

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector residuos

La economía del cambio climático
en la Argentina

Ricardo Vicari



NACIONES UNIDAS



MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector residuos

La economía del cambio climático
en la Argentina

Ricardo Vicari



NACIONES UNIDAS



Este documento fue preparado por Ricardo Vicari, consultor de la Unidad de Políticas para el Desarrollo Sostenible de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El documento se realizó en 2009, en el marco del estudio nacional de la economía del cambio climático en la Argentina, bajo la coordinación de Osvaldo Girardín a nivel nacional. Además, este documento es parte de los estudios sectoriales preparados en el marco del Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático (ERECC) en América del Sur —iniciativa encabezada por la CEPAL y coordinada por Joseluis Samaniego, Carlos de Miguel, Mauricio Pereira y Karina Martínez. El ERECC contó con el apoyo y colaboración financiera de los Gobiernos de Alemania, Dinamarca, España y el Reino Unido, así como de la Unión Europea y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Los valores expresados con el símbolo \$ corresponden a pesos argentinos.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN 1564-4189

LC/L.4090

Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2015. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

S.15-01012

Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Resumen	7
I. Estado del arte en la temática	9
A. Residuos sólidos urbanos	9
B. Residuos líquidos municipales.....	14
II. Metodología	15
A. Emisiones	15
1. Residuos sólidos urbanos	15
2. Residuos líquidos municipales.....	17
3. Residuos líquidos industriales.....	17
B. Proyecciones de emisión para los años 2009 al 2030	18
1. Residuos sólidos urbanos	18
2. Aguas residuales domésticas.....	19
3. Aguas residuales industriales.....	20
III. Resultados	21
A. Revisión del inventario nacional de GEI desde el año 1990 hasta 2008.....	21
B. Proyecciones de emisiones de GEI para el período 2009-2030	23
1. Residuos sólidos urbanos	23
2. Aguas residuales domésticas e industriales.....	26
C. Mitigación	28
1. Residuos sólidos urbanos	28
IV. Proyecciones de emisiones de GEI para el período 2030-2100	41
A. Residuos sólidos urbanos	41
B. Aguas residuales domésticas e industriales.....	44
1. Metano	44
2. Óxido Nitroso.....	44
Bibliografía	49

Anexos	51
Anexo 1 Fuentes de Información	52
Anexo 2 Cálculo de los beneficios económicos de los proyectos de recuperación, quema y generación eléctrica en 14 rellenos sanitarios desde el año 2009 hasta el año 2030.....	53
Serie Medio Ambiente y Desarrollo: números publicados	67

Cuadros

Cuadro 1	Composición porcentual y contenido de carbono orgánico degradable de los residuos sólidos municipales en diferentes ciudades en el año 2000.....	11
Cuadro 2	Destino de las aguas residuales domésticas según los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 de la República Argentina	14
Cuadro 3	Variables utilizadas para el cálculo de las emisiones de CH ₄ utilizando el método de descomposición de primer orden (DPO)	16
Cuadro 4	Variables utilizadas para el cálculo de las emisiones de CH ₄ utilizando el método por defecto.....	16
Cuadro 5	Parámetros utilizados para el cálculo de las emisiones de CH ₄ por las aguas residuales domésticas	17
Cuadro 6	Parámetros utilizados para el cálculo de las emisiones de CH ₄ por las aguas residuales industriales	17
Cuadro 7	Variación anual estimada del PBI desde el año 2010 hasta el 2030.....	18
Cuadro 8	Variación anual estimada de la población desde el año 2010 hasta el 2030.....	19
Cuadro 9	Proyecciones de generación de residuos sólidos urbanos a cielo abierto y en vertedero controlado entre los años 2009 y 2030 a nivel nacional.....	24
Cuadro 10	Emisiones esperadas de CH ₄ generadas en rellenos sanitarios y a cielo abierto a nivel nacional entre los años 2009 y 2030	25
Cuadro 11	Emisiones esperadas de CH ₄ y N ₂ O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales entre los años 2009 y 2030.....	27
Cuadro 12	Proyección del metano recuperado, emisión reducida y recuperación acumulada para las eficiencias de recuperación del 50% y del 75% en los rellenos sanitarios entre los años 2009 y 2030.....	29
Cuadro 13	Supuestos financieros para el análisis de reducción de emisiones	32
Cuadro 14	Ciudades que depositan sus residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios y las emisiones para el año 2008.....	33
Cuadro 15	Componentes del costo de los proyectos de recolección de metano para su quema y para la generación de energía eléctrica en rellenos sanitarios	35
Cuadro 16	Costo total de la implementación de los proyectos de recuperación y quema o generación eléctrica indicados en la República Argentina.....	35
Cuadro 17	Beneficios netos de la quema directa de metano, de su utilización para la generación de energía eléctrica y de la venta de bonos de carbono por la reducción de emisiones en el sector de la generación de energía eléctrica en 14 proyectos de rellenos sanitarios en la República Argentina, entre los años 2009 y 2030	36
Cuadro 18	Proyección de las emisiones de CH ₄ generadas por los residuos sólidos urbanos depositados en rellenos sanitarios y a cielo abierto, entre los años 2031 y 2100	42
Cuadro 19	Emisiones esperadas de CH ₄ y N ₂ O generadas por las aguas residuales domésticas (ARD) e industriales (ARI) entre los años 2030 y 2100	45
Cuadro A.1	Norte III.....	53
Cuadro A.2	González Catán	54
Cuadro A.3	Ensenada	55
Cuadro A.4	Córdoba Capital	56
Cuadro A.5	Rosario	57
Cuadro A.6	Mar del Plata	58
Cuadro A.7	Mendoza.....	59

Cuadro A.8	Bahía Blanca	60
Cuadro A.9	Río Cuarto (Córdoba).....	61
Cuadro A.10	San Nicolás (Buenos Aires)	62
Cuadro A.11	Junin (Buenos Aires).....	63
Cuadro A.12	Pergamino (Buenos Aires)	64
Cuadro A.13	Olavarría (Buenos Aires).....	65
Cuadro A.14	Balcarce (Buenos Aires).....	66

Gráficos

Gráfico 1	Distribución por ciudades y habitantes en la Argentina en el año 2001	10
Gráfico 2	Ciudades que depositan sus residuos sólidos urbanos en vertederos controlados año 2001	10
Gráfico 3	Producción de residuos per cápita en 24 partidos del Gran Buenos Aires y 3 partidos del Gran La Plata (La Plata, Berisso y Ensenada) en el año 2008	12
Gráfico 4	Relación entre residuos sólidos municipales en los depósitos controlados del Área Metropolitana de Buenos Aires (CEAMSE) y el Producto Bruto Interno.....	12
Gráfico 5	Regresión lineal entre la variable PBI_{pc} y la variable RSU_{pc} entre los años 1991 y 2005.....	18
Gráfico 6	Regresión lineal entre el número de habitantes y residuos sólidos urbanos en 15 ciudades con población entre 100.000 y 700.000 habitantes de la República Argentina para el año 2001.....	19
Gráfico 7	Emisiones de CH_4 de todos los subsectores del sector residuos desde el año 1990 hasta el año 2008	22
Gráfico 8	Tendencia de las emisiones de CH_4 en el sector de residuos desde 1990 hasta 2008	22
Gráfico 9	Generación de residuos sólidos urbanos con destino a vertedero controlado y a cielo abierto entre 1990 y 2008	23
Gráfico 10	Emisiones esperadas de metano generadas en rellenos sanitarios y a cielo abierto a nivel nacional entre los años 2009 y 2030	26
Gráfico 11	Emisiones esperadas de CH_4 y N_2O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales entre los años 2009 y 2030	28
Gráfico 12	Proyección de la línea de base de emisión, recuperación y emisión reducida del CH_4 generado en los rellenos sanitarios entre los años 2009 y 2030 con una eficiencia de recuperación del 50% y del 75%.....	30
Gráfico 13	Posibilidades de reducción sobre los residuos sólidos recolectados en el período 2000-2005	31
Gráfico 14	Proyección de las emisiones de CH_4 generadas por los residuos sólidos urbanos depositados en rellenos sanitarios y a cielo abierto, entre los años 2031 y 2100	44
Gráfico 15	Emisiones esperadas de CH_4 y N_2O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales, entre los años 2030 y 2100	47

Resumen

En este estudio se analizaron las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y su mitigación en el sector residuos. Se examinó la producción de residuos sólidos urbanos (RSU) y aguas residuales domésticas (ARD) e industriales (ARI) observándose una relación significativa entre ésta y el Producto Bruto Interno (PBI). Las emisiones de GEI en el sector se calcularon mediante el método de descomposición de primer orden (DPO) en las ciudades con datos de actividad sobre los residuos y en las restantes con el método por defecto.

Las proyecciones de emisión para los depósitos controlados entre los años 2009-2030 se realizaron mediante una regresión lineal entre $PBI_{\text{per cápita}}$ (x) y la $RSU_{\text{per cápita}}$ (y) entre los años 1991 y 2005 y en depósitos a cielo abierto entre número de habitantes (x) y RSU ($Mg.año^{-1}$) (y). La revisión del inventario nacional de GEI desde el año 1990 hasta 2008 mostró que las emisiones totales del sector residuos se incrementaron un 266%, correspondiendo el mayor incremento al período comprendido entre los años 2000 y 2006, el subsector de mayor incremento fue el de los RSU con 365%. Las proyecciones de emisiones en este subsector para el período 2009-2030 se incrementarían un 36,28% y las de aguas residuales domésticas e industriales un 23,8%. La mitigación de las emisiones de GEI calculada en el subsector de residuos sólidos urbanos indica una recuperación acumulada entre 8.351,9 y 12.527,8 Gg de CH_4 en el período 2009-2030. El análisis de costos de reducción de emisiones concluyó que ninguno de los proyectos de generación eléctrica es rentable y los de quema directa comienzan a perder rentabilidad cuando las emisiones del año 2010 fueran menores a 200 Mg de CH_4 . Los resultados de las proyecciones de emisión de CH_4 para el período 2030-2100 en RSU fueron un 165,5% y en aguas residuales del 119% mayores que en el año 2030.

I. Estado del arte en la temática

Se consideran como residuos sólidos urbanos (RSU) a los provenientes de los desperdicios de las actividades de consumo y limpieza de la población, los residuos orgánicos de las aguas residuales domésticas (ARD) provenientes principalmente de las heces humanas y los residuos orgánicos de las aguas residuales industriales (ARI) provenientes de las actividades de producción industrial que en sus procesos eliminan residuos orgánicos, principalmente a las corrientes de agua superficiales. Estos residuos son considerados por su emisión de CH₄ y NO₂; en todos los inventarios nacionales de emisiones de GEI (1990-1994 y 2000), los RSU y ARD fueron categorías principales de fuentes, siendo el primero el cuantitativamente más importante.

A. Residuos sólidos urbanos

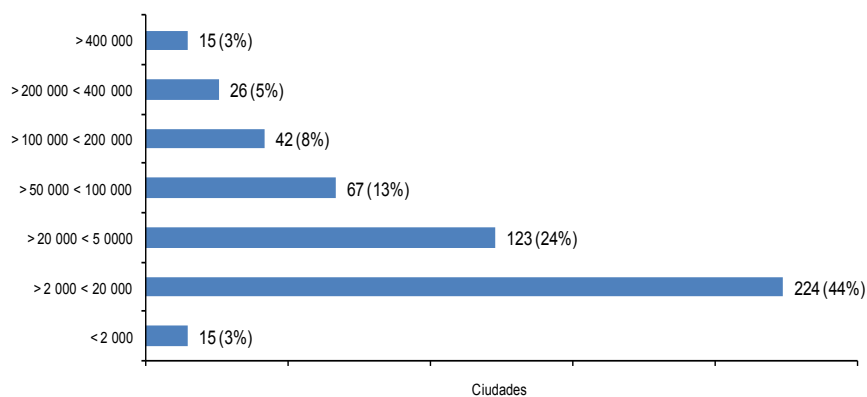
Respecto de los residuos sólidos urbanos (RSU), debido a que su importancia desde el punto de vista de la emisión de CH₄ depende, principalmente, de la acumulación de grandes cantidades de residuos en relación con la concentración de habitantes en las ciudades, es importante analizar, brevemente, la situación de la población urbana del país.

La Argentina registró en el año 2001 (INDEC, 2004) una población total de 36.260.130 habitantes. El 94% de la población total vive en 273 ciudades con más de 20.000 habitantes, 70% de los cuales se localizan en ciudades que superan los 100.000 habitantes (gráfico 1).

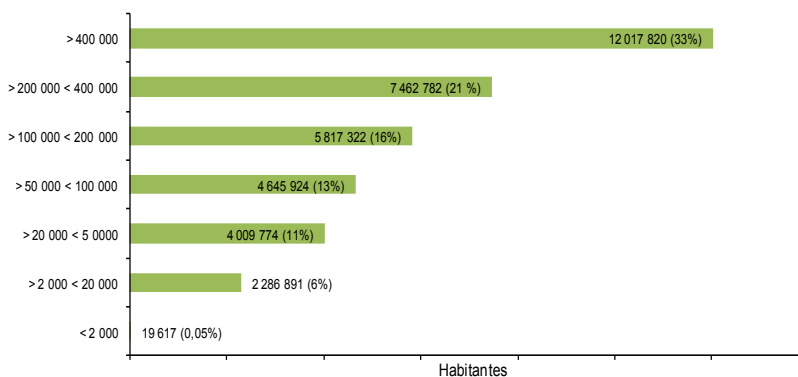
En la mayor parte de las ciudades con más de 20.000 habitantes, los residuos sólidos urbanos son depositados en vertederos a cielo abierto (VCA) con una producción de residuos per cápita de 0,700 Kg. En el gráfico 2 se presentan las ciudades más importantes con vertederos controlados (VC) en el país.

Gráfico 1
Distribución por ciudades y habitantes en la Argentina en el año 2001
(En número de habitantes por ciudad)

A. Por ciudades

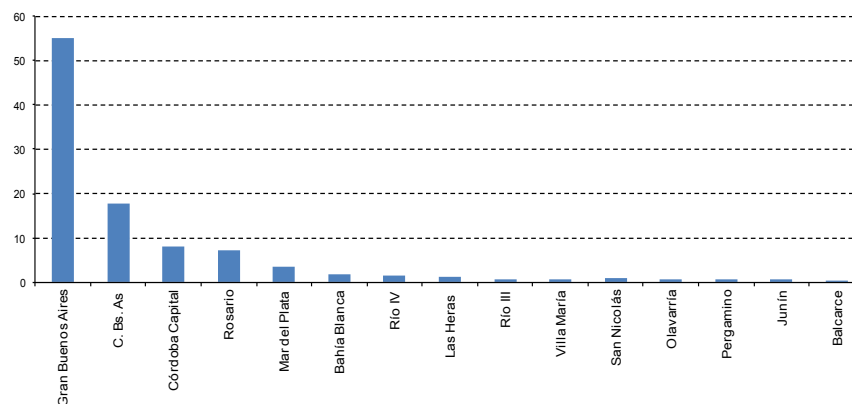


B. Por habitantes



Fuente: Cuentas INDEC 2004.

Gráfico 2
Ciudades que depositan sus residuos sólidos urbanos en vertederos controlados año 2001
(En porcentaje por ciudad/población total con vertederos controlados)



Fuente: Elaboración propia.

A pesar de representar un número reducido sobre el total de las ciudades del país, en ellas se generaron y depositaron en vertederos controlados 9.895,72 Gg de residuos sólidos urbanos en el año 2008, los que representaron, aproximadamente, el 63,2% del total de este tipo de residuos en la Argentina (15.666,3 Gg). Estas ciudades tienen una población de 23.077.040 habitantes, es decir, el 43,6% de la población urbana total.

Las 258 ciudades restantes de más de 20.000 habitantes depositaban sus residuos sólidos urbanos en vertederos a cielo abierto, lo que representa un verdadero problema ambiental y de salud pública, sobre todo en aquellas cuya población supera los 50.000 habitantes (150 ciudades con 19,27 millones de habitantes) (gráfico 1), que generaron aproximadamente 5.770.580 Mg de residuos sólidos urbanos en el año 2008.

La composición de los residuos es uno de los factores principales que influyen tanto en la cantidad como en la duración de la producción de CH₄ en los vertederos controlados. Los RSU contienen típicamente cantidades significativas de materia orgánica degradable.

Existe una estrecha relación entre la generación de basura y el nivel socioeconómico de la población. Lo expresado puede verificarse por un lado a nivel de la variabilidad en la composición de los residuos observada en diferentes poblaciones de la Argentina (cuadro 1), que según el tipo de actividad predominante y el nivel socioeconómico muestran diferencias importantes en sus componentes.

Cuadro 1
Composición porcentual y contenido de carbono orgánico degradable
de los residuos sólidos municipales en diferentes ciudades en el año 2000

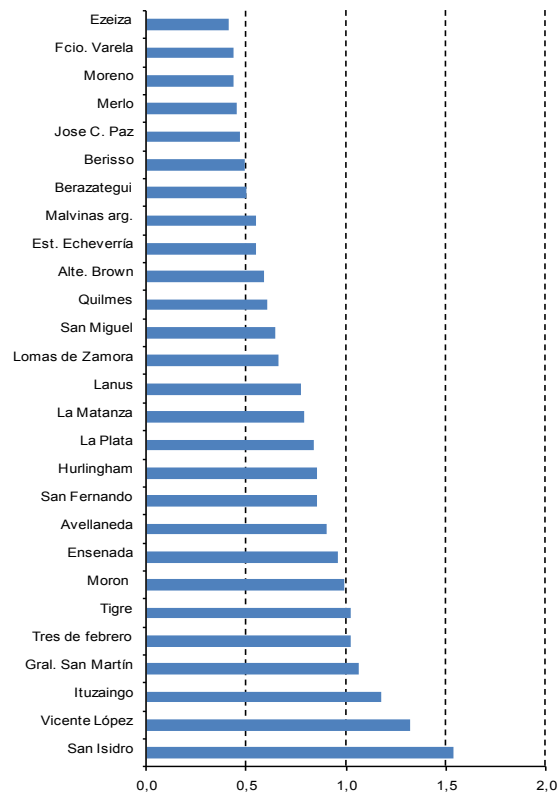
Material	Buenos Aires		Córdoba		Rosario		Olavarría	
	(porcentaje)	COD ^a	(porcentaje)	COD ^a	(porcentaje)	COD ^a	(porcentaje)	COD ^a
Papeles / cartones	25,0	10,0	15	6,0	12,9	5,2	16,2	6,48
Plásticos	14,4	-	15	-	13,5	-	11,0	-
Metales	3,2	-	2	-	2,1	-	2,5	-
Vidrios	6,0	-	2	-	4,7	-	4,2	-
Huesos	1,0	-	1	-	-	-	-	-
Desecho alimenticio	36,4	5,46	45	6,8	45,2	6,8	63,0	9,45
Textiles	1,9	0,76	5	2,0	1,3	0,5	0,8	0,32
Demolición	2,0	-	2	-	-	-	-	-
Madera, caucho y corcho	1,8	0,54	3	0,9	3,0	0,9	-	0
Barrido	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	13	-	13,0	-	2,3	-
Contenido de humedad	-	-	37	-	37,0	-	57,0	-
Fracción total COD	-	16,8	-	15,7	-	13,4	-	16,3

Fuente: COD calculado según los valores tomados de Bingemer, H. G. Y P. J. Crutzen, 1987.

^a COD (carbono orgánico degradable).

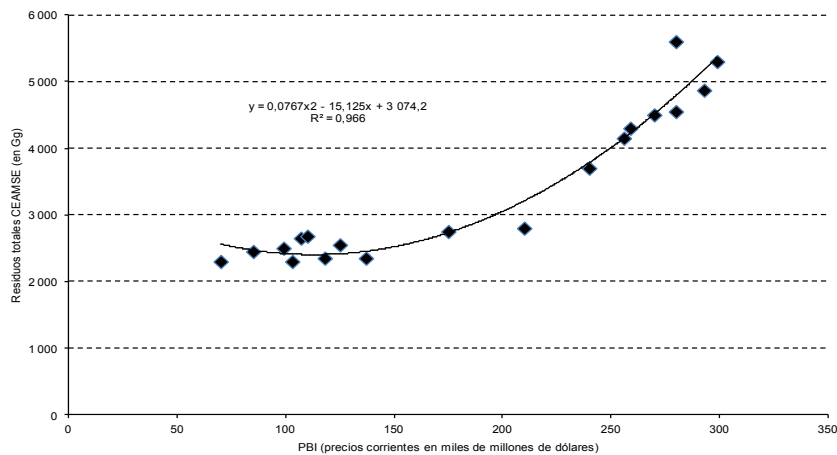
Por otra parte, respecto de la cantidad de residuos sólidos urbanos generada, la relación entre los distintos niveles socioeconómicos puede ejemplificarse claramente con los datos de la producción de este tipo de residuos correspondientes a la población de los 24 partidos del Gran Buenos Aires (CEMASE, 2009) (gráfico 3). También se puede ver, con la misma información, que hay una estrecha relación entre las variables macroeconómicas (PBI) y la producción de residuos sólidos urbanos, como queda demostrado en el cuadro 4.

Gráfico 3
Producción de residuos per cápita en 24 partidos del Gran Buenos Aires y 3 partidos del Gran La Plata (La Plata, Berisso y Ensenada) en el año 2008
(En kilogramos)



Fuente: Cuentas CEAMSE 2009, INDEC.

Gráfico 4
Relación entre residuos sólidos municipales en los depósitos controlados del Área Metropolitana de Buenos Aires (CEAMSE) y el Producto Bruto Interno



Fuente: Elaboración propia.

La gestión actual de los residuos sólidos urbanos en la Argentina se reduce a la recolección domiciliaria e higiene urbana; y la disposición final, en muchos casos, es efectuada en basurales a cielo abierto con escasos controles ambientales y técnicos. Las medidas tomadas hasta el momento para resolver esta problemática, no han tenido carácter integral y, por lo tanto, no han podido dar solución a todos los factores implicados.

Si bien los municipios son los responsables directos del manejo de los residuos, la magnitud de la problemática requiere de la participación de los distintos niveles de gobierno ya que su inadecuada gestión compromete las condiciones necesarias para asegurar la salud pública y la protección ambiental. Frente a este escenario la Nación, a través de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), diseñó la Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) con el objetivo de brindar respuestas adecuadas y concretas al manejo de los residuos, y configurar así una verdadera Política de Estado. En este marco, se desarrolló el primer Proyecto Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU), el cual tiene como objetivo implementar soluciones integrales a la problemática de los residuos, a través de emprendimientos sostenibles desde una perspectiva federal.

El proyecto brinda asistencia técnica y económica a modo de incentivo para que las provincias y sus municipios puedan elaborar sus propios planes y sistemas de gestión integral, en el marco de los objetivos de la Estrategia Nacional.

En este proyecto se prevé la financiación de los costos de infraestructura para la disposición final y sus sistemas asociados, a través de la construcción de rellenos sanitarios, plantas de tratamiento, estaciones de transferencia y el cierre de basurales a cielo abierto, según se requiera. Otros de los componentes son el fortalecimiento institucional de las autoridades involucradas en la gestión de residuos, en todos los niveles de gobierno y la elaboración de planes sociales en las diferentes jurisdicciones para la inclusión social de los recuperadores informales de residuos.

La finalidad del proyecto es la implementación de sistemas de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) en todo el territorio nacional; desde un abordaje social-ambiental aceptable y sostenible financieramente, a efectos de lograr una mejora en el medio ambiente, la salud pública y la calidad de vida de la población (SAyDS, 2009).

Hasta el presente han adherido a este proyecto las siguientes jurisdicciones:

- Municipio de General Pueyrredón
- Municipio de Rosario
- Municipio de Córdoba Capital
- Provincia de Chubut
- Provincia de San Juan
- Provincia de Mendoza
- Provincia de Jujuy
- Provincia de Chaco
- Provincia Santa Cruz
- Provincia de Córdoba
- Provincia de Santa Fe Provincia de Salta

B. Residuos líquidos municipales

En relación con los residuos líquidos municipales (RLM) se debe destacar que existe un panorama relativamente claro de la situación sanitaria total del país como resultado del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 (INDEC, 2004). A partir de éste se conoce el destino de los residuos líquidos municipales en todo el país, el cual se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2
Destino de las aguas residuales domésticas según los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 de la República Argentina

Situación	<i>(en habitantes)</i>	<i>(en porcentajes)</i>
Inodoro con descarga de agua y desagüe a red pública	15 268 987	43
Inodoro con descarga de agua y desagüe a cámara séptica y pozo ciego	9 008 715	25
Inodoro con descarga de agua y desagüe a pozo ciego u hoyo, excavación en la tierra, etc.	4 359 793	12
Inodoro sin descarga de agua o sin inodoro	7 286 412	20

Fuente: INDEC, 2004.

II. Metodología

A. Emisiones

1. Residuos sólidos urbanos

El panorama del manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el país es complejo y diverso, con sistemas de gestión que van desde vertederos controlados (VC) a vertederos a cielo abierto (VCA) con diferentes niveles de residuos. Debido a esta complejidad, y en base al árbol de decisión aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos (Manual de Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del IPCC, 2000), se aplicaron metodologías diferentes según la información disponible. En los casos en que se contó con datos de actividad sobre la disposición de desechos en años anteriores al del inventario se estimaron las emisiones de CH₄ por el método de descomposición de primer orden (DPO). Para este caso se contó con información de dos tipos:

- Un grupo de vertederos controlados correspondientes a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los 24 partidos del Gran Buenos Aires, del cual se tiene información anual de residuos depositados desde 1981 hasta la actualidad. Dentro de este grupo también se cuenta con la información anual de la ciudad de Córdoba que opera un vertedero controlado desde 1988, cuyos datos de residuos depositados están disponibles. En conjunto, este grupo tiene una población de 14.015.741 habitantes, que representa el 35% de la población urbana total del país.
- Otras 12 ciudades (gráfico 2) con vertederos controlados, de las cuales no se tiene la información detallada año por año; pero sí de los datos de residuos depositados en el año 2000 (se ha solicitado la información correspondiente a los años posteriores hasta el presente). Debido a que las emisiones de CH₄ en la Argentina son una categoría principal de fuente según los inventarios anteriores (1991-1994, 1997 y 2000), para estos depósitos, que sólo aportan el 15% de los residuos sólidos urbanos destinados a vertederos controlados, se reconstruyó la cantidad de residuos depositados como indica el Manual de Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del IPCC Capítulo 7.3.2.2 (Técnicas alternativas de recálculo-Extrapolación de tendencias)

(IPCC 2000), extrapolando hacia atrás a partir de los datos informados para el último año disponible y utilizando la serie de datos correspondientes al vertedero controlado de la Ciudad de Córdoba.

a) Factores de emisión

Las variables utilizadas para calcular las emisiones según el método de descomposición de primer orden (IPCC Manual de Referencia) pueden verse en el cuadro 3.

Cuadro 3
Variables utilizadas para el cálculo de las emisiones de CH₄ utilizando el método de descomposición de primer orden (DPO)

Variable	Buenos Aires-GBA	Córdoba
t	2000	2000
x	1981	1981
A	0,97541087	0,97541087
k	0,05	0,05
RSUT (x)	Datos 1981-2000	Datos 1981-2000
RSUF (x)	1	1
FCM (x)	1	1
COD (x)	0,168	0,157
CODF	0,55	0,55
F	0,5	0,5

Fuente: IPCC, 2006

Se utilizaron los valores correspondientes al Gran Buenos Aires (GBA) para los vertederos controlados correspondientes al CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado), empresa que maneja los vertederos en esta región desde el año 1981. Para las ciudades que manejan vertederos controlados fuera del Área Metropolitana de Buenos Aires se utilizaron las variables correspondientes a la ciudad de Córdoba (cuadro 3) por tratarse de ciudades del interior, cuya composición socioeconómica es más parecida a esta última que a la de la Ciudad de Buenos Aires y los 24 Partidos del GBA.

En las ciudades que no cuentan con vertederos controlados y que representan el resto de la población urbana del país (21.713.137 habitantes), en las cuales no se cuenta con datos de actividad sobre la disposición de desechos, las emisiones de CH₄ se estimaron usando el método por defecto del IPCC (2000) (cuadro 4). En caso de detectar que alguna de estas poblaciones fue incorporada al sistema de vertederos controlados será integrada al grupo anterior. Se consideró que las ciudades que superan los 100.000 habitantes generan depósitos de más de 5 m de profundidad y, por lo tanto, les corresponde un factor de corrección de CH₄ de 0,8 (IPCC, 2000). Por debajo de 100.000 habitantes el factor utilizado fue 0,6.

Cuadro 4
Variables utilizadas para el cálculo de las emisiones de CH₄ utilizando el método por defecto

Variable	Valor
FCM (Factor de Corrección de CH ₄) Ciudades > 100 000 habitantes	0,8
20 000 habitantes < FCM Ciudades < 100 000 habitantes	0,6
COD (Carbono Orgánico Degradable)	0,157
COD que realmente se degrada	0,55

Fuente: IPCC, 2000.

2. Residuos líquidos municipales

En la Argentina el 43% de las aguas residuales domésticas se recoge mediante sistemas de alcantarillado con descarga de agua y desagüe a la red pública (cuadro 2), el resto queda en fosas o letrinas. Es posible que algunos efluentes industriales se descarguen en la red de alcantarillado urbano, donde se combinan con las aguas residuales domésticas, pero se carece de esta información por tratarse de un medio de eliminación de los residuos industriales ilegal.

a) Factores de emisión

Las emisiones de CH₄ en este sector fueron estimadas usando el método del IPCC y parámetros por defecto (véase cuadro 5), ya que no existe un método nacional bien documentado para la determinación de las emisiones y no se dispone de parámetros específicos del país para aplicar el método del IPCC. Por ello los parámetros usados se basan en la información del destino de las aguas residuales en el país (INDEC, 2004) y utilizando el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento de las aguas residuales domésticas.

Cuadro 5
Parámetros utilizados para el cálculo de las emisiones de CH₄
por las aguas residuales domésticas

Parámetro	Detalle	Valor
COD (Carbono Orgánico Degradable)	kg DBO.1000 personas ⁻¹ .año ⁻¹	14 600,0
	Red pública	0,8
FCM (Factor de Corrección de CH ₄)	Cámara séptica + pozo ciego	0,8
	Pozo Ciego	0,9
FCM Ponderado		0,6
B ₀	Capacidad máxima de producción de CH ₄	0,6

Fuente: IPCC, 2000.

3. Residuos líquidos industriales

Utilizando el árbol de decisión aplicable a las emisiones de CH₄ procedente de esta fuente y teniendo en cuenta que ésta no constituye una categoría principal y que no se dispone de datos confiables de demanda química de oxígeno (DQO) de los sectores industriales importantes y sólo se cuenta con algunos valores puntuales dispersos poco significativos, se decidió estimar las emisiones de CH₄ procedentes de todas las industrias recurriendo a valores por defecto (IPCC, 2000) para determinar los datos sobre la demanda química de oxígeno.

a) Factores de emisión

Se utilizaron los valores por defecto (IPCC, 2000) para determinar los datos sobre la demanda química de oxígeno que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6
Parámetros utilizados para el cálculo de las emisiones de CH₄
por las aguas residuales industriales

Parámetro	Detalle	Valor
COD (Carbono Orgánico Degradable)	kg DBO/m ³ según sector de producción	
Residuos Producidos	m ³ /toneladas de producto-según sector de producción	
Fracción Aguas tratadas		0,10
FCM	Factor de Conversión de CH ₄	0,80
FEM	Factor de Emisión de CH ₄	0,02

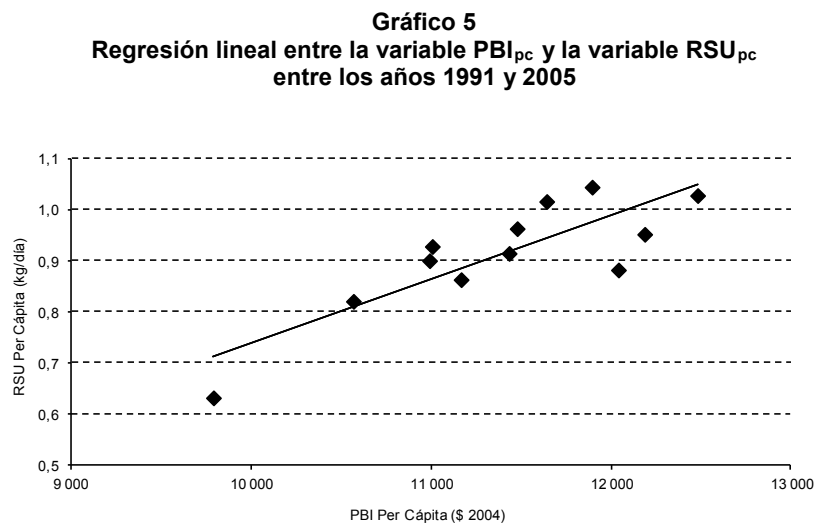
Fuente: IPCC 2000.

B. Proyecciones de emisión para los años 2009 al 2030

1. Residuos sólidos urbanos

Las proyecciones anuales de las emisiones de GEI se estimaron en base a la predicción de los residuos sólidos urbanos generados y que serán depositados en rellenos sanitarios o en depósitos a cielo abierto.

Para el caso de los residuos sólidos urbanos depositados en rellenos sanitarios, la proyección de los valores se realizó mediante una regresión lineal entre la variable independiente (x) PBI_{pc} (pesos argentinos del año 2004) y la variable dependiente (y) RSU_{pc} entre los años 1991 y 2005 (gráfico 5).



Fuente: Elaboración propia.

La ecuación resultante fue:

$$y = 0,0000947x - 0,1509 \quad (r^2 = 0,750, F = 16,8, p < 0,001)$$

Debido a que el crecimiento de la producción de RSU_{pc} no puede ser indefinido y que la ecuación de ajuste para esta variable el PBI_{pc} es una recta, se fijó un límite de crecimiento de la producción de RSU_{pc}. Para fijar este límite se tomó el valor máximo registrado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en el año 2006, que fue 1,3 kg/habitante⁻¹ (CEAMSE-FIUBA, 2009).

El valor inicial de PBI per cápita (pesos argentinos del año 2004) para el año 2009 para la República Argentina, utilizado para la proyección, fue de 14.448,1 pesos argentinos. Desde este año y hasta el 2030, la variación anual estimada del PBI se indica en el cuadro 7 (Fundación Bariloche, 2008).

Cuadro 7
Variación anual estimada del PBI desde el año 2010 hasta el 2030
(En porcentaje)

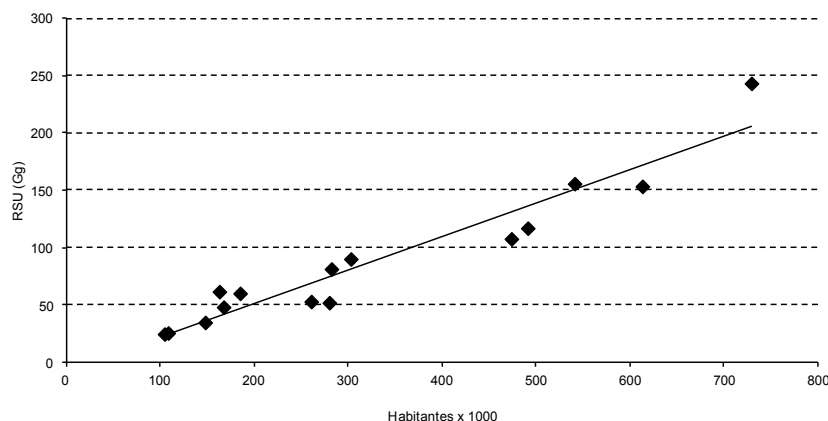
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Crecimiento estimado PBI ^a	5,1	4,7	4,4	4,3	4,1	3,9	3,8
Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Crecimiento estimado PBI ^a	3,7	3,5	3,4	3,3	2,8	2,7	2,6
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Crecimiento estimado PBI ^a	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2

Fuente: Fundación Bariloche, 2008

^a Calculado a partir de pesos argentinos del año 2004.

Para los depósitos a cielo abierto, la proyección se realizó mediante una regresión lineal entre la variable independiente (x) número de habitantes y la variable dependiente (y) RSU (Mg.año^{-1}) en 15 ciudades con población entre 100.000 y 700.000 habitantes (gráfico 6).

Gráfico 6
Regresión lineal entre el número de habitantes y residuos sólidos urbanos
en 15 ciudades con población entre 100.000 y 700.000 habitantes
de la República Argentina para el año 2001



Fuente: Elaboración propia (INDEC, 2004).

La ecuación resultante fue:

$$y = 0,291x - 6,971 \quad (r^2 = 0,916, F = 1\ 210, p < 0,0001)$$

Esta ecuación fue aplicada al número de habitantes de cada ciudad con depósitos a cielo abierto para cada año desde 2009 hasta 2030. La tasa de crecimiento poblacional para la República Argentina para el período se indica en el cuadro 8. Las ciudades fueron divididas en dos grupos: las de más de 100.000 habitantes y las menores, con población entre 100.000 y 10.000 habitantes, para poder aplicar los factores de corrección de metano diferenciales, indicados al inicio de este capítulo, en el acápite A.1.a.

Cuadro 8
Variación anual estimada de la población desde el año 2010 hasta el 2030
(Porcentaje)

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Crecimiento población	1,10	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Crecimiento población	0,94	0,93	0,93	0,92	1,00	0,99	0,98
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Crecimiento población	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92

Fuente: Fundación Bariloche, 2008.

2. Aguas residuales domésticas

Las proyecciones anuales de las emisiones de CH_4 y N_2O generadas por las aguas residuales domésticas fueron calculadas utilizando el método por defecto desarrollado por las directrices para el cálculo de las emisiones nacionales de GEI (IPCC, 1996). Este método se basa en el número de habitantes proyectado hasta el año 2030 a partir de la población urbana del año 2001 (INDEC, 2004).

El cálculo de las emisiones de N₂O hasta el año 2030 se proyectó a partir de los datos registrados entre los años 1991 y 2005 con la siguiente ecuación:

$$y = 29,48 \ln(x) - 241,6 \quad (r^2 = 0,927)$$

Donde:

$$y = \text{Consumo de Proteínas (kg.hab}^{-1}\text{.año}^{-1}\text{)}$$

$$x = \text{PBI per cápita (pesos argentinos del año 2004)}$$

3. Aguas residuales industriales

Las proyecciones anuales de las emisiones de CH₄ generadas por las aguas residuales industriales fueron calculadas utilizando el método por defecto desarrollado por las directrices para el cálculo de las emisiones nacionales de GEI (IPCC, 1997), utilizando los valores de producción industrial calculados hasta el año 2030 a partir de los datos registrados entre los años 1995 y 2005 con la siguiente ecuación:

$$y = 319\,403 x + 1\,265\,217\,299 \quad (r^2 = 0,602; n = 10; F = 6,05; p < 0,05)$$

Donde:

$$y = \text{Materia orgánica total de las aguas residuales industriales (kg COD.año}^{-1}\text{)}$$

$$x = \text{PBI per cápita (pesos argentinos del año 2004).}$$

III. Resultados

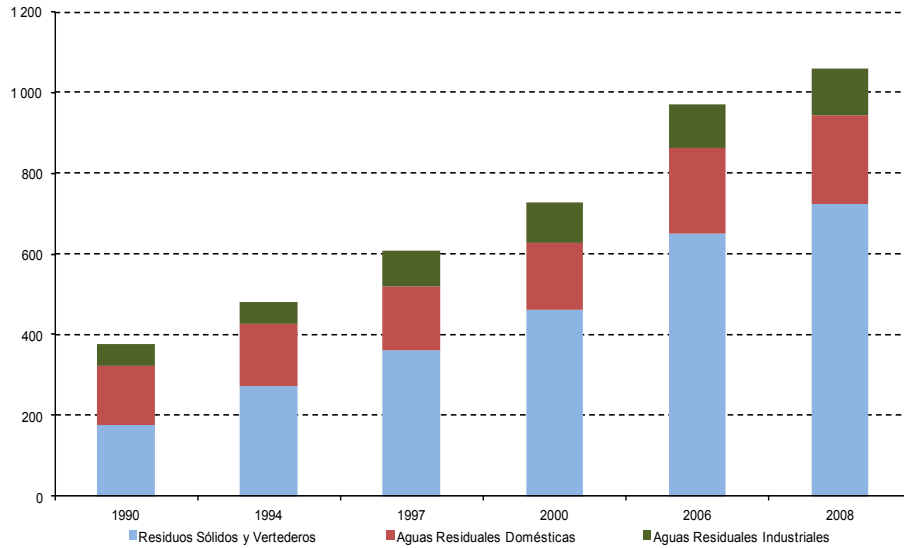
A. Revisión del inventario nacional de GEI desde el año 1990 hasta 2008

Las emisiones de CH₄ por los distintos tipos de fuente fueron calculadas para todos los años desde el año 2006 a partir del estudio “Argentina, diagnóstico, prospectivas y lineamientos para definir estrategias posibles ante el cambio climático” y hasta el 2008, utilizando la misma metodología aplicada al inventario del año 2000 (gráfico 7).

Las emisiones totales generadas por el sector residuos se incrementaron un 266% entre los años 1990 y 2008, correspondiendo el mayor incremento al período comprendido entre los años 2000 y 2006. El subsector que presentó el mayor incremento durante todo el período fue el de los residuos sólidos urbanos (365%) y más de la mitad de este incremento se registró entre los años 2000 y 2008.

El crecimiento de las emisiones, en el período registrado (1990-2008), muestra un incremento exponencial de las mismas (gráfico 8) con una tasa anual de 0,056 ($n = 19$; $R^2 = 0,983$; $F = 1021,7$; $p = 0,000001$), como consecuencia del aumento en la generación de residuos sólidos urbanos (gráfico 9). Este aumento probablemente se deba a la incorporación constante de nuevas ciudades al sistema de depósitos controlados con tratamiento en rellenos sanitarios y a un incremento de los residuos per cápita y de la población en los ya existentes. Lo señalado tiene como consecuencia que este componente de la generación de CH₄ sea el de mayor crecimiento (gráfico 7), y de los tres componentes que integran el total analizado en el cuadro 8, el que mejor explica la tendencia de la curva.

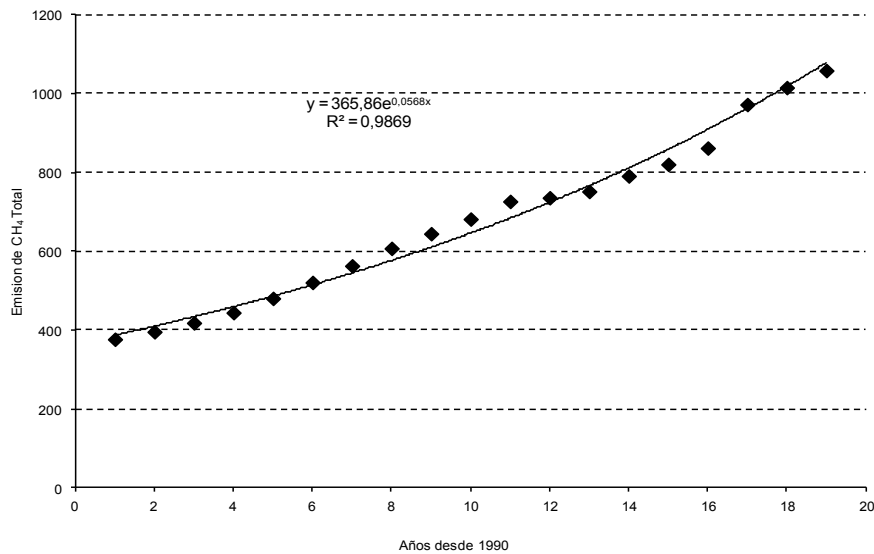
Gráfico 7
Emisiones de CH₄ de todos los subsectores del sector residuos
desde el año 1990 hasta el año 2008^a
 (En Gg)



Fuente: Elaboración propia.

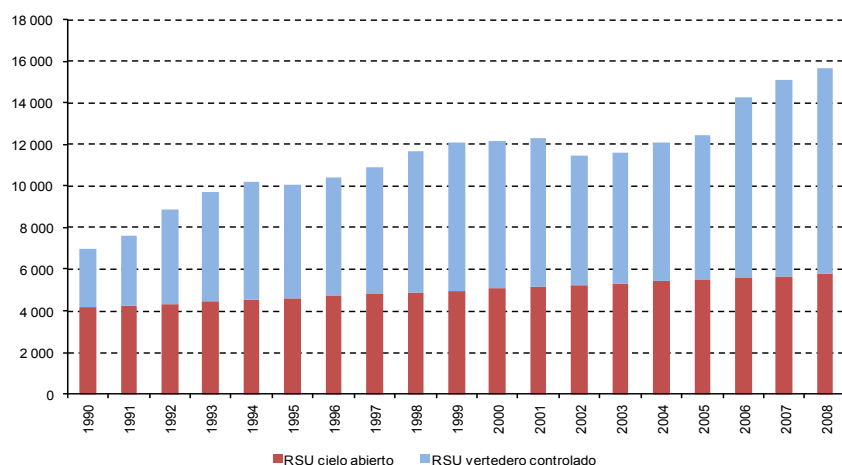
^a Se muestran solamente los años correspondientes a los Inventarios Nacionales de GEI.

Gráfico 8
Tendencia de las emisiones de CH₄ en el sector de residuos
desde 1990 hasta 2008
 (En Gg)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9
Generación de residuos sólidos urbanos con destino a vertedero controlado
y a cielo abierto entre 1990 y 2008
(En Gg de CH₄)



Fuente: Elaboración propia.

B. Proyecciones de emisiones de GEI para el período 2009-2030

1. Residuos sólidos urbanos

La generación total de residuos sólidos urbanos con este cálculo conservador (cuadro 9), pasaría de 15.476 Gg en el año 2009 a 21.091 Gg en el año 2030, lo que representa un incremento del 36,28% en los próximos 21 años, con un 3,6% para el año 2010 y 20,8% para el año 2020.

En el año 2009, el 68,5% de los residuos sólidos urbanos totales correspondió a residuos depositados en rellenos sanitarios, este monto se incrementaría a 69,6% en el año 2010 a 73,6% en el año 2020 para alcanzar el 76,4% en el año 2030. Este incremento se debe principalmente a que el 60,5% de la población urbana de la Argentina habita en los centros urbanos que generan estos residuos; y en estas ciudades se encuentran también los grupos de población que generan la mayor cantidad de residuos per cápita. Debido a estas causas, según el método de cálculo, es esperable, al menos, el crecimiento indicado en la generación de residuos sólidos urbanos.

Es importante destacar que este cálculo es conservador y no incluye la incorporación de otros centros urbanos a la práctica de depositar los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios. Sin embargo, debido a que el Estado Nacional ha sancionado en el año 2004 la ley N° 25.916 de Gestión de Residuos Domiciliarios y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) ha implementado un Proyecto Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU), que cuenta con un financiamiento del BIRF de 40.000.000 de dólares y promueve la instalación de residuos sólidos con la posibilidad de implementar sistemas de recuperación de gases, es muy probable que en los próximos años cambie en forma significativa la cantidad de residuos sólidos urbanos destinados a rellenos sanitarios y consecuentemente las emisiones de GEI. Por otra parte, algunas provincias como Buenos Aires, Córdoba, Misiones, Tucumán, San Juan y La Pampa ya han promulgado leyes de gestión integral de los RSU en concordancia con la ley nacional; y otras como Santa Fe, Mendoza, Corrientes, Misiones, Entre Ríos, Salta, Jujuy, Río Negro y Chubut se encuentran en vías de hacerlo o están incluidas en el PNGIRSU. En todas ellas se promueve la reducción en la generación de RSU, sobre todo de la fracción reciclable (metales, plásticos, papel y cartón, vidrio, etc.) y se prohíben los depósitos a cielo abierto promoviendo la implementación de rellenos sanitarios para las fracciones orgánicas remanentes.

Cuadro 9
Proyecciones de generación de residuos sólidos urbanos a cielo abierto
y en vertedero controlado entre los años 2009 y 2030 a nivel nacional
(En Gg de CH₄)

Año	RSU a cielo abierto	RSU en vertedero controlado	RSU Total
2009	4 873	10 603	15 476
2010	4 878	11 178	16 056
2011	4 883	11 654	16 537
2012	4 888	11 889	16 777
2013	4 893	12 124	17 017
2014	4 898	12 358	17 256
2015	4 902	12 593	17 495
2016	4 907	12 828	17 735
2017	4 912	13 063	17 975
2018	4 917	13 297	18 214
2019	4 922	13 532	18 454
2020	4 927	13 767	18 694
2021	4 932	14 002	18 934
2022	4 937	14 236	19 173
2023	4 942	14 471	19 413
2024	4 947	14 706	19 653
2025	4 952	14 940	19 892
2026	4 957	15 175	20 132
2027	4 962	15 410	20 372
2028	4 967	15 645	20 612
2029	4 972	15 879	20 851
2030	4 977	16 114	21 091

Fuente: Elaboración propia.

En base a los residuos generados durante el período indicado se calcularon las emisiones de CH₄ desde el año 2009 hasta el año 2030 (cuadro 10). Las emisiones para el año 2009 serían de 727,4 Gg de CH₄, se incrementarían un 1,66% para el año 2010 y un 27,85% en el año 2020 para alcanzar el 78,8% en el año 2030 llegando a 1.300,6 Gg de CH₄.

En relación con estas proyecciones, es importante destacar que, aunque se incrementen significativamente los depósitos en rellenos sanitarios, es muy probable que las emisiones de metano no lo hagan en la misma proporción ya que todos los planes nacionales y provinciales de gestión integral de los residuos sólidos urbanos prevén la mitigación de las emisiones a través de la recuperación y quema de CH₄.

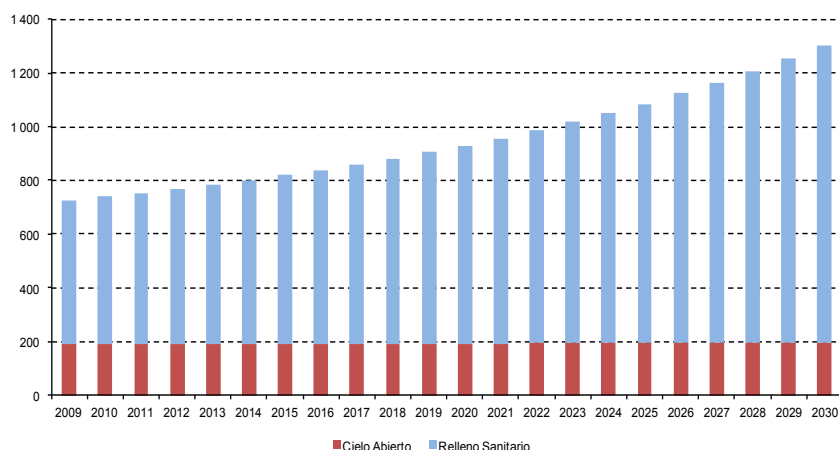
Cuadro 10
Emisiones esperadas de CH₄ generadas en rellenos sanitarios y
a cielo abierto a nivel nacional entre los años 2009 y 2030^a
(En Gg de CH₄)

Año	Relleno Sanitario	Cielo Abierto	Total
2009	536,7	190,68	727,4
2010	548,7	190,87	739,5
2011	561,9	191,06	752,9
2012	576,5	191,25	767,7
2013	592,1	191,44	783,5
2014	608,8	191,63	800,5
2015	626,8	191,83	818,6
2016	646,0	192,02	838,0
2017	666,5	192,21	858,7
2018	688,5	192,40	880,9
2019	712,1	192,59	904,7
2020	737,2	192,79	930,0
2021	764,2	192,98	957,1
2022	792,9	193,17	986,1
2023	823,7	193,37	1 017,1
2024	856,5	193,56	1 050,1
2025	891,6	193,75	1 085,4
2026	929,1	193,95	1 123,0
2027	969,1	194,14	1 163,2
2028	1 011,8	194,34	1 206,1
2029	1 057,3	194,53	1 251,8
2030	1 105,9	194,73	1 300,6

Fuente: Elaboración propia.

^a Valores anuales y acumulados, calculados con el modelo LandGEM (USEPA, 2005).

Gráfico 10
Emisiones esperadas de metano generadas en rellenos sanitarios y
a cielo abierto a nivel nacional entre los años 2009 y 2030^a
(En Gg de CH₄)



Fuente: Elaboración propia.

^a Valores anuales y acumulados, calculados con el modelo LandGEM (USEPA, 2005).

2. Aguas residuales domésticas e industriales

a) Metano

Las emisiones esperadas de CH₄ y N₂O generadas por las aguas residuales domésticas (ARD) e industriales (ARI) entre los años 2009 y 2030 pueden verse en el cuadro 11. Las emisiones de CH₄ generadas por este subsector pasarían de 339,9 Gg en el año 2009 a 446,2 en el año 2030, lo que representaría un incremento del 23,8% en los próximos 21 años, con un 1,4% para el año 2010 y 15,3% para el año 2020.

En este subsector, las aguas residuales domésticas representan en el año 2009 el 65,1% y las industriales el 34,9%, mientras que para el año 2030 se espera que estos porcentajes sean el 60,9% para las domésticas y el 39,1% para las industriales.

Es importante destacar que los valores proyectados asumen que los incrementos se producirán principalmente, por el crecimiento poblacional, debido al método de proyección utilizado que se ha explicado anteriormente. Sin embargo, en los próximos años pueden producirse cambios importantes en el manejo de los líquidos cloacales, sobre todo en las grandes ciudades. En este sentido, por ejemplo, en el Gran Buenos Aires, área integrada por 24 municipios que rodean a la CABA con una población cercana a los 9.000.000 de habitantes (el 27% de la población urbana total del país), existe un plan de obras de saneamiento que incluye la construcción de plantas de tratamiento de los residuos cloacales en las cuales se reduce en forma significativa la emisión de CH₄. Una de ellas, que recibirá los residuos cloacales generados por 4.000.000 de habitantes, ya ha sido aprobada por el Gobierno Nacional y está comenzando los trámites administrativos para su construcción.

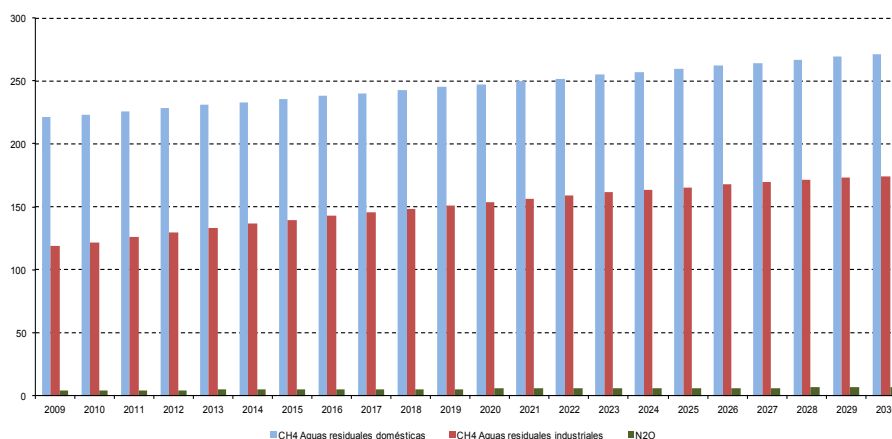
Cuadro 11
Emisiones esperadas de CH₄ y N₂O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales entre los años 2009 y 2030^a
(En Gg)

Año	Metano			N ₂ O
	Aguas residuales domésticas	Aguas residuales industriales	Total	Total
2009	221,3	118,6	339,9	4,0
2010	223,5	121,3	344,8	4,1
2011	225,9	126,0	352,0	4,3
2012	228,7	129,6	358,3	4,5
2013	230,7	133,0	363,8	4,6
2014	233,1	136,4	369,5	4,8
2015	235,6	139,6	375,1	4,9
2016	238,0	142,7	380,6	5,0
2017	240,4	145,7	386,0	5,2
2018	242,8	148,6	391,3	5,3
2019	245,2	151,3	396,5	5,4
2020	247,6	153,7	401,3	5,5
2021	250,0	156,5	406,5	5,6
2022	251,6	159,0	410,6	5,7
2023	254,8	161,3	416,1	5,9
2024	257,2	163,5	420,7	6,0
2025	259,6	165,6	425,2	6,1
2026	262,0	167,6	429,6	6,2
2027	264,4	169,5	433,9	6,3
2028	266,8	171,2	438,1	6,4
2029	269,2	172,9	442,1	6,5
2030	271,7	174,6	446,2	6,6

Fuente: Elaboración propia.

^a Calculadas con los métodos por defecto (IPCC 1997).

Gráfico 11
Emisiones esperadas de CH₄ y N₂O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales entre los años 2009 y 2030
 (En Gg)



Fuente: Elaboración propia.

C. Mitigación

1. Residuos sólidos urbanos

Las opciones tecnológicas de mitigación que dispone un país para reducir las emisiones de CH₄ de los rellenos sanitarios están relacionadas con la reducción de las fuentes y con la recuperación y/o reducción del CH₄ desde los residuos. La opción tecnológica más importante para disminuir las emisiones es la reducción del uso de materiales que eventualmente terminan en los residuos. Esta reducción puede realizarse reciclando componentes como el papel y el cartón, a través del compostaje o la incineración de los residuos. Los productos del papel constituyen una parte significativa de los residuos sólidos en los países del Anexo I (por ejemplo, 40% en USA) del Protocolo de Kioto y en los centros urbanos de los restantes países (5-20%). El compostaje, un proceso aeróbico para tratar los residuos orgánicos húmedos que genera poca o ninguna cantidad de CH₄, es más aplicable en los países no-Anexo I del citado Protocolo, donde este tipo de residuos constituye una fracción importante del total. Un beneficio secundario de este proceso es que los productos pueden utilizarse como fertilizantes.

La reducción de tierras disponibles para el establecimiento de rellenos sanitarios y la potencial utilización de la energía producida está incrementando la incineración de residuos en muchos países. Por ejemplo, el 70% de los residuos sólidos de Japón son incinerados. Este procedimiento genera contaminación del aire y problemas para la disposición de las cenizas. Por otra parte, características de la basura, tales como el contenido de humedad y la composición pueden convertir a la incineración dificultosa y costosa en los países en desarrollo. La complejidad técnica de estas opciones de reducción puede variar significativamente, aunque esto no dificulte en gran medida su efectividad. En los países en desarrollo, donde la mano de obra es barata comparada con el costo de los equipos, el reciclaje con mano de obra intensiva y el compostaje son comunes. Los países desarrollados usan más comúnmente maquinarias complicadas que reducen la mano de obra, requiriendo gran experiencia en su operación.

La opción tecnológica de mitigación, a través de la recuperación del metano generado en los rellenos sanitarios y en los depósitos de basura, es aplicable tanto a los depósitos existentes como a los futuros ya que los compuestos orgánicos de estos depósitos continúan emitiendo CH₄ por 10-30 años o más.

Frecuentemente, entre el 50% y el 75% del CH₄ puede ser recuperado y utilizado para la generación de calor o electricidad, una práctica actualmente muy utilizada en muchos países (SAR II). El gas producido en los rellenos sanitarios también puede ser purificado e inyectado en las cañerías del sistema de distribución de gas natural, como existe en varios proyectos en Estados Unidos y en Minas

Gerai, Brasil, donde el gas producido por los RS está siendo utilizado como combustible para una flota de camiones recolectores de residuos y otra de taxis.

a) Recuperación de Metano

En el cuadro 12 se presentan los valores esperados de recuperación de CH₄, para una eficiencia del 50% y del 75%, en los rellenos sanitarios de la República Argentina, entre los años 2009 y 2030. En el cuadro 12 se indican, para las eficiencias citadas, la línea de base de emisión y las emisiones resultantes luego de la recuperación esperada. Los valores presentados representan la capacidad potencial de recuperación si en todos los rellenos sanitarios en funcionamiento y proyectados hasta el año 2030 se instalaran sistemas de recuperación de CH₄. Algunos de los rellenos sanitarios en ciudades con menos de 100.000 habitantes probablemente no instalen estos sistemas por su alto costo y el bajo beneficio que podrían obtener, incluso por la venta de bonos de carbono en el mercado, debido a que el 95% de las emisiones de CH₄ por esta vía provienen de sólo 4 centros urbanos (Ciudad de Buenos Aires y 24 partidos del Gran Buenos Aires, Córdoba, Rosario y Mar del Plata); no obstante, es muy probable que los resultados de emisiones presentados representen las emisiones reales de los próximos años.

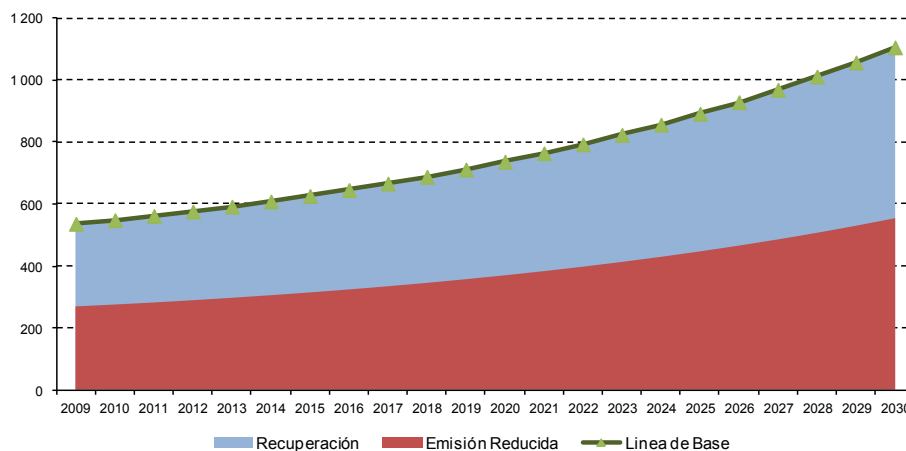
Cuadro 12
Proyección del metano recuperado, emisión reducida y recuperación acumulada para las eficiencias de recuperación del 50% y del 75% en los rellenos sanitarios entre los años 2009 y 2030
(En Gg)

Año	Emisión	Recuperación 50%	Recuperación 75%	Emisión Reducida		Recuperación acumulada	
				50%	75%	50%	75%
2009	536,7	268,3	402,5	268,3	134,2	268,3	402,5
2010	548,7	274,3	411,5	274,3	137,2	542,7	814,0
2011	561,9	280,9	421,4	280,9	140,5	823,6	1 235,4
2012	576,5	288,2	432,3	288,2	144,1	1 111,8	1 667,7
2013	592,1	296,0	444,1	296,0	148,0	1 407,9	2 111,8
2014	608,8	304,4	456,6	304,4	152,2	1 712,3	2 568,4
2015	626,8	313,4	470,1	313,4	156,7	2 025,7	3 038,5
2016	646,0	323,0	484,5	323,0	161,5	2 348,6	3 523,0
2017	666,5	333,3	499,9	333,3	166,6	2 681,9	4 022,9
2018	688,5	344,3	516,4	344,3	172,1	3 026,2	4 539,3
2019	712,1	356,0	534,1	356,0	178,0	3 382,2	5 073,3
2020	737,2	368,6	552,9	368,6	184,3	3 750,8	5 626,3
2021	764,2	382,1	573,1	382,1	191,0	4 132,9	6 199,4
2022	792,9	396,5	594,7	396,5	198,2	4 529,4	6 794,1
2023	823,7	411,8	617,8	411,8	205,9	4 941,2	7 411,9
2024	856,5	428,3	642,4	428,3	214,1	5 369,5	8 054,3
2025	891,6	445,8	668,7	445,8	222,9	5 815,3	8 723,0
2026	929,1	464,5	696,8	464,5	232,3	6 279,9	9 419,8
2027	969,1	484,5	726,8	484,5	242,3	6 764,4	10 146,6
2028	1 011,8	505,9	758,8	505,9	252,9	7 270,3	10 905,4
2029	1 057,3	528,7	793,0	528,7	264,3	7 798,9	11 698,4
2030	1 105,9	552,9	829,4	552,9	276,5	8 351,9	12 527,8

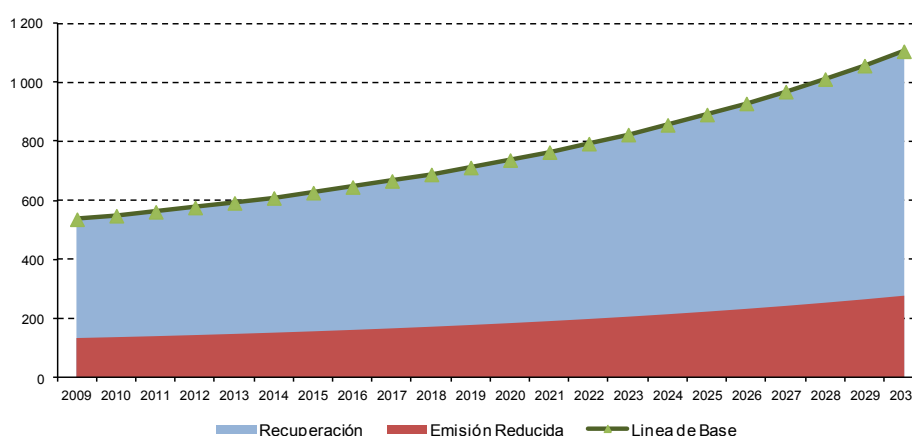
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12
Proyección de la línea de base de emisión, recuperación y emisión reducida del CH₄
generado en los rellenos sanitarios entre los años 2009 y 2030
con una eficiencia de recuperación del 50% y del 75%
 (En Gg)

A. Eficiencia de recuperación del 50%



B. Eficiencia de recuperación del 75%



Fuente: Elaboración propia.

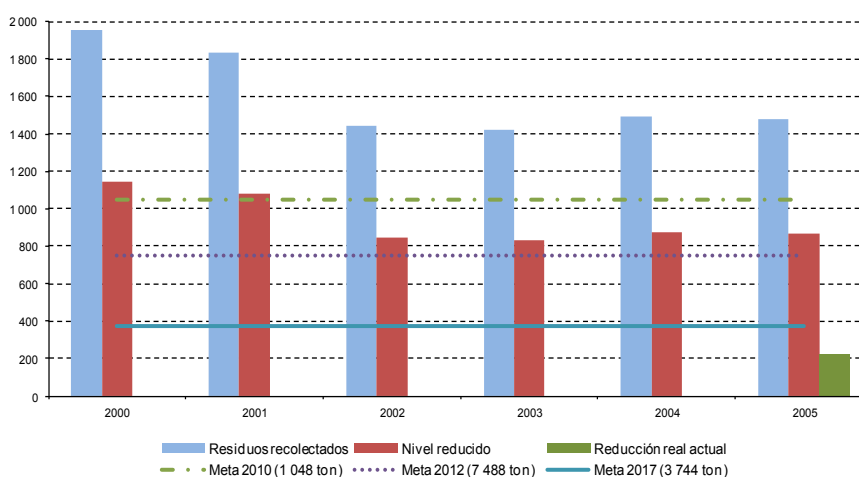
En relación con el mecanismo de mitigación de las emisiones de GEI a través de la reducción en la generación de residuos sólidos urbanos vía reciclaje y reutilización, su implementación va a resultar más difícil de realizar debido a que requeriría de campañas de concientización, sistemas de recolección diferencial y/o la instalación de centros de separación. Además, estos sistemas requieren de un mercado que demande los productos separados lo cual depende de la conveniencia (costo versus beneficio) de utilizar estos productos o los provenientes del mercado normal. En este sentido, y a modo de ejemplo, se puede citar la experiencia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que ha promulgado en enero de 2006 la Ley 1.854, llamada de “basura cero”, reglamentada en mayo de 2007. Esta ley prevé plazos y metas de reducción de los volúmenes de residuos en la CABA, tomando como línea de base la cantidad de 1.497.656 toneladas de residuos enviados a relleno sanitario durante el año 2004 y estableciendo una reducción del 30% para el año 2010, el 50% para el año 2012 y el 75% para el año 2017, y prohibiendo la disposición final de materiales tanto reciclables como aprovechables para el año 2020. La reducción de los residuos sólidos recolectados puede hacerse sobre los materiales con posibilidades de reciclaje (papeles y cartones, plásticos, vidrio, textiles y metales) que, por la composición actual de los residuos, es aproximadamente el 41% del total de los residuos recolectados. Si se redujera este valor de los

residuos recolectados entre los años 2000 y 2005 (gráfico 13, Residuos Recolectados) y se comparan los valores obtenidos (gráfico 13, Residuos Reducidos) con los niveles establecidos por la Ley N° 1.854/05 (“basura cero”) podemos ver que, retirando de la basura recolectada todo el material posible y sin tener en cuenta el crecimiento en las cantidades de residuos generados hasta el 2010, sólo podría cumplirse con las metas establecidas para el año 2010 (gráfico 13). Las metas establecidas para los años 2012 y 2017 son de difícil cumplimiento, retirando de los residuos recolectados solamente los materiales que pueden ser reciclados.

Por otra parte, analizando las reducciones actuales para el año 2005 (gráfico 13, reducción real año 2005 de 220.000 toneladas) y deduciendo de los residuos recolectados en este año (1.477.147,36 toneladas), el resultado es 1.257.000 toneladas. Este valor está 208.172 toneladas por encima de la meta establecida por la Ley 1.854 para el año 2010 (1.048.359,2 toneladas), es decir que en el año 2005 sólo se recuperó aproximadamente el 10% del valor establecido por las metas de la ley para ese año, siempre sin tener en cuenta el aumento en la generación de residuos para los próximos años. Además, si se comparan las metas establecidas por la ley 1.854/05 para el año 2010 (1.048.359 toneladas) con los residuos depositados en el año 2009 (1.818.687,7 toneladas, valores reales hasta agosto y proyectados hasta diciembre), tomados de las estadísticas de CEAMSE (Estadísticas 1990-agosto 2009), se puede comprobar que en el año 2009 se enviarán a depósitos en relleno sanitario 770.328,7 toneladas más que las establecidas por la Ley.

De lo expresado anteriormente se deduce que, para alcanzar las metas de reducción establecidas por la ley se deberán tomar medidas que vayan más allá de la recuperación de materiales reciclables. Entre éstas se debería trabajar sobre la fracción más importante en volumen de los residuos, los desechos alimenticios y los residuos de poda y jardín, por ejemplo mediante el “compostado”. Por otra parte, sería de gran importancia implementar medidas regulatorias para la reducción en la generación de residuos, estableciendo por ejemplo normas sobre “packaging” (envoltorios, envases, entre otros). Todas estas medidas deberían ser acompañadas de una amplia e intensa campaña de educación desde las escuelas y la información pública para la toma de conciencia de la población sobre este problema.

Gráfico 13
Posibilidades de reducción sobre los residuos sólidos recolectados
en el período 2000-2005^a
(En toneladas X 1.000)



Fuente: Carlino e Irrutia, 2008, “Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible: Actualización y Relectura 2008.”

^a Se estima que la recolección es retirando sólo los residuos reciclables (barra de nivel Reducido) y su relación con los niveles de reducción exigidos por la Ley 1.854 (Basura Cero) (metas mostradas con líneas horizontales). La barra de reducción real para el año 2005 es en la CABA.

Independientemente de estas medidas, una alternativa posible y diferente de la actual, puede ser la incineración de los residuos sólidos urbanos. Esta alternativa, si bien es de alto costo, reduciría el espacio necesario para la ubicación final de los residuos pues sólo se depositarían las cenizas, pero deberá realizarse con la tecnología adecuada para evitar la emisión hacia la atmósfera de compuestos peligrosos para la salud humana.

b) Costos de reducción de emisiones

Un proyecto es considerado costo-efectivo cuando el valor del metano abatido, es decir su rentabilidad, es igual o mayor que el costo del proyecto. Este análisis realizado evaluó el costo-efectividad sobre un rango de valores comparables por reducir metano en términos de valores de reducción de emisiones (dólares por tonelada métrica de carbono equivalente [4/Tce] y precios de la electricidad [dólares/kWh]) (USEPA, 1999).

Cualquiera de los proyectos considerados requiere un sistema de recolección de gas e incluye capital y costos de operación y mantenimiento de todos los componentes del proyecto. Los costos de capital para los sistemas de recolección de gas incluyen la compra e instalación de las cañerías de extracción, las conexiones de flujo lateral, las bombas de extracción, y otros. La operación y mantenimiento anual incluye los costos laborales de los trabajadores y los costos indirectos que incluyen costos fijos, seguros y administración. El análisis del costo de los proyectos incluye los siguientes pasos:

- **Definición de los componentes del proyecto.** Cada proyecto incluye un sistema de recolección y un sistema de combustión, eventualmente puede incluir un sistema de producción de electricidad. Los costos del sistema de recolección son manejados, principalmente, por la cantidad de residuos depositados. La eficiencia de recolección puede variar entre el 50% y el 75% de la cantidad total de metano emitido. El costo total del proyecto es igual a la suma de los tres componentes.
- **Estimación de la rentabilidad.** Las estimaciones de rentabilidad se calculan para un rango de precios del metano reducido y, eventualmente, del precio de la electricidad. El precio de la electricidad depende de las condiciones locales del mercado eléctrico, y frecuentemente varía con el tiempo. En este análisis se utilizó un precio de mercado inicial de 0,025 dólares/kWh y final de 0,0365 dólares/kWh para el año 2030. La producción total anual de electricidad se determinó en base a la cantidad de gas producido y recuperado en cada año. Los precios de la electricidad se convirtieron en pesos argentinos/Tce, utilizando el potencial de calentamiento global del metano (21) y la tasa de potencial calórico del generador eléctrico de 10.000 Btu/kWh.
- **Evaluación de Costo-Efectividad (CE).** Para determinar el costo-efectividad se siguieron los lineamientos de la Environmental Protection Agency (USEPA, 1999). Según estos lineamientos, el costo de la implementación de un proyecto de relleno sanitario se debe realizar utilizando el análisis de costo-beneficio con los valores y rentabilidad descriptos anteriormente, y los parámetros de costo del cuadro 13. La producción de electricidad se considera que tendrá lugar durante 20 años, con la opción de reemplazar los generadores al final de este período y continuar generando electricidad por otros 20 años. Si el valor neto presente (VNP) del proyecto es cero o positivo, es considerado costo-efectivo.

Cuadro 13
Supuestos financieros para el análisis de reducción de emisiones

Parámetro	Valor
Tasa de descuento	8%
Período de depreciación	10 años
Tasa impositiva marginal	40%
Duración del proyecto	20 años
Eficiencia de reducción	50%

Fuente: USEPA, 1999.

El cálculo de costos se realizó por proyecto correspondiente a las ciudades con relleno sanitario que se indican en el cuadro 14, debido a que cada proyecto tiene un costo diferencial basado en la capacidad total de depósito de residuos sólidos urbanos. Hay que destacar que el 77,6% de las emisiones totales del país son generadas por los depósitos de CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado), el organismo encargado del destino final de los RSU en el área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires y los 24 partidos del conurbano que rodean a la misma. Esta empresa opera desde el año 1977 y en la actualidad administra, supervisa y controla la operación de tres complejos Ambientales: Complejo Ambiental Norte III, Complejo Ambiental González Catán y Complejo Ambiental Ensenada, en los cuales se depositaron 4.851.331,8 toneladas; 423.610,3 toneladas y 249.674,1 toneladas en el año 2008 respectivamente.

Cuadro 14
Ciudades que depositan sus residuos sólidos urbanos
en rellenos sanitarios y las emisiones para el año 2008

Ciudad	(en Gg)	(en porcentajes)
CEAMSE	858,02	77,6
Córdoba Capital	110,03	9,9
Rosario	61,38	5,6
Mar del Plata	24,89	2,3
Mendoza	16,62	1,5
Bahía Blanca	11,80	1,1
Río Cuarto	7,93	0,7
San Nicolás	4,73	0,4
Junín	3,67	0,3
Pergamino	2,66	0,2
Olavarría	2,42	0,2
Balcarce	1,74	0,2

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de los proyectos listados en el cuadro 12 fueron calculados con las siguientes fórmulas (USEPA,1999):

- Capital del sistema de colección:

$$[RSU(10^6 t)]^{0,8} \times \$468.450$$

RSU = Cantidad máxima de residuos sólidos urbanos depositados durante la vida del proyecto

- Operación y mantenimiento del sistema de colección (costos anuales):

$$0,04 \times CostodeCapital + \$49.019$$

- Capital del sistema de quema:

$$(MaxGas(pie^3 / min) + \$) + 64.828$$

$Max Gas$ = tasa de flujo de gas máximo anticipada durante la operación del proyecto de colección.

- Operación y mantenimiento del sistema de quema:

$$1,697 \times \text{MaxGas}(\text{pie}^3 / \text{min}) + \$3.497$$

- Capacidad eléctrica del sistema (en megawatts, MW):

$$\frac{\text{MaxGas}(\text{pie}^3 / \text{min}) \times 500 \text{Btu} / \text{pie}^3}{10.000 \text{Btu} / \text{kWh} \times 1.000 \text{kW} / \text{MW}}$$

El poder calorífico del generador es 10.000 Btu/kWh. El gas generado por el depósito es 50% metano, conteniendo 500Btu/pie³.

- Capital del sistema del sistema de generación eléctrica:

Es el mayor valor de las opciones a ó b:

$$\text{a) } 10^{0,903 \times \log(\text{MW})} \times 1.674.000 - \text{Capital del sistema de Colección}$$

$$\text{b) } 1.200.000 \times \text{MW}$$

MW es la capacidad eléctrica del sistema.

La opción a) se desarrolla desde costos nivelados y una tasa de descuento del 8% real durante 20 años.

- Operación y mantenimiento del sistema de generación eléctrica:

$$\$0,015 \text{kWh}$$

i) Costo por proyecto

En el cuadro 15 se pueden ver los costos de los diferentes componentes de los proyectos analizados, calculados en base a las fórmulas indicadas arriba.

Para cada uno de los proyectos listados en el cuadro 17 se evaluó la rentabilidad de realizar un proyecto de recuperación de gas metano con dos opciones: la quema directa y la generación eléctrica. Las evaluaciones se realizaron en cada relleno sanitario debido a que los costos de capital y operación y mantenimiento dependen del tamaño del proyecto.

La eficiencia de recuperación de CH₄ en todos los casos se consideró del 50%. El valor de venta de la tC_{eq} fue 17.246 dólares.

La generación eléctrica producida por el gas metano en cada proyecto se calculó considerando una eficiencia térmica de generación del 34% y una energía térmica del CH₄ de 8.460 kcal/m³. El volumen de gas se calculó con el programa LandGEM (USEPA, 2005).

La reducción indirecta de emisiones de CO₂ derivadas de reemplazar la energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional con la generada por los proyectos fue estimada con los coeficientes de emisión medio para el mercado eléctrico mayorista en tCO₂/GWh (Fabris, 2002).

Los resultados obtenidos en estos análisis se pueden ver en el cuadro 17. Ninguno de los proyectos de generación eléctrica es rentable y los de quema directa comienzan a perder rentabilidad cuando las emisiones del año 2010 son menores a 200 Mg de CH₄.

El costo total de realizar un proyecto de quema de metano y de generación de energía eléctrica se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 15
Componentes del costo de los proyectos de recolección de metano para su quema
y para la generación de energía eléctrica en rellenos sanitarios
(En dólares del año 1996)

Proyecto	Sistema colección de gas		Sistema quema de gas		Sistema generación eléctrica		
	Capital	Operación y mantenimiento	Capital	Operación y mantenimiento	Capital (a)	Capital (b)	Operación y mantenimiento
CEAMSE	Norte III	3 115 313,2	173 631,5	1 190 438,0	65 115,1	352 446	54 4650
	González Catán	442 982,1	66 738,3	166 880,0	9 083,5	197 520	49 380
	Ensenada	290 209,6	60 627,4	122 767,0	6 668,7	112 140	28 035
Resto del país	Córdoba Capital	689 157,0	76 585,3	242 117,0	13 202,1	343 140	85 785
	Rosario	430 583,4	66 242,3	163 315,0	8 888,4	190 620	47 655
	Mar del Plata	308 810,7	61 371,4	129 804,0	7 053,9	125 760	31 440
	Mendoza	206 735,8	57 288,4	104 198,0	5 652,2	76 200	19 050
	Bahía Blanca	170 162,0	55 825,5	95 632,7	5 183,3	59 622	14 905,5
	Río Cuarto	118 606,5	53 763,3	84 478,9	4 572,7	38 034	9 508,5
	San Nicolás	78 373,7	52 153,9	76 533,6	4 137,8	22 656	5 664
	Junín	67 026,9	51 700,1	74 416,3	4 021,9	18 558	4 639,5
	Pergamino	49 863,9	51 013,6	71 474,4	3 860,8	12 864	3 216
	Olavarría	49 831,1	51 012,2	71 480,6	3 861,2	12 876	3 219
Balcarce	37 090,5	50 502,6	69 372,6	3 745,8	8 796	2 199	

Fuente: USEPA 1999, 1991a, 1991b e información propia.

Cuadro 16
Costo total de la implementación de los proyectos de recuperación y quema
o generación eléctrica indicados en la República Argentina
(En dólares del año 1996)

Proyecto	Quema de CH ₄	Generación eléctrica
CEAMSE	Norte III	4 544 497,8
	González Catán	685 683,9
	Ensenada	480 272,6
Resto del país	Córdoba Capital	1 021 061,4
	Rosario	669 029,1
	Mar del Plata	507 040,1
	Mendoza	373 874,4
	Bahía Blanca	326 803,5
	Río Cuarto	261 421,3
	San Nicolás	211 199,0
	Junín	197 165,2
	Pergamino	176 212,7
	Olavarría	176 185,1
Balcarce	160 711,5	

Fuente: USEPA 1999, 1991a, 1991b e información propia.

Cuadro 17
Beneficios netos de la quema directa de metano, de su utilización para la generación de energía eléctrica y de la venta de bonos de carbono por la reducción de emisiones en el sector de la generación de energía eléctrica en 14 proyectos de rellenos sanitarios en la República Argentina, entre los años 2009 y 2030
(En dólares)

Año	Norte III			González Catán			Ensenada			Córdoba capital		
	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect
2009	137,8	-286,4	0,0	-1,7	-49,1	0,0	-4,6	-32,7	0,0	1,6	-76,3	0,0
2010	174,5	-285,5	2,3	1,5	-49,0	0,2	-2,8	-32,6	0,1	6,8	-76,2	0,4
2011	214,7	-284,6	4,7	5,0	-48,9	0,4	-0,7	-32,6	0,2	12,5	-76,0	0,7
2012	258,9	-283,7	7,0	8,9	-48,8	0,6	1,6	-32,5	0,4	18,8	-75,9	1,1
2013	293,1	-282,7	9,5	11,8	-48,8	0,8	3,4	-32,5	0,5	23,6	-75,8	1,4
2014	329,6	-281,8	11,8	15,0	-48,7	1,0	5,2	-32,4	0,6	28,8	-75,6	1,8
2015	368,5	-280,8	14,2	18,4	-48,6	1,2	7,2	-32,4	0,7	34,3	-75,5	2,1
2016	410,0	-279,8	16,5	22,0	-48,5	1,4	9,4	-32,3	0,8	40,2	-75,3	2,5
2017	454,1	-278,7	18,8	25,9	-48,4	1,6	11,6	-32,3	1,0	46,4	-75,2	2,9
2018	501,2	-277,7	21,1	30,0	-48,3	1,8	14,1	-32,2	1,1	53,1	-75,0	3,2
2019	551,3	-276,7	23,4	34,4	-48,2	2,0	16,6	-32,2	1,2	60,2	-74,8	3,6
2020	604,7	-275,6	25,7	39,0	-48,1	2,2	19,4	-32,1	1,3	67,8	-74,7	3,9
2021	661,5	-274,6	27,9	44,0	-48,1	2,4	22,3	-32,0	1,4	75,8	-74,5	4,2
2022	721,9	-273,5	30,2	49,3	-48,0	2,6	25,4	-32,0	1,6	84,4	-74,4	4,6
2023	786,3	-272,4	32,4	54,9	-47,9	2,8	28,7	-31,9	1,7	93,5	-74,2	4,9
2024	854,8	-271,3	34,6	60,9	-47,8	3,0	32,3	-31,9	1,8	103,3	-74,0	5,2
2025	927,7	-270,2	36,8	67,3	-47,7	3,2	36,0	-31,8	1,9	113,6	-73,9	5,6
2026	1 005,3	-269,1	39,0	74,0	-47,6	3,4	40,0	-31,8	2,0	124,6	-73,7	5,9
2027	1 087,8	-268,0	41,1	81,2	-47,5	3,6	44,3	-31,7	2,1	136,3	-73,5	6,2
2028	1 175,5	-266,9	43,3	88,9	-47,4	3,8	48,8	-31,7	2,2	148,7	-73,4	6,6
2029	1 268,9	-265,7	45,5	97,0	-47,3	4,0	53,6	-31,6	2,3	162,0	-73,2	6,9
2030	1 368,1	-264,3	47,9	105,7	-47,2	4,2	58,7	-31,5	2,5	176,0	-73,0	7,3

Cuadro 17 (continuación)

Año	Rosario			Mar del Plata			Mendoza			Bahía Blanca		
	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect
2009	-4,0	-47,8	0,0	-5,7	-35,0	0,0	-6,7	-24,7	0,0	-9,1	-24,7	0,0
2010	-1,1	-47,7	0,2	-3,8	-34,9	0,1	-5,5	-24,7	0,1	-8,2	-24,7	0,1
2011	2,1	-47,6	0,4	-1,7	-34,9	0,3	-4,2	-24,6	0,2	-7,2	-24,6	0,2
2012	5,6	-47,5	0,6	0,6	-34,8	0,4	-2,8	-24,6	0,2	-6,1	-24,6	0,2
2013	8,3	-47,4	0,8	2,3	-34,8	0,5	-1,8	-24,6	0,3	-5,3	-24,6	0,3
2014	11,1	-47,4	1,0	4,2	-34,7	0,7	-0,6	-24,5	0,4	-4,4	-24,5	0,4
2015	14,2	-47,3	1,2	6,3	-34,6	0,8	0,6	-24,5	0,5	-3,4	-24,5	0,5
2016	17,5	-47,2	1,4	8,4	-34,6	0,9	1,9	-24,5	0,6	-2,4	-24,5	0,6
2017	21,0	-47,1	1,6	10,7	-34,5	1,0	3,3	-24,4	0,6	-1,3	-24,4	0,6
2018	24,7	-47,0	1,8	13,1	-34,5	1,2	4,8	-24,4	0,7	-0,1	-24,4	0,7
2019	28,6	-46,9	2,0	15,7	-34,4	1,3	6,4	-24,4	0,8	1,1	-24,4	0,8
2020	32,8	-46,8	2,2	18,5	-34,4	1,4	8,0	-24,3	0,9	2,4	-24,3	0,9
2021	37,3	-46,8	2,4	21,5	-34,3	1,6	9,8	-24,3	0,9	3,8	-24,3	0,9
2022	42,0	-46,7	2,5	24,6	-34,2	1,7	11,7	-24,3	1,0	5,3	-24,3	1,0
2023	47,1	-46,6	2,7	28,0	-34,2	1,8	13,8	-24,2	1,1	6,9	-24,2	1,1
2024	52,5	-46,5	2,9	31,5	-34,1	1,9	15,9	-24,2	1,2	8,6	-24,2	1,2
2025	58,2	-46,4	3,1	35,3	-34,1	2,0	18,2	-24,1	1,2	10,4	-24,1	1,2
2026	64,4	-46,3	3,3	39,3	-34,0	2,2	20,7	-24,1	1,3	12,3	-24,1	1,3
2027	70,9	-46,2	3,5	43,6	-33,9	2,3	23,3	-24,1	1,4	14,3	-24,1	1,4
2028	77,8	-46,1	3,6	48,2	-33,9	2,4	26,0	-24,0	1,5	16,5	-24,0	1,5
2029	85,1	-46,0	3,8	53,0	-33,8	2,5	29,0	-24,0	1,5	18,8	-24,0	1,5
2030	92,9	-45,9	4,0	58,2	-33,7	2,7	32,1	-23,9	1,6	21,2	-23,9	1,6

Cuadro 17 (continuación)

Año	Río Cuarto			San Nicolás			Junin			Pergamino		
	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect
2009	-10,0	-21,1	0,0	-8,8	-16,3	0,0	-6,5	-12,6	0,0	-6,7	-11,6	0,0
2010	-9,4	-21,1	0,0	-8,6	-16,3	0,0	-6,3	-12,6	0,0	-6,4	-11,6	0,0
2011	-8,8	-21,1	0,1	-8,4	-16,2	0,0	-6,0	-12,6	0,0	-6,1	-11,6	0,0
2012	-8,1	-21,1	0,1	-8,0	-16,2	0,1	-5,6	-12,6	0,1	-5,7	-11,6	0,0
2013	-7,6	-21,1	0,2	-7,7	-16,2	0,1	-5,3	-12,6	0,1	-5,5	-11,6	0,1
2014	-7,0	-21,0	0,2	-7,3	-16,2	0,1	-5,0	-12,6	0,1	-5,2	-11,6	0,1
2015	-6,4	-21,0	0,2	-7,0	-16,2	0,1	-4,6	-12,6	0,1	-4,9	-11,6	0,1
2016	-5,7	-21,0	0,3	-6,6	-16,2	0,2	-4,2	-12,6	0,1	-4,6	-11,6	0,1
2017	-5,0	-21,0	0,3	-6,2	-16,2	0,2	-3,8	-12,5	0,2	-4,2	-11,6	0,1
2018	-4,3	-21,0	0,4	-5,7	-16,2	0,2	-3,4	-12,5	0,2	-3,9	-11,5	0,1
2019	-3,5	-21,0	0,4	-5,3	-16,2	0,2	-2,9	-12,5	0,2	-3,5	-11,5	0,1
2020	-2,7	-20,9	0,4	-4,8	-16,2	0,3	-2,4	-12,5	0,2	-3,1	-11,5	0,1
2021	-1,8	-20,9	0,5	-4,3	-16,1	0,3	-1,9	-12,5	0,2	-2,7	-11,5	0,2
2022	-0,8	-20,9	0,5	-3,7	-16,1	0,3	-1,3	-12,5	0,2	-2,2	-11,5	0,2
2023	0,2	-20,9	0,5	-3,1	-16,1	0,3	-0,7	-12,5	0,3	-1,7	-11,5	0,2
2024	1,3	-20,9	0,6	-2,4	-16,1	0,3	-0,1	-12,5	0,3	-1,2	-11,5	0,2
2025	2,4	-20,9	0,6	-1,8	-16,1	0,4	0,6	-12,5	0,3	-0,6	-11,5	0,2
2026	3,6	-20,8	0,7	-1,0	-16,1	0,4	1,4	-12,5	0,3	0,0	-11,5	0,2
2027	4,9	-20,8	0,7	-0,3	-16,1	0,4	2,1	-12,5	0,3	0,6	-11,5	0,2
2028	6,3	-20,8	0,7	0,5	-16,1	0,4	2,9	-12,4	0,4	1,3	-11,5	0,2
2029	7,8	-20,8	0,8	1,4	-16,1	0,5	3,8	-12,4	0,4	2,0	-11,5	0,3
2030	9,3	-20,8	0,8	2,3	-16,0	0,5	4,7	-12,4	0,4	2,8	-11,5	0,3

Cuadro 17 (conclusión)

Año	Olavarría			Balcarce		
	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect	Neto Quema	Neto GenEle	Reducc Sist Elect
2009	-6,5	-10,1	0,0	-6,5	-10,1	0,0
2010	-6,3	-10,1	0,0	-6,3	-10,1	0,0
2011	-6,1	-10,1	0,0	-6,1	-10,1	0,0
2012	-5,9	-10,1	0,0	-5,9	-10,1	0,0
2013	-5,7	-10,1	0,1	-5,7	-10,1	0,0
2014	-5,5	-10,1	0,1	-5,5	-10,1	0,0
2015	-5,3	-10,1	0,1	-5,3	-10,1	0,1
2016	-5,1	-10,1	0,1	-5,1	-10,1	0,1
2017	-4,8	-10,1	0,1	-4,8	-10,1	0,1
2018	-4,6	-10,1	0,1	-4,6	-10,1	0,1
2019	-4,3	-10,1	0,1	-4,3	-10,1	0,1
2020	-4,0	-10,1	0,1	-4,0	-10,1	0,1
2021	-3,7	-10,1	0,2	-3,7	-10,1	0,1
2022	-3,4	-10,0	0,2	-3,4	-10,1	0,1
2023	-3,1	-10,0	0,2	-3,1	-10,1	0,1
2024	-2,7	-10,0	0,2	-2,7	-10,1	0,1
2025	-2,3	-10,0	0,2	-2,3	-10,1	0,1
2026	-1,9	-10,0	0,2	-1,9	-10,1	0,2
2027	-1,5	-10,0	0,2	-1,5	-10,0	0,2
2028	-1,0	-10,0	0,2	-1,0	-10,0	0,2
2029	-0,5	-10,0	0,3	-0,5	-10,0	0,2
2030	0,0	-10,0	0,3	0,0	-10,0	0,2

Fuente: USEPA 1999, 1991a, 1991b e información propia.

^a Los cuadros con todos los detalles de cálculo se pueden ver en el anexo 2.

IV. Proyecciones de emisiones de GEI para el período 2030-2100

A. Residuos sólidos urbanos

La generación total de residuos sólidos urbanos entre los años 2031 y 2100 se proyectó considerando el crecimiento poblacional establecido para el período y con una generación por habitante constante de 1,3 kg/hab. Si bien es probable que el consumo de bienes por parte de la población aumente durante el transcurso de este siglo, consideramos muy probable que las mejoras tecnológicas en la producción de bienes reducirá los materiales, sobre todo los que producen materia orgánica sujeta a descomposición anaeróbica en los rellenos sanitarios, como por ejemplo papeles y cartones de los envoltorios y almacenaje. De esta manera, se considera que el aumento de consumo no se reflejará en el aumento de residuos sólidos urbanos por habitante destinado a los rellenos sanitarios. Por otra parte se estima que progresivamente la población adquirirá hábitos de generación de residuos más acordes con la reducción de su generación. Como consecuencia de esto, se considera que a partir del año 2051 el Carbono Orgánico Degradable (COD) de los residuos sólidos urbanos depositados en los rellenos sanitarios bajará de 0,168 a 0,13.

Se asume, en esta proyección, que los rellenos sanitarios actualmente en funcionamiento continuarán funcionando hasta su cierre (aproximadamente en 20 años) y que luego serán reemplazados por otros que funcionarán por otros 20 años. En consecuencia, cada 20 años de la proyección se considera que se reinicia la serie de emisiones.

Respecto de los residuos sólidos urbanos que, actualmente, no se destinan a rellenos sanitarios crecerán en relación directa con el aumento de la población, pero se estableció el supuesto de que cada 10 años, el 10% de los mismos pasarán a destinarse a rellenos sanitarios hasta un máximo de 40%. Estos residuos fueron sumados, proporcionalmente a los rellenos sanitarios

Los resultados de la proyección de las emisiones de metano generadas por los residuos sólidos urbanos pueden verse en el cuadro 18 y el cuadro 14.

Cuadro 18
Proyección de las emisiones de CH₄ generadas por los residuos sólidos urbanos depositados en rellenos sanitarios y a cielo abierto, entre los años 2031 y 2100
(En Gg)

Año	Total con vertedero controlado	Resto del país	Total
2031	1 300,00	175,61	1 475,61
2032	1 300,67	175,71	1 476,37
2033	1 322,75	175,88	1 498,63
2034	1 346,27	176,06	1 522,33
2035	1 371,23	176,24	1 547,46
2036	1 397,71	176,41	1 574,12
2037	1 425,81	176,59	1 602,40
2038	1 455,63	176,76	1 632,40
2039	1 476,61	176,94	1 653,56
2040	1 510,19	157,44	1 667,63
2041	1 537,55	157,60	1 695,15
2042	1 576,36	157,75	1 734,12
2043	1 617,55	157,91	1 775,46
2044	1 661,25	158,07	1 819,32
2045	1 707,62	158,23	1 865,85
2046	1 756,82	158,39	1 915,21
2047	1 809,04	158,54	1 967,58
2048	1 864,44	158,70	2 023,15
2049	1 923,24	158,86	2 082,10
2050	1 985,63	139,14	2 124,77
2051	1 995,71	139,28	2 134,99
2052	2 016,28	139,42	2 155,70
2053	2 038,10	139,56	2 177,66
2054	2 061,25	139,70	2 200,95
2055	2 085,80	139,84	2 225,64
2056	2 111,84	139,98	2 251,82
2057	2 139,47	140,12	2 279,60
2058	2 168,79	140,26	2 309,05
2059	2 199,88	140,40	2 340,28
2060	2 232,87	120,46	2 353,34
2061	2 259,22	120,58	2 379,80
2062	2 297,14	120,71	2 417,84
2063	2 337,36	120,83	2 458,19
2064	2 380,04	120,95	2 500,98
2065	2 425,30	121,07	2 546,37
2066	2 473,33	121,19	2 594,52
2067	2 524,27	121,31	2 645,58

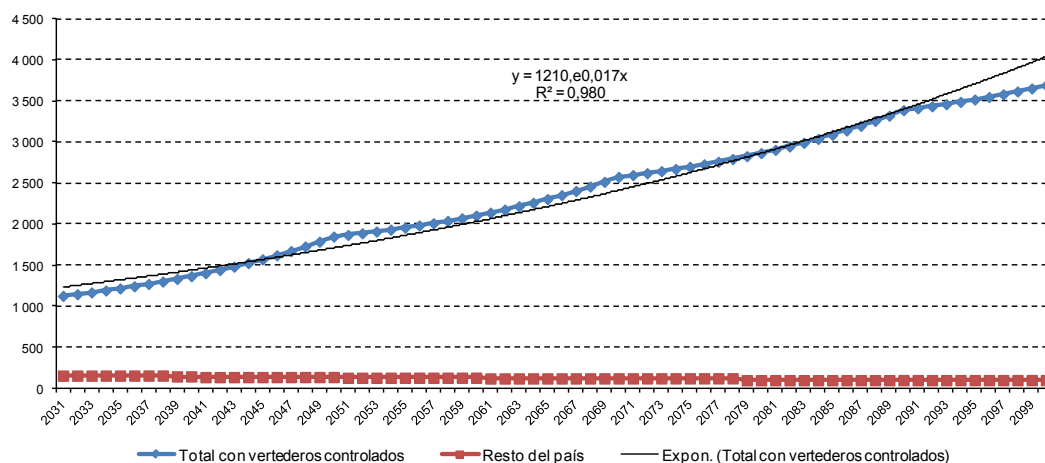
Cuadro 18 (conclusión)

Año	Total con vertedero controlado	Resto del país	Total
2068	2 578,32	121,43	2 699,75
2069	2 635,65	121,55	2 757,21
2070	2 696,48	121,67	2 818,16
2071	2 718,43	121,80	2 840,23
2072	2 741,72	121,92	2 863,63
2073	2 766,41	122,04	2 888,45
2074	2 792,61	122,16	2 914,77
2075	2 820,40	122,28	2 942,68
2076	2 849,88	122,41	2 972,29
2077	2 881,15	122,53	3 003,68
2078	2 914,33	122,65	3 036,98
2079	2 926,01	122,77	3 048,78
2080	2 963,30	122,90	3 086,20
2081	3 002,86	123,02	3 125,88
2082	3 044,84	123,14	3 167,98
2083	3 089,38	123,27	3 212,65
2084	3 136,63	123,39	3 260,02
2085	3 186,77	123,51	3 310,28
2086	3 239,97	123,64	3 363,61
2087	3 296,41	123,76	3 420,17
2088	3 356,30	123,88	3 480,19
2089	3 419,85	124,01	3 543,86
2090	3 487,28	124,13	3 611,41
2091	3 510,29	124,26	3 634,55
2092	3 534,71	124,38	3 659,09
2093	3 560,61	124,51	3 685,12
2094	3 588,10	124,63	3 712,73
2095	3 617,26	124,75	3 742,01
2096	3 648,20	124,88	3 773,08
2097	3 681,02	125,00	3 806,03
2098	3 715,85	125,13	3 840,98
2099	3 752,81	125,25	3 878,07
2100	3 792,03	125,42	3 917,45

Fuente: Elaboración propia.

Según está proyección, las emisiones en el país aumentarán exponencialmente con una tasa de 0,017 anual hasta alcanzar en el año 2100 un total de 3.917,45 Gg, esto es un 165,5% más que en el año 2031. Es importante destacar que, debido a las premisas mencionadas, la diferencia entre los residuos sólidos urbanos depositados en rellenos sanitarios y los destinados a cielo abierto se incrementará notablemente desde un 88,1% en 2031 hasta el 96,8% en el año 2100.

Gráfico 14
Proyección de las emisiones de CH₄ generadas por los residuos sólidos urbanos depositados en rellenos sanitarios y a cielo abierto, entre los años 2031 y 2100
 (En Gg)



Fuente: Elaboración propia.

B. Aguas residuales domésticas e industriales

1. Metano

Para la proyección se usó la misma metodología que para la proyección 2009-2030; pero además de considerar el aumento poblacional, se tuvo en cuenta el cambio de la situación sanitaria del país, dado que la población urbana en ciudades de más de 100.000 habitantes será de aproximadamente el 70%. Sabiendo que en el año 2001 el 43% de la población estaba conectada a una red cloacal pública, en la proyección se consideró que en el 2010 ese porcentaje pasará al 50% y llegará al 85% en el año 2050.

Para el metano proveniente de las aguas industriales se consideró que la producción industrial del país se duplicará para el año 2080.

2. Óxido Nitroso

Las proyecciones del N₂O se realizaron considerando un aumento del consumo de proteínas por persona/año a 55 kg en el año 2030, pasando a 60 kg hasta el año 2050, a 65 kg hasta el 2070 y a 70 kg hasta el año 2100. Esta proyección resulta moderada si tenemos en cuenta que en la actualidad sólo el consumo de carne vacuna por habitante alcanza los 60 kg.

Las emisiones esperadas de CH₄ y N₂O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales entre los años 2030 y 2100 pueden verse en el cuadro 19 y en el cuadro 15. Las emisiones de CH₄ generadas por este subsector pasarían de 464,9 Gg en el año 2031 a 1020,0 en el año 2100.

En este subsector, las aguas residuales domésticas representan en el año 2031 el 59,9% y las aguas residuales industriales el 40,1%, mientras que para el año 2100 se espera que estos porcentajes sean el 55,6% para las domésticas y el 44,4% para las industriales.

Es importante destacar que los valores proyectados asumen que los incrementos se producirán, principalmente por el crecimiento poblacional debido al método de proyección utilizado que se ha explicado anteriormente. Sin embargo, en los próximos años pueden producirse cambios importantes en el manejo de los líquidos cloacales, sobre todo en las grandes ciudades, como ya se ha explicitado.

Cuadro 19
Emisiones esperadas de CH₄ y N₂O generadas por las aguas residuales domésticas (ARD) e industriales (ARI) entre los años 2030 y 2100
(En Gg)

Año	Metano			N ₂ O
	ARD	ARI	Total	Total
2031	278,6	186,3	464,9	7,3
2032	281,4	186,3	467,7	7,3
2033	284,2	186,3	470,5	7,4
2034	287,1	206,3	493,3	7,5
2035	289,9	206,3	496,2	7,6
2036	292,8	206,3	499,1	7,6
2037	295,8	226,3	522,0	7,7
2038	298,7	226,3	525,0	7,8
2039	301,7	226,3	528,0	7,9
2040	304,7	226,3	531,0	8,0
2041	315,5	252,5	568,0	8,0
2042	318,6	252,5	571,2	8,1
2043	321,8	252,5	574,3	8,2
2044	325,0	252,5	577,6	8,3
2045	328,3	272,5	600,8	8,4
2046	331,6	272,5	604,1	8,4
2047	334,9	272,5	607,4	8,5
2048	338,2	272,5	610,8	8,6
2049	341,6	292,5	634,1	8,7
2050	345,0	292,5	637,6	8,8
2051	348,5	292,5	641,0	9,6
2052	352,0	292,5	644,5	9,7
2053	355,5	312,5	668,0	9,8
2054	359,0	312,5	671,6	9,9
2055	362,6	312,5	675,2	10,0
2056	366,2	332,5	698,8	10,1
2057	369,9	332,5	702,5	10,2
2058	373,6	332,5	706,1	10,3
2059	377,3	332,5	709,9	10,4
2060	381,1	352,5	733,7	10,5
2061	384,9	352,5	737,5	10,6
2062	388,8	352,5	741,3	10,7
2063	392,7	352,5	745,2	10,8
2064	396,6	372,5	769,1	10,9
2065	400,6	372,5	773,1	11,0
2066	404,6	372,5	777,1	11,2

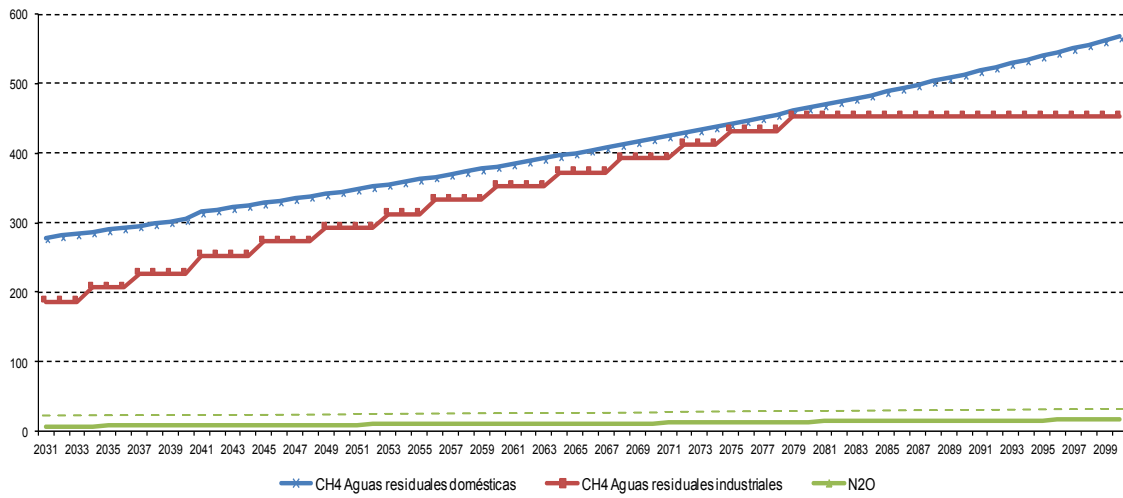
Cuadro 19 (conclusión)

Año	Metano			N ₂ O
	ARD	ARI	Total	Total
2067	408,6	372,5	781,2	11,3
2068	412,7	392,5	805,2	11,4
2069	416,8	392,5	809,4	11,5
2070	421,0	392,5	813,5	11,6
2071	425,2	392,5	817,7	12,6
2072	429,5	412,5	842,0	12,8
2073	433,7	412,5	846,3	12,9
2074	438,1	412,5	850,6	13,0
2075	442,5	432,5	875,0	13,1
2076	446,9	432,5	879,4	13,3
2077	451,4	432,5	883,9	13,4
2078	455,9	432,5	888,4	13,5
2079	460,4	452,5	913,0	13,7
2080	465,0	452,5	917,6	13,8
2081	469,7	452,5	922,2	13,9
2082	474,4	452,5	926,9	14,1
2083	479,1	452,5	931,7	14,2
2084	483,9	452,5	936,5	14,4
2085	488,8	452,5	941,3	14,5
2086	493,6	452,5	946,2	14,7
2087	498,6	452,5	951,1	14,8
2088	503,6	452,5	956,1	15,0
2089	508,6	452,5	961,1	15,1
2090	513,7	452,5	966,2	15,3
2091	518,8	452,5	971,4	15,4
2092	524,0	452,5	976,6	15,6
2093	529,3	452,5	981,8	15,7
2094	534,5	452,5	987,1	15,9
2095	539,9	452,5	992,4	16,0
2096	545,3	452,5	997,8	16,2
2097	550,7	452,5	1 003,3	16,4
2098	556,2	452,5	1 008,8	16,5
2099	561,8	452,5	1 014,4	16,7
2100	567,4	452,5	1 020,0	16,9

Fuente: Elaboración propia.

^a Emisiones calculadas con los métodos por defecto (IPCC 1997).

Gráfico 15
Emisiones esperadas de CH₄ y N₂O generadas por las aguas residuales domésticas e industriales, entre los años 2030 y 2100^a
 (En Gg)



Fuente: Elaboración propia.

^a Emisiones calculadas con los métodos por defecto (IPCC 1997).

Bibliografía

- Bingemer, H.G. y Crutzen P. (1987), The production of methane from solid wastes, *J. Geophys. Res.*, 92 (D2), 2181-2187.
- Carlino S. y N. Irurita (2008). Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible, actualización y re-lectura 2008. 1ra ed. Buenos Aires: Siglo XXI, Editora Iberoamericana: GCBA, Instituto Di Tella.
- CEMASE (2009), “Estadísticas del año 1990 al 2008”, en línea en: <http://www.ceamse.gov.ar/abre-disposicion2.html>.
- CEAMSE-FIUBA (2009), “Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos Estación Climatológica: primavera 2008”, Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de ingeniería Universidad de Buenos Aires, CEAMSE Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado.
- Fabris, A. (2002), “Estudio estratégico nacional para hacer uso de los mecanismos flexibles del protocolo de Kioto, Actividad uno: Oportunidades de ahorro energético en el sector de la demanda”, Banco Mundial, Buenos Aires.
- Fundación Bariloche (2008), “Argentina: Diagnóstico, Prospectivas y lineamientos para definir Estrategias posibles ante el Cambio Climático”, Fundación Bariloche, Buenos Aires, Argentina.
- INDEC (2004), “Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2001”, en línea en: <http://www.indec.mecom.gov.ar>.
- IPCC (2006), “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- _____ (2000), “Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories”, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit, Kanagawa, Japan, en línea en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/gp/report.htm>.
- _____ (1997), “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, París, Francia.
- SAyDS (2009), “Proyecto Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU)”, en línea <http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?idseccion=191>.
- USEPA (2005), “U.S. Emissions Inventory 2005: Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2003”, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- _____ (1999), “U.S. Methane Emissions 1990-2020: Inventories, Projections, and Opportunities for Reductions”, U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation 401 M St., SW Washington, DC 20460 U.S.A.

- _____ (1991a), “Analysis of Profits and Cost from Regulating Municipal Solid Waste Landfills”, Memorandum from Kathleen Hogan, Chief, Methane Programs to Alice Chow, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA A-88-09/11-B-45.
- _____ (1991b), “Air Emissions from Municipal Solid Waste Landfills, Background Information for Proposed Standards and Guidelines”, Emissions Standards Division, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, EPA 450-3-90-011.

Anexos

Anexo 1

Fuentes de Información

Las fuentes de información utilizadas para el sector fueron los organismos oficiales para la información de la población. En este caso fue de gran importancia el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 (INDEC, 2004) del cual se obtuvieron, además del número de habitantes por ciudad para todo el país, la información referida a la situación sanitaria detallada de la población, con una indicación precisa del destino final de las aguas residuales domésticas.

Respecto de la producción, composición, destino y tratamiento de los RSU la información principal provino del ente estatal CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado). Esta empresa realiza la coordinación de un sistema integral donde son parte preponderante el transporte y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, en el área metropolitana de Buenos Aires: Ciudad de Buenos Aires y Conurbano Bonaerense, región que concentra el 31,6% de la población del país (12.603.067 habitantes) y genera el 75% de los RSU destinados a VC. La información de estos depósitos se encuentra disponible, detallada anualmente, y por VC desde el año 1990 hasta el presente (www.ceamse.gov.ar/abre-disposicion2.html). Se obtuvieron los datos por escrito correspondientes al período 1981-1999 que no están publicados.

La ciudad de Córdoba (1.412.642 habitantes) que responde por el 10% de los RSU destinados a VC informó por escrito de los residuos depositados anualmente durante el período 1982-2000.

Los restantes VC existentes en el año del inventario no suministraron la información cuantitativa detallada de la disposición de residuos durante los años de operación y sólo informaron sobre el promedio mensual de depósito de residuos.

La información para la Producción Industrial de las industrias que vuelcan residuos orgánicos sin tratar a los cuerpos de agua se obtuvo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2004) que presenta la serie de datos de producción manufacturera de todos los sectores involucrados desde el año 1990 hasta el 2003 en la página www.indec.mecom.gov.ar (Industria y Construcción/Industria Manufacturera/Estadística de Productos Industriales [EPI]) (INDEC, 2004).

Anexo 2

Cálculo de los beneficios económicos de los proyectos de recuperación, quema y generación eléctrica en 14 rellenos sanitarios desde el año 2009 hasta el año 2030

Cuadro A.1
Norte III

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	3 586,2	20 539,0	354,2	216,4	286,4	137,8	0,0	0,0	-286,4	0,0	0,0000	0,0
2010	3 957,4	22 665,3	390,9	216,4	286,4	174,5	33,7	0,9	-285,5	84,5	1,4565	2,3
2011	4 364,9	24 999,2	431,1	216,4	286,4	214,7	67,4	1,8	-284,6	168,6	2,9077	4,7
2012	4 812,1	27 559,9	475,3	216,4	286,4	258,9	101,2	2,7	-283,7	252,0	4,3464	7,0
2013	5 158,6	29 545,0	509,5	216,4	286,4	293,1	135,1	3,7	-282,7	335,8	5,7917	9,5
2014	5 528,1	31 661,1	546,0	216,4	286,4	329,6	168,2	4,6	-281,8	416,1	7,1758	11,8
2015	5 922,0	33 916,6	584,9	216,4	286,4	368,5	200,4	5,6	-280,8	494,6	8,5306	14,2
2016	6 341,6	36 320,2	626,4	216,4	286,4	410,0	231,8	6,6	-279,8	572,2	9,8679	16,5
2017	6 788,7	38 881,0	670,5	216,4	286,4	454,1	262,4	7,7	-278,7	647,8	11,1727	18,8
2018	7 265,1	41 609,0	717,6	216,4	286,4	501,2	292,4	8,7	-277,7	721,7	12,4465	21,1
2019	7 772,4	44 514,5	767,7	216,4	286,4	551,3	321,6	9,7	-276,7	793,9	13,6908	23,4
2020	8 312,6	47 608,5	821,1	216,4	286,4	604,7	350,2	10,8	-275,6	864,4	14,9072	25,7
2021	8 887,8	50 902,8	877,9	216,4	286,4	661,5	378,1	11,8	-274,6	933,4	16,0969	27,9
2022	9 500,1	54 409,8	938,4	216,4	286,4	721,9	405,5	12,9	-273,5	1 000,9	17,2612	30,2
2023	10 151,9	58 142,5	1002,7	216,4	286,4	786,3	432,3	14,0	-272,4	1 067,0	18,4015	32,4
2024	10 845,5	62 115,0	1071,2	216,4	286,4	854,8	458,5	15,1	-271,3	1 131,8	19,5188	34,6
2025	11 583,5	66 342,0	1144,1	216,4	286,4	927,7	484,2	16,2	-270,2	1 195,3	20,6143	36,8
2026	12 368,7	70 839,2	1221,7	216,4	286,4	1 005,3	509,5	17,3	-269,1	1 257,6	21,6891	39,0
2027	13 204,0	75 623,1	1304,2	216,4	286,4	1 087,8	534,3	18,4	-268,0	1 318,8	22,7441	41,1
2028	14 092,5	80 711,3	1392,0	216,4	286,4	1 175,5	558,6	19,5	-266,9	1 378,9	23,7804	43,3
2029	15 037,3	86 122,5	1485,3	216,4	286,4	1 268,9	582,5	20,7	-265,7	1 437,9	24,7988	45,5
2030	16 041,9	91 876,5	1584,5	216,4	286,4	1368,1	606,0	22,1	-264,3	1496,0	25,8002	47,9

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.2
González Catán

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	313,1	1 793,4	30,9	32,7	49,1	-1,7	0,0	0,0	-49,1	0,0	0,0000	0,0
2010	345,6	1 979,1	34,1	32,7	49,1	1,5	2,9	0,1	-49,0	7,4	0,1272	0,2
2011	381,1	2 182,9	37,6	32,7	49,1	5,0	5,9	0,2	-48,9	14,7	0,2539	0,4
2012	420,2	2 406,5	41,5	32,7	49,1	8,9	8,8	0,2	-48,8	22,0	0,3795	0,6
2013	450,4	2 579,8	44,5	32,7	49,1	11,8	11,8	0,3	-48,8	29,3	0,5057	0,8
2014	482,7	2 764,6	47,7	32,7	49,1	15,0	14,7	0,4	-48,7	36,3	0,6266	1,0
2015	517,1	2 961,5	51,1	32,7	49,1	18,4	17,5	0,5	-48,6	43,2	0,7449	1,2
2016	553,7	3 171,4	54,7	32,7	49,1	22,0	20,2	0,6	-48,5	50,0	0,8617	1,4
2017	592,8	3 395,0	58,6	32,7	49,1	25,9	22,9	0,7	-48,4	56,6	0,9756	1,6
2018	634,4	3 633,2	62,7	32,7	49,1	30,0	25,5	0,8	-48,3	63,0	1,0868	1,8
2019	678,7	3 886,9	67,0	32,7	49,1	34,4	28,1	0,8	-48,2	69,3	1,1955	2,0
2020	725,8	4 157,1	71,7	32,7	49,1	39,0	30,6	0,9	-48,1	75,5	1,3017	2,2
2021	776,1	4 444,7	76,7	32,7	49,1	44,0	33,0	1,0	-48,1	81,5	1,4056	2,4
2022	829,5	4 751,0	81,9	32,7	49,1	49,3	35,4	1,1	-48,0	87,4	1,5072	2,6
2023	886,4	5 076,9	87,6	32,7	49,1	54,9	37,7	1,2	-47,9	93,2	1,6068	2,8
2024	947,0	5 423,8	93,5	32,7	49,1	60,9	40,0	1,3	-47,8	98,8	1,7044	3,0
2025	1 011,5	5 792,9	99,9	32,7	49,1	67,3	42,3	1,4	-47,7	104,4	1,8000	3,2
2026	1 080,0	6 185,6	106,7	32,7	49,1	74,0	44,5	1,5	-47,6	109,8	1,8939	3,4
2027	1 153,0	6 603,3	113,9	32,7	49,1	81,2	46,7	1,6	-47,5	115,2	1,9860	3,6
2028	1 230,5	7 047,6	121,5	32,7	49,1	88,9	48,8	1,7	-47,4	120,4	2,0765	3,8
2029	1 313,0	7 520,1	129,7	32,7	49,1	97,0	50,9	1,8	-47,3	125,6	2,1654	4,0
2030	1 400,8	8 022,5	138,4	32,7	49,1	105,7	52,9	1,9	-47,2	130,6	2,2528	4,2

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.3
Ensenada

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	184,6	1 057,0	18,2	22,9	32,7	-4,6	0,0	0,0	-32,7	0,0	0,0000	0,0
2010	203,7	1 166,5	20,1	22,9	32,7	-2,8	1,7	0,0	-32,6	4,3	0,0750	0,1
2011	224,6	1 286,6	22,2	22,9	32,7	-0,7	3,5	0,1	-32,6	8,7	0,1496	0,2
2012	247,7	1 418,4	24,5	22,9	32,7	1,6	5,2	0,1	-32,5	13,0	0,2237	0,4
2013	265,5	1 520,5	26,2	22,9	32,7	3,4	7,0	0,2	-32,5	17,3	0,2981	0,5
2014	284,5	1 629,4	28,1	22,9	32,7	5,2	8,7	0,2	-32,4	21,4	0,3693	0,6
2015	304,8	1 745,5	30,1	22,9	32,7	7,2	10,3	0,3	-32,4	25,5	0,4390	0,7
2016	326,4	1 869,2	32,2	22,9	32,7	9,4	11,9	0,3	-32,3	29,4	0,5079	0,8
2017	349,4	2 001,0	34,5	22,9	32,7	11,6	13,5	0,4	-32,3	33,3	0,5750	1,0
2018	373,9	2 141,4	36,9	22,9	32,7	14,1	15,0	0,4	-32,2	37,1	0,6406	1,1
2019	400,0	2 290,9	39,5	22,9	32,7	16,6	16,6	0,5	-32,2	40,9	0,7046	1,2
2020	427,8	2 450,2	42,3	22,9	32,7	19,4	18,0	0,6	-32,1	44,5	0,7672	1,3
2021	457,4	2 619,7	45,2	22,9	32,7	22,3	19,5	0,6	-32,0	48,0	0,8284	1,4
2022	488,9	2 800,2	48,3	22,9	32,7	25,4	20,9	0,7	-32,0	51,5	0,8884	1,6
2023	522,5	2 992,3	51,6	22,9	32,7	28,7	22,2	0,7	-31,9	54,9	0,9470	1,7
2024	558,2	3 196,8	55,1	22,9	32,7	32,3	23,6	0,8	-31,9	58,2	1,0045	1,8
2025	596,1	3 414,3	58,9	22,9	32,7	36,0	24,9	0,8	-31,8	61,5	1,0609	1,9
2026	636,6	3 645,7	62,9	22,9	32,7	40,0	26,2	0,9	-31,8	64,7	1,1162	2,0
2027	679,5	3 891,9	67,1	22,9	32,7	44,3	27,5	0,9	-31,7	67,9	1,1705	2,1
2028	725,3	4 153,8	71,6	22,9	32,7	48,8	28,7	1,0	-31,7	71,0	1,2239	2,2
2029	773,9	4 432,3	76,4	22,9	32,7	53,6	30,0	1,1	-31,6	74,0	1,2763	2,3
2030	825,6	4 728,4	81,5	22,9	32,7	58,7	31,2	1,1	-31,5	77,0	1,3278	2,5

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

**Cuadro A.4
Córdoba Capital**

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	508,5	2 912,0	50,2	48,6	76,3	1,6	0,0	0,0	-76,3	0,0	0,0000	0,0
2010	561,1	3 213,5	55,4	48,6	76,3	6,8	5,1	0,1	-76,2	12,8	0,2210	0,4
2011	618,9	3 544,4	61,1	48,6	76,3	12,5	10,2	0,3	-76,0	25,6	0,4411	0,7
2012	682,3	3 907,5	67,4	48,6	76,3	18,8	15,3	0,4	-75,9	38,2	0,6594	1,1
2013	731,4	4 188,9	72,2	48,6	76,3	23,6	20,5	0,6	-75,8	51,0	0,8787	1,4
2014	783,8	4 488,9	77,4	48,6	76,3	28,8	25,5	0,7	-75,6	63,1	1,0887	1,8
2015	839,6	4 808,7	82,9	48,6	76,3	34,3	30,4	0,9	-75,5	75,0	1,2942	2,1
2016	899,1	5 149,5	88,8	48,6	76,3	40,2	35,2	1,0	-75,3	86,8	1,4971	2,5
2017	962,5	5 512,6	95,1	48,6	76,3	46,4	39,8	1,2	-75,2	98,3	1,6951	2,9
2018	1 030,0	5 899,4	101,7	48,6	76,3	53,1	44,4	1,3	-75,0	109,5	1,8883	3,2
2019	1 102,0	6 311,3	108,8	48,6	76,3	60,2	48,8	1,5	-74,8	120,4	2,0771	3,6
2020	1 178,6	6 750,0	116,4	48,6	76,3	67,8	53,1	1,6	-74,7	131,1	2,2616	3,9
2021	1 260,1	7 217,0	124,5	48,6	76,3	75,8	57,4	1,8	-74,5	141,6	2,4421	4,2
2022	1 346,9	7 714,3	133,0	48,6	76,3	84,4	61,5	2,0	-74,4	151,8	2,6188	4,6
2023	1 439,3	8 243,5	142,2	48,6	76,3	93,5	65,6	2,1	-74,2	161,9	2,7918	4,9
2024	1 537,7	8 806,7	151,9	48,6	76,3	103,3	69,6	2,3	-74,0	171,7	2,9613	5,2
2025	1 642,3	9 406,0	162,2	48,6	76,3	113,6	73,5	2,5	-73,9	181,3	3,1275	5,6
2026	1 753,6	10 043,6	173,2	48,6	76,3	124,6	77,3	2,6	-73,7	190,8	3,2905	5,9
2027	1 872,1	10 721,9	184,9	48,6	76,3	136,3	81,1	2,8	-73,5	200,1	3,4506	6,2
2028	1 998,0	11 443,3	197,4	48,6	76,3	148,7	84,7	3,0	-73,4	209,2	3,6078	6,6
2029	2 132,0	12 210,5	210,6	48,6	76,3	162,0	88,4	3,1	-73,2	218,2	3,7623	6,9
2030	2 274,4	13 026,3	224,7	48,6	76,3	176,0	91,9	3,4	-73,0	227,0	3,9143	7,3

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.5
Rosario

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	282,4	1617,6	27,9	31,9	47,8	-4,0	0,0	0,0	-47,8	0,0	0,0000	0,0
2010	311,7	1785,0	30,8	31,9	47,8	-1,1	2,8	0,1	-47,7	7,1	0,1227	0,2
2011	343,8	1968,8	34,0	31,9	47,8	2,1	5,7	0,1	-47,6	14,2	0,2450	0,4
2012	379,0	2170,5	37,4	31,9	47,8	5,6	8,5	0,2	-47,5	21,2	0,3663	0,6
2013	406,3	2326,9	40,1	31,9	47,8	8,3	11,4	0,3	-47,4	28,3	0,4881	0,8
2014	435,4	2493,5	43,0	31,9	47,8	11,1	14,2	0,4	-47,4	35,1	0,6047	1,0
2015	466,4	2671,1	46,1	31,9	47,8	14,2	16,9	0,5	-47,3	41,7	0,7189	1,2
2016	499,4	2860,4	49,3	31,9	47,8	17,5	19,5	0,6	-47,2	48,2	0,8316	1,4
2017	534,7	3062,1	52,8	31,9	47,8	21,0	22,1	0,6	-47,1	54,6	0,9416	1,6
2018	572,2	3277,0	56,5	31,9	47,8	24,7	24,6	0,7	-47,0	60,8	1,0489	1,8
2019	612,1	3505,8	60,5	31,9	47,8	28,6	27,1	0,8	-46,9	66,9	1,1538	2,0
2020	654,7	3749,5	64,7	31,9	47,8	32,8	29,5	0,9	-46,8	72,8	1,2563	2,2
2021	700,0	4008,9	69,1	31,9	47,8	37,3	31,9	1,0	-46,8	78,7	1,3566	2,4
2022	748,2	4285,1	73,9	31,9	47,8	42,0	34,2	1,1	-46,7	84,3	1,4547	2,5
2023	799,5	4579,1	79,0	31,9	47,8	47,1	36,4	1,2	-46,6	89,9	1,5508	2,7
2024	854,1	4891,9	84,4	31,9	47,8	52,5	38,6	1,3	-46,5	95,4	1,6449	2,9
2025	912,3	5224,8	90,1	31,9	47,8	58,2	40,8	1,4	-46,4	100,7	1,7373	3,1
2026	974,1	5579,0	96,2	31,9	47,8	64,4	42,9	1,5	-46,3	106,0	1,8278	3,3
2027	1039,9	5955,8	102,7	31,9	47,8	70,9	45,0	1,5	-46,2	111,1	1,9167	3,5
2028	1109,9	6356,5	109,6	31,9	47,8	77,8	47,1	1,6	-46,1	116,2	2,0041	3,6
2029	1184,3	6782,7	117,0	31,9	47,8	85,1	49,1	1,7	-46,0	121,2	2,0899	3,8
2030	1263,4	7235,8	124,8	31,9	47,8	92,9	51,1	1,9	-45,9	126,1	2,1743	4,0

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.6
Mar del Plata

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	186,4	1 067,3	18,4	24,1	35,0	-5,7	0,0	0,0	-35,0	0,0	0,0000	0,0
2010	205,6	1 177,8	20,3	24,1	35,0	-3,8	1,9	0,0	-34,9	4,7	0,0810	0,1
2011	226,8	1 299,1	22,4	24,1	35,0	-1,7	3,7	0,1	-34,9	9,4	0,1617	0,3
2012	250,1	1 432,1	24,7	24,1	35,0	0,6	5,6	0,1	-34,8	14,0	0,2417	0,4
2013	268,1	1 535,3	26,5	24,1	35,0	2,3	7,5	0,2	-34,8	18,7	0,3221	0,5
2014	287,3	1 645,3	28,4	24,1	35,0	4,2	9,4	0,3	-34,7	23,1	0,3990	0,7
2015	307,7	1 762,5	30,4	24,1	35,0	6,3	11,1	0,3	-34,6	27,5	0,4743	0,8
2016	329,5	1 887,4	32,5	24,1	35,0	8,4	12,9	0,4	-34,6	31,8	0,5487	0,9
2017	352,8	2 020,4	34,8	24,1	35,0	10,7	14,6	0,4	-34,5	36,0	0,6213	1,0
2018	377,5	2 162,2	37,3	24,1	35,0	13,1	16,3	0,5	-34,5	40,1	0,6921	1,2
2019	403,9	2 313,2	39,9	24,1	35,0	15,7	17,9	0,5	-34,4	44,1	0,7613	1,3
2020	432,0	2 474,0	42,7	24,1	35,0	18,5	19,5	0,6	-34,4	48,1	0,8289	1,4
2021	461,8	2 645,1	45,6	24,1	35,0	21,5	21,0	0,7	-34,3	51,9	0,8951	1,6
2022	493,7	2 827,4	48,8	24,1	35,0	24,6	22,5	0,7	-34,2	55,7	0,9598	1,7
2023	527,5	3 021,3	52,1	24,1	35,0	28,0	24,0	0,8	-34,2	59,3	1,0232	1,8
2024	563,6	3 227,8	55,7	24,1	35,0	31,5	25,5	0,8	-34,1	62,9	1,0854	1,9
2025	601,9	3 447,4	59,5	24,1	35,0	35,3	26,9	0,9	-34,1	66,5	1,1463	2,0
2026	642,7	3 681,1	63,5	24,1	35,0	39,3	28,3	1,0	-34,0	69,9	1,2060	2,2
2027	686,1	3 929,7	67,8	24,1	35,0	43,6	29,7	1,0	-33,9	73,3	1,2647	2,3
2028	732,3	4 194,1	72,3	24,1	35,0	48,2	31,1	1,1	-33,9	76,7	1,3223	2,4
2029	781,4	4 475,3	77,2	24,1	35,0	53,0	32,4	1,1	-33,8	80,0	1,3789	2,5
2030	833,6	4 774,3	82,3	24,1	35,0	58,2	33,7	1,2	-33,7	83,2	1,4346	2,7

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.7
Mendoza

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	112,9	646,6	11,2	17,8	24,7	-6,7	0,0	0,0	-24,7	0,0	0,0000	0,0
2010	124,6	713,5	12,3	17,8	24,7	-5,5	1,1	0,0	-24,7	2,8	0,0491	0,1
2011	137,4	787,0	13,6	17,8	24,7	-4,2	2,3	0,1	-24,6	5,7	0,0979	0,2
2012	151,5	867,6	15,0	17,8	24,7	-2,8	3,4	0,1	-24,6	8,5	0,1464	0,2
2013	162,4	930,1	16,0	17,8	24,7	-1,8	4,6	0,1	-24,6	11,3	0,1951	0,3
2014	174,0	996,7	17,2	17,8	24,7	-0,6	5,7	0,2	-24,5	14,0	0,2417	0,4
2015	186,4	1 067,7	18,4	17,8	24,7	0,6	6,8	0,2	-24,5	16,7	0,2874	0,5
2016	199,6	1 143,3	19,7	17,8	24,7	1,9	7,8	0,2	-24,5	19,3	0,3324	0,6
2017	213,7	1 224,0	21,1	17,8	24,7	3,3	8,8	0,3	-24,4	21,8	0,3764	0,6
2018	228,7	1 309,8	22,6	17,8	24,7	4,8	9,8	0,3	-24,4	24,3	0,4193	0,7
2019	244,7	1 401,3	24,2	17,8	24,7	6,4	10,8	0,3	-24,4	26,7	0,4612	0,8
2020	261,7	1 498,7	25,8	17,8	24,7	8,0	11,8	0,4	-24,3	29,1	0,5021	0,9
2021	279,8	1 602,4	27,6	17,8	24,7	9,8	12,7	0,4	-24,3	31,4	0,5422	0,9
2022	299,1	1 712,8	29,5	17,8	24,7	11,7	13,7	0,4	-24,3	33,7	0,5814	1,0
2023	319,6	1 830,3	31,6	17,8	24,7	13,8	14,6	0,5	-24,2	35,9	0,6199	1,1
2024	341,4	1 955,4	33,7	17,8	24,7	15,9	15,4	0,5	-24,2	38,1	0,6575	1,2
2025	364,6	2 088,4	36,0	17,8	24,7	18,2	16,3	0,5	-24,1	40,3	0,6944	1,2
2026	389,4	2 230,0	38,5	17,8	24,7	20,7	17,2	0,6	-24,1	42,4	0,7306	1,3
2027	415,7	2 380,6	41,1	17,8	24,7	23,3	18,0	0,6	-24,1	44,4	0,7661	1,4
2028	443,6	2 540,8	43,8	17,8	24,7	26,0	18,8	0,7	-24,0	46,4	0,8010	1,5
2029	473,4	2 711,1	46,8	17,8	24,7	29,0	19,6	0,7	-24,0	48,4	0,8354	1,5
2030	505,0	2 892,2	49,9	17,8	24,7	32,1	20,4	0,7	-23,9	50,4	0,8691	1,6

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.8
Bahía Blanca

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	88,3	505,9	8,7	17,8	24,7	-9,1	0,0	0,0	-24,7	0,0	0,0000	0,0
2010	97,5	558,3	9,6	17,8	24,7	-8,2	1,1	0,0	-24,7	2,8	0,0491	0,1
2011	107,5	615,8	10,6	17,8	24,7	-7,2	2,3	0,1	-24,6	5,7	0,0979	0,2
2012	118,5	678,9	11,7	17,8	24,7	-6,1	3,4	0,1	-24,6	8,5	0,1464	0,2
2013	127,1	727,8	12,6	17,8	24,7	-5,3	4,6	0,1	-24,6	11,3	0,1951	0,3
2014	136,2	779,9	13,5	17,8	24,7	-4,4	5,7	0,2	-24,5	14,0	0,2417	0,4
2015	145,9	835,5	14,4	17,8	24,7	-3,4	6,8	0,2	-24,5	16,7	0,2874	0,5
2016	156,2	894,7	15,4	17,8	24,7	-2,4	7,8	0,2	-24,5	19,3	0,3324	0,6
2017	167,2	957,8	16,5	17,8	24,7	-1,3	8,8	0,3	-24,4	21,8	0,3764	0,6
2018	179,0	1 025,0	17,7	17,8	24,7	-0,1	9,8	0,3	-24,4	24,3	0,4193	0,7
2019	191,5	1 096,5	18,9	17,8	24,7	1,1	10,8	0,3	-24,4	26,7	0,4612	0,8
2020	204,8	1 172,8	20,2	17,8	24,7	2,4	11,8	0,4	-24,3	29,1	0,5021	0,9
2021	218,9	1 253,9	21,6	17,8	24,7	3,8	12,7	0,4	-24,3	31,4	0,5422	0,9
2022	234,0	1 340,3	23,1	17,8	24,7	5,3	13,7	0,4	-24,3	33,7	0,5814	1,0
2023	250,1	1 432,3	24,7	17,8	24,7	6,9	14,6	0,5	-24,2	35,9	0,6199	1,1
2024	267,2	1 530,1	26,4	17,8	24,7	8,6	15,4	0,5	-24,2	38,1	0,6575	1,2
2025	285,3	1 634,2	28,2	17,8	24,7	10,4	16,3	0,5	-24,1	40,3	0,6944	1,2
2026	304,7	1 745,0	30,1	17,8	24,7	12,3	17,2	0,6	-24,1	42,4	0,7306	1,3
2027	325,3	1 862,9	32,1	17,8	24,7	14,3	18,0	0,6	-24,1	44,4	0,7661	1,4
2028	347,1	1 988,2	34,3	17,8	24,7	16,5	18,8	0,7	-24,0	46,4	0,8010	1,5
2029	370,4	2 121,5	36,6	17,8	24,7	18,8	19,6	0,7	-24,0	48,4	0,8354	1,5
2030	395,2	2 263,2	39,0	17,8	24,7	21,2	20,4	0,7	-23,9	50,4	0,8691	1,6

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.9
Río Cuarto (Córdoba)

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	56,4	322,7	5,6	15,6	21,1	-10,0	0,0	0,0	-21,1	0,0	0,0000	0,0
2010	62,2	356,2	6,1	15,6	21,1	-9,4	0,6	0,0	-21,1	1,4	0,0245	0,0
2011	68,6	392,8	6,8	15,6	21,1	-8,8	1,1	0,0	-21,1	2,8	0,0489	0,1
2012	75,6	433,1	7,5	15,6	21,1	-8,1	1,7	0,0	-21,1	4,2	0,0731	0,1
2013	81,1	464,3	8,0	15,6	21,1	-7,6	2,3	0,1	-21,1	5,6	0,0974	0,2
2014	86,9	497,5	8,6	15,6	21,1	-7,0	2,8	0,1	-21,0	7,0	0,1207	0,2
2015	93,1	533,0	9,2	15,6	21,1	-6,4	3,4	0,1	-21,0	8,3	0,1434	0,2
2016	99,7	570,7	9,8	15,6	21,1	-5,7	3,9	0,1	-21,0	9,6	0,1659	0,3
2017	106,7	611,0	10,5	15,6	21,1	-5,0	4,4	0,1	-21,0	10,9	0,1879	0,3
2018	114,2	653,8	11,3	15,6	21,1	-4,3	4,9	0,1	-21,0	12,1	0,2093	0,4
2019	122,1	699,5	12,1	15,6	21,1	-3,5	5,4	0,2	-21,0	13,3	0,2302	0,4
2020	130,6	748,1	12,9	15,6	21,1	-2,7	5,9	0,2	-20,9	14,5	0,2507	0,4
2021	139,7	799,9	13,8	15,6	21,1	-1,8	6,4	0,2	-20,9	15,7	0,2707	0,5
2022	149,3	855,0	14,7	15,6	21,1	-0,8	6,8	0,2	-20,9	16,8	0,2902	0,5
2023	159,5	913,6	15,8	15,6	21,1	0,2	7,3	0,2	-20,9	17,9	0,3094	0,5
2024	170,4	976,1	16,8	15,6	21,1	1,3	7,7	0,3	-20,9	19,0	0,3282	0,6
2025	182,0	1042,5	18,0	15,6	21,1	2,4	8,1	0,3	-20,9	20,1	0,3466	0,6
2026	194,4	1113,2	19,2	15,6	21,1	3,6	8,6	0,3	-20,8	21,1	0,3647	0,7
2027	207,5	1188,3	20,5	15,6	21,1	4,9	9,0	0,3	-20,8	22,2	0,3824	0,7
2028	221,4	1268,3	21,9	15,6	21,1	6,3	9,4	0,3	-20,8	23,2	0,3999	0,7
2029	236,3	1353,3	23,3	15,6	21,1	7,8	9,8	0,3	-20,8	24,2	0,4170	0,8
2030	252,1	1443,7	24,9	15,6	21,1	9,3	10,2	0,4	-20,8	25,2	0,4338	0,8

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.10
San Nicolás (Buenos Aires)

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	36,5	209,0	3,6	12,4	16,3	-8,8	0,0	0,0	-16,3	0,0	0,0000	0,0
2010	38,5	220,3	3,8	12,4	16,3	-8,6	0,4	0,0	-16,3	0,9	0,0159	0,0
2011	40,8	233,4	4,0	12,4	16,3	-8,4	0,7	0,0	-16,2	1,8	0,0309	0,0
2012	44,9	257,3	4,4	12,4	16,3	-8,0	1,1	0,0	-16,2	2,6	0,0452	0,1
2013	48,2	275,9	4,8	12,4	16,3	-7,7	1,4	0,0	-16,2	3,5	0,0596	0,1
2014	51,6	295,6	5,1	12,4	16,3	-7,3	1,7	0,0	-16,2	4,2	0,0733	0,1
2015	55,3	316,7	5,5	12,4	16,3	-7,0	2,0	0,1	-16,2	5,0	0,0867	0,1
2016	59,2	339,2	5,8	12,4	16,3	-6,6	2,3	0,1	-16,2	5,8	0,1000	0,2
2017	63,4	363,1	6,3	12,4	16,3	-6,2	2,7	0,1	-16,2	6,6	0,1130	0,2
2018	67,8	388,5	6,7	12,4	16,3	-5,7	3,0	0,1	-16,2	7,3	0,1257	0,2
2019	72,6	415,7	7,2	12,4	16,3	-5,3	3,2	0,1	-16,2	8,0	0,1380	0,2
2020	77,6	444,6	7,7	12,4	16,3	-4,8	3,5	0,1	-16,2	8,7	0,1501	0,3
2021	83,0	475,3	8,2	12,4	16,3	-4,3	3,8	0,1	-16,1	9,4	0,1620	0,3
2022	88,7	508,1	8,8	12,4	16,3	-3,7	4,1	0,1	-16,1	10,1	0,1735	0,3
2023	94,8	542,9	9,4	12,4	16,3	-3,1	4,3	0,1	-16,1	10,7	0,1849	0,3
2024	101,3	580,0	10,0	12,4	16,3	-2,4	4,6	0,2	-16,1	11,4	0,1960	0,3
2025	108,2	619,5	10,7	12,4	16,3	-1,8	4,9	0,2	-16,1	12,0	0,2069	0,4
2026	115,5	661,5	11,4	12,4	16,3	-1,0	5,1	0,2	-16,1	12,6	0,2176	0,4
2027	123,3	706,2	12,2	12,4	16,3	-0,3	5,4	0,2	-16,1	13,2	0,2281	0,4
2028	131,6	753,7	13,0	12,4	16,3	0,5	5,6	0,2	-16,1	13,8	0,2384	0,4
2029	140,4	804,2	13,9	12,4	16,3	1,4	5,8	0,2	-16,1	14,4	0,2485	0,5
2030	149,8	857,9	14,8	12,4	16,3	2,3	6,1	0,2	-16,0	15,0	0,2585	0,5

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

**Cuadro A.11
Junin (Buenos Aires)**

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	36,5	209,0	3,6	10,1	12,6	-6,5	0,0	0,0	-12,6	0,0	0,0000	0,0
2010	38,5	220,3	3,8	10,1	12,6	-6,3	0,3	0,0	-12,6	0,7	0,0119	0,0
2011	40,8	233,4	4,0	10,1	12,6	-6,0	0,6	0,0	-12,6	1,4	0,0239	0,0
2012	44,9	257,3	4,4	10,1	12,6	-5,6	0,8	0,0	-12,6	2,1	0,0357	0,1
2013	48,2	275,9	4,8	10,1	12,6	-5,3	1,1	0,0	-12,6	2,8	0,0475	0,1
2014	51,6	295,6	5,1	10,1	12,6	-5,0	1,4	0,0	-12,6	3,4	0,0589	0,1
2015	55,3	316,7	5,5	10,1	12,6	-4,6	1,6	0,0	-12,6	4,1	0,0700	0,1
2016	59,2	339,2	5,8	10,1	12,6	-4,2	1,9	0,1	-12,6	4,7	0,0810	0,1
2017	63,4	363,1	6,3	10,1	12,6	-3,8	2,2	0,1	-12,5	5,3	0,0917	0,2
2018	67,8	388,5	6,7	10,1	12,6	-3,4	2,4	0,1	-12,5	5,9	0,1021	0,2
2019	72,6	415,7	7,2	10,1	12,6	-2,9	2,6	0,1	-12,5	6,5	0,1123	0,2
2020	77,6	444,6	7,7	10,1	12,6	-2,4	2,9	0,1	-12,5	7,1	0,1223	0,2
2021	83,0	475,3	8,2	10,1	12,6	-1,9	3,1	0,1	-12,5	7,7	0,1321	0,2
2022	88,7	508,1	8,8	10,1	12,6	-1,3	3,3	0,1	-12,5	8,2	0,1416	0,2
2023	94,8	542,9	9,4	10,1	12,6	-0,7	3,5	0,1	-12,5	8,8	0,1510	0,3
2024	101,3	580,0	10,0	10,1	12,6	-0,1	3,8	0,1	-12,5	9,3	0,1601	0,3
2025	108,2	619,5	10,7	10,1	12,6	0,6	4,0	0,1	-12,5	9,8	0,1691	0,3
2026	115,5	661,5	11,4	10,1	12,6	1,4	4,2	0,1	-12,5	10,3	0,1779	0,3
2027	123,3	706,2	12,2	10,1	12,6	2,1	4,4	0,2	-12,5	10,8	0,1866	0,3
2028	131,6	753,7	13,0	10,1	12,6	2,9	4,6	0,2	-12,4	11,3	0,1951	0,4
2029	140,4	804,2	13,9	10,1	12,6	3,8	4,8	0,2	-12,4	11,8	0,2035	0,4
2030	149,8	857,9	14,8	10,1	12,6	4,7	5,0	0,2	-12,4	12,3	0,2117	0,4

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorratedo para 2009-2030 en dólares 1996.

**Cuadro A.12
Pergamino (Buenos Aires)**

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	27,5	157,5	2,7	9,4	11,6	-6,7	0,0	0,0	-11,6	0,0	0,0000	0,0
2010	30,3	173,8	3,0	9,4	11,6	-6,4	0,2	0,0	-11,6	0,5	0,0083	0,0
2011	33,5	191,7	3,3	9,4	11,6	-6,1	0,4	0,0	-11,6	1,0	0,0165	0,0
2012	36,9	211,3	3,6	9,4	11,6	-5,7	0,6	0,0	-11,6	1,4	0,0247	0,0
2013	39,6	226,5	3,9	9,4	11,6	-5,5	0,8	0,0	-11,6	1,9	0,0329	0,1
2014	42,4	242,7	4,2	9,4	11,6	-5,2	1,0	0,0	-11,6	2,4	0,0408	0,1
2015	45,4	260,0	4,5	9,4	11,6	-4,9	1,1	0,0	-11,6	2,8	0,0485	0,1
2016	48,6	278,5	4,8	9,4	11,6	-4,6	1,3	0,0	-11,6	3,3	0,0561	0,1
2017	52,0	298,1	5,1	9,4	11,6	-4,2	1,5	0,0	-11,6	3,7	0,0636	0,1
2018	55,7	319,0	5,5	9,4	11,6	-3,9	1,7	0,0	-11,5	4,1	0,0708	0,1
2019	59,6	341,3	5,9	9,4	11,6	-3,5	1,8	0,1	-11,5	4,5	0,0779	0,1
2020	63,7	365,0	6,3	9,4	11,6	-3,1	2,0	0,1	-11,5	4,9	0,0848	0,1
2021	68,1	390,3	6,7	9,4	11,6	-2,7	2,2	0,1	-11,5	5,3	0,0916	0,2
2022	72,8	417,2	7,2	9,4	11,6	-2,2	2,3	0,1	-11,5	5,7	0,0982	0,2
2023	77,8	445,8	7,7	9,4	11,6	-1,7	2,5	0,1	-11,5	6,1	0,1047	0,2
2024	83,2	476,2	8,2	9,4	11,6	-1,2	2,6	0,1	-11,5	6,4	0,1110	0,2
2025	88,8	508,6	8,8	9,4	11,6	-0,6	2,8	0,1	-11,5	6,8	0,1173	0,2
2026	94,8	543,1	9,4	9,4	11,6	0,0	2,9	0,1	-11,5	7,2	0,1234	0,2
2027	101,2	579,8	10,0	9,4	11,6	0,6	3,0	0,1	-11,5	7,5	0,1294	0,2
2028	108,0	618,8	10,7	9,4	11,6	1,3	3,2	0,1	-11,5	7,8	0,1353	0,2
2029	115,3	660,3	11,4	9,4	11,6	2,0	3,3	0,1	-11,5	8,2	0,1411	0,3
2030	123,0	704,4	12,1	9,4	11,6	2,8	3,4	0,1	-11,5	8,5	0,1468	0,3

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.13
Olavarría (Buenos Aires)

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	19,1	109,2	1,9	8,4	10,1	-6,5	0,0	0,0	-10,1	0,0	0,0000	0,0
2010	21,0	120,5	2,1	8,4	10,1	-6,3	0,2	0,0	-10,1	0,5	0,0085	0,0
2011	23,2	132,9	2,3	8,4	10,1	-6,1	0,4	0,0	-10,1	1,0	0,0168	0,0
2012	25,6	146,5	2,5	8,4	10,1	-5,9	0,6	0,0	-10,1	1,4	0,0249	0,0
2013	27,4	157,1	2,7	8,4	10,1	-5,7	0,8	0,0	-10,1	1,9	0,0331	0,1
2014	29,4	168,3	2,9	8,4	10,1	-5,5	1,0	0,0	-10,1	2,4	0,0410	0,1
2015	31,5	180,3	3,1	8,4	10,1	-5,3	1,1	0,0	-10,1	2,8	0,0487	0,1
2016	33,7	193,1	3,3	8,4	10,1	-5,1	1,3	0,0	-10,1	3,3	0,0563	0,1
2017	36,1	206,7	3,6	8,4	10,1	-4,8	1,5	0,0	-10,1	3,7	0,0637	0,1
2018	38,6	221,2	3,8	8,4	10,1	-4,6	1,7	0,0	-10,1	4,1	0,0710	0,1
2019	41,3	236,6	4,1	8,4	10,1	-4,3	1,8	0,1	-10,1	4,5	0,0780	0,1
2020	44,2	253,1	4,4	8,4	10,1	-4,0	2,0	0,1	-10,1	4,9	0,0849	0,1
2021	47,2	270,6	4,7	8,4	10,1	-3,7	2,2	0,1	-10,1	5,3	0,0917	0,2
2022	50,5	289,3	5,0	8,4	10,1	-3,4	2,3	0,1	-10,0	5,7	0,0983	0,2
2023	54,0	309,1	5,3	8,4	10,1	-3,1	2,5	0,1	-10,0	6,1	0,1048	0,2
2024	57,7	330,2	5,7	8,4	10,1	-2,7	2,6	0,1	-10,0	6,4	0,1112	0,2
2025	61,6	352,7	6,1	8,4	10,1	-2,3	2,8	0,1	-10,0	6,8	0,1174	0,2
2026	65,8	376,6	6,5	8,4	10,1	-1,9	2,9	0,1	-10,0	7,2	0,1235	0,2
2027	70,2	402,0	6,9	8,4	10,1	-1,5	3,0	0,1	-10,0	7,5	0,1295	0,2
2028	74,9	429,1	7,4	8,4	10,1	-1,0	3,2	0,1	-10,0	7,8	0,1354	0,2
2029	79,9	457,8	7,9	8,4	10,1	-0,5	3,3	0,1	-10,0	8,2	0,1412	0,3
2030	85,3	488,4	8,4	8,4	10,1	0,0	3,4	0,1	-10,0	8,5	0,1469	0,3

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorrateado para 2009-2030 en dólares 1996.

Cuadro A.14
Balcarce (Buenos Aires)

Año	Reducción 50% CH ₄	Carbono equivalente	Beneficio venta de carbono	Costo ^a quema CH ₄	Costo ^a Gen.Elect. CH ₄	Beneficio neto quema	Generación energía eléctrica	Beneficio generación energía eléctrica	Beneficio neto generación energía eléctrica	Reducción emisión por generación eléctrica	Valor venta de carbono reducido del sistema eléctrico	Beneficio total (generación eléctrica + reducción)
		(t)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(MW)	(dólares *1000)	(dólares *1000)	(tC _{eq} /GWh)	(dólares *1000)	(dólares *1000)
2009	19,6	112,3	1,9	8,4	10,1	-6,5	0,0	0,0	-10,1	0,0	0,0000	0,0
2010	21,0	120,5	2,1	8,4	10,1	-6,3	0,1	0,0	-10,1	0,3	0,0057	0,0
2011	23,2	132,9	2,3	8,4	10,1	-6,1	0,3	0,0	-10,1	0,7	0,0113	0,0
2012	25,6	146,5	2,5	8,4	10,1	-5,9	0,4	0,0	-10,1	1,0	0,0169	0,0
2013	27,4	157,1	2,7	8,4	10,1	-5,7	0,5	0,0	-10,1	1,3	0,0225	0,0
2014	29,4	168,3	2,9	8,4	10,1	-5,5	0,7	0,0	-10,1	1,6	0,0279	0,0
2015	31,5	180,3	3,1	8,4	10,1	-5,3	0,8	0,0	-10,1	1,9	0,0332	0,1
2016	33,7	193,1	3,3	8,4	10,1	-5,1	0,9	0,0	-10,1	2,2	0,0384	0,1
2017	36,1	206,7	3,6	8,4	10,1	-4,8	1,0	0,0	-10,1	2,5	0,0435	0,1
2018	38,6	221,2	3,8	8,4	10,1	-4,6	1,1	0,0	-10,1	2,8	0,0484	0,1
2019	41,3	236,6	4,1	8,4	10,1	-4,3	1,3	0,0	-10,1	3,1	0,0532	0,1
2020	44,2	253,1	4,4	8,4	10,1	-4,0	1,4	0,0	-10,1	3,4	0,0580	0,1
2021	47,2	270,6	4,7	8,4	10,1	-3,7	1,5	0,0	-10,1	3,6	0,0626	0,1
2022	50,5	289,3	5,0	8,4	10,1	-3,4	1,6	0,1	-10,1	3,9	0,0671	0,1
2023	54,0	309,1	5,3	8,4	10,1	-3,1	1,7	0,1	-10,1	4,1	0,0716	0,1
2024	57,7	330,2	5,7	8,4	10,1	-2,7	1,8	0,1	-10,1	4,4	0,0759	0,1
2025	61,6	352,7	6,1	8,4	10,1	-2,3	1,9	0,1	-10,1	4,6	0,0802	0,1
2026	65,8	376,6	6,5	8,4	10,1	-1,9	2,0	0,1	-10,1	4,9	0,0844	0,2
2027	70,2	402,0	6,9	8,4	10,1	-1,5	2,1	0,1	-10,0	5,1	0,0885	0,2
2028	74,9	429,1	7,4	8,4	10,1	-1,0	2,2	0,1	-10,0	5,4	0,0925	0,2
2029	79,9	457,8	7,9	8,4	10,1	-0,5	2,3	0,1	-10,0	5,6	0,0965	0,2
2030	85,3	488,4	8,4	8,4	10,1	0,0	2,4	0,1	-10,0	5,8	0,1003	0,2

Fuente: Elaboración propia.

^a Prorratedo para 2009-2030 en dólares 1996.



NACIONES UNIDAS

Serie**CEPAL****Medio Ambiente y Desarrollo****Números publicados**

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en

www.cepal.org/publicaciones

162. Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector residuos. La economía del cambio climático en la Argentina. Ricardo Vicari, (LC/L.4090), noviembre de 2015. Email: ricariar@gmail.com, erecc.lac@cepal.org.
161. Impactos y vulnerabilidad al cambio climático de los principales ríos de Mendoza y San Juan a partir de la evolución de los glaciares cordilleranos. La economía del cambio climático en la Argentina. José Boninsegna y Armando Llop (LC/L.4089), noviembre de 2015. Email: pbonin@mendoza-conicet.gob.ar, armandollop@yahoo.com.ar, erecc.lac@cepal.org.
160. Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector de uso de suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura. Economía del cambio climático en la Argentina, Héctor Daniel Ginzo, (LC/L.4088), octubre 2015. Email: hdginzo@arnet.com.ar, erecc.lac@cepal.org
159. Evaluación de los impactos del cambio climático sobre la salud. Economía del cambio climático en la Argentina, Anibal E. Carbajo (LC/L. 4084), octubre 2015. Email: acarbajo@unsam.edu.ar, erecc.lac@cepal.org.
158. Tipología de instrumentos de derecho público ambiental internacional, Marcos A. Orellana (LC/L. 3912), octubre 2014. Email: carlos.demiguel@cepal.org
157. La estimación de los efectos de los desastres en América Latina, 1972-2010, Omar Bello, Laura Ortiz, Joseluis Samaniego (LC/L.3899), septiembre 2014. Email: omar.bello@cepal.org
156. Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe: una visión ambiental de largo plazo, Luis Miguel Galindo, Joseluis Samaniego, José Eduardo Alatorre, Jimy Ferrer, Orlando Reyes (LC/L.3868), junio 2014. Email: luismiguel.galindo@cepal.org.
155. Evaluación de impactos del cambio climático sobre la producción agrícola en la Argentina, Ana María Murgida, María Isabel Travasso, Silvia González, Gabriel R. Rodríguez (LC/L.3770), diciembre 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.
154. Escenarios hidrológicos de caudales medios del río Paraná y Uruguay, Vicente Barros (LC/L.3741), octubre 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.
153. Incidencia distributiva del impuesto a los combustibles en el Gran Santiago, Diego Vivanco Vargas (LC/L.3730), octubre 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.
152. Evaluación de los impactos del cambio climático sobre el ecosistema natural y la biodiversidad. Esteros del Iberá (Argentina) (LC/L 3728), octubre 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
151. Acceso a la información participación y justicia en temas ambientales en América Latina y el Caribe. Situación actual, perspectivas y ejemplos de buenas prácticas. Valeria Torres, Carlos de Miguel (LC/L. 3549-Rev 2), octubre 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
150. Climate change and reduction of CO2 emissions: the role of developing countries in carbon trade markets. Carlos Ludeña, Carlos de Miguel, Andres Schuschny (LC/L.3608), diciembre 2012. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
149. Disponibilidad futura de los recursos hídricos frente a escenarios de cambio climático en Chile. Ximena Vargas, Álvaro Ayala, Rodrigo Meza, Eduardo Rubio (LC/L. 3592), diciembre 2012. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.
148. Efecto del cambio climático en la salud pública en Colombia: estudio de caso malaria y dengue. Viviana Cerón y Salua Osorio Mrad (LC/L.3587), marzo 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

162

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO



COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN
www.cepal.org