escalas de 3, 6 a inclusive 12 meses se encuentra actualmente todavía en etapa de experimentación y la capacidad de poder elaborarla se restringe a una decena de centros

operacionales en el mundo que proporcionan tales pronósticos globales a la comunidad internacional. Entre esos países se encuentran Australia o Brasil, por ejemplo, en los cuales la predicción estacional en forma operativa ha tenido un importante desarrollo. Argentina no cuenta actualmente con tal capacidad, aunque podría ser alcanzada a un mediano plazo con el apoyo correspondiente, teniendo en cuenta el importante desarrollo que el sistema científico argentino tiene en investigaciones sobre la variabilidad climática regional.

Gráfico 6



Correlaciones entre las anomalías trimestrales de la precipitación de primavera (Oct-Nov-Dic) sobre la cuenca del Plata y las anomalías de la temperatura superficial del mar. Los tonos de rojo (azul) corresponde a los valores positivos (negativos) de 0.38 (-0.38), 0.43 (-0.43), y 0.55 (-0.55) respectivamente.

## Cambio climático proyectado

En nuestro país el cambio climático proyectado para el periodo comprendido entre los años 2080 y 2100, fue analizado utilizando resultados de experimentos numéricos realizados por el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA).



**Dr. Mario N. Nuñez**

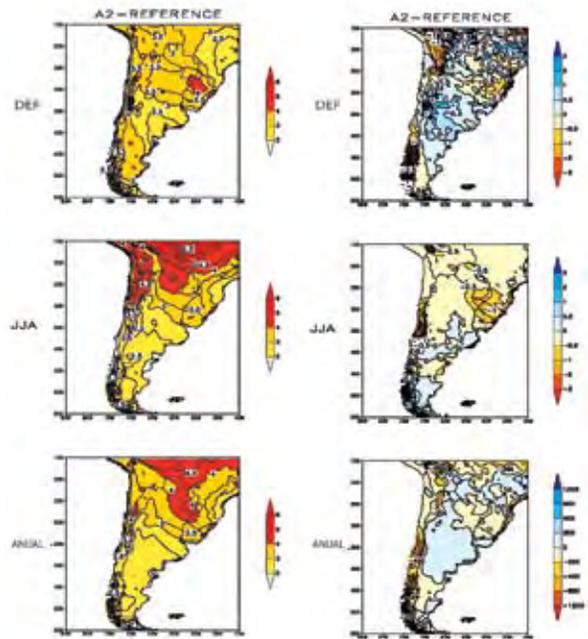
Investigador Superior CONICET  
 Profesor Emérito UBA  
 Director CIMA  
 mnunez@cima.fcen.uba.ar  
 www.cima.fcen.uba.ar

## CAMBIO CLIMÁTICO EN ARGENTINA. PROYECCIONES CON EL USO DE MODELOS FÍSICO-MATEMÁTICOS.

Los Modelos Climáticos reproducen las condiciones climáticas de nuestro planeta y apuntan a representar las componentes principales del sistema climático que puedan experimentar cambios en el futuro. Cabe señalar que existen modelos de distintos laboratorios, principalmente de Estados Unidos y de algunos países de Europa, cuyas proyecciones son tenidas en cuenta para la toma de decisiones y evaluaciones de condiciones futuras. Resultados coincidentes de diferentes laboratorios, predicen que habrá un aumento de 5°C en la temperatura media global para el año 2100. También predicen que los aumentos sobre los continentes serán dos veces más rápidos que sobre el mar.

Es importante señalar que, las previsiones globales, no permiten detallar los cambios a nivel regional, ya sea a nivel de país o provincias. Para sortear esta dificultad, existe una técnica que permite "regionalizar" los resultados provistos por estos modelos globales, de manera de tener resultados más representativos a escalas geográficamente menores, como una extensión de los resultados obtenidos para escalas mayores. En la actualidad, uno de los principales enfoques de la actividad científica, es mejorar el conocimiento sobre los mecanismos que expliquen cómo el cambio climático global puede ser trasladado a escalas regionales, es decir a nivel de países, estados o provincias. Los modelos climáticos actuales no tienen la capacidad de predecir con exactitud la evolución de los climas regionales ni sus impactos, en especial sobre los suelos, el agua y la agricultura. Por ello se hace necesario aplicar técnicas o modelos regionales para conocer con mayor precisión lo que podría llegar a ocurrir a nivel local. En el contexto de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático de Argentina, un equipo de climatólogos del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA) realizó las primeras proyecciones de cambios posibles en la región que permitieron un mejor detalle de las condiciones climáticas para la Argentina. Nuñez y colaboradores generaron escenarios climáticos para la década 2081-2090, mediante experimentos numéricos, utilizando el modelo climático regional MCR-CIMA con una resolución media de 50 km. Los escenarios fueron generados para los escenarios de emisión SRES PICC A2 y B2. El escenario A2 es el más crítico, siendo el B2 más moderado. Los experimentos generaron valores medios anuales, estacionales, mensuales y diarios para las distintas variables.

**Gráfico 7. Cambios en 10 años, temperaturas y precipitación en verano, invierno y anuales para el escenario A2.**



Con respecto a Argentina las temperaturas tenderán a ser más altas sobre todo en invierno y primavera (Ver Gráfico 7) con valores que exceden los 5°C en la región de estudio, con aumento simultáneo de las temperaturas máximas y mínimas. La precipitación por su lado (Ver Gráfico 7), aumentará principalmente en otoño en la región de estudio. Se mantienen las tendencias positivas actuales de precipitación.

### Referencias

Solman, S., M. N. Nuñez and M. F. Cabré (2007): "Climate change experiments over southern South America. I: Present climate. *Climate Dynamics*. Published online 5 September 2007. Print in Volume 30, Number 5, 2008. Nuñez, M. N., S. Solman and M. F. Cabré (2008): "Climate change experiments over southern South America. II: Southern South America climate in the late twenty-first century: annual and seasonal mean climate. *Climate Dynamics*. DOI 10.107/s00382-008-0449-8.

## Impactos del cambio climático proyectado

Con respecto a los impactos del cambio climático a futuro, se espera un retroceso de los caudales de los ríos de la Cuenca del Plata debido a un considerable calentamiento y por lo tanto un incremento de la evaporación con una consiguiente reducción del escurrimiento super-

ficial. Esto traerá aparejado pérdidas en la generación hidroeléctrica regional, aumento de la concentración de contaminantes y dificultades en la navegación fluvial. Por la misma razón, se espera un aumento del estrés hídrico en todo el norte y parte del oeste del país lo que afectaría la producción agropecuaria y en algunas zonas comprometería el suministro de agua potable.

Los escenarios climáticos indican que continuará la persistencia de disminución de la precipitación nival en la Cordillera de los Andes por lo que se verá afectada en gran medida la generación hidroeléctrica en las provincias de Mendoza, Río Negro y Neuquén. Asimismo, el actual modelo productivo de las provincias de Mendoza y San Juan basado en el riego en los oasis de los ríos andinos, se verá severamente afectado.

Se estima, además, que continuará la alta frecuencia de precipitaciones intensas e inundaciones en las zonas actualmente afectadas, con los consiguientes impactos negativos. En la Patagonia y Cuyo continuará el retroceso de los glaciares y en algunos puntos del litoral marítimo y de la costa del Río de la Plata, las inundaciones por mareas de tormenta afectarán mayores superficies debido al aumento del nivel del mar.

A escala global, el incremento en la frecuencia de eventos extremos a futuro ha sido documentado como uno de los impactos principales del cambio climático. No obstante, en la escala local, las simulaciones de los modelos climáticos aún manejan un alto nivel de incertidumbre en la proyección de estos eventos.



**Dra. Gabriela Viviana Müller**  
Investigadora Adjunta del CONICET.  
Profesora Adjunta de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Entre Ríos (UNER).  
Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción, CONICET  
gabrielamuller@cicytp.org.ar

## EVENTOS EXTREMOS DE AIRE FRIO EN EL SUDESTE DE SUDAMERICA EN ESCENARIOS CLIMATICOS FUTUROS

La región sudeste de Sudamérica es afectada frecuentemente por incursiones de aire frío. Estas se manifiestan a través de

*los frentes fríos provenientes del sudoeste del continente, cuya masa de aire polar marítima asociada puede dar lugar a eventos extremos provocando en muchas ocasiones heladas. En particular el estudio de las heladas en el centro-este de Argentina conocida como Pampa Húmeda, ha sido ampliamente abordado tanto desde la perspectiva sinóptica-climática como dinámica, vinculadas a las teleconexiones atmosféricas y a los patrones de circulación de gran escala asociados a los eventos más conspicuos en la Pampa Húmeda.*

*Este fenómeno tiene un importante impacto en el sector socio-económico afectando a la agricultura, a la silvicultura y los servicios derivados, a la producción de alimentos y su red económica vinculada, y a la generación de energía, entre los más importantes. El grado de vulnerabilidad de estas actividades en relación a la ocurrencia de eventos extremos fríos hace que adquieran especial interés, en particular por las consecuencias que podría acarrear un cambio en las condiciones atmosféricas a ellos vinculados. Pequeñas alteraciones en las condiciones medias de la atmósfera podrían estar asociadas a un cambio mayor en la temperatura a nivel diario y conducir a cambios importantes en los eventos extremos; diferentes combinaciones de variación simultánea de su frecuencia e intensidad podrían dar como resultado un mismo valor de temperatura que coincida con la temperatura media proyectada.*

*Para abordar este problema Müller et al. (2007a, b) investigan si los cambios climáticos proyectados para las décadas de fines de siglo podrían alterar la frecuencia de ocurrencia de eventos extremos fríos, definidos según la temperatura media diaria en diferentes regiones del sudeste de Sudamérica y en particular la Pampa Húmeda. Se utilizaron simulaciones de los modelos HadCM3 (Hadley Centre) y una versión acoplada océano-atmósfera del GFDL (World Climate Research Programme's) con el análisis de datos diarios obtenidos de las integraciones siglo veinte y SRES A2 (escenario futuro). Se realizó la validación de estos modelos aplicando los mismos criterios de identificación de los eventos en los datos de reanálisis de NCEP (National Centers for Environmental Prediction). Los resultados muestran que ambos modelos sobreestiman la cantidad de días con descensos marcados de temperatura, siendo que el número de ocurrencias dadas por el modelo HadCM3 estuvo más próximo que el del GFDL respecto de los reanálisis de NCEP.*

*Los errores sistemáticos obtenidos de esta validación en el clima presente fueron considerados para la interpretación de los resultados en el clima futuro. Comparando las simulaciones en el tiempo presente y futuro, los dos modelos presentan una notable reducción en la frecuencia de pasajes de frentes fríos, lo cual se traduce en pocos casos de eventos extremos fríos hacia finales del presente siglo. Los modelos sobreestiman en el período de referencia el número de ocurrencias de extremos fríos observados. A su vez, muestran en el futuro una disminución en el número de tales eventos en todas las regiones analizadas, incluida la Pampa Húmeda. Los autores infieren que si esa característica dada por la sobreestimación en el número de eventos extremos*

*fríos se proyectara al futuro, entonces tales eventos serían prácticamente inexistentes en las condiciones previstas por el escenario socioeconómico A2. Si bien este análisis es parcial, ya que se usó sólo un escenario para las simulaciones de dos modelos globales traspolados a un análisis regional, pone de manifiesto un cambio substancial respecto de las condiciones medias actuales en el sudeste de Sudamérica.*

Müller G. V.; Andrade, K.; Cavalcanti I. F. de A. y Fernandez Long, M. E. 2007a: Possíveis efeitos das mudanças climáticas nas incursões de ar frio sobre o sudeste da América do Sul simuladas em modelos globais. II Simposio Internacional de Climatologia, São Paulo, Brasil, 2-3 de novembro. Müller, G. V.; Cavalcanti I. F. de A. y Andrade, K. 2007b: Casos Extremos de incursões de ar frio sobre o sudeste da America do Sul em simulações climáticas do clima presente e em cenários do clima futuro. 3ra Conferência Regional sobre Mudanças Globais: América do Sul. São Paulo, 4-8 de novembro. Müller, G. V. y Ambrizzi, T. y Ferraz, S. E. 2008. 'The Role of the Observed Tropical Convection in the Generation of Frost Events in the Southern cone of South America'. *Annales Geophysicae*, 26, 1379-1390.

Los impactos del cambio climático observado y el proyectado, así como los de la variabilidad climática, requieren ser atendidos mediante la implementación de medidas de adaptación.



**Dr. Vicente Ricardo Barros**

*Profesor Emérito / UBA  
Investigador superior del CONICET  
CIMA  
barros@cima.fcen.uba.ar*

## ADAPTACIÓN: PRIORIDADES Y POSIBILIDADES

*La evidencia de que ya estamos en medio del cambio climático causado por la actividad humana, y del cual no podremos escapar en las próximas décadas, ha agregado a la agenda sobre el cambio climático la cuestión de la adaptación.*

*Muchos de los cambios del clima están ocurriendo, otros se estiman para un futuro distante y, salvo excepciones, sobre los cambios en las próximas décadas hay mucha incertidumbre científica, tanto en su signo como en su magnitud. Por lo tanto, la adaptación al cambio climático que la sociedad puede considerar factible es sólo aquella a los cambios en un futuro inmediato y sobre los que no hay dudas científicas, cosa que en general sólo se presenta en pocas regiones, o la que se debe realizar de un modo u otro porque los cambios de algún aspecto del clima clave para el bienestar o la producción ya están ocurriendo. Es más, en este último caso, la adaptación de los involucrados se*

*realiza en forma autónoma de la planificación oficial o científica. Esta adaptación es en general de carácter individual o de pequeños núcleos o empresas, adelantándose en el tiempo a las reacciones de las instituciones oficiales. Cuando su carácter es masivo implica cambios socioeconómicos e incluso ambientales importantes.*

*Lo dicho en el párrafo anterior es general y tiene su expresión en Argentina. Sólo sobre unos pocos de los cambios esperados, la certeza científica puede llegar a movilizar a la sociedad para efectuar adaptaciones costosas. Uno de esos casos es el de los oasis del piedemonte andino de Cuyo donde, al igual que en gran parte del mundo, hay evidencia científica sobre la regresión registrada de los glaciares y la continuidad futura de este proceso. Hay pocas dudas de que, allí la conjunción de mayores temperaturas y menores precipitaciones llevará además a la reducción de los caudales de los ríos. Aún así, la implementación de medidas concretas para mejorar la eficiencia en el uso del agua es un proceso todavía difícil sobre el que se debe insistir ya que incluso sin cambio climático es algo conveniente para toda la región.*

*El aumento de las precipitaciones con una relación de precios favorables a la agricultura respecto de la ganadería, potenció otros cambios como la incorporación de nuevas tecnologías y expandió la frontera agrícola hacia el oeste desde La Pampa hasta el Chaco, en una región que era considerada semiárida. Este proceso de adaptación a las nuevas condiciones climáticas se realizó en forma autónoma y por lo tanto fue de naturaleza reactiva, es decir sólo tuvo lugar a posteriori de los cambios. Esta adaptación trajo enormes beneficios económicos de corto plazo y una gran renta adicional para el país, pero en algunos casos ocasionó daños al medio ambiente al avanzar sobre los ecosistemas naturales. Es apenas un ejemplo de lo que seguramente está sucediendo en el mundo, donde en presencia de manifestaciones importantes de cambio climático, muchos sectores y comunidades seguramente han comenzado su adaptación sin que ello se esté registrando en el mundo académico. La lección es que quizás en materia de adaptación al cambio climático el trabajo académico debe focalizarse más en aprender de las reacciones ya en curso para ayudar a su optimización y evitar los errores y consecuencias no deseables.*

*La experiencia argentina indica que ante ciertos cambios del clima, no siempre se registra adaptación ni planificada ni autónoma. Un ostensible ejemplo es el caso de las precipitaciones extremas que han estado asolando al país con mayor frecuencia desde hace por lo menos 20 años, incrementado la vulnerabilidad social y poniendo en crisis a la infraestructura relacionada con los recursos hídricos. En muchos casos, estas precipitaciones extremas producen inundaciones, debidas en parte a la inadecuación de la infraestructura a las nuevas condiciones climáticas. En este caso, la conciencia sobre esta nueva problemática se ha filtrado en todos los sectores técnicos que diseñan, o manejan esta infraestructura, por lo que no sólo se debe trabajar en generar una conciencia social al respecto, sino además dirigir un esfuerzo especial sobre este sector.*

La Argentina tiene el 90% de la población concentrada en 800 centros urbanos. Un número importante de estos centros, y casi todos los más grandes, tienen una localización cercana algún curso importante de agua, por lo cual son vulnerables a posibles inundaciones causadas por desbordes de los mismos. El problema de la mayor frecuencia de precipitaciones extremas es de gran impacto y cabe preguntarse por qué no ha habido aún toda la adaptación necesaria. Además de las características propias de la idiosincrasia nacional, habría que explorar en qué medida, un aumento en la frecuencia de los fenómenos extremos, que son de por sí de rara ocurrencia, pueden ser captados por la conciencia colectiva. Y si esta captación sólo se registra cuando en alguna ocasión, los eventos extremos superen significativamente un cierto umbral de daño. Una consecuencia de esta falta de conciencia colectiva es la escasa o nula mejora del sistema de alerta y emergencias para manejar estos fenómenos extremos.

Algunas circunstancias nacionales han llevado a que sectores productivos, como es el caso del sector agropecuario, desarrollen una adaptación de tipo autónoma en función de los importantes cambios climáticos ocurridos. Si bien en términos económicos de corto plazo, esta adaptación ha sido en general exitosa, por otra parte, está causando perjuicios ambientales como por ejemplo la deforestación, los cuales podrían tornarse catastróficos de acuerdo a las proyecciones del clima de las próximas décadas.



**Dr. Emilio Horacio Satorre**  
CONICET – Facultad de Agronomía, UBA  
Unidad de Investigación y Desarrollo,  
AACREA  
satorre@agro.uba.ar



**Lic. Hernán Emilio Satorre**  
Líder del Proyecto Bonos de Carbono  
Unidad de Investigación y Desarrollo,  
AACREA  
hsatorre@aacrea.org.ar



**Dr. Federico Bert**  
CONICET – Facultad de Agronomía, UBA  
Unidad de Investigación y Desarrollo,  
AACREA  
fbert@agro.uba.ar

## LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRÍCOLA

Históricamente, el manejo de los sistemas de producción agrícola se ha ido adaptando en respuesta a las variaciones del clima. Sin embargo, ese proceso no necesariamente condujo a sistemas óptimamente adaptados para superar los efectos de la variabilidad climática. Las experiencias que involucran a AACREA muestran que las respuestas adaptativas del productor agropecuario a las variaciones del clima, principalmente de corto plazo (la escala de variabilidad que resulta más evidente para el productor), involucran: (a) reemplazo o cambio de las actividades que desarrolla la explotación o empresa, (b) cambios en la asignación de recursos productivos (fundamentalmente tierra y capital) a las actividades de la empresa y, (c) incorporación de nuevas tecnologías orientadas a mitigar impactos negativos de escenarios desfavorables.

El cambio climático puede contribuir a variaciones sensibles del clima en amplias regiones productivas del territorio argentino. Asimismo, estudios realizados por Magrin en el 2006 muestran marcados impactos en los niveles de producción asociados a diferentes escenarios de cambio climático proyectados. Sin embargo, hay gran incertidumbre en los escenarios regionales proyectados de cambio climático, principalmente en las precipitaciones, que por otro lado es la variable climática más importante desde el punto de vista de la producción agropecuaria. Un escenario que preocupa al sector, dado el rol que tuvo el incremento de las precipitaciones de las últimas décadas en la expansión de los sistemas agrícolas, es una eventual disminución de las precipitaciones. En este sentido, trabajos realizados en AACREA muestran que ante un escenario futuro de disminución de las precipitaciones el impacto sería disímil según la región considerada; por lo tanto, es esperable que las respuestas adaptativas de los productores sean, en ese caso, también muy diferentes.

Escenarios futuros de este tipo deberían llevar a procesos adaptativos en las empresas agropecuarias, ya sea para mitigar el impacto negativo o capitalizar beneficios de escenarios favorables con el desarrollo de nuevas actividades. Los trabajos que AACREA viene desarrollando muestran que el abordaje de la adaptación frente a las variaciones del clima debe considerar el contexto tecnológico, económico e institucional en el cual el cambio ocurre. Resulta necesario entonces, conocer los modelos mentales de los productores (qué saben, qué no saben, qué creen que saben acerca de la variabilidad climática), los factores que intervienen en la toma de decisiones de producción, y las alternativas de adaptación disponibles y las posibilidades operativas de adaptarse frente a diferentes escenarios. En este sentido, si atendemos a los márgenes de respuesta del productor frente a escenarios climáticos futuros de cambio climático las modificaciones en el portfolio de cultivos representan alternativas adaptativas relevantes. Asimismo, cambios en la forma en la que manejamos cada uno de los cultivos (con las tecnologías actuales) pueden aportar herramientas para mitigar los efectos



*y reducir los riesgos. Sin embargo, es posible que bajo condiciones desfavorables (ej. disminuciones importantes de precipitaciones) pueda ser muy difícil de atenuar los impactos con las tecnologías disponibles actualmente.*

*El desarrollo científico puede aportar tecnologías de impacto frente al cambio climático. Aparece como interesante la posibilidad de contar con, por ejemplo, híbridos o variedades de cultivo con un mejor comportamiento ante condiciones de stress hídrico. Esto plantea, a priori, ventajas sobre los escenarios climáticos adversos e incluso permite imaginar la posibilidad de mantener o continuar los procesos expansivos de la agricultura moderna. Sin embargo, en AACREA reconocemos que aún las dudas son más que las certezas y que resta realizar mucho trabajo antes de poder asignar un papel cierto a los nuevos desarrollos en el cambio climático.*

### 3.1 LA ZONA COSTERA

Las costas marítimas de la Argentina son zonas de importantes actividades industriales, comerciales y turísticas, entre otras. Estas actividades están actualmente en expansión, lo cual hace que la zona costera se convierta en una de las áreas de más dinámicas del país.

El Cambio Climático podría afectar el litoral marítimo argentino, a través del aumento de la temperatura del océano, cambios en la circulación de las corrientes marinas y el ascenso del nivel medio del mar.

Las costas pueden ser afectadas también por la erosión que depende de la combinación de diversos factores como el aumento del nivel medio del mar, la energía cinética y frecuencia de las olas, las tormentas y corrientes costeras, y las características de los materiales que las conforman.



**Jorge Osvaldo Codignotto**

Facultad de Ciencias Exactas -  
Dpto. Ciencias Geológicas-CONICET  
barnes@gl.fcen.uba.ar



*El calentamiento global genera una serie de fenómenos diferentes, cada uno de los cuales suele ser de moderada a pequeña magnitud. Sin embargo el efecto dominó ocasionado conjuntamente y secuencialmente suele ser de gran magnitud.*

*La aceleración en la tasa de erosión no es originada solamente por el incremento del ascenso del nivel del mar sino por el desplazamiento de los anticiclones hacia los polos lo que origina un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y un cambio en el clima de olas.*

*En nuestro territorio se han controlado, durante varios años, lugares "tipo" del área costera. Ello incluye marcaciones con estacas, controles fotográficos de campo como asimismo comparación de fotografías aéreas de distintos años, datos catastrales y o comparaciones de imágenes satelitales. Las primeras labores de campo comenzaron en la década del '70 y se prolongan hasta la actualidad. Esta condición permitió advertir un incremento en la tasa de erosión costera.*

## CALENTAMIENTO GLOBAL E INCREMENTO DE LA EROSIÓN EN LA COSTA ATLÁNTICA ARGENTINA

*La costa constituye un sistema dinámico, donde están interrelacionados en forma ajustada la forma y el proceso (conocido con el término de morfodinámica), diferentes tiempos, espacios y escalas como respuesta a los factores geomorfológicos.*

*Las áreas costeras responden a las cambiantes condiciones del sistema externo, como tormentas, cambios, que son disparados por umbrales internos, éstos no se pueden predecir sobre la base de los factores externos.*

| LOCALIDAD                     | Lapso     | ACRECIÓN o EROSIÓN m/año | Lapso         | EROSIÓN m/año |
|-------------------------------|-----------|--------------------------|---------------|---------------|
| Punta Piedras (Bs. As.)       | 1969-1990 | -0,20                    | 1990-presente | -0,70         |
| Punta Rasa (Bs. As.)          | 1892-1970 | <b>+2,84</b>             | 1970-presente | -0,80         |
| Comodoro Rivadavia (Chubut)   | 1927-1980 | -0,20                    | 1980-presente | -0,60         |
| Monte León (Santa Cruz)       | 1968-1980 | -0,30                    | 1980-presente | -1,00         |
| Punta Loyola sur (Santa Cruz) | 1968-1980 | -0,10                    | 1980-presente | -1,00         |

*Del análisis de los datos obtenidos se pudo concluir que en las localidades de: Punta Piedras y Punta Rasa, provincia de Buenos Aires; Comodoro Rivadavia, provincia de Chubut; Monte León y Sur de Loyola, provincia de Santa Cruz presentan claros indicios en el incremento de la erosión costera.*

*No son desconocidos los fenómenos erosivos, lo que si es poco conocido es el incremento claro y generalizado. La misma se ha incrementado entre las décadas del 80 y del 90.*

*Es destacable el incremento de la erosión entre otras localidades bonaerenses como Villa Gesell, el partido de la Costa y particularmente en Punta Rasa. No obstante ello, el incremento de erosión en ámbito patagónico es superlativo.*

## Inundaciones Costeras

Las proyecciones de los escenarios climáticos determinaron que la mayor parte de la costa marítima argentina no sufriría inundaciones permanentes durante este siglo, a excepción de algunas de las islas de marea en la costa al sur de Bahía Blanca y la costa sur de la bahía de Samborombón. Sin embargo, las playas que se encuentran acotadas por acantilados o por la ocupación de los medianos por asentamientos urbanos o por forestación,

podrían llegar a perder su extensión en forma gradual o eventualmente desaparecer. Esto significará un gran daño desde el punto de vista turístico y económico para las distintas localidades afectadas.

## Costa argentina del Río de la Plata

En relación a los impactos del cambio climático en la costa argentina del Río de la Plata, estudios realizados han determinado que probablemente el aumento del nivel del mar se propague casi sin modificación en todo el estuario. Sin embargo, aunque en la costa del área metropolitana de Buenos Aires existen muchas zonas que suelen inundarse por causa de las sudestadas, éstas no son tan bajas como para que –con aumentos del nivel del mar del orden de 0,50 m como los proyectados para este siglo o eventualmente de hasta un metro– sean inundadas en forma permanente.

Por otro lado, se espera, que las sudestadas se monten sobre mayores niveles medios de las aguas del estuario, alcanzando mayores alturas y extensión territorial sobre la tierra firme. En consecuencia, el aumento de la vulnerabilidad a la inundación en la costa del área



metropolitana de Buenos Aires como consecuencia del cambio climático global se deberá fundamentalmente al mayor alcance territorial de las inundaciones recurrentes (sudestadas). Debido a ello, en la costa del Río de la Plata las zonas que presentan alturas por debajo de 5 metros sobre el nivel medio del mar podrán sufrir durante este siglo inundaciones con diferente tiempo de retorno, dependiendo de su altitud.

Aproximadamente desde 1950, algunas áreas expuestas a inundaciones frecuentes tanto en la costa del Río de la Plata como en las de los afluentes Riachuelo-Matanza y Reconquista fueron ocupadas principalmente por sectores sociales de escasos recursos y con un alto grado de necesidades básicas insatisfechas que empeoran con cada inundación. Otras dos áreas del Gran Buenos Aires con frecuentes inundaciones por sudestadas y con prevalencia de poblaciones con condiciones sociales comprometidas son la costa sur del Río de la Plata y el partido de Tigre, al sur del delta del Paraná.

Por otra parte, comenzando en la década de 1980, pero con mayor aumento desde la década de 1990 hubo un cambio importante en las tendencias de asentamiento urbano. La demanda creciente de barrios cerrados está haciendo de la costa un lugar atractivo para el asentamiento de clase media-alta. En este sentido, la Argentina no escapa a la tendencia global hacia el mayor poblamiento en las costas, por lo que el número de barrios cerrados que se localizaron en terrenos inundables en áreas suburbanas ha estado creciendo.

Los estudios de vulnerabilidad de la Zona Costera del Río de la Plata realizados en el marco de la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina, estimaron que los costos de las inundaciones recurrentes aumentarían de 30 millones de dólares anuales promedio a unos 300 millones de dólares anuales para la segunda mitad del siglo considerando el escenario climático A2 del PICC.

## 3.2 LA REGIÓN PAMPEANA

Los escenarios climáticos coinciden en proyectar incrementos de temperatura sobre todo el país. En cambio, es incierta la tendencia en materia de precipitaciones. Ambos

factores presentan una incidencia significativa sobre el sistema agrícola ganadero, particularmente, en el desarrollo y rendimiento de los cultivos.



**Dra. Marcela Hebe González**

CIMA – CONICET/UBA  
Departamento de Ciencias de la  
Atmósfera y los Océanos FCEN UBA

## LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA DEL SUELO EN ESCENARIOS PREVISTOS PARA EL FUTURO EN ARGENTINA

*En el marco de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, se realizaron en el CIMA simulaciones con un Modelo Climático Regional de última generación (MM5/CIMA) con el fin de estimar el cambio previsto para la climatología futura de la década 2081-2090 en base a dos escenarios futuros de emisión (SRESA2 y B2, PICC).*

*A partir de la información generada por el modelo se estimó la disponibilidad hídrica del suelo para cada uno de estos supuestos escenarios en la Pampa Bonaerense, una región clave desde el punto de vista económico ya que es donde se concentra la mayor producción agrícola-ganadera del país.*

*Dicha región abarca la provincia de Buenos Aires, este de La Pampa, sur de Santa Fe y sur y este de Córdoba. Es un terreno plano donde la lluvia tiene pocas posibilidades de escurrir superficialmente y por lo tanto los procesos de evaporación e infiltración adquieren mayor relevancia.*

*La estimación de agua en el suelo fue realizada utilizando la técnica de Thornthwaite y Matter (1955) considerando a la evapotranspiración real como sumidero, a la precipitación como fuente de agua y teniendo en cuenta la capacidad de cada suelo para almacenarla de un mes a otro. En la actualidad (climatología 1981-1990 modelada con MM5), los campos medios de disponibilidad de agua en el suelo revelaron que los déficits tienden a producirse durante los meses de verano, cuando las altas temperaturas permiten una mayor evapotranspiración. Por otro lado, los excesos son típicamente eventos de invierno donde la evapotranspiración disminuye sustancialmente y las lluvias sobre la región tienden a inundar el suelo. Durante el verano los déficits son mayores hacia el oeste de la región y los excesos, como es de esperar, son más intensos en las zonas más bajas, a lo largo de la cuenca del río Salado; sin embargo, en invierno los excesos tienden a ser mayores hacia la costa atlántica. Es importante notar que los valores de excesos son en general*

superiores a los déficits, dando como resultado el escurrimiento responsable del caudal de los ríos. Los excesos más intensos se producen en la región Noreste y Norte de la Pampa Bonaerense mientras que los déficit dominan en la región Sur y Oeste.

La misma técnica fue aplicada a las hipotéticas situaciones futuras de temperatura y precipitación que ocurrirían en condiciones de los escenarios A2 y B2. Los resultados mostraron que durante el verano se esperan déficits mayores en ambos escenarios en relación a la climatología actual mientras que en el otoño, el máximo exceso (alrededor de 60 mm) en el centro de la provincia de Buenos Aires que se observa en la actualidad, se redujo a 20 mm en el escenario A2. Los excesos previstos fueron de mayor magnitud que los actuales en los meses de invierno en ambos escenarios. En primavera, el déficit que se produce en la climatología en el noroeste de la pampa bonaerense, se incrementa sustancialmente en ambas simulaciones para los escenarios futuros, especialmente en noviembre y diciembre.

En resumen, los resultados muestran una tendencia hacia mayores situaciones de excesos hídricos en invierno y mayores déficits hídricos en el resto del año, especialmente en verano, en ambos escenarios cuando se los compara con los registros actuales. Es decir que existen indicios de que las situaciones críticas de inundación en invierno y sequía en verano, se vean reforzadas en el futuro, lo cual obliga a tomar recaudos y acciones con el fin de mitigar los impactos negativos de estos cambios.

Posteriormente a la Segunda Comunicación Nacional, esta metodología fue aplicada a la totalidad del territorio argentino al este de Los Andes. Los resultados mostraron que la disponibilidad de agua en el suelo anualmente se verá sustancialmente disminuida en la zona nor-occidental de Argentina subtropical, donde los déficits se incrementan marcadamente, especialmente en el escenario A2. Esta disminución de agua disponible se presenta en todas las estaciones del año, aunque es más importante en primavera y verano. En el caso del verano, sobre todo en el escenario A2, la totalidad de Argentina subtropical presenta menor disponibilidad de agua y el área de exceso se reduce notoriamente. Con respecto a la zona noreste de Argentina subtropical, caracterizada actualmente por excesos hídricos anuales, no parece existir tendencia hacia mayores cambios. Sólo se observa una leve disminución de los excesos sobre todo en el escenario A2, en todas las épocas del año salvo en invierno.

Actualmente estamos abocados al estudio detallado de los cambios observados durante el último siglo en el régimen de precipitación en la llanura chaqueña y existen evidencias de zonas localizadas donde la lluvia tiende a disminuir debido probablemente al efecto combinado de los cambios naturales y la modificación de los usos del suelo.

#### Bibliografía

Costa A, González MH y Nuñez MN, M. 2007. Una aproximación a la disponibilidad de agua en el suelo en Argentina subtropical a fines del siglo XXI. Programa interuniversitario de la UBA para el Cambio Climático (PIUUBACC), 12 a 14 noviembre.

González MH y Nuñez, MN, 2007. Escenarios futuros en la pampa bonaerense en Argentina. Revista Digital Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 1607-6079 Volumen 8, N° 10. (<http://www.revista.unam.mx/ejemplares.html>).

González MH, Montroull N y Spennemann P, 2008: Características de la precipitación en la llanura chaqueña argentina. XII Reunión de Agrometeorología, Jujuy, Argentina.

Solman S, Nuñez MN and Cabré MF, 2007. Regional Climate change experiments over southern South America. I: Present Climate. Climate Dynamics, 30:533-552.

Thornthwaite C y Matter J, 1955. The Water Balance, en Publications in Climatology VII, Drexel Ins. Of Tech., New Jersey, USA, 104 pp.

El sector productivo agrícola es uno de los sectores de mayor dinámica en el país, y, por sus características intrínsecas, uno de los más sensibles a los cambios del clima y sus impactos, en particular al efecto que sutiles cambios físicos pueden tener sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos, y los consecuentes impactos económicos de estos procesos.



**Graciela O. Magrin**

INTA Instituto de Clima y Agua.  
[gmagrin@cni.inta.gov.ar](mailto:gmagrin@cni.inta.gov.ar)



**María I. Travasso**

INTA Instituto de Clima y Agua  
[mtravasso@cni.inta.gov.ar](mailto:mtravasso@cni.inta.gov.ar)

## VULNERABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

El cambio climático podría afectar al sector agrícola en forma directa mediante la modificación de la productividad vegetal o en forma indirecta a través de su influencia sobre la presión de enfermedades, plagas y malezas. Además, procesos ajenos al cambio climático como la degradación de los suelos, la contaminación ambiental y la deforestación podrían intensificar los efectos del cambio climático sobre el sector.

Para la región Pampeana, los escenarios climáticos proyectan incrementos de temperatura, que serían de mayor magnitud en la zona norte, e incrementos leves de la precipitación en toda la región. Bajo estas condiciones, y si no se considera el efecto biológico del incremento de CO<sub>2</sub>, los rendimientos medios de

los cultivos de trigo, maíz y soja se verían levemente perjudicados, concentrándose las mayores pérdidas en el centro y norte de la región. Si se efectivizan los efectos del CO<sub>2</sub> los rendimientos de trigo y maíz se incrementarían levemente y la soja resultaría muy beneficiada.

En general, habría un equilibrio con mayor producción de granos en el sur y pérdidas en el norte, y el cultivo de soja sería relativamente favorecido. Estas tendencias pueden ser distintas en algunas zonas y existen incertidumbres originadas en los escenarios de precipitación, en los efectos reales de los cambios de concentraciones de CO<sub>2</sub> sobre la fisiología vegetal, y por la falta de consideración en el estudio de factores que afectan la productividad como plagas, enfermedades y malezas. A pesar de todo ello, podría esperarse que, por lo menos en el corto y mediano plazo, la productividad de los cultivos en la región pampeana pueda sostener sus niveles o inclusive incrementarlos. Sin embargo, el mayor desafío para sostener la productividad de granos del país será poder mantener la capacidad productiva de los suelos. En gran parte del área la tendencia a la súper especialización y al monocultivo esta aumentando la vulnerabilidad a las variaciones interanuales del clima. En otras, el cambio en el uso del suelo, el desmonte generalizado y la labranza de suelos de baja aptitud agrícola y pobres en materia orgánica, podrían inducir procesos de desertificación que impedirían el retorno a las antiguas condiciones de producción.

Ante esta situación será preciso tomar medidas para enfrentar no sólo la variabilidad y el cambio del clima sino también para evitar daños colaterales derivados de la degradación de los recursos naturales.

## MEDIDAS DE ADAPTACION

En el ámbito agrícola existen diversas medidas de adaptación para enfrentar las variaciones del clima, algunas relacionadas con el manejo del riesgo (como uso de pronósticos climáticos y sistemas de alerta temprana para la toma de decisiones, o uso de seguros agrícolas para compensar daños ocasionados por eventos climáticos severos), otras con el manejo del cultivo (cambios en fechas de siembra, y en monto y fecha de aplicación de fertilizantes y riego suplementario), o con la genética (uso de materiales resistentes al estrés hídrico y térmico). Hay medidas como la diversificación (de actividades, cultivos o manejos) que logran reducir el riesgo climático mediante compensaciones dentro del sistema de producción. Por otro lado, los manejos sustentables, que si bien no están dirigidos específicamente a reducir el riesgo climático logran el fin al disminuir la fragilidad de los sistemas, son una herramienta primordial para enfrentar especialmente a los eventos extremos.

Para la Región Pampeana una de las medidas más simples de adaptación sería el cambio en las fechas de siembra, aprovechando los períodos libres de heladas más extensos como consecuencia del aumento de temperaturas. Con aumentos de 2°C en la temperatura el calendario agrícola se podría extender alrededor de 2 meses, permitiendo adelantar hasta un mes la siembra de trigo y retrasar otro tanto la siembra de la soja.

En el centro-norte de la región se debería considerar el uso de riego suplementario ya que el aumento de temperatura conduciría a incrementar la demanda de agua de los cultivos y ésta no sería compensada por el leve aumento de las precipitaciones. La utilización de genotipos resistentes a los estreses climáticos (térmicos ó hídricos) sería otra opción en estas zonas.





*El planteo de manejos sustentables que incluyan por ejemplo, rotaciones de cultivos y uso reducido de labranza o labranza cero, favorecería las condiciones del suelo reduciendo el impacto de ciertos eventos extremos como lluvias muy intensas. Se ha demostrado que la rotación de cultivos, especialmente cuando se incluyen gramíneas, contribuye a mantener los niveles de materia orgánica del suelo impidiendo su degradación.*

*La constante evolución y mejora de los pronósticos climáticos y de los sistemas de alerta temprana contribuirá sin duda a facilitar la toma de decisiones de los productores. Una evaluación previa demostró que ante la variabilidad climática actual, el uso de pronósticos climáticos para planificar las siembras y los manejos incrementa los ingresos medios en alrededor del 5%.*

*Por último, es de esperar que los cultivos que hoy son tradicionales en la región Pampeana tiendan a expandirse hacia el sur, inclusive traspasando los límites pampeanos. También es muy probable que en las zonas centro y norte se incorporen cultivos actualmente limitados por las temperaturas. Ante estas circunstancias será necesario un re-ordenamiento planificado del uso del territorio según sus aptitudes ambientales.*

### 3.3 EL LITORAL / MESOPOTAMIA

En la región Litoral-Mesopotamia se han identificado cambios climáticos durante el Siglo XX, entre ellos cabe destacar el aumento de las precipitaciones medias anuales y de los caudales de los principales ríos. A futuro también se esperan cambios. En este sentido, algunas de los resultados del estudio sobre “Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos en la región del Litoral-Mesopotamia” incluido en la Segunda Comunicación Nacional, indican al respecto:

Entre los años 1956 y 1991 se produjo un aumento de las precipitaciones medias anuales mayor a un 10% en algunas zonas y hasta más de un 30% en otras. A su vez, el sur de la provincia de Corrientes, fue la zona en la cual se han producido las mayores tendencias positivas de precipitación con incrementos mayores a los 400 mm en los valores medios anuales.

La zona experimentó además, un desplazamiento de las isoyetas hacia el oeste como consecuencia del aumento de la precipitación media anual sobre toda la región. Este fenómeno permitió, entre otros, la expansión de la frontera agrícola hacia el oeste permitiendo la agriculturización desde La Pampa hasta Santiago del Estero. Anteriormente dichas tierras no podían ser utilizadas con fines agrícolas debido a que se encontraban en una zona semiárida.

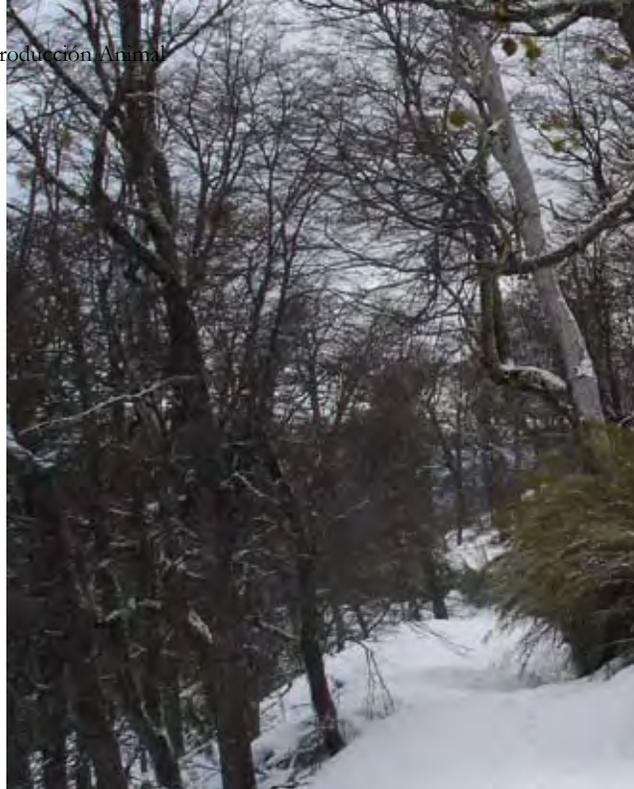
A partir de la segunda mitad de la década de 1960, los caudales de los grandes ríos de la Cuenca del Plata han aumentado sus caudales medios anuales, han intensificado las grandes crecidas y se han hecho extremas las grandes bajantes, particularmente del Paraná.

En los próximos años la región experimentará un aumento severo de déficit hídrico, con un gradiente de aumento hacia la zona del Noroeste. A diferencia de la situación actual, donde los sectores con déficit hídricos se limitan a la zona Oeste de las provincias de Formosa, Chaco y Santa Fe, para el escenario climático futuro A2, los sectores ubicados en el centro y este de la región tenderían a presentar déficit hídricos durante los meses de primavera y verano.

Los sistemas geohídricos del área serán sometidos a un fuerte stress a causa del cambio climático, debido a mayores requerimientos del volumen del recurso, disminución de la tasa de recarga y a un aumento significativo del riesgo de contaminación de los mismos. Asimismo, se estima que se presentarán situaciones que podrían afectar los sistemas hídricos subterráneos, vinculados al abastecimiento de agua para consumo humano y sectores productivos.

### 3.4 LA PATAGONIA Y CUYO

En las regiones Patagonia y Cuyo, se ha determinado que hubo una marcada tendencia positiva de temperatura, tanto en el piedemonte como en las zonas de montaña. Dicha tendencia fue mayor en la época invernal en comparación al período estival, lo que puede estar relacionado con el retroceso de los glaciares que se observa desde el Siglo XIX, con una pérdida importante de las reservas de agua. Si bien la influencia futura en los caudales de los ríos, no se conoce con certeza, es claro que ello afectará



la regulación de los caudales, lo que en un contexto de alta variabilidad interanual de las precipitaciones como el que se observa en la Cordillera de los Andes, podría llegar a resultar alarmante.



**Ing. José Armando Boninsegna**

Investigador Principal  
IANIGLA - CONICET  
pbonin@lab.cricyt.edu.ar

### IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OASIS DEL CENTRO-OESTE ARGENTINO

*En Argentina, los oasis del Oeste, en especial de la región de Cuyo y Norte de la Patagonia, son particularmente vulnerables al cambio climático por su dependencia de la disponibilidad de agua para riego y por la intensidad y concentración de sus actividades agrícolas.*

*Allí, el agua para regadío, para hidroelectricidad y para consumo humano se origina en la nieve y cuerpos de hielo de la Cordillera de los Andes. El ciclo hidrológico en los Andes Centrales depende de la cantidad de nieve caída en la cuenca, y de la*

temperatura. La fusión de la nieve produce mayores caudales en los meses de primavera y verano que disminuyen a un mínimo durante el invierno (foto 1).



Vista aérea de la Cordillera en la zona del Cerro Aconcagua. La foto fue tomada en enero del 2006. Se observa la persistencia de nieve en las regiones más elevadas.

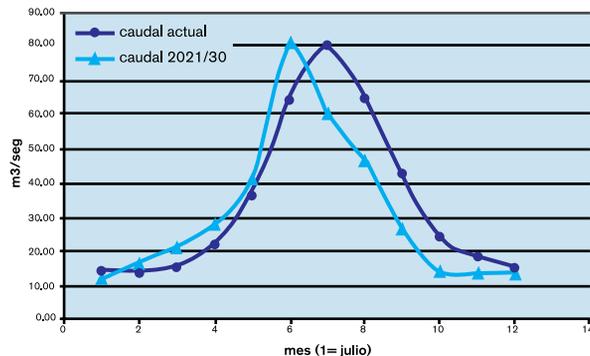
Evaluar el impacto del cambio climático global sobre los recursos naturales es uno de los desafíos científicos más apremiantes que enfrentamos. El aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera está forzando el sistema climático más allá de sus rangos naturales de variabilidad, lo que induce modificaciones en los regímenes térmicos e hídricos. Esto impacta en el manejo de los recursos tradicionales de las economías regionales.

En 2006, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, solicitó al Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) un informe acerca del impacto del cambio climático en el régimen hídrico de los ríos cordilleranos. Ese estudio se basó en dos escenarios usados por el PICC y en el reescalado de modelos de circulación atmosférica (Hadley Center, Inglaterra) realizados por el CIMA.

Las predicciones para la década 2021-2030 indican un aumento de la temperatura en toda la región del orden de 1.25 a 1.5°C, con disminución de la precipitación de nieve en la Cordillera de los Andes cercana a 100 mm de agua equivalente. También se predice un aumento de las precipitaciones en la región del piedemonte.

El análisis probabilístico del impacto sobre los caudales y el cambio del régimen hídrico para dicha década indica una disminución media del 13% del caudal de los ríos de las provincias de Mendoza y San Juan. Indica además una alteración del hidrograma con un desplazamiento de los picos de caudales hacia Noviembre y Diciembre y una fuerte disminución durante el verano tal como se observa en el gráfico 8.

Gráfico 8. Hidrograma actual y proyectado



Se observa el hidrograma actual en la estación Punta de Vacas y el proyectado para la década del 2021/30, con un aumento de la temperatura media de 1.5°C y una carga de nieve estimada según modelo de 505 mm equivalente = agua (100 mm menos que el promedio actual).

Los resultados indican la necesidad de mejorar la eficiencia del uso del agua para disminuir la vulnerabilidad resultante de la reducción de la oferta hídrica y de la alteración del hidrograma.

#### EL CAMBIO CLIMÁTICO TAMBIÉN AFECTARÁ LOS CULTIVOS INTENSIVOS DE LOS OASIS DE LA REGIÓN DE CUYO.

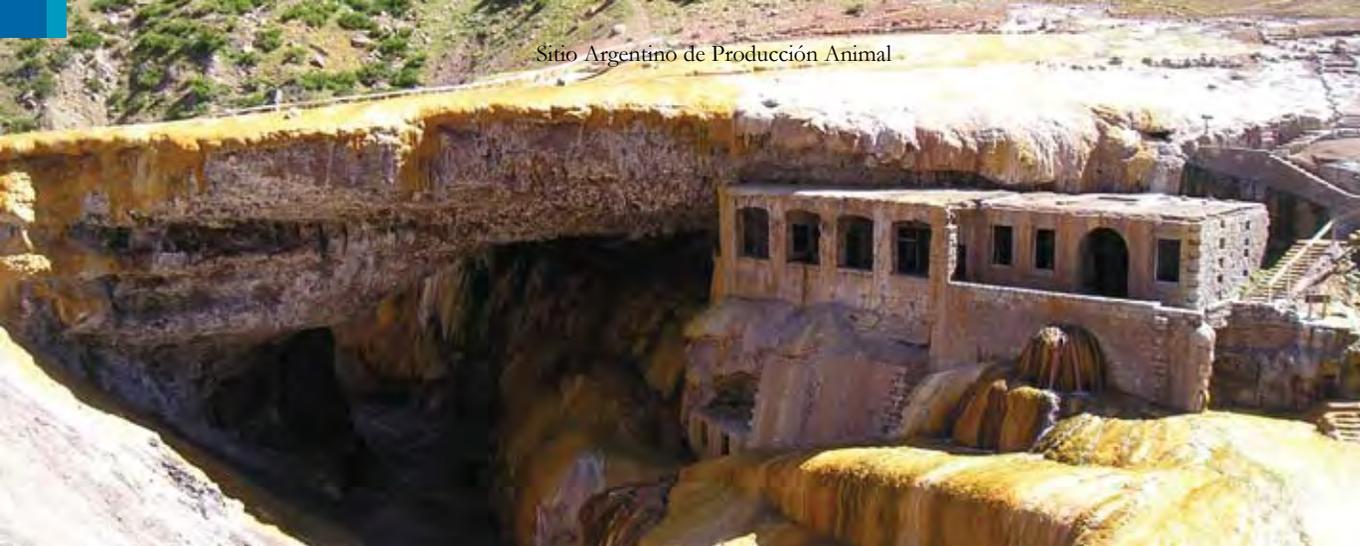
Para explorar la intensidad del impacto se deben analizar las variables climáticas y su evolución temporal a partir de modelos globales de circulación atmosférica reescalados a la zona de cultivo. Estudios previos para otras regiones del mundo indican la importancia de caracterizar no sólo los cambios en los estados medios del clima sino también la ocurrencia de extremos.

En los últimos años varios productos cuyanos han incrementado su volumen de exportación debido al mejoramiento de la economía y fundamentalmente por el aumento en la calidad de los productos.

Dos variables ambientales, precipitación y temperatura, controlan en gran medida la posibilidad, cantidad y calidad de las cosechas, afectando a las distintas especies y variedades de acuerdo a su repuesta fisiológica a estas variables climáticas. El incremento de la temperatura afectará entre otros procesos la respiración, la fotosíntesis, y la formación de sustancias directamente relacionadas con la calidad del producto.

En cultivos bajo riego, la disponibilidad de agua es esencial para la producción, un aumento en la eficiencia del riego podría mantener la provisión de agua, aún en condiciones de disminución de la oferta hídrica. Sin embargo, el aumento de precipitaciones primaverales podría incrementar la incidencia de enfermedades criptogámicas.

En cultivos como la vid, es importante no sólo la cantidad de agua, sino también la oportunidad o régimen de entrega. La posibilidad de aumento de precipitaciones en el verano y de torme-



*tas convectivas con mayor incidencia de granizo es un escenario probable que debe tenerse en cuenta.*

*Debe señalarse que la formación de nuevas variedades y/o adaptación de las existentes a nuevas prácticas de cultivo son procesos que requieren varios años antes de poder ser aplicados en gran escala.*

*La simulación de las condiciones futuras y la experimentación para estudiar los cambios en la calidad y rendimiento de los cultivos aparecen como etapas lógicas e imprescindibles dentro de los procesos de adaptación al cambio y reducción de vulnerabilidad.*

Debido a que las precipitaciones en el piedemonte andino se caracterizan por ser escasas y prácticamente no influyen en los caudales medios de los ríos que dan lugar a los oasis de riego, la economía cuyana y su viabilidad dependen ampliamente del agua que se origina en las nieves y glaciares cordilleranos y que luego llega a los ríos de la región. El régimen de precipitación en la Cordillera presenta un máximo nivel en los meses de invierno y un mínimo en los meses de verano, pero su aporte a los ríos se produce principalmente a partir de la primavera a causa del derretimiento de las precipitaciones nivales y, eventualmente, del deshielo de los glaciares.

Para Cuyo, los diferentes escenarios climáticos muestran bastante concordancia entre sí, indicando un descenso de las precipitaciones sobre la zona de la Cordillera de los Andes y Chile para el resto del siglo. Estas tendencias decrecientes se vienen registrando desde comienzos del siglo pasado. Además, los escenarios indican un calentamiento del orden de 1°C, con el consiguiente aumento de la demanda debida a la mayor evapotranspiración de los cultivos.

Cabe destacar que la mayor demanda de agua para riego se produce en el verano, por un aumento de la evaporación, pero también por el tipo de cultivos (frutales y viñedos) predominantes en la región. El análisis de la tendencia futura de los ríos cuyanos, indicó que el hidrograma anual de estos ríos continuará modificándose con aumento del caudal relativo en invierno y primavera y disminución en el verano y otoño. A su vez, el cambio del hidrograma anual se sumaría a la reducción de los caudales, agravando los efectos potenciales del cambio climático global en los oasis de riego.



**Pablo O. Canziani**

*Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global  
Instituto para la Integración del Saber  
Pontificia Universidad Católica  
Argentina / CONICET*

## LA VITIVINICULTURA Y ALGUNAS RELACIONES CON LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CUYO Y PATAGONIA

*La vitivinicultura es una agroindustria importante en la República Argentina, inserta en la actividad vitivinícola mundial: 9na por área cultivada, 8va por toneladas de uva cosechada. Argentina es el 5to productor mundial y el 9no exportador de vino. Es una actividad de gran arraigo cultural, de creciente importancia económica, per se, y como multiplicadora de actividades económicas, entre ellas el turismo y el agroturismo.*

*La actividad abarca desde la provincia de Salta atravesando las provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza, hasta las de Neuquén, Río Negro e inclusive Chubut. Se realiza bajo una amplia variedad de condiciones climáticas y ambientales. La*

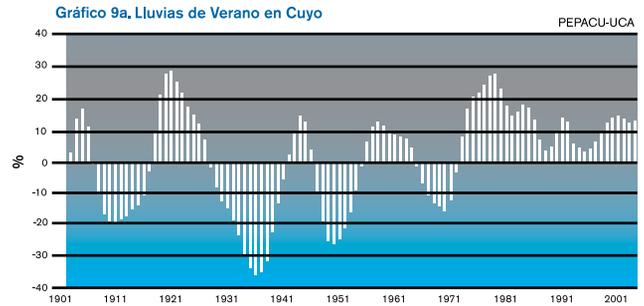
zona vitivinícola más importante se encuentra en Cuyo, Mendoza y San Juan. La zona del Alto Valle, en Patagonia norte, presenta un importante desarrollo en los últimos años. Desde 1990 la actividad ha concretado un importante proceso de reorganización



y modernización tecnológica, y búsqueda de nuevos productos y mercados internacionales.

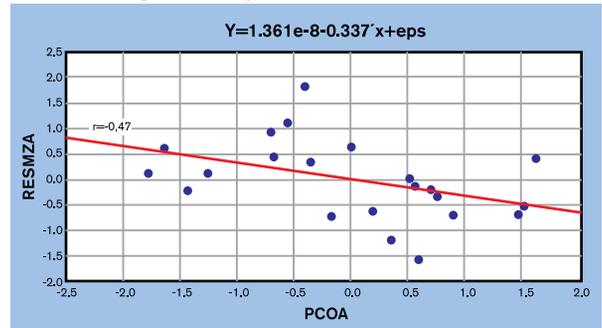
Los rindes, calidad del vino y sus variaciones entre cosechas, luego de considerar aspectos permanentes o casi-permanentes, como el tipo de suelo cultivado, la adaptación de las cepas a estos y los procesos de vinificación, son determinados básicamente por la variabilidad climática. Inclusive el nivel de alcohol en los vinos es afectado por los niveles de radiación ultravioleta. Esta agroindustria es por lo tanto vulnerable a procesos de variabilidad y cambio climático: cambios de temperatura ya observados y potenciales a futuro, disponibilidad de agua, sea en forma de precipitaciones directas o para el riego (agua de deshielo), adelgazamiento de la capa de ozono, eventos extremos (tormentas severas y granizo) que afectan a la planta y las bayas en diversas etapas de su desarrollo. Ante la importancia económica y socio-cultural de la actividad en las regiones donde se la implementa, estos procesos y fenómenos climáticos, cuyos impactos en la vid y en la calidad de los productos derivados es necesario determinar con precisión, implican importantes consecuencias socio-económicas. Por ello, es esencial considerarlas para definir políticas de adaptación ante los escenarios del cambio climático.

Existen evidencias de variaciones en la producción de vid en función del clima en el pasado. Se están realizando estudios para evaluar algunos de los impactos de dichos procesos. El gráfico 9 a, muestra la variación de la precipitación en el centro-oeste argentino durante el Siglo XX, y la relación entre las variaciones en la producción de uva en Mendoza y las anomalías de precipitación en el centro-oeste. Se observa una relación inversa entre precipitación y producción, por lo cual si se registra un incremento de situaciones que favorecen un aumento de precipitación directa en la región cultivada, la producción de uva se vería reducida. Por otra



parte, una reducción de la precipitación nival invernal en la cordillera afectaría la disponibilidad de agua para riego en la primavera y verano. El gráfico 9 b, muestra como la alteración de variables meteorológicas ocurridas en las décadas de 1970, 1980 y 2000 afectaron indicadores fenológicos seleccionados que definen el tipo de vid que se puede cultivar en una región dada, calculados para una serie de estaciones meteorológicas de la Patagonia. Se observan cambios, en algunos casos significativos, para todas las localidades. En algunas localidades se evoluciona desde una situación no apta para el cultivo de la vid hacia una situación que

Gráfico 9b. Diagrama de dispersión



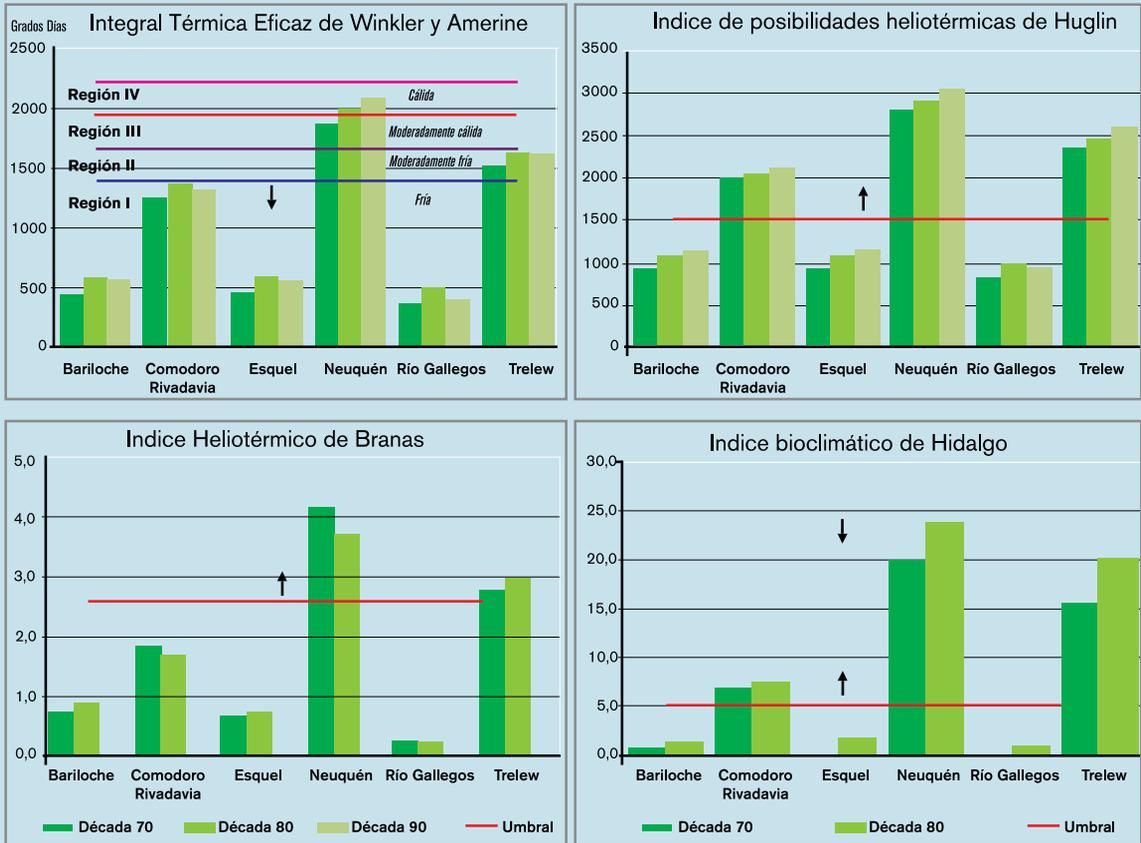
Producción de uva en Mendoza (RESMZA) comparado con la precipitación en el centro-oeste de Argentina, en ambos casos función de la desviación estándar de las medias respectivas.

lo permite con vides aptas para climas fríos o templados. En Neuquén se observa que la región habría de ser apta para vides de climas templados a vides de clima cálido.

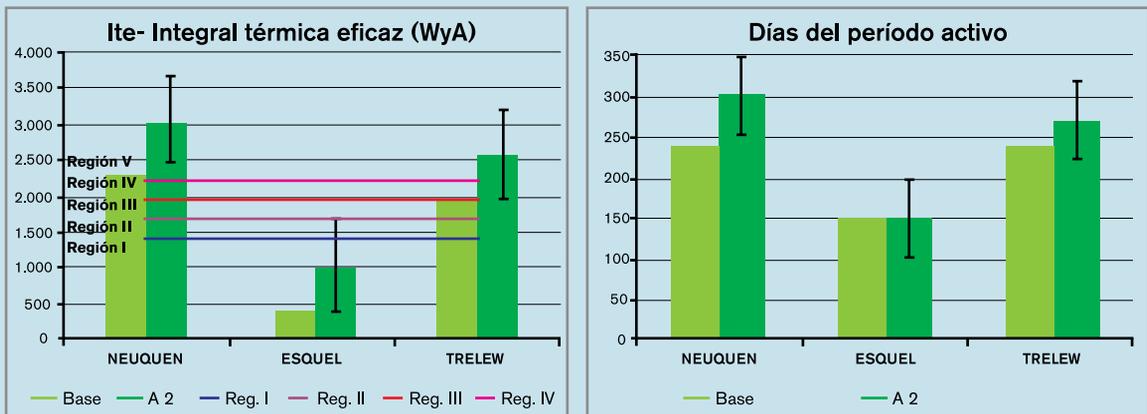
La aplicación de escenarios futuros (A2) a la vid mediante la estimación de indicadores fenológicos demuestra las posibles diferencias entre el periodo de base (1960-1970) y 2070-2080 (gráficos 10 y 11). En Esquel no se prevé una evolución que permita su cultivo. Sin embargo en Neuquén la situación podría pasar de ser hoy favorable a una que no permita la actividad en el futuro. Sin embargo los cambios podrían favorecer la actividad en Trelew, donde se están realizando cultivos experimentales.

Estos estudios preliminares demuestran la necesidad de profundizar estudios regionales específicos en cada zona productiva para determinar el estado actual de la actividad, su relación con

**Gráfico 10. Conjunto de indicadores fenológicos de la vid para localidades seleccionadas de la Patagonia para las décadas de 1970, 1980 y 1990.**



**Gráfico 11. Indicadores fenológicos (Índice Winkler y cantidad de días del periodo activo) comparando el estado presente y la situación potencial para el periodo 2070-2080 para el escenario A2.**



la variabilidad y tendencia climática, y contar con modelos climáticos regionales de alta resolución para evaluar impactos de escenarios futuros en las próximas décadas.

**Referencias**

Agosta, E.A. and Compagnucci R.H., 2008: The 1976/77 Austral Summer Climate Transition Effects on the Atmospheric Circulation and Climate in southern South America. J. Clim.  
 Barbero, N., C. Rössler, and P.O. Canziani, 2008, Cambio Climático Y Vi-

icultura: Variabilidad Climática Presente y Futura y Aptitud Vitícola en 3 Localidades de La Patagonia, *Enología*, 5, 1-8.  
Prieto, R, and R. Herrera, 2003, Archival Evidence For Some Aspects Of Historical Climate Variability In Argentina And Bolivia During The Last Four Centuries, 133-137, *Ianigla 1973-2002*. Como en el caso de Cuyo,

Como en el caso de Cuyo, la región del Comahue se caracteriza por una extrema aridez, aunque la zona próxima a la Cordillera presenta precipitaciones abundantes. De este modo, los ríos se nutren tanto de los deshielos de primavera y verano como de las lluvias importantes de otoño e invierno.

En todos los casos se observa una marcada tendencia negativa en los últimos 20 años de registro con importantes reducciones del caudal medio anual de hasta el 30%. Estos resultados son coincidentes con los observados para la región de Cuyo y han afectado significativamente la generación de energía hidroeléctrica, hasta en un 40% con respecto a la que se hubiera producido con la actual infraestructura en la década de 1940, sin olvidar que la producción hidroeléctrica de esta región es de gran importancia para el país ya que constituye el 26% del total.

En el caso de los valles del Comahue, los caudales de los ríos continuarán con una tendencia decreciente con la consiguiente reducción de una fracción importante de la generación hidroeléctrica del país.

Por otro lado, no se esperan reducciones de los caudales de los ríos más australes de la región Patagónica. Esta situación resulta ampliamente favorable, debido a que el agua en la Patagonia es un factor condicionante del desarrollo económico regional que sólo se puede dar a partir de los ríos que nacen en la Cordillera de los Andes.

### RETROCESO DE GLACIARES

*Los glaciares son reservorios naturales de agua en estado sólido, que almacenan agua en invierno principalmente por precipitación en forma de nieve y la liberan en verano por la fusión superficial de la nieve y el hielo. La República Argentina cuenta con un gran número de glaciares que se extienden a lo largo de la Cordillera de los Andes, desde Salta hasta Tierra del Fuego.*

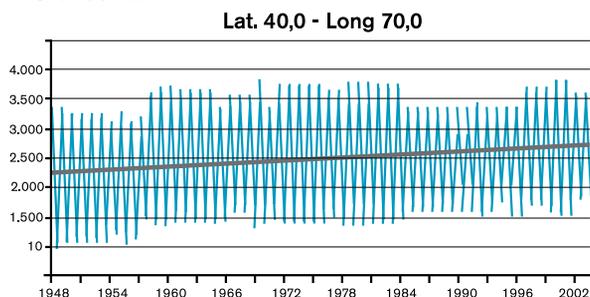
*El balance de masa glaciar es el resultado de la suma de la acumulación y ablación. La acumulación implica los procesos que aportan masa al glaciar, y la ablación implica procesos de quita. En cuanto a la acumulación, el proceso más significativo es la precipitación en forma de*

*nieve. En cambio, la pérdida de masa de un glaciar se da principalmente por fusión de hielo superficial durante los meses de verano y por desprendimiento de témpanos.*

*La cubierta de hielo terrestre del planeta ha ido respondiendo a los cambios del clima del último siglo, lo cual es posible observar claramente en los glaciares de montaña. A partir del aumento de las temperaturas durante los últimos 100 años los glaciares de montaña han disminuido su tamaño al punto que algunos ya han desaparecido. Dicha reducción es considerada una de las principales evidencias del cambio climático. En este sentido, los glaciares además de constituir un importante recurso hídrico y turístico, son considerados indicadores del cambio climático.*

*Cabe destacar que en el Hielo Continental Sur (HPS), que Argentina comparte con Chile, de 50 glaciares sólo uno está creciendo, otro está en equilibrio y 48 están retrocediendo. Este retroceso se observa también en la región de Cuyo y en ambos casos es concordante con el ascenso del nivel de la isoterma de cero grado, como se puede ver en el gráfico 12.*

Gráfico 12.



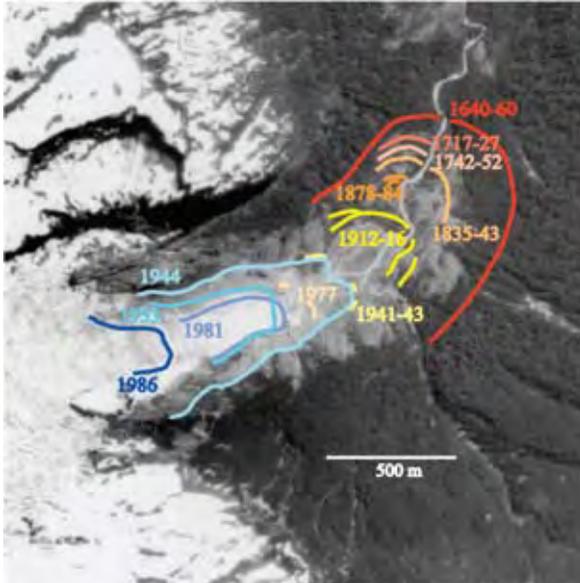
Altura de la isoterma de 0°C (metros) en 40° S; 70° O, calculada en base a los reanálisis NCEP/NCAR (Nuñez, 2005). Fuente: 2CN.

*La mayoría de los glaciares de la Patagonia Argentina han mostrado un marcado retroceso durante los últimos años debido al cambio climático regional, a excepción de dos de ellos: Perito Moreno y Spegazzini. Los glaciares Alerce, Upsala, Frías, Lanín y Complejo Onelli-Bolados, son algunos de los que han sufrido una significativa disminución de su tamaño.*

*En el caso del Glaciar Frías, presentó su máxima extensión alrededor del año 1650. La velocidad de retroceso de este glaciar aumentó en forma significativa a partir del año 1970, en coincidencia con el aumento de la tempera-*

tura del aire en la región, como se señala en la figura 1. El análisis de imágenes satelitales recientes señala que el retroceso continuó desde el año 1986 hasta el 2006. En este intervalo de tiempo de 19 años el área del glaciar Frías disminuyó en 0.4 km<sup>2</sup> (de 7.1 km<sup>2</sup> a 6.7 km<sup>2</sup>), y la lengua glaciaria retrocedió en su parte central otros 650 m aproximadamente, lo cual indica un aumento marcado del retroceso del glaciar en las últimas dos décadas.

Figura 1.



Fuente: Ricardo Villalba. IANIGLIA.

Por otro lado, el glaciar Upsala en 1986 tenía una extensión de 902 km<sup>2</sup>, siendo uno de los mayores glaciares que integra el HPS (Hielo Patagónico Sur). Sin embargo, es el glaciar de la cuenca hídrica del Río Santa Cruz que ha sufrido el mayor retroceso en las últimas tres décadas. Su superficie disminuyó de 902 km<sup>2</sup> en 1986 a 869 km<sup>2</sup> en 2005, o sea un 3.7% en 19 años. El retroceso y adelgazamiento observado en las últimas décadas se vincula al cambio climático regional. Ver figura 2.

Como se puede observar en la figura 3, el Glaciar Perito Moreno es uno de los glaciares del Hielo Continental Sur que actualmente no se encuentra en retroceso, pero seguramente estará en peligro si continúa la tendencia de calentamiento en toda la región.

Figura 2.



Glaciar Upsala, Lago Argentino, con las respectivas posiciones en 1968 (rojo), 1986 (amarillo) y 1997 (azul). BU: Brazo Upsala; LG: Lago Guillermo; LTO: lengua Terminal oeste; LTE: lengua terminal este; LME: lago marginal este.  
Fuente: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Vulnerabilidad de la Patagonia y Sur de las Provincias de Buenos Aires y La Pampa.

Figura 3.



Variación de las posiciones del frente del Glaciar Moreno a través de los años; 1947 (negro), 1986 (rojo), 1997 (azul) y 2004 (amarillo).  
Fuente: Comunicación Nacional de Cambio Climático: Vulnerabilidad de la Patagonia y Sur de las Provincias de Buenos Aires y La Pampa. Informe Final, 2006.

El aumento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones en la zona cordillerana durante el Siglo XXI, determinará el futuro retroceso de los glaciares.

*Aunque no se cuenta con modelos para el pronóstico del comportamiento de los glaciares de la región, la retracción significativa de los glaciares a lo largo de los años implicará la pérdida de importantes valores paisajísticos. Se espera que a partir del derretimiento de la mayoría de los glaciares se produzca una modificación del paisaje y un cambio en sus características naturales, afectando el entorno original del lugar.*

*Cabe resaltar que los glaciares de la zona Noroeste de la Patagonia Andina no influyen en la escorrentía de los ríos de la región, mientras que los glaciares del HPS regulan los caudales de los respectivos sistemas hídricos. Ellos constituyen, además, una importante fuente de alimentación de ríos, lagos y aguas subterráneas, por lo tanto el retroceso de los glaciares podría afectar la disponibilidad de agua de los recursos hídricos. El resultado del análisis del retroceso de los glaciares determinó que los mismos no han aportado significativamente al caudal de los ríos de la zona norte de la Patagonia, pero sí lo han hecho en un 10% al caudal del río Santa Cruz en el sur de la Patagonia Argentina.*

*En este sentido, la futura evolución de los glaciares no parece ser demasiado significativa en relación al aumento de los caudales medios anuales. Sin embargo, no está aún claro de que manera influirían esos cambios en la regulación estacional e interanual de los ríos. Debido a la gran probabilidad de que continúe el retroceso de los glaciares, se espera que se produzca un aumento temporario del caudal de los ríos de la Cuenca del río Santa Cruz.*

La franja cordillerana húmeda del Comahue y norte de la Patagonia cuenta con grandes bosques naturales de gran belleza que son un importante recurso paisajístico y ecológico, y están sometidos a diversas presiones antrópicas, a la reducción de las precipitaciones y al aumento gradual de la temperatura. Estas dos tendencias se hacen sentir en el ecotono entre el bosque y el monte, y su persistencia durante las próximas décadas podría favorecer el avance del monte patagónico sobre el bosque. Este bosque se encuentra también bajo el estrés del fuego, generalmente de origen humano, el que bajo condiciones más secas y cálidas tendría mayor oportunidad de originarse y propagarse.

## 3.5 RECURSOS NATURALES

Los ecosistemas naturales se encuentran expuestos a diversas presiones, como ser la fragmentación, la contaminación, la caza ilegal y la degradación, entre otras.



**H. Ricardo Grau**

Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán – CONICET  
chilograu@gmail.com

### EFFECTOS DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL USO DEL TERRITORIO SOBRE LOS BOSQUES SUBTROPICALES DEL NOROESTE ARGENTINO

*Dos de los principales componentes del cambio ambiental global son el cambio climático y el cambio en uso del territorio. Ambos procesos se han acelerado simultáneamente durante el último siglo y, como consecuencia, en el presente los ecosistemas cambian con rapidez, reflejando la interacción entre clima, uso humano y vegetación. Para adaptarnos y responder a los desafíos que plantea el cambio global es necesario entender la compleja dinámica de estas interacciones a escala regional y local.*

*La abrupta topografía del noroeste argentino da origen a una gran diversidad de ecoregiones (desiertos, prados altoandinos, bosques secos de llanura, y bosques y selvas de montaña). Todos estos ecosistemas son afectados por dos procesos de cambio regionales: (1) el cambio climático, reflejado en un incremento en las precipitaciones durante la segunda mitad del Siglo XX, y (2) una tendencia a la urbanización de la población humana asociada a la concentración de la agricultura moderna y tecnificada en suelos fértiles de llanura y a la desintensificación del uso agrícola ganadero en zonas de montaña y desiertos. Estos dos procesos de cambio influyen de manera diferencial en los ecosistemas de la región y en particular en la dinámica del límite de distribución de los bosques.*

*El efecto más dramático de la combinación de cambios climáticos y de uso del territorio ha sido la expansión agrícola sobre el bosque chaqueño, iniciada a principios de los '70, en parte como consecuencia del aumento de las precipitaciones que expandió el área potencial de cultivos de secano. La modernización tecnológica, incluyendo la adopción de cultivares transgénicos de soja resistentes a herbicidas, y el sostenido aumento de la demanda*

global de alimentos permitieron aprovechar este incremento de las lluvias, generando grandes beneficios económicos para la región pero también la deforestación de aproximadamente 4 millones de has en los últimos 35 años.

En contraste, mientras la agricultura moderna se expande sobre los bosques secos de llanura, en muchas zonas de montaña se produce una desintensificación de la ganadería extensiva y un abandono gradual de la agricultura marginal. La interacción entre desintensificación de uso antrópico y aumento de las precipitaciones tiene efectos ecológicos que varían entre ecosistemas. Por ejemplo, en los valles secos de montaña de la quebrada de Humahuaca situados a más de 2000 m de altura, se observa que la especie leñosa más importante, el Churqui (*Prosopis ferrox*) se ha expandido en respuesta al aumento de las lluvias y la disminución de la densidad de caprinos y ovinos. También en los pastizales antrópicos de las montañas húmedas vecinas a San Miguel de Tucumán (la mayor ciudad de la región) se observa que la desintensificación ganadera favoreció la expansión del bosque de Yungas. Pero aquí el aumento de las lluvias parece asociarse a otro cambio ecológico: la invasión por especies exóticas. Los nuevos bosques son fuertemente dominados por *Ligustrum lucidum*, una especie asiática de rápido crecimiento.

Cuando los bosques limitan con pastizales afectados por fuegos recurrentes, el efecto de los cambios regionales se hace más complejo. En distintos estudios en ecosistemas de Chaco y Yungas, el simultáneo aumento de las lluvias y disminución de la densidad ganadera muestran un efecto similar: un aumento de la frecuencia de fuegos asociado a la alta producción y disponibilidad de pastos secos que actúan como combustible. Sin embargo, la respuesta de la vegetación varía. En las sabanas del Chaco y en los pastizales degradados de las selvas montañas la mayor frecuencia de fuegos limita la expansión del bosque y favorece la persistencia de vegetación dominada por pastos combustibles. En contraste, en el límite superior de las Yungas, por encima de los 2000 m de altitud, el fuego reduce la competencia de los pastos y permite que árboles de rápido crecimiento y mucha demanda de luz y agua (ej. el aliso, *Alnus acuminata*), puedan aprovechar los años lluviosos para expandirse sobre el pastizal de neblina.

## CONCLUSIÓN

Estos ejemplos muestran que la respuesta de los distintos ecosistemas al aumento de las lluvias es diferente cuando difieren los usos del territorio, el régimen de fuego, y las características ecofisiológicas de las especies dominantes. Estas diferencias implican que los beneficios ecológicos de los ambientes naturales para la población humana o "servicios ecosistémicos" también varían en respuesta al cambio climático. Mientras el Chaco se ha transformado en una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero de la región por la deforestación, la vegetación de montaña parece estar recuperándose y consecuentemente mejorando su capacidad protectora de las principales cuencas hídricas. De la misma manera, mientras la biodiversidad es amenazada en zonas de deforestación o de invasión de especies exóticas asociadas al cambio climático, en otras zonas se reducen las ame-

nazas por la desintensificación de la ganadería y de la caza de subsistencia, y protección del ganado.

## ESTUDIO DE CASO

Efectos distintos del cambio climático en los ecosistemas del noroeste argentino. En el Chaco el aumento de las lluvias favoreció la deforestación por expansión agrícola (foto 2 deforestación de bosque chaqueño para siembra de soja en Anta, Salta). En ecosistemas de montaña, el aumento de las lluvias simultáneo a la desintensificación ganadera, favoreció la expansión de vegetación boscosa (foto 3, churquis en la Quebrada de Humahuaca).

Foto 2.



Foto 3.



El cambio climático se sumará y actuará de manera sinérgica a estas presiones perjudicando la adaptación de las especies a las nuevas condiciones climáticas. En este contexto la biodiversidad podría verse seriamente afectada.



Lic. María Graziani

Dirección Nacional de Conservación  
de Áreas Protegidas  
Administración de Parques Nacionales

## CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

*El clima es el principal factor que controla las pautas de la vegetación y la estructura, productividad y composición de los sistemas ecológicos. Las especies pueden reproducirse y crecer con éxito únicamente dentro de un rango específico de temperaturas, y responder a determinadas cantidades y patrones de precipitación.*

*Durante las últimas décadas se ha producido un impacto apreciable del cambio climático regional en los sistemas biológicos. Por un lado, los cambios en los tipos, intensidad y frecuencia de los fenómenos climáticos extremos y las consecuencias de algunos de estos fenómenos como por ejemplo, los desplazamientos de los suelos y los incendios, han afectado a los ecosistemas, su productividad y composición específica. Por otro lado, se han observado impactos a nivel de las especies asociados con cambios en las variables climáticas. Estos impactos incluyen cambios en la distribución de las especies y los tamaños de las poblaciones; en el tiempo de acontecimientos biológicos, es decir la fenología; y en la morfología, fisiología y conducta.*

*Frente a cambios en las condiciones climáticas los organismos pueden extinguirse localmente o pueden mostrar resistencia cuando son capaces de moverse y/o refugiarse en hábitats más favorables, o permanecer y prosperar en sus sitios adaptándose. La flora y fauna podrá moverse de sitio y podrán surgir nuevos patrones biogeográficos. El valor global de las Áreas Protegidas (APs) de conservar la biodiversidad, radica en que son los sitios que las especies necesitan para sostener su resiliencia al cambio climático.*

*Muchas de las especies del planeta ya se encuentran en riesgo de extinción debido a las presiones de las actividades humanas y a factores naturales. El cambio climático se añade a estas presiones, es decir que el riesgo de extinción va a aumentar para muchas especies debido a las interacciones con el cambio climático.*

*La Administración de Parques Nacionales (APN) es el organismo encargado de garantizar la conservación del patrimonio natural de todos los argentinos. En la actualidad, APN conserva unas 3.659.590 ha. distribuidas en 35 áreas protegidas, y hay varias en proceso de ser incorporadas al sistema. Los efectos*



*del cambio climático sobre estas áreas y las especies que albergan están en función de su vulnerabilidad. La vulnerabilidad de las especies esta definida esencialmente por su distribución, la capacidad de dispersión, la susceptibilidad a las variables climáticas y eventos extremos en función de la flexibilidad de su respuesta fisiológica; la especialización de su nicho y la restricción de su hábitat. Las especies endémicas y con características fisiológicas o fenológicas particulares son potencialmente vulnerables, así como las que tienen relaciones tróficas, simbióticas, co-evolutivas o sincrónicas con otras especies.*

*En cuanto a las Áreas Protegidas, son potencialmente vulnerables aquellas localizadas en las zonas donde se registren los mayores cambios de temperatura y precipitación según los escenarios climáticos y con mayor ocurrencia de eventos extremos. Del mismo modo, son vulnerables los ecosistemas restringidos geográficamente, los de altas montañas, los humedales, los pastizales y los ambientes costeros y sobre permafrost. Es decir, que las APs de menor superficie son particularmente vulnerables (por ej. Otamendi, San Antonio), así como las marino-costeras (por ej: Monte León, Campos del Tuyú), las localizadas en áreas montañosas (ej: Calilegua, Baritú, Laguna de Los Pozuelos) y las que protegen grandes masas de hielo y glaciares (por ej: Perito Moreno, Los Glaciares).*

*El foco de la conservación de la biodiversidad para contribuir a las medidas de adaptación frente al cambio climático radica en fortalecer la resistencia natural de las especies y los ecosistemas. Esto se logra manteniendo y fortaleciendo procesos naturales y la conectividad a escala de paisaje, a través del concepto de integración para el manejo dentro y fuera de las APs. Puntualmente, implica la ampliación del sistema de APs aumentando la superficie, la protección de corredores biológicos que permitan migración y la reducción de las amenazas en el entorno de las áreas bajo protección. Sin embargo, en conservación y cambio climático no sólo debemos hablar de adaptación. El cambio climático amenaza a la biodiversidad, pero la biodiversidad puede contribuir a moderar el impacto del mismo. Es esencial la integración de las políticas y programas de conservación con los de desarrollo, a través de herramientas como el ordenamiento territorial. Protegiendo la diversidad biológica aumentan las capacidades de mitigación del cambio y adaptación al mismo.*

El cambio climático podría provocar una modificación en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, la aparición de biomas nuevos y la extinción de especies.



**Juan Casavelos**

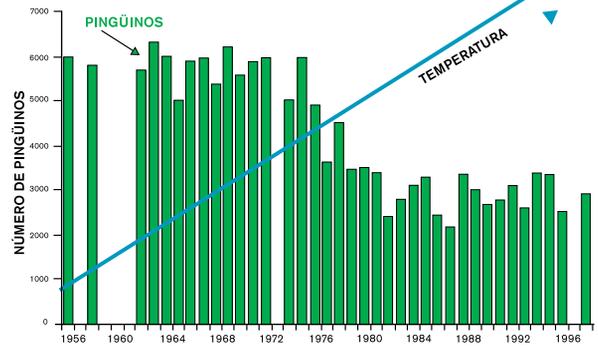
Fundación Vida Silvestre Argentina  
[www.vidasilvestre.org.ar](http://www.vidasilvestre.org.ar)

## PINGÜINOS EN FUGA

El cambio climático se manifiesta en el Polo Sur, especialmente en la Península Antártica de modo mucho más intenso que en cualquier otra parte del mundo. Allí se ha registrado el aumento más importante y rápido de la temperatura media, 2,5°C en los últimos cincuenta años. Se trata de un aumento cinco veces superior al registrado en el resto del planeta (0,6°C desde el inicio de la Revolución Industrial, a mediados del Siglo XIX). Si la actual tendencia de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) no se revierte, las consecuencias se manifestarán pronto e irreversiblemente. La Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA) coordina un proyecto global para promover la conservación en "El Continente Blanco" y mitigar el cambio climático y sus impactos en otros ecosistemas marinos y costeros.

Los pingüinos son el ícono indiscutible que representa la extrema belleza de la Antártica. El total de las 17 especies de pingüinos viven en el hemisferio sur, pero sólo cuatro de ellas habitan únicamente en el Océano Austral en el continente antártico.

**Gráfico 13. Disminución de la población de pingüinos a través de los años.**



### EL FUTURO LLEGÓ Y DINAMITA A LOS PINGÜINOS

El estudio realizado por FVSA, combina el estado del arte de los modelos climáticos con los más recientes hallazgos científicos sobre la ecología de poblaciones de pingüinos antárticos; las conclusiones demuestran la amenaza que sufren estas aves.

La investigación marca la disminución del 50% de las colonias de pingüinos emperadores y el 75% de los pingüinos de adelia si la temperatura global se incrementa 2°C en comparación a los



niveles preindustriales. Estos 2°C podrían alcanzarse en menos de 40 años y, en consecuencia, se reduciría la cobertura y el espesor del hielo marino, dificultando la cría y alimentación de algunas especies de pingüinos antárticos.

El pingüino emperador (*Aptenodytes forsteri*) y el pingüino de adelia (*Pygoscelis adeliae*) son las dos únicas especies 100% antárticas, es decir habitan exclusivamente en el continente antártico. Su hábitat natural son las aguas cubiertas por hielo marino durante gran parte del año que se forma en los océanos polares por el congelamiento del agua de mar.

Otras especies de pingüinos, como el pingüino real (*A. patagonica*), el Macaroni (*Eudyptes chrysolophus*), el papúa (*P. papua*) y el pingüino de barbijo (*Pygoscelis Antártida*) pueden sobrevivir sin hielo marino.

#### **Pingüino emperador**

Las plataformas de hielo proporcionan la delgada superficie donde habitan los pingüinos emperadores, que es la especie de mayor peso y tamaño; esta especie tiene muchas dificultades para escalar los acantilados o amontonamientos de hielo o rocas donde anidan y cuidan a sus crías. La temporada de alimentación comienza en el otoño austral (Abril), una vez que se han formado las plataformas de hielo y continúa hasta mediados del verano siguiente (Diciembre).

Tanto los machos como las hembras se turnan para alimentarse en los estrechos de agua que se abren entre el hielo marino y las aguas del mar abierto. Luego de alimentarse, los adultos se preparan para el próximo invierno. Otra característica importante es que necesitan una superficie de hielo muy estable durante la muda del plumaje de los pichones ya que, durante las cuatro semanas que dura ese período de muda, pierden la impermeabilidad y mueren si caen al agua helada.

En Pointe Géologie, la población se redujo 50% en los últimos 50 años. La mayor mortalidad ocurrió durante fines de 1970 y no se ha recuperado hasta el momento.

En la Isla Dion, la colonia de pingüinos emperadores disminuyó de 250 parejas en 1960 a un remanente de 10 parejas en 2001 como resultado de la disminución masiva de hielo marino en la región.

#### **Pingüino de adelia**

El pingüino de adelia no incuba sobre el hielo marino, lo hace en tierra libre de hielo y nieve a poca distancia de la costa. Estos pingüinos son excepcionalmente ágiles fuera del agua, e inclusive pueden escalar pequeños acantilados. Utilizan pequeñas rocas de las morenas producidas por el retroceso de los glaciares para construir plataformas sobre las que nidifican. Las piedras mantienen los huevos y a los pequeños poyuelos lejos del barro húmedo y frío que se forma luego de la temporada de nevadas o de los arroyos que se forman por el derretimiento de glaciares o por la lluvia.



*Al igual que el pingüino emperador, busca para la temporada de muda de plumaje (antes del inicio del invierno) áreas de hielo estable por 3 ó 4 semanas.*

*Los pingüinos de adelia se reúnen en aproximadamente 160 colonias a lo largo de las costas heladas de la península y en las costas del continente antártico.*

*En el extremo norte de la costa de la Península Antártica, las poblaciones de estos pingüinos disminuyeron un 65% en los últimos 25 años. Allí, los inviernos registran un aumento de las temperaturas mínimas entre 5 y 6°C en los últimos 50 años, cinco veces más rápido que el promedio global.*

#### **Ultimo acto, un pingüino le dice a otro: 2°C es mucho!**

*En un escenario con un aumento de temperatura de 2°C en comparación a los niveles preindustriales en menos de 40 años, la cobertura de hielo marino disminuye en todo el Océano Austral, especialmente al norte donde la disminución de la cubierta de hielo resultará más pronunciada, como en Bahía Admiralty, Arthur Harbor y Pt. Geologie.*

#### **Pingüino emperador**

*En los escenarios mencionados ut supra esta especie sufrirá serias dificultades para encontrar áreas de cría y superficies de hielo más estables aún en las regiones más australes.*

#### **Pingüino de adelia**

*En los últimos 25 años las poblaciones de pingüinos de adelia han disminuido dramáticamente a lo largo de la costa noroeste de la Península Antártica debido a las mayores temperaturas y a la disminución del hielo marino. Esta tendencia se acentuará en otras regiones geográficas en un escenario de 2°C de calentamiento global. Existen colonias que podrían detener su crecimiento e inclusive desaparecer. Esto podría suceder particularmente con los pingüinos de adelia de la región de la Península Antártica y del este de la Antártida.*

#### **RESILIENCIA PARA LA CONSERVACIÓN (Y VICEVERSA)**

*Un ecosistema sano responde mejor al cambio climático. En la Antártida los pingüinos están sufriendo grandes cambios en su hábitat. En algunos casos, a una velocidad sin precedentes, lo cual representa un desafío ciclópeo para estas carismáticas criaturas.*

*El proyecto "Cambio Climático en la Antártida" de la FVSA muestra el desafío que el cambio climático plantea a la conservación de la biodiversidad. Hasta no hace mucho, el fenómeno del cambio climático era abordado únicamente desde el punto de vista de la mitigación, poniendo el énfasis en lograr el compromiso político y corporativo para reducir las emisiones de GEI y evitar agravar la situación actual.*

*La cuestión es que la biodiversidad y los sistemas ecológicos no disponen de los mecanismos para acelerar y mejorar su capacidad de resiliencia para responder a las nuevas condiciones*

*generadas por el aumento de la temperatura media global, principalmente, debido a la rapidez con que se manifiesta el cambio climático.*

## 3.6 ASPECTOS SOCIALES

El cambio climático actuará sinérgicamente potenciando las vulnerabilidades ya existentes, incrementando a su vez las dificultades a las que se enfrentan los pobladores y sus posibilidades de desarrollo.



### **Amenazas y Oportunidades para la Salud Pública**

*Uno de los sectores más sensibles a los efectos del cambio climático es el de la salud humana. La salud de las personas está relacionada con la herencia genética, sus modos de vida, su exposición a factores ambientales locales y el acceso a la atención sanitaria. Esta caracterización, sin embargo, deja implícitos otros factores que, muchas veces por obvios, no parecen ser tenidos en cuenta: los "servicios" que provee la biosfera y que sustentan la vida. Entre ellos juega un papel no menor el sistema climático, fundamental para el mantenimiento de la vida.*

*Los seres humanos poseen la capacidad de adaptarse a vivir en una amplia diversidad de climas, desde los trópicos a los polos, y a su vez, el clima está ínti-*

mamente relacionado con la salud de las personas. Algunos efectos del cambio climático pueden ser beneficiosos, como por ejemplo, inviernos más benignos reducirán los picos estacionales de mortalidad, sin embargo, éstos parecen menos significativos que aquéllos con consecuencias negativas. Los impactos adversos directos, como el aumento potencial de las defunciones debidas a la mayor frecuencia y gravedad de las olas de calor son, evidentemente, más fáciles de predecir que los efectos indirectos. Estos últimos, mediados por la alteración de los ecosistemas, podrían consistir en limitaciones en el acceso a fuentes de agua, alteraciones en la capacidad de producción, almacenamiento y distribución de alimentos, cambios de los patrones de distribución de las poblaciones de vectores (dengue, fiebre amarilla, leishmaniasis, malaria, tripanosomiasis, etcétera), elevación del nivel del mar, o el desplazamiento de poblaciones, para citar solamente algunos particularmente destacados, son de más compleja aunque no imposible previsión.

La Argentina ha realizado algunos progresos en estos temas siendo todavía necesario un gran esfuerzo para evaluar adecuadamente los aspectos sanitarios de este fenómeno en el nivel regional, nacional y local para adecuar las condiciones de desarrollo y estimar razonablemente los efectos esperados y las condiciones necesarias para prevenir, mitigar, y adaptarse a sus consecuencias. Ya hemos vivido la experiencia de eventos extremos que han afectado gravemente a varias comunidades: su bienestar, seguridad y economía (alud en Cañada de Gómez, tornados en el sur santafesino, inundaciones en La Pampa, ciudad de Santa Fe y provincia de Buenos Aires, sequías en el centro oeste del país, etcétera). Estos antecedentes muestran claramente que el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable requieren enfoques particulares y exigen el desarrollo apropiado y la modernización de los sistemas de observación y monitoreo tanto de los aspectos geofísicos como humanos.

En síntesis, el cambio climático potenciará algunos problemas sanitarios que ya existen pero también traerá problemas nuevos e inesperados. Las respuestas estratégicas que debemos desarrollar deberían incluir la vigilancia de las enfermedades infecciosas y vectoriales para detectar eventuales cambios en su

distribución geográfica y patrones de transmisión tan prematuramente como sea posible; la preparación ante desastres; el desarrollo de sistemas de alerta temprana; el mejoramiento del control de la calidad del agua y el aire; la educación pública y de los líderes comunitarios, el fortalecimiento de la participación social a través de la integración comunitaria en la toma de decisiones y las acciones preventivas y de promoción sanitaria ante este tipo de eventos; la capacitación de los integrantes del equipo de salud para poder ofrecer respuestas eficaces y eficientes y, en términos más generales, el desarrollo de las herramientas necesarias, adaptadas a las condiciones locales, para realizar una gestión de la salud ambiental nacional de manera integrada y una planificación que permita anticiparse a los nuevos escenarios.

El cambio climático está intensificando los riesgos y las vulnerabilidades que afectan a las comunidades más pobres, al imponer una mayor tensión sobre las oportunidades de desarrollo debido fundamentalmente a la alta dependencia que estas poblaciones tienen con el clima.



**Claudia E. Natenzon**

natenzon@filo.uba.ar  
<http://pirna.com.ar>

## VULNERABILIDAD SOCIAL

El análisis de riesgo considera la vulnerabilidad social relativa a peligros específicos. El cambio climático plantea desafíos que pueden ser encarados con un análisis de este tipo, permitiendo identificar los niveles de dificultad y las capacidades de cada grupo social para enfrentar posibles consecuencias de estos procesos. Se pueden establecer así estrategias de prevención para evitar impactos negativos en las personas, sus bienes y sus actividades; o aprovechar tanto los posibles beneficios de la dinámica del clima como las medidas desarrolladas en la actualidad que permitirían una adaptación exitosa a las condiciones ambientales futuras.

La 2da. Comunicación Nacional presentó algunos avances sobre la distribución geográfica de la vulnerabilidad social en el país. En el informe correspondiente al estudio –Impactos Socioeconómicos Generales del Cambio Climático– se ha visto cuál era la población más vulnerable por provincias según el

Censo Nacional de Población 2001, en términos absolutos y relativos, considerando la población con altos niveles de necesidades básicas insatisfechas, sin cobertura de servicios de salud, bajos niveles educativos, sin trabajo, falta de acceso a agua corriente y cloacas; familias monoparentales, altos niveles de población pasiva transitoria –niños y ancianos– y viviendo en zonas sin presencia de transporte público.

Considerando valores absolutos (cantidad de población, de población en hogares y de hogares), las unidades administrativas con características más vulnerables eran el GBA, Buenos Aires sin GBA, Córdoba y Santa Fe. Les seguían Chaco, Salta y Tucumán. En el otro extremo, se encontraban Tierra del Fuego, Santa Cruz, San Luis, La Rioja, La Pampa, Chubut y Catamarca con muy baja vulnerabilidad social.

En cambio, tomando en cuenta un valor porcentual (cantidad de población con rasgos vulnerables sobre el total de población de cada unidad administrativa considerada), las provincias que presentaban valores más altos de vulnerabilidad social eran Santiago del Estero, Chaco y Formosa, seguidas de Corrientes, Salta y Misiones. En el otro extremo, Tierra del Fuego, Santa Cruz y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires presentaban valores muy bajos de vulnerabilidad social (Ver mapas 1 y 2).

El interés creciente de la sociedad en los problemas emergentes de la dinámica del clima ha generado nuevas iniciativas. En Mayo del 2007 se estableció una red internacional de investigadores (UCCRN-Urban Climate Change Research Network) por iniciativa del Centro de Energía, Transporte Marítimo y Políticas Públicas de la Universidad de Columbia, y del Instituto de Ciudades Sustentables de la Universidad de la Ciudad de Nueva York, con el objetivo de establecer un diagnóstico sobre

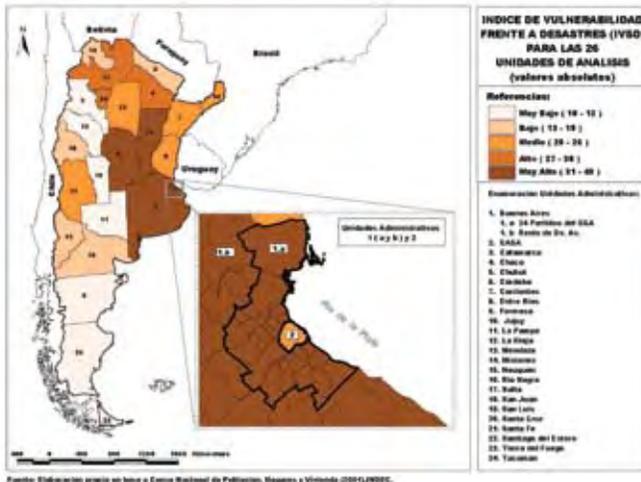
la situación de las ciudades en relación con probables impactos del cambio climático, cuáles son sus mayores vulnerabilidades y qué estrategias de adaptación a las nuevas condiciones deberían implementarse desde ahora para que la dinámica del clima no genere resultados desastrosos para las sociedades afectadas. La finalidad es brindar a los decisores urbanos elementos de juicio para la toma de decisiones anticipada a mediano y largo plazo, a través de informes periódicos del tipo del PICC, pero referido específicamente a la problemática de las ciudades.

Por sus características urbanas, su gran desarrollo poblacional, económico y cultural, su exposición a probables impactos del cambio climático tales como el aumento en el nivel medio del mar, y las capacidades científicas que posee, Buenos Aires ha sido considerada como uno de los casos de estudio que nutrirán el primer informe de esta iniciativa, a producirse en noviembre del 2009. El PIUBACC – Programa de Investigaciones de la UBA en Cambio Climático es el punto focal que canalizará distintas investigaciones sobre el Aglomerado del Gran Buenos Aires, buscando poner en evidencia:

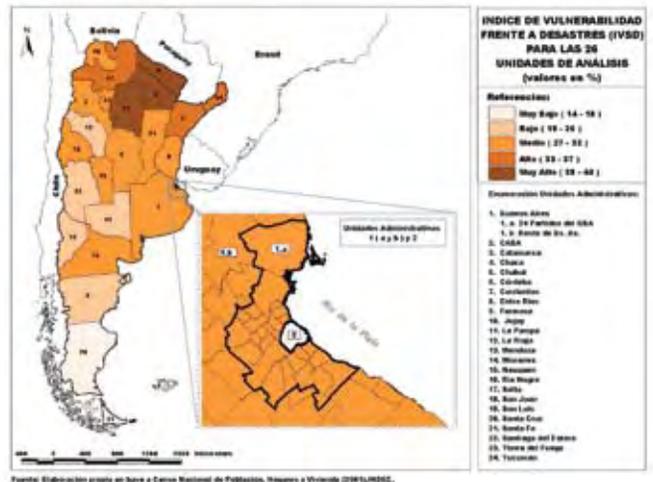
- los peligros emergentes del cambio climático;
  - las capacidades y vulnerabilidades de la ciudad para hacerles frente;
  - las estrategias de prevención, adaptación y mitigación existentes;
- y
- las carencias e incertidumbres existentes tanto en conocimientos como en las estrategias, acciones y propuestas de gestión, relativos al cambio climático en el AGBA.

A fin de promover la adaptación de los sectores pobres más vulnerables es necesario considerar la necesidad de integrar estrategias de manejo de los recursos naturales

Mapa 1: Índice de vulnerabilidad frente a desastres



Mapa 2. Índice de vulnerabilidad frente a desastres



que permitan reducir la vulnerabilidad a los eventos extremos y peligros naturales. Asimismo, se debe promover el desarrollo de tecnologías que les permitan minimizar los impactos del cambio climático sobre sus medios de subsistencia.

para la vida. Sus habitantes hacen patria cada día preservando el territorio. Paradójicamente, estos sitios, "pobres" y difíciles, se corresponden con las áreas del mundo mayor beneficiadas con energía solar y/o eólica, y serán dueñas del mayor caudal de energía limpia y renovable en próximos años, cuando las reservas de petróleo y gas se vayan agotando y no estén disponibles para todo el mundo. Los pueblos que ya hayan hecho un giro en el uso de las energías serán los que sobrevivan.



**Silvia Mónica Rojo**

Presidente  
Fundación EcoAndina  
ecoandinapuna@yahoo.com.ar  
www.ecoandina.org

## ENERGÍA SOLAR PUNEÑA: LO ABUNDANTE COMO OPORTUNIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD.

La puna comprende la zona oeste de las provincias Jujuy, Salta y Catamarca. Estas zonas áridas son las más desprotegidas

A fines de los '90, Fundación EcoAndina advirtió que la alternativa regional es la energía solar. Abundante y disponible, sólo se merma por nubosidad o lluvias unos 40 días anuales. Compite por el primer lugar en el mundo con una insolación de 2.200 kWh/m<sup>2</sup> por año, equivale a un barril de 190 litros de petróleo por cada m<sup>2</sup>; si se lo multiplica por la extensión de toda la puna ientonces no es una región pobre en energía!.

EcoAndina comenzó en la puna de Jujuy y Salta con proyectos solares para comunidades instalando hornos, cocinas parabólicas familiares y comunitarias. Ante la aceptación, en vista del ahorro de leña, gas y mejora de la calidad de vida, le siguieron las calefacciones en aulas escolares y los baños comunitarios con calefones solares. Con el complemento de varios artefactos solares-térmicos por comunidad, fue creciendo el sueño del beneficio hombre-ambiente: Pueblos Solares Andinos, donde el





uso de la energía solar térmica para cocción, calefacción y calentamiento de agua, y paneles fotovoltaicos para la electrificación, sean realmente la solución energética, alternativa a la desertificación, protección de la biodiversidad, acción ante el cambio climático y desarrollo local sustentable.

### LA SITUACION EN LA REGIÓN

Las leñosas más comunes “tolas”, “yareta” y “queñua”, son cortadas para la supervivencia del lugareño. Con 2.500 a 4.300 msnm, y amplitudes térmicas que van de los 25° a -25°, las especies tienen lento crecimiento.

Una planta de tola (*Parastrephia*), el mayor cobertor de los suelos, tarda unos 15 años para alcanzar su pleno desarrollo, 2 m de altura. La queñua (*Polylepis*) tarda 100 años para desarrollar un tronco de 60 cm de diámetro. Las yaretas (*Azorella*) grandes necesitan 150 años de crecimiento para alcanzar 50 cm de diámetro, y cumplen un importante rol ecosistémico, asociado a los bosquечitos de queñua, los que a su vez son refugio de fauna. Ante esta situación, la extracción de leña resulta insostenible y no renovable, resultando poco probable la renovación extensiva de la cobertura vegetal. Y donde la cobertura vegetal desaparece se producen “peladares”, zonas desérticas que transforman el microclima y favorece el arrastre de suelos con los ríos de montaña y vientos.

Los pueblos puneños al oeste de la Ruta Nac. N°9 en Jujuy, no cuentan con infraestructura de caminos transitables durante todo el año y en gran parte cruzan lechos de río. Al ser comunidades de montaña dispersas, no poseen redes eléctricas (se electrifican con paneles fotovoltaicos), y de gas domiciliario. El gas de garrafas se adquiere en las ciudades de La Quiaca, Abra

Pampa y otros cinco pueblos. Los camiones garraferos no llegan a todos los pueblos por cuestiones de logística. Aún así, la disponibilidad económica de las familias no es la suficiente para adquirir la garrafa mensual destinada al 40% de las necesidades diarias, que se complementan con leña. Pero el gas del mundo se agota, tampoco es una alternativa en el tiempo, y produce emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

### EL TRABAJO DE ECOANDINA

Luego de 18 años de trabajo en 30 pueblos puneños, alcanzando a unas 7.500 personas, EcoAndina inició la propuesta “Pueblos Solares Andinos” inaugurando con esa “marca” Lagunillas del Farallón, en Jujuy, con subsidios del PPD-PNUD<sup>19</sup> y el BMZ<sup>20</sup> de Alemania. Es nuestra pretensión extender la distinción con nuevos proyectos a los otros pueblos.

Paralela y complementariamente, se encuentra en implementación (2006-2009) el proyecto social piloto “Créditos de Carbono en Beneficio de Pueblos Solares Andinos”, con apoyo de fondos provenientes del Programa SEPS<sup>21</sup> manejado por WISIONS, una iniciativa del reconocido Instituto Alemán Wuppertal. La consultoría y elaboración del Documento de Diseño del proyecto (PDD por sus siglas en inglés) están a cargo de Enveco GmbH de Munster, Alemania. Consiste en Verificar las Emisiones Reducidas-VER's de 50 usuarios de Cocinas Solares Familiares que eviten la emisión de GEIs. Este proyecto innovador, abre la posibilidad a usuarios de bajos recursos, necesitados de energía, tener un retorno de unos 20 a 50 € anuales para el pago en cuotas de la propia cocina, dependiendo de la intensidad de uso de la misma, lo que se mide con un contador digital infrarrojo de radiaciones, diseñado por EcoAndina e instalado en cada cocina. Esto brinda datos precisos para hacer la conversión y ofrecer al mercado los bonos generados. Se espera que los resultados del Proyecto forjen nuevas propuestas de cocinas extendidas a toda la población regional, paliando el problema económico, social y ambiental. También se estudia el ingreso de calefones y de la calefacción solar al sistema.

## 3.7 POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN

Las acciones e iniciativas de adaptación deben ser definidas e implementadas a nivel nacional, provincial y especialmente local pues los impactos y vulnerabilidades son específicos de cada lugar.

El Informe de la Segunda Comunicación Nacional de la Republica Argentina identificó impactos, sectores vulnera-

<sup>19</sup>(Programa de Pequeñas Donaciones - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)

<sup>20</sup>Ministerio de Cooperación Económica de Alemania

<sup>21</sup>Sustainable Energy Project Support



bles y potenciales medidas de adaptación en nuestro país incluyendo entre otras recomendaciones:

- La política de recursos hídricos necesitará adaptarse a menores caudales en algunos ríos (en particular en la región de Cuyo), con lo que pueden producirse dificultades en la generación hidroeléctrica y disponibilidad de agua para uso agrícola. Se deberán incorporar los efectos del cambio climático esperado en los parámetros de diseño de obras de infraestructura, en particular aquellas relacionadas al manejo del agua y las obras de contención para evitar inundaciones.

- Se deberán adecuar la legislación y el ordenamiento territorial a los cambios esperados en el clima. Por ejemplo, se podrían dar o quitar incentivos fiscales en una región donde el clima esté cambiando, para adecuarse a la situación futura; o legislar sobre el uso del suelo teniendo en cuenta mapas de riesgo de inundación bajo el clima actual. Un ordenamiento territorial que tenga en cuenta al cambio climático permitirá evitar o mitigar consecuencias no deseadas sobre los asentamientos humanos. Esto tiene particular relevancia en los desarrollos de la costa marítima y las riberas de los ríos.

- En el sector agrícola habrá que considerar nuevas variedades de cultivos agrícolas que se adapten mejor a los cambios esperados en las regiones agro-climáticas.

- En el sector de la salud se deberá trabajar en acciones de prevención de enfermedades transmitidas por vectores que puedan modificar su distribución en función de los cambios de temperatura y humedad.

- Las áreas del estado vinculadas con la conservación y protección de los ecosistemas naturales deberán trabajar para que las modificaciones del clima no acentúen los procesos de pérdida de biodiversidad biológica y de desertificación de suelos.

Los tomadores de decisión enfrentan numerosas dificultades para implementar acciones en adaptación al cambio climático.

Una de ellas es el horizonte temporal de los impactos (2080-2100 en el caso de los escenarios del CIMA para la Argentina) que está fuera de las escalas temporales en las que están acostumbrados a trabajar los tomadores de decisiones.

La otra gran dificultad está vinculada al manejo de la incertidumbre. Tal como fue mencionado previamente en este manual, existe un alto grado de incertidumbre asociado a los impactos de los escenarios climáticos futuros (ver cascada de incertidumbres) y en menor medida también a los cambios observados (en este último caso fruto de las debilidades del sistema de monitoreo ambiental vigente).

Esta incertidumbre no contribuye a superar los límites impuestos por los incrementos de los costos asociados necesarios para adaptarse, difíciles de asumir sin una justificación técnica universalmente aceptada.

A pesar de las problemáticas mencionadas previamente existen espacios de trabajo más fáciles de abordar en lo que respecta a la adaptación al cambio climático observado y a la variabilidad climática. En este sentido la Segunda Comunicación Nacional destaca la existencia de una serie de medidas de adaptación en curso, incluyendo:

- La ejecución de programas para atender las sucesivas emergencias ocurridas a partir de los grandes ríos del Litoral. Al respecto, el plan más importante ha sido el “Programa de Protección contra las Inundaciones”.
- El establecimiento del Sistema de Alerta Hidrológico, implementado en el Instituto Nacional del Agua luego de la gran crecida de 1982-83.
- La implementación de zonificaciones del espacio en algunas ciudades costeras de grandes ríos como Resistencia.
- El establecimiento del Fideicomiso de Infraestructura Hídrica que se nutre de fondos provenientes de las tasas aplicadas sobre los combustibles para automotores (naftas y gas natural comprimido). Este Fondo está afectado específicamente al desarrollo de los proyectos de infraestructura de obras hídricas de recuperación de tierras productivas, mitigación de inundaciones en zonas rurales y protección de infraestructura vial y ferroviaria en zonas rurales y periurbanas.
- El establecimiento del “Plan Director de los Recursos Hídricos de la Provincia de Santa Fe” que incluye entre otras actividades la mitigación de los daños por inunda-

ciones y sequías y contempla para ello la revisión periódica de los escenarios climáticos futuros.

La urgencia con que deben atenderse los problemas sociales y del desarrollo socioeconómico de nuestro país podría restar disponibilidad de recursos para las necesidades de adaptación al cambio climático. Sin embargo, es posible asegurar la convergencia de las estrategias de adaptación y de crecimiento socioeconómico en un sendero de desarrollo sostenible.

En este contexto, una política realista de adaptación al cambio climático no puede ser un eje en sí misma, sino que debe responder y contribuir a las estrategias nacional y regionales de desarrollo sostenible.

# LA SITUACIÓN EN ARGENTINA: EMISIONES Y MITIGACIÓN

# 4

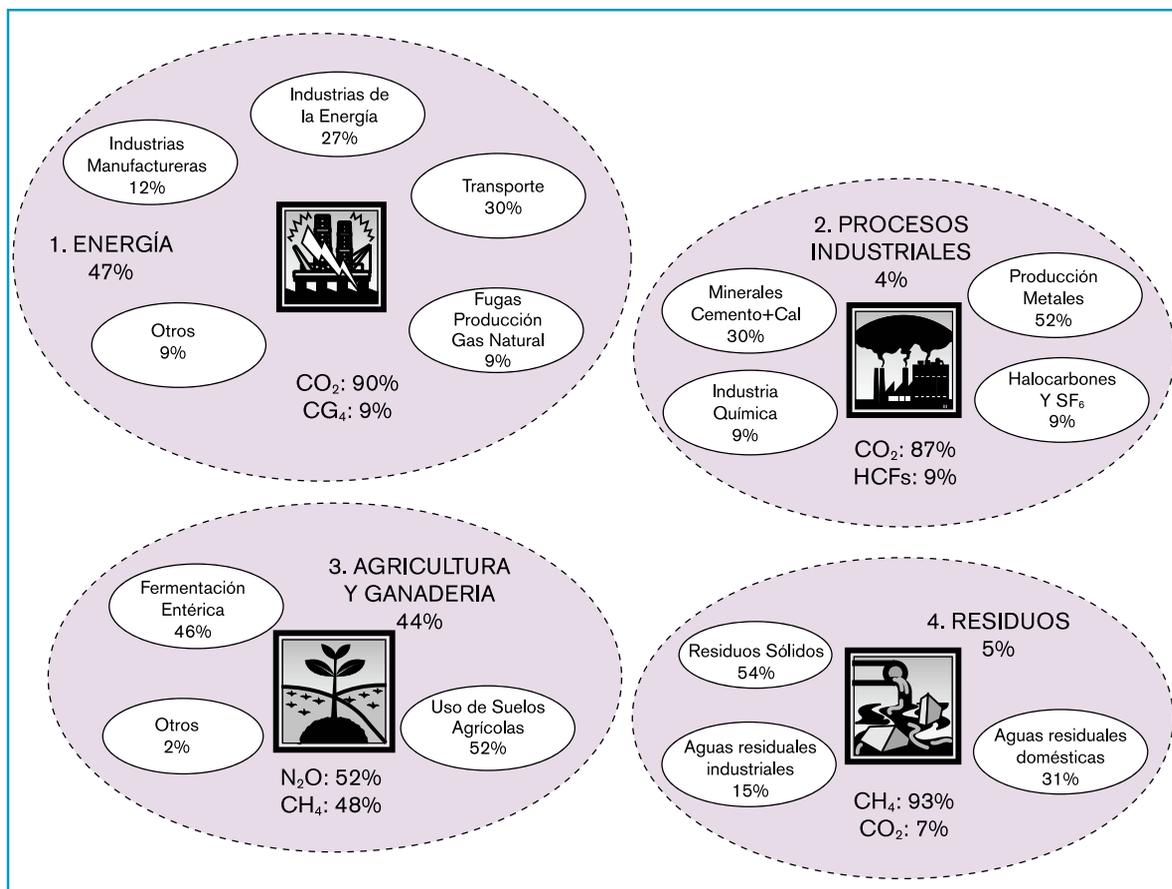
El conocimiento de las emisiones actuales y proyectadas de GEIs es fundamental para poder identificar las fuentes principales de emisión y aplicar sobre ellas políticas y medidas destinadas a limitar el crecimiento de las emisiones.

cuatro Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero correspondientes a los años 1990, 1994, 1997 y 2000.

En este sentido, la República Argentina ha realizado

Las fuentes principales de emisiones en el inventario más reciente de Argentina (2000) están en el sector energético y el agrícola-ganadero. (Ver Figura 4)

**Figura 4. Contribución GEI's año 2000 por sector, sin incluir USCUS (Uso del Suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura)**



Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, año 2000.

Los inventarios nacionales realizados, han brindado información sobre el estado de las emisiones en puntos acotados del tiempo (1990, 1994, 1997 y 2000). Por otro lado, estudios más recientes nos han permitido conocer los patrones de emisión del país entre esos puntos acotados y también su proyección a futuro.



**Leonidas Osvaldo GIRARDIN**

Director Programa de Medio Ambiente y Desarrollo de la Fundación Bariloche  
 Coordinador del INVGEIs  
 Investigador del CONICET  
 logirardin@fundacionbariloche.org.ar

## EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ARGENTINA EVOLUCION HISTÓRICA Y PROSPECTIVA.

Tomando como punto de partida los cuatro Inventarios Nacionales de la Argentina, se estimó la Evolución Histórica de las Emisiones de GEI entre 1990-2005 y su prospectiva entre 2006 y 2030. Estas estimaciones se basaron en la aplicación de métodos experimentales previstos en las metodologías citadas que, para el período histórico, se nutrieron de datos observados y, para la prospectiva de emisiones, se apoyaron en la previa elaboración de un escenario socioeconómico "Business as Usual (BAU)".

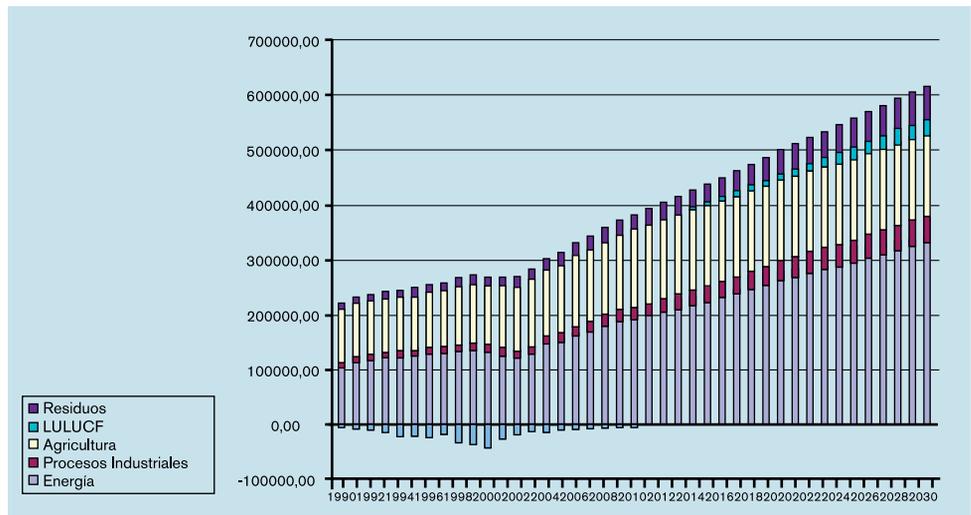
En el gráfico 14 se pueden observar los resultados que arrojan las estimaciones efectuadas para todo el período 1990-2030.

Las emisiones netas totales de GEI, para los años de corte tomados y la participación de las mismas tomando en consideración los diversos sectores y gases, están detalladas en la Tabla 4.

Tal como surge del Gráfico 14 y de la Tabla 4, se puede apreciar que se estimaba un crecimiento en las emisiones netas medidas en Gg de CO<sub>2</sub>e entre 1990 y 2030 de 184.6% lo que implica una tasa acumulativa anual relativamente baja (0.08%). La mayor parte de este crecimiento se da en el período 2005-2030 con un 105.95% (casi el 3%aa de aumento), mientras que en el período anterior de 16 años, el aumento fue de el 38%.

La mayor parte de este crecimiento en las emisiones, se espera que se produzca en el sector energético (122%), pasando a representar en 2030 el 53% del total de emisiones netas en lugar del 47% que representaba en 1990. Este aumento en la participación se da principalmente en desmedro del sector agropecuario cuyas emisiones entre el año de partida y el año horizonte crecen un 55% y pasan de representar el 45% del total en 1990 a 24% en 2030. El estancamiento de la actividad ganadera y las limitaciones en el área con potencialidad para ser dedicadas a la actividad agrícola, ponen cierto freno a la actividad y consecuentemente a las emisiones del sector. Por otra parte, en el sector energético, hay un fuerte aumento de la demanda de energía, que se explica fundamentalmente por el crecimiento en el nivel de actividad de ciertos sectores, que se suma a una mayor participación de la generación térmica de electricidad. Todo ello redundará en un fuerte aumento de las emisiones del sector. En cuanto al sector de Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura, se produce una situación particular, por cuanto las predicciones del aumento del área dedicada a la agricultura y otros usos, revierten la tendencia del sector en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, pasando a ser un emisor neto en lugar de sumidero, alrededor de 2012<sup>22</sup>.

**Gráfico 14.**  
 Evolución de las emisiones netas de GEIs de la República Argentina, clasificadas por sectores, para el período 1990-2030. En Gg. de CO<sub>2</sub>e.



<sup>22</sup> Esto supone una aplicación parcial de la Ley de Bosques.

Tabla N° 4: Emisiones netas de Argentina. 1990- 2030.

| Emisiones por Sector         | 1990          | 1994          | 1997          | 2000          | 2005          | 2010          | 2030          |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>CO2 equivalente en Gg</b> |               |               |               |               |               |               |               |
| <b>Energía</b>               | <b>103610</b> | <b>121974</b> | <b>129589</b> | <b>131961</b> | <b>148755</b> | <b>191565</b> | <b>331173</b> |
| Industria energética         | 26311         | 27555         | 29690         | 36048         | 40620         | 54064         | 114610        |
| Ind. manufacturera y const.  | 13527         | 16184         | 17270         | 15302         | 20313         | 27371         | 56679         |
| Transporte                   | 27859         | 35658         | 40844         | 40238         | 39485         | 49075         | 67766         |
| Otros sectores               | 22380         | 25986         | 26559         | 28302         | 36210         | 48499         | 75075         |
| Emisiones fugitivas          | 13533         | 16591         | 15226         | 12070         | 12128         | 12556         | 17043         |
| <b>Procesos Industriales</b> | <b>8489</b>   | <b>7982</b>   | <b>10551</b>  | <b>11108</b>  | <b>16514</b>  | <b>22428</b>  | <b>48345</b>  |
| <b>Agricultura</b>           | <b>98625</b>  | <b>103165</b> | <b>103895</b> | <b>111256</b> | <b>126309</b> | <b>141004</b> | <b>153489</b> |
| Fermentación Entérica        | 57376         | 60231         | 56552         | 57526         | 63290         | 63821         | 60822         |
| Uso de Suelos Agrícolas      | 39263         | 40693         | 44659         | 51521         | 60475         | 74416         | 89426         |
| Resto                        | 1986          | 2241          | 2684          | 2209          | 2544          | 2768          | 3242          |
| <b>USCUSS</b>                | <b>-3458</b>  | <b>-22879</b> | <b>-17646</b> | <b>-43298</b> | <b>-12356</b> | <b>-2570</b>  | <b>24743</b>  |
| <b>Residuos</b>              | <b>9390</b>   | <b>10250</b>  | <b>11651</b>  | <b>14013</b>  | <b>19714</b>  | <b>26734</b>  | <b>57906</b>  |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>216655</b> | <b>220491</b> | <b>238040</b> | <b>225039</b> | <b>298935</b> | <b>379160</b> | <b>615655</b> |

FUENTE: Elaboración propia basado en FUNDACION BARILOCHE (2008)

Las emisiones netas totales per cápita pasan de 6,73tCO<sub>2</sub>e/habitante/año en 1990 a 12.66 en 2030, principalmente por el aumento de las mismas en el Sector Energético, que pasan de 3.22 tCO<sub>2</sub>e/habitante/año a 6.81; mientras que, en el Sector Agricultura permanecen prácticamente constantes (3.06 en 1990 y 3.16 en 2030).

Las emisiones netas totales per cápita pasan de 6,73tCO<sub>2</sub>e/habitante/año en 1990 a 12.66 en 2030, principalmente por el aumento de las mismas en el Sector Energético, que pasan de 3.22 tCO<sub>2</sub>e/habitante/año a 6.81; mientras que, en el Sector Agricultura permanecen prácticamente constantes (3.06 en 1990 y 3.16 en 2030).

Como resulta evidente, toda proyección está fuertemente influida por los supuestos que se plantean sobre las variables explicativas y parámetros que son insumos de los modelos que se utilizan.<sup>23</sup> En este caso, las estimaciones se llevaron a cabo durante el primer semestre de 2008, antes que se desatará la crisis económica que provocara una de las más importantes recesiones a nivel global desde la famosa crisis del '29. Seguramente, si estas proyecciones se hicieran hoy, los niveles de actividad económica esperados (determinante del consumo y emisiones del sector energético) y la demanda externa de algunos productos argentinos (determinante del nivel de actividad y emisiones del sector agropecuario) tendrían que revisarse y, seguramente, las emisiones de GEIs que darían como resultado, serían significativamente menores.

Adicionalmente, estos resultados pueden variar con la aplicación de las Guías 2006 del PICC, que incluyen algunas mejoras y otros cambios metodológicos importantes. En el caso de las emisiones de Argentina, la aplicación de estas nuevas Guías va a resultar en una disminución de la participación relativa de las emisiones de N<sub>2</sub>O, en la categoría Uso de Suelos Agrícolas, provenientes del cultivo de soja, en tanto corrigen una doble contabilización de las emisiones provenientes del cultivo de esta oleaginosa que ya fuera señalada como un detalle a tener en cuenta en la Segunda Comunicación Nacional de Argentina.

En estas cifras no está incluida la potencial limitación de emisiones resultantes de las opciones de mitigación que fueron identificadas, porque su inclusión merecería dedicar mucho más espacio al tema. Más allá de la viabilidad tecnológica de las medidas de mitigación que se identifiquen, es necesario analizar su viabilidad económica, su viabilidad social, su contribución a la gobernabilidad, las barreras de diversa índole existentes y los costos directos e indirectos de su implementación. Asimismo, en un contexto en que el cambio climático ya está haciendo sentir sus efectos, más allá de la efectividad que tuvieran las medidas de mitigación que pudiera aplicar un país como Argentina, una cantidad importante de recursos va a tener que ser inexorablemente dedicada a medidas que le permitan, a la sociedad argentina, hacer frente a un problema que va a sufrir en una forma desproporcionadamente mayor a la que contribuyó.

<sup>23</sup> En este caso se utilizó el modelo LEAP para el Sector Energético y modelos sectoriales específicos para el resto de las categorías.

## Referencias.

- Fundación Bariloche (2008). "Argentina: Diagnóstico, Prospectivas y lineamientos para definir Estrategias posibles ante el Cambio Climático". Buenos Aires.
- Gobierno de la Republica Argentina (1997). "Primera Comunicación del Gobierno de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático". Buenos Aires.
- Gobierno de la Republica Argentina (2007). "Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático". Buenos Aires. Octubre.
- Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (1999). "Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina. Año 1997". Buenos Aires. Octubre.
- Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (1999). "Revisión de la Primera Comunicación del Gobierno de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático". Octubre.
- 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.
- UNEP/WMO/IPCC/OECD/IEA/IGES (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.

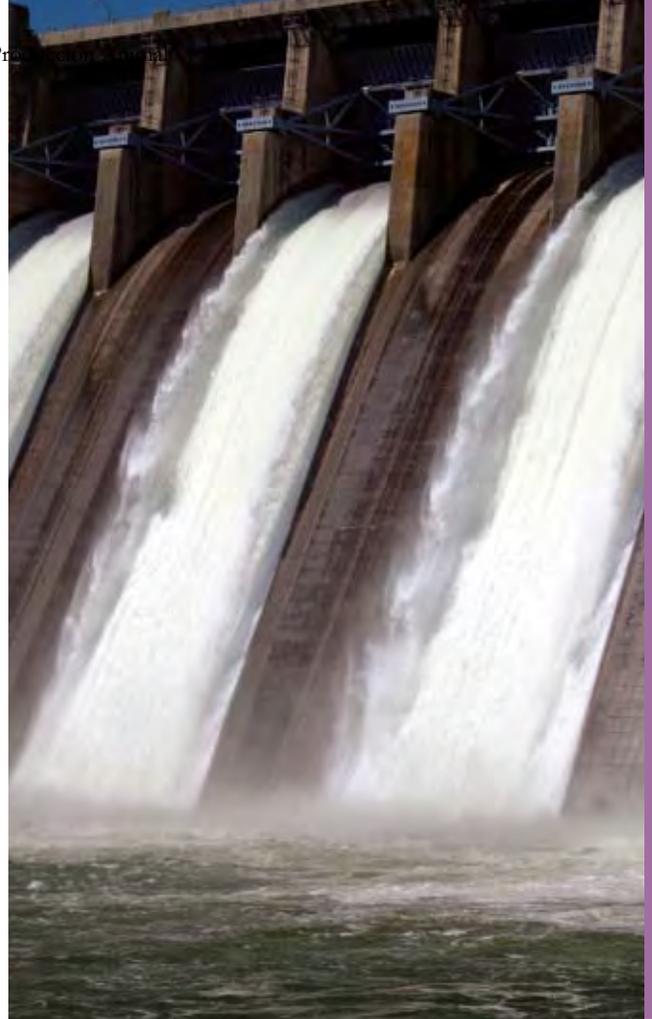
## 4.1 EMISIONES EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA

Las emisiones del sector de la energía incluyen fundamentalmente las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la combustión de hidrocarburos fósiles en las actividades de generación de energía, el transporte y el agro, y de las emisiones fugitivas de metano asociadas a los procesos de extracción de petróleo y gas.



**Nicolás Di Sbroiavacca**

Coordinador del Sector Energía del INVGEI de la República Argentina  
Fundación Bariloche  
ndisbro@fundacionbariloche.org.ar  
www.fundacionbariloche.org.ar



### EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROVENIENTES DEL SECTOR ENERGÍA

A nivel mundial, las emisiones GEIs del sector energía en el año 2000 representaron el 67% de las emisiones totales y en los países Anexo I el 83%<sup>24</sup>.

En Argentina, estas emisiones representaron el 46,8% de los GEIs emitidos en el país. Como se observa en el siguiente gráfico, la evolución de estas emisiones presenta cuatro tendencias bien definidas:

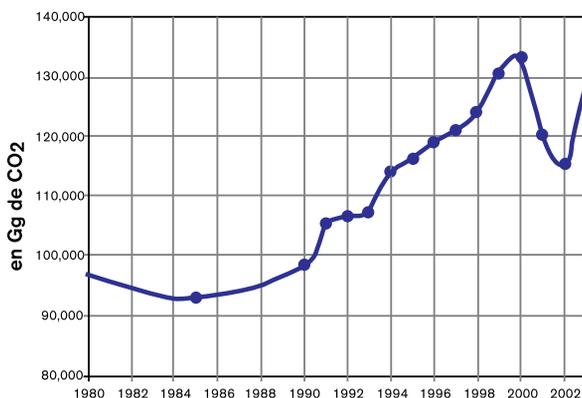
- (a) las emisiones de 1980 y las de 1990 presentan prácticamente el mismo valor absoluto con una caída entre 1980-1985 y una recuperación de los niveles de 1980 hacia 1990,
- (b) una clara tendencia creciente de las emisiones entre 1990-2000,
- (c) una caída abrupta de las emisiones entre 2000-2002 (que las situaba en ese año al mismo nivel de 1994), principalmente como consecuencia de la crisis económica,

<sup>24</sup> International Energy Agency, IEA Statistics, CO2 Emissions from fuel combustion, edition 2008, Paris, France, 2008.

(d) un incremento en las emisiones a partir del 2003 como resultado de la recuperación económica registrada en ese año, alcanzando niveles de emisión similares a los registrados en 1999.

Con un total de 132 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente de emisiones GEIs para el año 2000, el sector energía ha sido el principal responsable de las emisiones GEIs del país. Dentro de dicho sector, el 30% de las emisiones provino del sector transporte, seguido por la generación de electricidad con el 19%, el sector residencial con el 13% y la industria manufacturera con el 12%, entre los principales emisores.

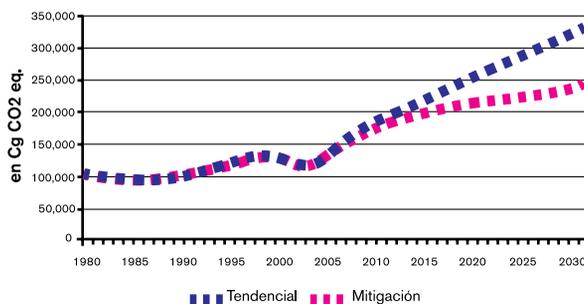
**Gráfico 15. Evolución histórica de emisiones de CO<sub>2</sub> Sector Energía**



A nivel mundial las emisiones GEIs del sector energía se ubicaron en el año 2000<sup>25</sup> en 26.015 millones de toneladas, por lo tanto la Argentina emitió el 0,5% de las emisiones mundiales. La contribución de Argentina a las emisiones GEIs mundiales es baja, principalmente como consecuencia de poseer una matriz energética basada en el gas natural (el cual presenta un factor de emisión específica inferior a los combustibles líquidos y sensiblemente menor al del carbón mineral), además de una diversificada oferta de generación eléctrica, dado que con hidroenergía se produce en promedio el 40% de la electricidad del país y con energía nuclear el 9%.

Hasta principios de los '70 la generación térmica convencional representaba alrededor del 90% de la generación total, proviniendo la restante porción de generación hidroeléctrica. Prácticamente a partir de 1973 y hasta 1985 la generación hidroeléctrica y nuclear se incrementan considerablemente a consecuencia de las centrales de este tipo instaladas. La estructura de generación a partir de 1990 se ha ido modificando, logrando una mayor participación la generación térmica convencional, debido al no ingreso de nuevos proyectos en hidroeléctricas y centrales nucleares. La perspectiva en ese sentido no es alentadora, dado que de continuar esta tendencia las emisiones GEIs del sector energía crecerán a un ritmo mayor al histórico.

**Gráfico 16. Evolución histórica y futura. Emisiones GEIs. Sector Energía.**



Recientes proyecciones efectuadas sobre la posible evolución de las emisiones GEIs de la Argentina provenientes del sector energía, muestran que sin medidas de mitigación las emisiones del sector crecerán al 2030 a una tasa del 3,6% a.a., mientras que si se aplicaran medidas de mitigación, estas emisiones se incrementarían al 2,3% a.a.. Cabe destacar que si se considera la evolución histórica de las emisiones GEIs del sector energía entre los años 1980 y 2008, éstas se incrementaron en un 2,2% a.a..

Para lograr la reducción de 1.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente entre los años 2008 y 2030, se deberán adoptar una serie de medidas de mitigación, principalmente en la generación de electricidad (con la instalación de centrales que utilicen fuentes renovables de energía) y en los sectores transporte, industria, residencial y comercial, (con el uso eficiente de la energía, la modernización de la dotación del equipamiento y la evolución al uso de fuentes energéticas con menores emisiones específicas).

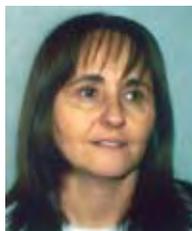
En consecuencia un importante desafío queda por delante en este sector, donde la prioridad seguirá siendo suministrar la energía necesaria requerida para el crecimiento económico del país garantizando el desarrollo sustentable.

## 4.2 EMISIONES EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Las misiones correspondientes a los procesos industriales incluyen todas aquellas que se originan en las transformaciones físicas y químicas de los procesos de producción, entre otros, del hierro y el cemento. En este sector no se incluyen las emisiones en la industria producto de la quema de combustibles que son contempladas en el sector de la energía.

<sup>25</sup> International Energy Agency, IEA Statistics, CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion, edition 2008, Paris, France, 2008.





**Laura Dawidowski**

Investigadora CNEA  
dawidows@cnea.gov.ar

## EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES

En la Argentina, en el año 2000, las emisiones de GEIs de este sector fueron de 11.108 Gg de CO<sub>2</sub>e, lo que representa el 3,9% de las emisiones totales del país. De este total, las de CO<sub>2</sub> fueron de 9.612 Gg, correspondientes al 7,5% de las emisiones nacionales y se originaron en forma mayoritaria en el proceso de reducción del mineral de hierro en el alto horno de la industria siderúrgica. El segundo lugar lo ocupa el proceso de calcinación de la piedra caliza en la fabricación del cemento, seguido por las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al uso de la urea como fertilizante y la calcinación de piedra caliza y dolomita para la producción de cal. Las emisiones de CH<sub>4</sub> se originaron exclusivamente en la industria petroquímica, fundamentalmente en la producción de urea y negro de humo, y fueron de 27 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (1,29 Gg de CH<sub>4</sub>), lo que representa el 0,03% de las emisiones nacionales de CH<sub>4</sub>. Las emisiones de N<sub>2</sub>O se originaron en la producción de ácido nítrico y fueron de 145,4 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (0,47 Gg de N<sub>2</sub>O), ó 0,22% del total de emisiones nacionales de N<sub>2</sub>O. Las emisiones combinadas de HFCs, PFCs, y SF<sub>6</sub> totalizaron 1.323,5 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente; son las terceras en magnitud del sector, y representan las emisiones totales de Argentina de estos compuestos. Para su estimación se utilizó el enfoque denominado potencial que consiste en considerar que las emisiones coinciden con el consumo nacional de estos compuestos que, debido a que no se producen en el país, se calculan simplemente a partir de las importaciones anuales de estos gases, ya sea dentro de equipos como heladeras o aire acondicionados, o en forma de gases para su distribución. Esta metodología tiende a sobreestimar en exceso las emisiones provenientes de fuentes donde las existencias crecen con rapidez y las emisiones presentan retardos durante decenios, de modo que es probable que en términos de emisiones reales el consumo de HFCs no ocupe el tercer lugar en las emisiones del sector procesos industriales. En este sentido, las nuevas guías metodológicas del PICC (2006), con las que se confeccionó el inventario del año 2000 para la Argentina, recomiendan no utilizar la metodología potencial para el cálculo de las emisiones de HFC, PFC o SF<sub>6</sub>. Consecuentemente, en estudios futuros este sector deberá ser analizado con este nuevo enfoque.

En cuanto a la evolución de las emisiones, tomando como base los inventarios realizados para los años 1990, 1994, 1997 y

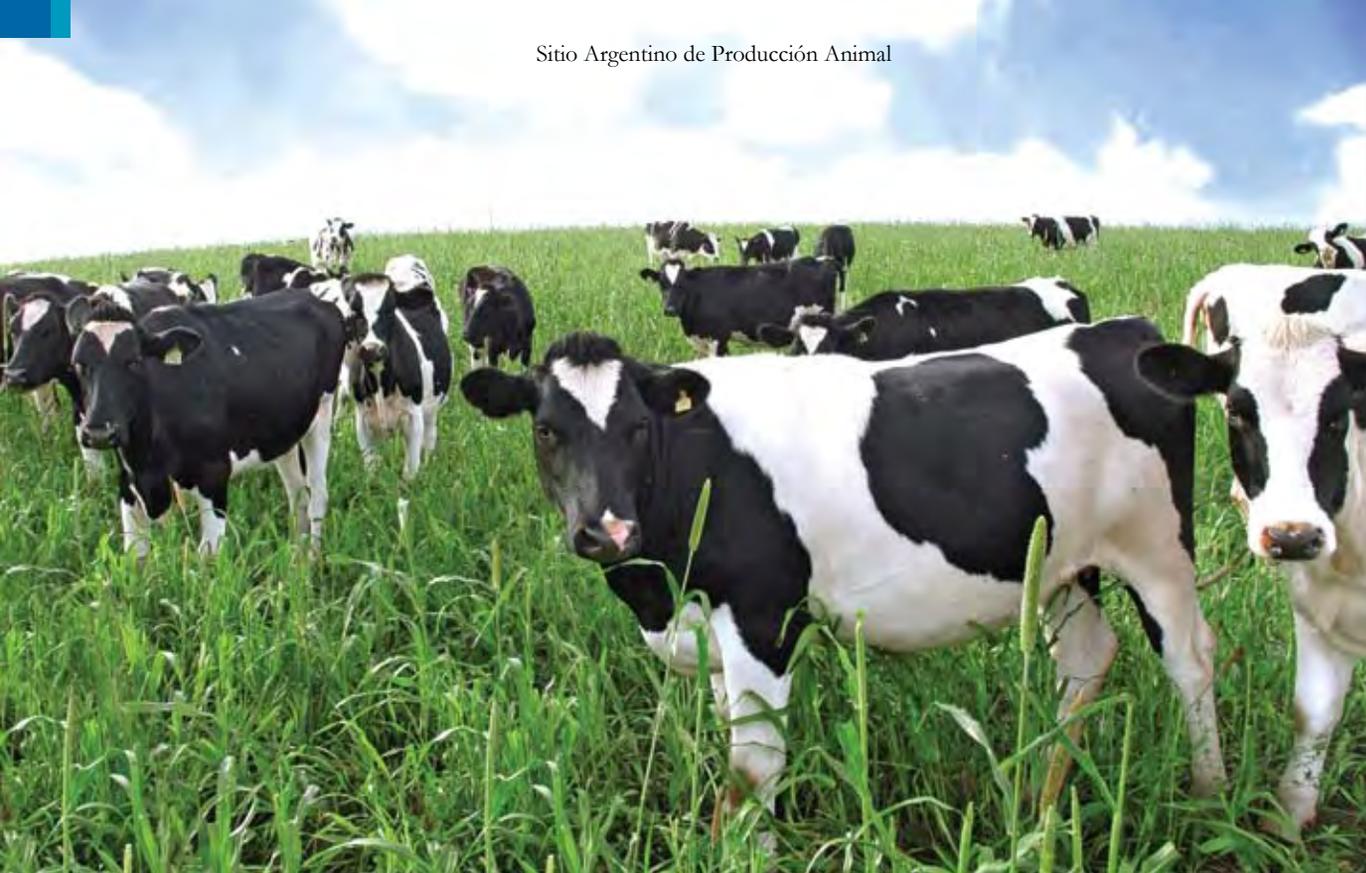


2000, se observa que este sector aumentó un 31% de 1990 a 2000, vinculado a los incrementos en los siguientes sectores: (1) CO<sub>2</sub> en la industria química (211,1%), dominado por el creciente empleo de urea como fertilizante; (2) CO<sub>2</sub> en la producción de minerales (69,9%) y (3) N<sub>2</sub>O en la producción de ácido nítrico (14,7%). El aumento indicado en la producción de minerales está dominado por la evaluación de las emisiones de la producción de cal que es un sector para el cual los datos correspondientes a los años 1990 y 1994 presentan muy alta incertidumbre. Las emisiones de PFCs exhibieron una disminución del 79,3% relacionado con la disminución de las emisiones de CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> en la producción de aluminio, debido a una mejor en el control del denominado efecto anódico.

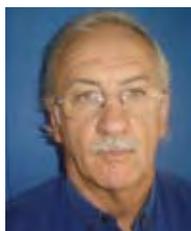
La comparación de las emisiones del sector procesos industriales entre distintos países requiere de cierto cuidado. Por ejemplo, en el inventario informado por Brasil las emisiones del sector corresponden al 2% de las emisiones totales del país, aunque las correspondientes a la reducción de coque en la siderurgia se informaron en el sector energía debido a la dificultad que ellos tuvieron de identificar la porción de energéticos primarios que se utilizan en combustión y en los procesos de reducción. En el caso de México que sí incorpora al sector siderúrgico en el análisis, procesos industriales aporta con alrededor del 7% de las emisiones totales del país. Finalmente las emisiones de la Argentina para este sector se ubican aproximadamente en el valor promedio de los valores informados por el resto de los países de Latinoamérica.

## 4.3 EMISIONES EN EL SECTOR GANADERO

Las emisiones del sector ganadero, fundamentalmente en forma de metano y óxido nítrico, se generan a partir de



los procesos biológicos de la fermentación entérica del alimento y la descomposición del estiércol y la orina de los animales.



**Guillermo Berra**

Instituto de Patobiología  
CICVyA - INTA Castelar  
gberra@cnia.inta.gov.ar



**Silvia Valtorta**

CONICET  
svaltorta@cnia.inta.gov.ar

## DETERMINACIÓN DE METANO ENTÉRICO

El metano es el segundo de los gases de efecto invernadero, después del CO<sub>2</sub>. La importancia del primero se acentúa porque

*su poder de calentamiento global es 21 veces superior al último. Una de las fuentes de metano es el proceso de digestión animal, que lo libera como consecuencia de la actividad de los microorganismos que habitan el aparato digestivo.*

*Los bovinos poseen un sistema digestivo que tiene la capacidad de aprovechar y convertir material fibroso, con altos contenidos de carbohidratos estructurales, en alimentos de alta calidad nutritiva, como la carne y la leche, pero que también producen metano.*

*La producción de metano en los bovinos normalmente representa entre 5.5 y 6.5% del total de la energía bruta consumida en la dieta; sin embargo, valores entre 2 y 12% se reportan en condiciones de pastoreo. Cuando la alimentación es con forrajes de baja calidad nutritiva, la producción de metano puede representar entre el 15 y el 18% de la energía bruta.*

*La manipulación de la dieta de los rumiantes se considera una alternativa viable para reducir la producción de metano y para disminuir las pérdidas energéticas en el animal. Para desarrollar estrategias que mitiguen las emisiones de metano en la ganadería, debe ser posible cuantificar estas emisiones bajo un amplio rango de circunstancias.*

*Los sistemas de producción bovina son mayoritariamente extensivos en sistemas de cría, mientras que en invernada, un ele-*



vado número de establecimientos recurre a la suplementación estratégica en la etapa de terminación.

Dentro de las metodologías para la determinación de metano producido por fermentación entérica se encuentran: 1) Técnica con Hexafluoruro de Azufre (FS6) como trazador 2) Cámara respiratoria 3) Sistema de túnel con detector infrarrojo y cromatografía gaseosa 4) Método indirecto de infusión de ácidos grasos de cadena corta marcados 5) Método directo de infusión de metano marcado. Todos ellos presentan ventajas e inconvenientes

En INTA Castelar se ha desarrollado una técnica simple de medición de emisiones de metano en bovinos, para la cual se ha iniciado el proceso de patentamiento. En esencia, esta técnica consiste en recolectar, a través de una micro-fistula ruminal, los gases producidos por la fermentación entérica. Para ello se ha diseñado un sistema de cánulas que permiten el pasaje de los gases producidos, hacia tanques de polietileno. Para evitar el reflujo se utilizan válvulas unidireccionales. En muestras de este gas se determina la concentración de metano con un detector infrarrojo.

Con la utilización de esta técnica se han llevado a cabo algunas experiencias que han permitido determinar volúmenes de gas de alrededor de 1000 lts por día, con un 26% de metano, en una vaca de 550 kg de peso vivo. También se han detectado reducciones de hasta 25% en las emisiones de metano por la adición de taninos de quebracho a la dieta de novillos.

Diferentes alternativas a implementar en el manejo de las pasturas y en la suplementación a la dieta forrajera, que involucren cambios en los parámetros fermentativos, deben ser consideradas y medidas para obtener mejores rendimientos productivos, simultáneos con menores emisiones de metano.

La ganadería aportó más del 30% de las emisiones totales producidas por actividades humanas en el país durante el año 2000.

Los bovinos productores de carne y de leche son responsables de, aproximadamente, el 95% de las emisiones del sector, correspondiendo, el 5% restante, a todas

las demás especies de producción (ovinos, caprinos, porcinos, equinos, aves, búfalos, asnales, mulares y camélidos sudamericanos).



**Laura Finster**

Instituto de Patobiología CICVyA  
INTA Castelar  
lfinster@cnia.inta.gov.ar

**Guillermo Berra**

Instituto de Patobiología CICVyA - INTA Castelar  
gberra@cnia.inta.gov.ar

## EMISIONES DE GEIs EN EL SECTOR GANADERO - MEDIDAS DE MITIGACION

Según nuestras estimaciones, entre los años 1990 y 2005, se registró un incremento del 7,7% en las emisiones de GEIs del sector ganadero.

Analizando la evolución de estas emisiones y del número de cabezas vacunas, se observa una significativa correlación entre las mismas. Considerando esta apreciación y a los efectos de proyectar los futuros niveles de emisiones en esta actividad, cabe señalar que varios estudios prevén que, en los próximos años, el rodeo vacuno nacional aumente levemente, a expensas de un mayor número de terneros logrados con un stock de vientres constante. Este incremento de las categorías más jóvenes sería el resultado de una mayor eficiencia reproductiva, por una menor incidencia de las enfermedades de la reproducción y un mejor nivel nutricional de las madres, así como del menor porcentaje de mortalidad al parto y en la temprana edad de los animales. La tasa de extracción acompañaría la variación en la cantidad de terneros destetados.

Se estima que la superficie ganadera siga disminuyendo, con la consiguiente sobrecarga animal y aumento de la intensificación. Se espera mayor uso de granos en la alimentación, tanto por el aumento de la suplementación estratégica en la invernada como por el incremento en el número de animales engordados a corral.

De esta forma, se podría presuponer, que el incremento de las emisiones que generaría un mayor número de animales se compensaría con una disminución de los factores de emisión, expresados en kilos de GEIs por cabeza, al aumentar los índices de eficiencia productiva y la calidad de los forrajes suministrados. Aún cuando la producción avícola ha tenido un crecimiento importante y sostenido, en los últimos años, previniéndose que esta tendencia se mantenga a futuro, las emisiones de GEIs originadas en

este sector de actividad (óxido nitroso, por el manejo del estiércol) son insignificantes en el contexto de la ganadería nacional.

### MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Se proponen, a nivel internacional, un grupo de medidas tendientes a reducir las emisiones de GEIs por la ganadería, principalmente, la vacuna. Sin embargo, no todas son factibles de aplicar en los sistemas de producción nacionales. En el caso de la República Argentina, las medidas más viables, por la disponibilidad actual de la tecnología, por su bajo costo de adopción, por su eficacia comprobada y por ser consistentes con las tradiciones y los sistemas de producción locales, son:

- La suplementación estratégica con concentrados, en sistemas de alimentación de base pastoril.
- El mejoramiento de pasturas y del aprovechamiento del forraje.
- El mejoramiento de la sanidad y la eficiencia reproductiva, por disminución de la edad al primer parto de las vaquillonas, disminución del intervalo entre partos, disminución de abortos, disminución de muertes de terneros al parto y hasta el destete, disminución de pérdidas por enfermedades parasitarias y de la reproducción.

En los países desarrollados, se propone, también, la producción de mellizos, la defaunación ruminal y el uso de hormonas y vacunas, prácticas que, por su elevado costo y/o porque las normas vigentes las prohíben, no tendrían aplicabilidad en nuestro medio.

En el sector agropecuario, en general, y en el ganadero, en particular, con frecuencia, una práctica puede involucrar a más de un gas, por medio de mecanismos distintos y, a veces, en sentidos opuestos. Por esta razón, la evaluación de la eficacia de las medidas que se proponen es compleja, y el beneficio neto dependerá de los efectos combinados de todos los gases, generados por distintas fuentes, aún fuera del sector ganadero.

Una práctica, efectiva en la reducción de emisiones en un sitio, puede serlo menos en otro, o aún tornarse contraproducente. Por ello, cada propuesta debe ser evaluada en el contexto en que se pretende aplicar, en base a parámetros climáticos, edáfi-

cos, sociales, económicos, etcétera, y a los patrones productivos históricos.

En el sector ganadero, la mayoría de las medidas propuestas para disminuir las emisiones de GEIs por unidad de producto obtenido, aumentan la productividad, y esta última sería la razón por la cual los productores las adoptarían.

Muchas oportunidades de mitigación involucran tecnologías actualmente disponibles y podrían implementarse en forma inmediata. Pero, a pesar del significativo potencial técnico para la reducción de emisiones de GEIs en este sector, no será posible lograr el nivel de adopción deseado para las medidas propuestas si no se superan las barreras existentes, por medio de incentivos económicos y adecuadas políticas sectoriales a largo plazo.

## 4.4 EMISIONES EN EL SECTOR AGRÍCOLA

Las emisiones del sector agrícola argentino se originan fundamentalmente a partir de: las emisiones de metano desde suelos de arrozales inundados; las emisiones de CH<sub>4</sub>, monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y óxidos de nitrógeno (NOx) por quema de residuos en el campo; y emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) originadas en el manejo de suelos agrícolas.



**Dr. Miguel Angel Taboada**

Ingeniero Agrónomo  
Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes,  
Facultad de Agronomía UBA  
IByF - CONICET  
mtaboada@agro.uba.ar  
www.agro.uba.ar

### ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN ANUAL, A NIVEL NACIONAL, DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) EN EL PERÍODO 1990-2005, CORRESPONDIENTES AL SECTOR AGRÍCOLA

El manejo agrícola de los suelos constituye una de las fuentes principales de emisión en el sector agrícola; siendo ésta la tercera fuente de emisiones del país, con alrededor de 20% del total de emisiones de GEIs.

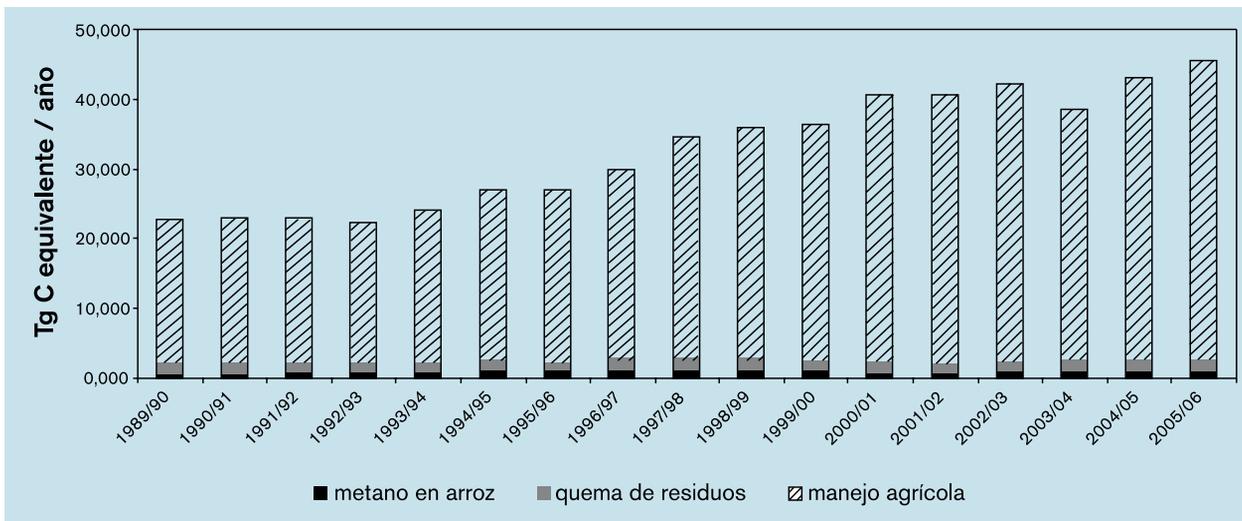
#### A) EMISIONES DE GAS METANO (CH<sub>4</sub>) DESDE SUELOS DE ARROZERA INUNDADOS.

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los arro-





Gráfico 17. Emisiones de GEIs del sector agrícola argentino, expresadas en unidades de CO2e.



zales anegados produce emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) a la atmósfera. Las emisiones de metano variaron con el área cosechada de arroz, entre un mínimo de 19,6 Gg  $\text{CH}_4$  ó 411 Gg C equivalente (campaña 1990/91) y un máximo de 58,2 Gg  $\text{CH}_4$  ó 1.221,6 Gg  $\text{CO}_2\text{eq}$  (campaña 1998/99). En las últimas campañas relevadas (2003/04 a 2006/07) la tendencia de emisiones estable, dentro de un rango de 32 – 34 Gg  $\text{CH}_4$  o 700 Gg Ceq.

## **B) EMISIONES POR QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN EL CAMPO.**

La quema de rastrojos es una práctica que se realiza para facilitar las posteriores labores agrícolas, y tiene por finalidad lograr que no existan residuos en descomposición del cultivo anterior durante el crecimiento del cultivo subsiguiente.

La quema de rastrojos (algodón, lino, trigo y caña de azúcar) es frecuente en el noreste y noroeste de Argentina, pero no forma parte de las fuentes clave de emisión del país. Las emisiones entre las campañas 1989/90 y 2007/07 variaron entre 1.303 y 2.175 Gg Ceq., en función principalmente de la producción de caña de azúcar que es el principal cultivo cuyos residuos se quemaron en el campo.

## **C) EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO ( $\text{N}_2\text{O}$ ) POR MANEJO AGRÍCOLA DE LOS SUELOS.**

El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) se produce en forma natural en los suelos mediante los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación. Los suelos agrícolas emiten  $\text{N}_2\text{O}$  en forma directa e indirecta. Las emisiones directas de Argentina se originan en los aportes de N antropogénico (N) resultantes del uso de fertilizantes sintéticos, el cultivo de variedades fijadoras de N y la incorporación de residuos de las cosechas a los suelos. A pesar que se septuplicó el uso de fertilizantes nitrogenados en el agro entre 1990 y 2007, la participación de esta actividad en las emisiones no supera el 12%.

La mayor parte del N proviene de la fijación biológica y del enterramiento de residuos. El N aportado por especies fijadoras proviene de cultivos agrícolas (principalmente la soja) y de especies forrajeras anuales o bianuales (tréboles y melilotus) y perennes como la alfalfa. La soja duplicó su área de siembra y su producción a partir de la campaña agrícola 1996/97; el N que aporta este cultivo quintuplica aproximadamente el aportado por las especies forrajeras. El N aportado por enterramiento de residuos proviene tanto de las especies fijadoras mencionadas como de las no fijadoras de N. Se incluyen aquí a residuos de cultivos como trigo, maíz, girasol y sorgo, y la biomasa de forrajeras anuales (verdeos) y las pasturas plurianuales.

Las emisiones indirectas del sector agrícola provienen de la volatilización y la lixiviación de N, y son poco importantes. Un 80% de estas emisiones son originadas en la ganadería, por las deyecciones del ganado en pastoreo.

## **CONCLUSIONES**

La mayor parte de las emisiones GEIs del sector agrícola presentadas en el gráfico 17 son generadas por el cultivo de soja. Ello surge de la metodología obligatoriamente usada para los

cálculos (PICC 1997; 2001). Sin embargo, debe alertarse sobre la posibilidad de que exista una "doble contabilidad" entre las emisiones por fijación biológica de N y por enterramiento de residuos, lo cual sobreestima las emisiones del sector agrícola. Puede concluirse que cualquier estrategia de mitigación de Argentina no debería estar enfocada a restringir el uso de fertilizantes nitrogenados, pues ellos inciden poco en el inventario, sino más bien a fomentar el secuestro de carbono en los suelos, por medio del manejo de las rotaciones agrícolas y la siembra directa.

## **Referencias**

PICC, 1997. Revised 1996 PICC Guidelines for National Greenhouse Inventories. NGGIP Publications; Japan ([www.PICC-nggip.iges.or.jp](http://www.PICC-nggip.iges.or.jp)).  
PICC 2001. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. NGGIP Publications; Japan ([www.PICC-nggip.iges.or.jp](http://www.PICC-nggip.iges.or.jp)).

## **4.5 EMISIONES EN EL SECTOR DE RESIDUOS**

El sector de residuos incluye además de los residuos sólidos urbanos, a las aguas residuales domésticas e industriales y representa aproximadamente el 5% de las emisiones totales (sin considerar USCUS) de GEIs del país en el año 2000.

Las emisiones de metano por la disposición de los residuos sólidos urbanos (RSU) al año 2000 representaban el 2.7% de las emisiones de gases de efecto invernadero del país (sin considerar USCUS).



### **Estela Santalla**

Ingeniero Químico Industrial (UNCPBA).  
Profesor Asociado dedicación Exclusiva. Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNCPBA  
[esantall@fio.unicen.edu.ar](mailto:esantall@fio.unicen.edu.ar)  
[www.fio.unicen.edu.ar](http://www.fio.unicen.edu.ar)

## **SECTOR RESIDUOS**

En Argentina la práctica habitual en el manejo de RSU es la disposición final en vertederos a cielo abierto, no controlados; hasta el año 2000, sólo el 5% de los municipios del país tenían en funcionamiento vertederos controlados. En este marco, la prioridad debería ser ordenar el estado de situación de la gestión de los RSU a lo largo y ancho del país. La implementación del Proyecto Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos

*Urbanos (PNGIRSU), cuyo objetivo es promover y apoyar técnica y económicamente la realización de programas y proyectos que mejoren la situación actual de manejo de los RSU, dejando libertad a las provincias y municipios para definir cuáles son las mejores prácticas según las características de la comunidad donde se implementará, podría contribuir a mejorar la situación general en el sector.*

*Uno de los principales inconvenientes para establecer adecuados planes de gestión integral de residuos radica en la dificultad de disponer de información de calidad. A fin de poder evaluar la factibilidad de diferentes alternativas de tratamiento, es necesario contar con datos históricos de tasa de generación y composición de los residuos, métodos de tratamiento y prácticas operativas de los sitios de disposición final.*

*En este contexto, la mitigación del metano generado en la disposición final de los RSU parecería alejada; sin embargo, la implementación de programas de gestión integral de RSU podría verse como una oportunidad para promover el desarrollo de nuevos proyectos.*

*En Argentina, la tecnología utilizada en los proyectos de captura de metano ha sido en su mayoría importada de los países de la Unión Europea (Holanda, Italia, España) o Canadá, aunque se han desarrollado, con no poco esfuerzo, proyectos de pequeña escala con recursos locales. Si bien, el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) se ha constituido en una potencial vía de acceso a fuentes de financiamiento para estas actividades de mitigación de GEIs y un marco adecuado para promover el desarrollo de proyectos de captura de biogás, no ha impactado mayormente en materia de transferencia de tecnología.*

#### **PROYECTOS MDL EN EL SECTOR DE RESIDUOS EN ARGENTINA**

*A la fecha<sup>26</sup>, en Argentina se han presentado ante la Oficina Argentina para el MDL 10 proyectos MDL de captura de metano en rellenos sanitarios, distribuidos en las provincias de Buenos Aires (6), Santa Fe (1), Salta (1), Mendoza (1) y Misiones (1). Del total, 7 han sido registrados por la Junta Ejecutiva del MDL. Las actividades de estos diez proyectos de captura pronostican en su totalidad una reducción de emisiones de metano anuales de aproximadamente 2.496.888 tCO<sub>2</sub>e.*



Hasta el momento, dentro de los proyectos de captura de biogás presentados es mínima la cantidad de iniciativas que contemplan el uso de este recurso con fines energéticos.



Foto 4. Cabezal de pozo de captación de la Planta de captura de biogás, Olavarría, Prov. Buenos Aires

#### **BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS MDL EN EL SECTOR DE RESIDUOS**

Barreras institucionales como el desarrollo de mecanismos que faciliten el acceso a financiamiento y a recursos para desarrollar proyectos de captura y uso de biogás, barreras tecnológicas como la falta de acceso al conocimiento y a las oportunidades de desarrollo de insumos y equipamiento de origen nacional, el riesgo de inversión en tecnologías para uso del biogás frente a la volatilidad de las tarifas del gas natural y de la electricidad con la consiguiente incertidumbre relacionada a la recuperación de la inversión realizada, son algunos de los inconvenientes que han impedido el desarrollo de un mayor número de experiencias a nivel nacional, en comparación con otros países de la región como Brasil, México y Chile.

Una cuestión a resolver en lo inmediato es la capacitación de los recursos locales en la operación y manejo de rellenos sanitarios para la captura de biogás y el desarrollo de un modelo de predicción en base a datos locales, teniendo en cuenta las características climatológicas de las diferentes regiones de nuestro país, y diseñado en base a las directrices del PICC. De esta manera se contribuirá a disminuir el nivel de incertidumbre de los estudios de factibilidad.

#### **CONCLUSION**

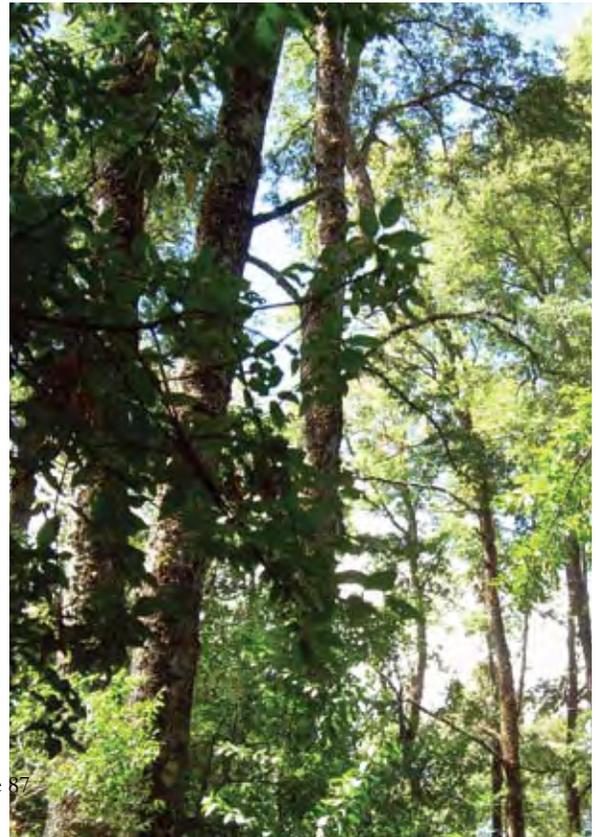
La promoción de este tipo de actividades, en particular de proyectos de captura y utilización de biogás de pequeña y mediana escala, contribuirá no sólo a mejorar la sustentabilidad de las prácticas de manejo de RSU e incrementar nuestra experiencia

en el desarrollo e implementación de las tecnologías relacionadas, sino también a impulsar las energías renovables, ofreciendo además a los municipios la posibilidad de obtener recursos adicionales.

Este desafío sólo podrá enfrentarse a través de la sinergia entre instituciones gubernamentales locales, provinciales y nacionales, universidades y empresas vinculadas a la provisión de servicios y tecnología.

## **4.6 EMISIONES Y CAPTURA POR CAMBIO DE USO DEL SUELO**

Las emisiones y capturas del sector de Uso del Suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) comprende cuatro subsectores: los cambios en la biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa; la conversión de bosques y praderas; el abandono de tierras cultivadas; y cambios en el contenido de carbono por uso del suelo.





**Ing. Agr. MSc. Héctor D. Ginzo**

Experto revisor de INVGElS  
Instituto del Clima, Academia Argentina  
de Ciencias del Ambiente  
hdginzo@arnet.com.ar

## LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEBIDAS AL USO DEL SUELO, EL CAMBIO DE USO DEL SUELO Y SILVICULTURA (USCUSS)

Dentro de cada una de las categorías del sector USCUSS las actividades humanas generan emisiones o absorciones, así como éstas se producen cuando las actividades humanas materializan el pasaje de una categoría a otra; por ejemplo, el desmonte de bosques nativos con el objeto de dedicar la superficie desmontada a la producción vacuna tiene como consecuencias: (a) la eliminación de un sumidero de dióxido de carbono (los árboles) y (b) la creación de una fuente de metano (el ganado vacuno).

El dióxido de carbono es el gas más abundante del sector, ya sea emitido a la atmósfera –en el desmonte, por ejemplo–, ya sea absorbido de ésta –por ejemplo, por el crecimiento arbóreo o la acumulación en la materia orgánica de los suelos–. A este gas le sigue (en importancia) el metano generado en la quema de montes y pastizales, en los embalses y por turberas drenadas para la agricultura o la forestación y a éste, el óxido nitroso, derivado del empleo de abonos químicos nitrogenados y producidos, también, en la quema de materia orgánica.

En el año 2000 el sector USCUSS fue un sumidero neto de 43.298 Gg CO<sub>2</sub>eq, que significó una reducción de 15,4% en las emisiones netas totales (282.001 Gg CO<sub>2</sub>eq, excluido el sector USCUSS).

En 2000 el reparto de las absorciones netas de GEIs en el sector USCUSS (43.298 Gg CO<sub>2</sub>e) entre las categorías componentes fue: (a) las remociones de CO<sub>2</sub> totalizaron 54.498 Gg, de los que el 29% correspondieron al crecimiento de la biomasa leñosa de montes y otras formaciones leñosas y el 71% al abandono de terrenos manejados; (b) las emisiones de CO<sub>2</sub>e totalizaron 21.200 Gg, de las que 47% correspondieron a cambios del uso de montes y pastizales y el 53% restante fue consecuencia fundamentalmente de los efectos del manejo y el cambio de uso de la tierra sobre el carbono almacenado en los suelos.

Las posibilidades de mitigación del calentamiento mundial mediante acciones sobre las categorías componentes del sector

USCUSS son muy variadas; por ejemplo: forestación y reforestación, evitación del desmonte y de la degradación de los montes, prácticas de conservación del carbono en los suelos (por ejemplo, la labranza-cero), conversión de algunos sistemas productivos a sistemas agro-forestales o silvo-pastoriles y manejo sustentable de sistemas ganaderos sostenidos por pastizales naturales. Algunas de esas alternativas de mitigación están consideradas como actividades del MDL hasta 2012; otras, como la evitación del desmonte y la degradación de los montes, tal vez lo sean después de aquella fecha.

Un estudio reciente de la Fundación Bariloche<sup>27</sup> contiene una perspectiva –con los años 2020 y 2030 como horizontes– de la evolución de las emisiones netas del sector USCUSS sobre la base de: (a) las tendencias temporales de las emisiones o absorciones de las categorías componentes del sector derivadas de la comparación de los inventarios nacionales de 1990, 1994, 1997 y 2000; (b) las circunstancias nacionales de explotación de los montes nativos, la expansión de las plantaciones forestales industriales y la ampliación del área cultivada con soja a expensas de superficies de monte nativo en el período 2000 – 2005. Como parte de esa perspectiva se incluyeron las absorciones de CO<sub>2</sub> que resultarían de la implementación de algunas actividades de mitigación plausibles –como un programa de forestación con montes multi-específicos en terrenos degradados– y de la aplicación nacional de la legislación de protección de los bosques nativos<sup>28</sup>.

Debido a la fuerte expansión futura de las plantaciones forestales para la industria y una tasa anual de desmonte de 1,1%, el sector USCUSS se convertiría en una fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2020 (aprox. 2,5 Mt CO<sub>2</sub>e), las que aumentarían casi 100 veces en 2030 si no se pusiesen en vigor acciones para frenar el desmonte de los montes nativos.

Sin embargo, este pronóstico desalentador para la mitigación del calentamiento global seguramente no lo será tanto, habida cuenta del reciente descalabro financiero y económico mundial, el que en nuestro país seguramente afectará negativamente todas las actividades relacionadas con el sector USCUSS. Mas en términos cualitativos, el sector USCUSS tal vez no se convierta en una fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2020, pero sí tal vez después. La manera de evitar este desenlace es, por un lado, aplicar plena e inmediatamente la ley de conservación de los bosques nativos y, por el otro lado, hacerla cumplir a rajatabla.

<sup>27</sup> Argentina: Diagnóstico, Prospectivas y lineamientos para definir Estrategias posibles ante el Cambio Climático. Fundación Bariloche. Octubre 2008. Buenos Aires.

<sup>28</sup> Ley 26.331, reglamentada en febrero de 2009.

## 4.7 POLÍTICAS DE MITIGACIÓN

La contribución de la Argentina a la emisión bruta total planetaria de GEIs es mínima en comparación a la de la mayor parte de los países desarrollados e incluso de algunos países en desarrollo.

Las emisiones per cápita de la Argentina son, asimismo, inferiores a las de los países desarrollados, aunque actualmente se sitúa levemente por encima del promedio mundial.

Si bien los países industrializados son los responsables históricos del cambio acaecido en la composición atmosférica de GEIs, nuestro país no debe quedar ajeno a los esfuerzos de mitigación y ha dado muestras de su voluntad de cooperar en este tema.

### Emisiones de GEIs de la República Argentina

| Indicador   | Emisiones de Argentina           | Ranking   |
|---|----------------------------------|---|
| Volumen de emisiones[1]                                 | 0,84 % de las emisiones globales | 25 a nivel mundial<br>11 en las Parte No Anexo I<br>3 en América Latina |
| Emisiones per cápita                                    | 8,2 CO <sub>2</sub> e / año hab. | 53 a nivel mundial<br>22 en las Parte No Anexo I<br>4 en América Latina |
| Emisiones acumuladas de CO <sub>2</sub> [2] (1950-2005) | 0,5 % de las emisiones globales  | 30 a nivel mundial  |

Las políticas de mitigación requieren trabajar al menos en tres niveles:

- **Normativa:** en este nivel el principal actor es el estado a través de la elaboración/adaptación y/o implementación de normativa vigente/nueva a los efectos de promover la reducción de emisiones o fomentar la captura del dióxido de carbono que ya fue emitido previamente.

**En este sentido las Leyes N° 26.093, 26.331 y 25.080 vinculadas, respectivamente, con la promoción de los biocombustibles, la protección de los bosques nativos y la promoción de las forestaciones constituyen ejemplos de normativas que promueven indirectamente la reducción de emisiones en los dos primeros casos y la captura de CO<sub>2</sub> ya emitido en el último caso.**

- **Programas y proyectos:** en este nivel el rol principal recae sobre los actores de los sectores productivos, fundamentalmente el sector privado, a través de la implementación de programas y proyectos de reconversión tecnológica vinculados a una producción más limpia. Para apoyar este tipo de iniciativas existe financiamiento internacional y asistencia técnica nacional, a través del Fondo Argentino de Carbono, tal como será explicado posteriormente.

- **Individuos:** cada ciudadano es responsable de cierta proporción de las emisiones del país a partir de sus actividades cotidianas, entre otras, uso de energía eléctrica y gas, uso del transporte, generación de residuos, etc. De cualquier manera el volumen de estas emisiones o dicho de otra manera la “huella de carbono” de cada individuo, dependerá de su estilo de vida, en particular de su espíritu consumista y su conciencia ambiental.

[1] Excluyendo emisiones de “bunker fuels” y del USCUS.

[2] Solo correspondientes al sector de la energía

## La Huella de Carbono

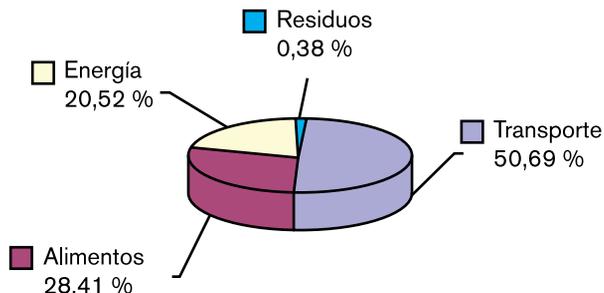
La huella de carbono es la medida del impacto que provocan las actividades del hombre sobre el ambiente, determinada según la cantidad de dióxido de carbono producido por ellas. Muchas actividades cotidianas generan emisiones de carbono que contribuyen a acelerar el calentamiento global y el cambio climático. Por ejemplo, al conducir un coche, cada litro de nafta que se quema genera carbono en forma de dióxido de carbono. Si bien depende del consumo del vehículo y los kilómetros recorridos, un auto naftero puede generar su propio peso en dióxido de carbono cada año.

**La SAyDS ha desarrollado un calculador de carbono local, es decir una herramienta que permite estimar las emisiones producidas en nuestras actividades cotidianas.**

**La huella de carbono<sup>31</sup> de un argentino asumiendo un “consumo promedio” es de 5,71 ton CO<sub>2</sub> al**

**año. La actividad que mayores emisiones genera es el uso del transporte.**

**Gráfico 18. Emisiones de CO<sub>2</sub> del argentino promedio**



**La huella de carbono del argentino promedio es inferior a la del promedio de individuos que viven en países como los Estados Unidos y el Reino Unido.**





Estados Unidos  
20 Ton. CO<sub>2</sub>

Reino Unido  
11,81 Ton. CO<sub>2</sub>

Argentina  
5,71 Ton. CO<sub>2</sub>

**La diferencia en las huellas de carbono con estos países se debe tanto a los contrastes existentes en los modelos productivos, como al estilo de vida de los ciudadanos.**

**Existen diversas acciones individuales, que pueden llevarse a cabo en distintos ámbitos para reducir nuestra huella de carbono. Algunos ejemplos son:**

- El reemplazo de lamparitas incandescentes por fluorescentes permite reducir alrededor de 43,8 kg de CO<sub>2</sub> por lámpara.
- La utilización de una heladera etiquetada, en función de su eficiencia energética con la letra A, permite reducir 81 kg de CO<sub>2</sub> anuales en comparación con una etiquetada con la letra C.

### **El Mercado de Carbono y el Mecanismo de Desarrollo Limpio**

El PK dio origen a un “mercado de carbono” al establecer una demanda por “unidades de reducción de emisiones” en los países desarrollados que adoptaron compromisos cuantitativos de limitación o reducción de emisiones.

En el mercado de carbono del PK existen distintos

tipos de unidades de reducción de emisiones que se diferencian por el mecanismo que les dio origen pero coinciden en que todas le dan el derecho al poseedor de emitir una tonelada de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Nuestro país participa en este mercado únicamente como oferente de ciertas unidades que se denominan “Reducciones Certificadas de Emisiones, RCE” y que se obtienen como resultado de la implementación de proyectos en el contexto del MDL.

Nuestro país fue uno de los primeros en contar con una oficina MDL, que entre otras cuestiones se encarga de evaluar la contribución al desarrollo sustentable de los proyectos implementados en la Argentina.

**La Oficina Argentina del MDL está conformada por un Comité Ejecutivo (CE), una Secretaría Permanente (SP) y un Comité Asesor (CA).**

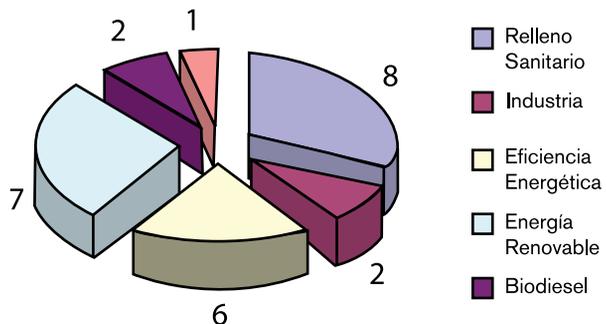
**El Comité Ejecutivo está presidido por el Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable e integrado con funcionarios de los organismos gubernamentales de los distintos Ministerios que tienen competencias en materias relacionadas con las actividades de proyecto. MDL.**

**El Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, bajo recomendación del Comité Ejecutivo, tiene la potestad de decidir la aprobación de un proyecto MDL en la Argentina, fundamentando dicha decisión en su contribución al desarrollo sustentable del país.**

El número de proyectos presentados y los volúmenes de reducción asociados se ha ido incrementado con los años como resultado del proceso de maduración de los actores participantes del mercado de carbono. Asimismo, el Fondo Argentino de Carbono (FAC) posee una cartera que incluye proyectos en distintos sectores y con diferentes grados de desarrollo.

<sup>31</sup> La huella de carbono es un concepto similar al de emisiones per. cápita, en tanto en ambos casos se asignan emisiones por persona. No obstante, considerando que las metodologías para estimar esas emisiones en uno y otro caso son diferentes, los volúmenes de emisión por persona obtenidos también lo suelen ser.

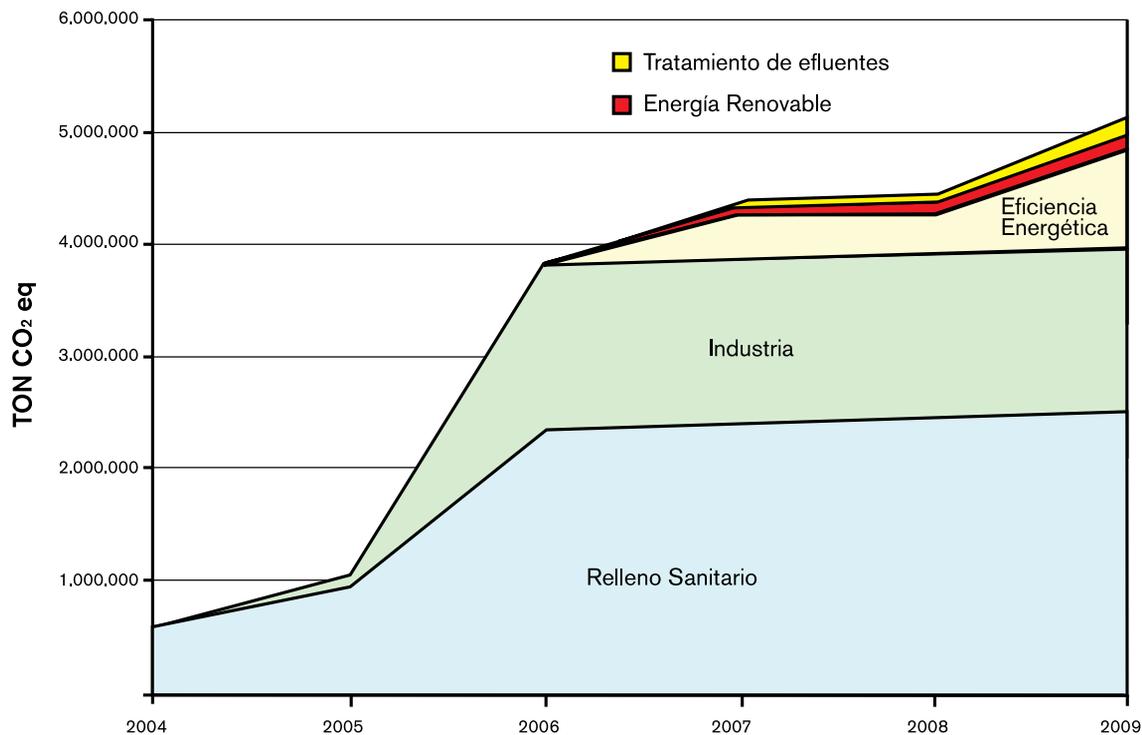
Gráfico 19. Proyectos presentados - Febrero 2009



Fuente: Dirección de Cambio Climático- SAYS



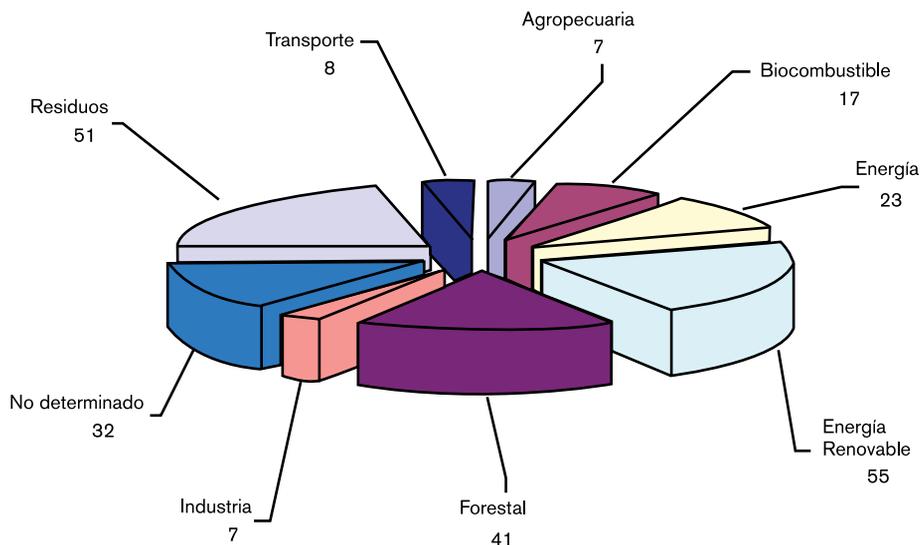
Gráfico 20. Evolución del volumen de reducción de emisiones esperado en función de los proyectos MDL aprobados en Argentina (Febrero de 2009).



El FAC es una iniciativa impulsada por el gobierno nacional tendiente a facilitar el desarrollo de nuevos programas y proyectos que reduzcan emisiones de GEIs con el objetivo de fortalecer la oferta de proyectos argen-

tinos y optimizar la participación del país en el mercado de carbono, obteniendo mejores precios y fortaleciendo la capacidad negociadora en el mercado mundial.

**Gráfico 21. Ideas de proyectos presentados al FAC**



# CONSIDERACIÓN FINAL

# 5

El cambio climático constituye una de las grandes amenazas que enfrenta la comunidad internacional en su conjunto. Por ello, el esfuerzo necesario para enfrentar las consecuencias actuales y futuras del mismo, debe ser diseñado e implementado conjuntamente. Las políticas necesarias para lograr este objetivo están siendo implementadas mediante acciones de mitigación y adaptación adecuadas. Las primeras atacan las causas del problema y las segundas permiten minimizar sus efectos y maximizar sus oportunidades.

En esta publicación, expertos involucrados en la temática, transmiten sus experiencias en el desarrollo y análisis de acciones que involucran la reducción de emisiones que impactan sobre el cambio climático en el planeta e identifican acciones posibles para enfrentar las consecuencias del mismo.

La complejidad del tema obliga a trabajar coordinadamente con todos los actores involucrados a fin de diseñar y ejecutar las medidas necesarias. En este sentido, es importante resaltar que, para lograr el resultado buscado, el país trabaja sistemáticamente en el diseño e implementación de políticas y medidas de mitigación y adaptación. El desafío de generar una estrategia sobre cambio climático integrada con los intereses tanto ambientales como económicos y sociales de la nación permite aprovechar las oportunidades que se presentan para que en el país se ejecute una política que tiene como pilar fundamental el desarrollo sustentable de nuestra sociedad y que considera las necesidades específicas de sus habitantes.

En este sentido, las políticas públicas requieren de un marco institucional adecuado y capacitado para lograr su efectiva ejecución. Para ello sus actores se capacitan constantemente a fin de conocer el problema y poder responder a sus consecuencias, así como aprovechar sus oportunidades, teniendo en cuenta que los costos asociados a las acciones de mitigación y adaptación serán menores si se actúa preventivamente.

Estamos convencidos de que reducir el impacto adverso del cambio climático es posible y viable, sólo debemos estar preparados pasando de la retórica del compromiso a la acción comprometida.



# LINKS DE INTERÉS

## ORGANISMOS INTERNACIONALES

### Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

La Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC) se creó con el objetivo de comenzar a considerar las medidas necesarias para reducir el calentamiento global. Más recientemente, en adición al tratado, se firmó el Protocolo de Kyoto.

Este sitio Web, contiene numerosas fuentes de información, tanto para principiantes como para expertos en la temática.

### Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático

[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

El sitio web del Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) es una de las fuentes más importantes de información científica sobre Cambio Climático.

Aquí se encuentran publicados los reportes de las evaluaciones y análisis sobre cambio climático realizadas por el Panel; los informes metodológicos; las guías para la realización de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero; y gran variedad de material de soporte.

### Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe

[www.pnuma.org](http://www.pnuma.org)

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente es el principal órgano de las Naciones Unidas en la esfera del medio ambiente. En el sitio web figuran numerosas fuentes de información acerca de diferentes temáticas ambientales, así como publicaciones e información de contacto de las diferentes ministerios de medio ambiente de América Latina y el Caribe.

## ORGANISMOS NACIONALES

### Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS)

[www.ambiente.gov.ar](http://www.ambiente.gov.ar)

En el sitio web de la SAyDS podrá encontrar información acerca de las diferentes áreas de trabajo del organismo, publicaciones, servicios a la comunidad e información ambiental.

### Dirección de Cambio Climático SAyDS

[www.ambiente.gov.ar/cambioclimatico](http://www.ambiente.gov.ar/cambioclimatico)

La página web de la Dirección de Cambio Climático, dentro del sitio de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), ofrece información sobre cambio climático (adaptación, mitigación, educación y capacitación, etcétera), desde publicaciones básicas para principiantes, hasta Comunicaciones Nacionales e Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, eventos, etcétera.

### Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio SAyDS

[www.ambiente.gov.ar/oamd](http://www.ambiente.gov.ar/oamd)

La OAMD, compuesta por su Secretaría Permanente y el Comité Ejecutivo, es la dependencia que se encarga de la evaluación nacional de los proyectos MDL en Argentina. En su página se encuentran publicados los proyectos presentados, y toda la información relacionada al Sistema de Evaluación Nacional.

### Calculador de Huella de Carbono SAyDS

[www.ambiente.gov.ar/?IdArticulo=5495](http://www.ambiente.gov.ar/?IdArticulo=5495)

El calculador de huella de carbono es una herramienta cuyo objetivo consiste en estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el uso de energía, el transporte y otras actividades humanas. La SAyDS ha desarrollado una primera versión del calculador de carbono con el fin de que

cada argentino pueda estimar lo más ajustadamente posible las emisiones asociadas a su estilo de vida.

### **Fondo Argentino de Carbono SAyDS**

[www.ambiente.gov.ar/fondodecarbono](http://www.ambiente.gov.ar/fondodecarbono)

El Fondo Argentino de Carbono tiene como principal objetivo promover el desarrollo de proyectos MDL y actividades de mitigación en Argentina.

Para ello, entre otras herramientas, cuenta con un mecanismo de asistencia a Ideas de Proyectos denominado Mecanismo de Consulta Previa.

A través de este mecanismo, se podrán presentar Ideas de Proyecto, y recibir asesoramiento gratuito sobre su potencial encuadramiento en el MDL.

### **Administración de Parques Nacionales**

[www.parquesnacionales.gov.ar](http://www.parquesnacionales.gov.ar)

La Administración de Parques Nacionales de Argentina es el organismo que planifica y ejecuta, con proyección nacional e internacional, la conservación de la diversidad biológica y cultural de las áreas protegidas bajo su jurisdicción.

En su sitio web podrá encontrar fichas temáticas de las áreas protegidas, información para visitantes, políticas de conservación, normativa, etc.

### **Servicio Meteorológico Nacional**

[www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar)

El SMN es el organismo nacional dedicado a observar, comprender, predecir el tiempo y el clima en el territorio nacional y zonas oceánicas adyacentes.

Su página web ofrece información acerca del estado del tiempo y el pronóstico meteorológico en el territorio nacional, observaciones, productos elaborados en relación a diferentes temáticas (cambio climático, agrometeorología, hidrometeorología, etc.), material didáctico, estaciones meteorológicas, etcétera.

### **Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera**

[www.cima.fcen.uba.ar](http://www.cima.fcen.uba.ar)

El CIMA es un Centro de Investigación completamente dedicado al modelado de la atmósfera y el océano en la Argentina.

Las actividades de investigación del CIMA están focalizadas principalmente hacia el modelado climático, variabilidad regional del clima, el estudio regional de los efectos antropogénicos sobre el clima, modelado de la circulación en el mar argentino, el pronóstico numérico del tiempo y el cambio climático.

En su sitio web usted podrá encontrar, entre otros, información, documentos y publicaciones acerca de las diferentes líneas de investigación y un detalle de las actividades que realiza el CIMA.

## **ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES**

### **Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible**

[www.iisd.ca/process/climate\\_atm.htm](http://www.iisd.ca/process/climate_atm.htm)

El IISD es un organismo dedicado analizar y publicar informes acerca de la negociación internacional sobre medio ambiente y desarrollo sustentable.

Este sitio web cuenta con un resumen de los temas tratados en las reuniones que se llevan a cabo en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

### **Fundación Vida Silvestre Argentina**

[www.vidasilvestre.org.ar](http://www.vidasilvestre.org.ar)

La Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA) tiene como objetivo principal promover la conservación de la diversi-

dad biológica y los recursos naturales argentinos, revertir las pautas de consumo que los afectan y apoyar el desarrollo sustentable.

En el sitio web podrá encontrar información ambiental según diferentes ejes temáticos, información y actividades para chicos, publicaciones y documentos, noticias, etcétera.

### **Fundación Ecoandina**

[www.ecoandina.org](http://www.ecoandina.org)

La Fundación Ecoandina es una fundación dedicada a la investigación e implementación de tecnología solar, agua potable y desarrollo local, en comunidades de la Puna Argentina.

En el sitio web podrá encontrar documentos técnicos e información referida a los proyectos que desarrolla la Fundación, sus áreas de trabajo, socios y organizaciones vinculadas.

### **Fundación Bariloche**

[www.fundacionbariloche.org.ar](http://www.fundacionbariloche.org.ar)

La Fundación Bariloche es una institución que se dedica a promover la enseñanza y la investigación científica.

Cuenta con un amplio programa de estudios relacionados con la problemática del desarrollo humano y social, en particular en relación con el ambiente, la energía y el desarrollo urbano, y extiende su acción a áreas de investigación básica y aplicada en temas de interés nacional y regional.

En la página web usted podrá encontrar información acerca de los programas de la Fundación, publicaciones, novedades, actividades de capacitación, etcétera.

## **AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

### **JICA**

<http://www.jica.go.jp/english/>

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) es la agencia donante de ayuda que proporciona cooperación técnica, préstamos de la AOD (Asistencia Oficial para el Desarrollo) y cooperación financiera no reembolsable a los países en desarrollo aprovechando al máximo una amplia gama de instrumentos de ayuda.

En su página web encontrará las actividades que realiza JICA en más de 100 países.

## Bibliografía

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Ministerio de Salud de la Nación. Para Entender el Cambio Climático. Buenos Aires: Grafica Printer S.A., 2004.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=1124>.

United Kingdom's Economics and Finance Ministry. Stern Review: The Economy of Climate Change. [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm).

*Tercer Informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.*

IPCC, 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) *J. T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden and D. Xiaosu (Eds.)* Cambridge University Press, UK.

IPCC, 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) *J. James J. McCarthy, Osvaldo F. Canziani, Neil A. Leary, David J. Dokken and Kasey S. White (Eds.)* Cambridge University Press, UK.

IPCC, 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) *Bert Metz, Ogunlade Davidson, Rob Swart and Jiahua Pan (Eds.)* Cambridge University Press, UK.

*Cuarto Informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.*

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, *Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2007: Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, *M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds.*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, *B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.)*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

**Se terminó de imprimir  
en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
en Marzo de 2009**