



**Ministerio de Desarrollo Social y
Medio Ambiente
Secretaría de Desarrollo Sustentable y
Política Ambiental**

**PROYECCIONES Y OPCIONES
DE MITIGACIÓN
MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS**



PROYECCIONES Y OPCIONES DE MITIGACIÓN. **SECTOR DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Introducción:

La Argentina ratificó el convenio marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático, mediante la Ley 24.295 del 7 de Septiembre de 1998. Asimismo se anunció el compromiso argentino de establecer metas de emisiones de gases de efecto invernadero para el período 2008 - 2012.

Por lo expresado el país necesita actualizar el conocimiento de sus emisiones de efecto invernadero, como también contar con proyecciones de estas emisiones para diferentes escenarios económicos.

Términos de Referencia:

Utilización de cuatro escenarios alternativos de proyecciones macroeconómicas de la Argentina para el período 2008 - 2012, provistos por el comitente, para la construcción de otros tantos escenarios del sector manejo de residuos sólidos.

La tarea a realizar se basa en las siguientes pautas:

- a) Formulación de las proyecciones del sector, tomando en consideración los diversos escenarios macroeconómicos alternativos, construyendo un escenario base o de referencia que varía según el comportamiento del contexto macroeconómico en el que se desarrolla la actividad sectorial y en el cual se incluyan los eventuales cambios tecnológicos originados en el desarrollo del estado del arte de la tecnología internacional.
- b) Estimación de las emisiones de metano procedentes de las actividades que se desarrollan en el sector para cada uno de los diversos escenarios macroeconómicos alternativos.
- c) Utilización de los datos obtenidos en el "ENSAYO PILOTO DE PRODUCCIÓN DE GAS EN EL RELLENO SANITARIO NORTE III DE CEAMSE UBICADO EN EL GRAN BUENOS AIRES"

Enunciación, para el escenario sectorial, de las hipótesis de trabajo y descripción del tratamiento analítico utilizado. Los escenarios proyectados presentarán líneas de corte cada cuatro años 2004, 2008 y 2012.

Identificación de las opciones de mitigación que resulten más significativas en términos cuantitativos, por el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero. Para esta cuantificación se tendrá en cuenta el poder de

calentamiento (escenario de 100 años de cada gas) medido en términos de carbono equivalente.

Descripción de los aspectos técnicos de la problemática de Generación del Gases en los Rellenos Sanitarios.

La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos confinados en los rellenos sanitarios sufren una descomposición biológica, la cual se halla influenciada por diversos factores, como ser: contenido de humedad en la masa del relleno, grado de compactación de los residuos, temperatura, composición de los residuos, cantidad de oxígeno disponible, pH, otros.

Los RSU están compuestos fundamentalmente por Hidratos de Carbono, Grasas, y proteínas, siendo los elementos químicos mas comunes el Carbono, Hidrogeno, Oxígeno, Azufre, y Nitrógeno.

Sin embargo y dada la diversidad de materiales presentes en los residuos, los elementos que intervienen son múltiples.

Los residuos confinados en los Rellenos sanitarios se ven sometidos a acciones físicas, procesos químicos y biológicos que dan como resultado sustancias sólidas, líquidas o gaseosas cuya formación depende de la actividad biológica de los microorganismos presentes en los residuos y en el suelo y de sus enzimas, que actuarán de distinta manera según sea el medio aeróbico o anaerobico

Se considera que la generación de los principales gases del vertedero se produce en las siguientes fases secuenciales:

Fase I: Ajuste Inicial.

Esta fase es la de ajuste inicial, en la que los componentes orgánicos biodegradables de los RSU sufren descomposición microbiana mientras son descargados en el relleno sanitario.

En esta fase, se produce la descomposición biológica bajo condiciones aerobias, porque hay cierta cantidad de aire atrapado dentro del cuerpo del relleno.

Fase II: Fase de Transición:

En la fase II, identificada como fase de transición, desciende el oxígeno y comienzan a desarrollarse condiciones anaerobias. Mientras el relleno sanitario se convierte en anaerobio, el nitrato y el sulfato, a menudo se reducen a gas nitrógeno y sulfuro de hidrógeno.

Mientras se reduce el potencial de oxidación/reducción, los miembros de la comunidad microbiana responsables de la conversión del

material orgánico de los RSU en metano y dióxido de carbono inician un proceso secuencial, con la conversión del material orgánico complejo en ácidos orgánicos y otros productos intermedios.

En esta fase, el pH del lixiviado, comienza a descender a causa de la presencia de ácidos orgánicos y el efecto de las elevadas concentraciones de CO₂ dentro del relleno sanitario.

Fase III: Fase ácida:

En esta fase, se acelera la actividad microbiana iniciada en la fase anterior con la producción de cantidades significativas de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas de hidrógeno. El primer paso en el proceso comentado, implica la transformación, de compuestos con alto peso molecular (por ejemplo: lípidos, polisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos) en compuestos aptos para ser utilizados por microorganismos como fuentes de energía y de carbono celular. El segundo paso en este implica la conversión microbiana de los compuestos resultantes del primer paso en compuestos intermedios de bajo peso molecular, como son el ácido acético (CH₃COOH) y las pequeñas concentraciones de ácido fulvico y otros ácidos más complejos. El dióxido de carbono es el principal gas generado durante la fase III. También se producirán cantidades más pequeñas de gas hidrógeno (H₂).

Los microorganismos implicados en esta conversión, llamados colectivamente no metanogénicos, son las bacterias anaeróbicas facultativas y obligadas. A menudo se los identifican como microorganismos acidogénicos o formadores de ácido.

El pH del lixiviado, frecuentemente descenderá hasta un valor de 5 o menos, por la presencia de los ácidos orgánicos y por las elevadas concentraciones de CO₂ dentro del relleno sanitario. La demanda de bioquímica de oxígeno (DBO) y la conductividad del lixiviado se incrementará significativamente durante la fase III debido a la disolución de ácidos orgánicos en el lixiviado. También se solubilizarán durante la fase III algunos constituyentes inorgánicos, principalmente metales pesados, debido a los bajos valores del pH en el lixiviado. Muchos nutrientes esenciales también se separan con el lixiviado en la fase III.

Fase IV:

Esta es la fase de la fermentación del metano, un segundo grupo de microorganismos, que convierten el ácido acético y el gas de hidrogeno producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida en CH₄ y CO₂ llegan a ser mas predominantes. En algunos casos, estos microorganismos responsables de esta conversión son estrictamente anaerobios y se llaman metanogénicos o formadores de metano. En la fase IV la formación de metano y ácido se produce simultáneamente, aunque la velocidad de formación de ácidos es considerablemente mas reducida.

Como los ácidos y el gas de hidrogeno son producidos por los formadores de ácidos se han convertido en CH₄ y CH₂ en la fase IV, el pH dentro del vertedero ascenderá a valores mas neutros, (rango de 6,8, a 8. Luego el pH del lixiviado, ascenderá y se reducirán las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (DOB) y la demanda química de oxígeno (DOQ) y el valor de conductividad del lixiviado. Con los valores mas altos de pH menos constituyentes inorgánicos quedan en disolución y como resultado, la concentración de metales pesados presentes en el lixiviado también se reducirá.

Fase V: Fase de Maduración:

Llamada así porque se produce después de convertirse el material inorgánico biodegradable en CH₄ y CO₂ durante la fase IV. Mientras la humedad sigue migrando a través de los residuos, se convierten porciones del material biodegradable que anteriormente no estaban disponibles. Durante esta fase la velocidad de generación del gas en el relleno sanitario disminuye significativamente, porque la mayoría de los nutrientes disponible se han separado con el lixiviado durante las fases anteriores, y los sustratos que quedan en el relleno sanitario son de una degradación lenta. Los principales gases que han evolucionado aquí son: CH₄ y CO₂. Según las medidas de sellado del relleno sanitario, también pueden encontrarse pequeñas cantidades de nitrógeno y oxígeno en el gas del relleno sanitario. Durante la fase de maduración, el lixiviado a menudo contendrá ácidos húmico y fúlvico que son difíciles de degradar biológicamente.

Metodología del trabajo.

A fin de estimar la generación de los gases generados en los rellenos sanitarios de residuos sólidos domiciliarios para el período 1999 - 2012, se ha seguido la siguiente metodología de trabajo:

1) Determinación de los principales centros urbanos.

En este paso se propone determinar los centros urbanos de interés, es decir, aquellos que por su importancia y población actualmente gestionan o bien gestionarán (en un futuro cercano, dentro del período de análisis) la disposición final de sus residuos mediante la técnica del relleno sanitario.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 1991, elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del Ministerio de Economía de la Nación, la población de Argentina es de: 32.615.528 de habitantes de los cuales un 11.6 % es población Rural y el resto, o sea 28.832.126 habitantes es población Urbana. La proyección para el año 2.000 es de 36.650.000 habitantes.

La República Argentina posee un gran centro urbano denominado Gran Buenos Aires integrado por la Ciudad de Buenos Aires, el Conurbano Bonaerense, y el Gran La Plata con una población cercana a los 12.000.000 de habitantes.

LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SE PUEDEN OBSERVAR EN LOS SIGUIENTES CUADROS:

LOCALIDADES QUE SUPERARON LOS 400 MIL HABITANTES EN 1991						
CAT	CIUDAD	PROVINCIA	CENSO 80	CENSO 91	TASA CREC.	POBL. 1997
1	GRAN BUENOS AIRES	CAP. FED. Y CONURBANO	9.969.826	11.298.030	13,32 %	12095648
3	GRAN CORDOBA	CORDOBA	983.969	1.208.554	22,82 %	1351969
3	GRAN ROSARIO	SANTA FE	957.301	1.118.905	16,88 %	1218273
4	GRAN MENDOZA	MENDOZA	605.623	773.113	27,66 %	883249
4	GRAN LA PLATA	BUENOS AIRES	564.750	642.979	13,85 %	689985
4	GRAN SN. MIGUEL TUCUMÁN	TUCUMÁN	498.579	622.324	24,82 %	702318
4	MAR DEL PLATA	BUENOS AIRES	414.696	512.880	23,68 %	575908
5	GRAN SANTA FE	SANTA FE	334.913	406.388	21,34 %	451610

LOCALIDADES ENTRE 100 MIL Y 400 MIL HABITANTES EN 1991						
CAT	CIUDAD	PROVINCIA	CENSO 80	CENSO 91	TASA CREC.	POBL. 1997
5	GRAN SALTA	SALTA	261.638	370.904	41,76 %	44867

					%	0
5	GRAN SAN JUAN	SAN JUAN	291.707	352.691	20,91 %	39117 7
5	GRAN RESISTENCIA	CHACO	220.104	292.287	32,79 %	34118 5
5	GRAN BAHÍA BLANCA	BUENOS AIRES	223.818	260.096	16,21 %	28230 6
5	CORRIENTES	CORRIENTES	180.612	258.103	42,90 %	31358 5
5	NEUQUEN, PLOTTIER Y CIPOLLETTI	NEUQUEN-RIO NEGRO	138.370	243.803	76,20 %	33206 5
5	GRAN POSADAS	MISIONES	143.889	210.755	46,47 %	25952 9
5	PARANÁ	ENTRE RÍOS	161.638	207.041	28,09 %	23697 4
5	SANTIAGO DEL ESTERO	SGO. DEL ESTERO	148.758	189.947	27,69 %	21703 8
5	NEUQUEN-PLOTTIER	NEUQUEN	98.102	183.579	87,13 %	25838 3
5	SAN SALVADOR DE JUJUY	JUJUY	124.950	178.748	43,06 %	21730 4
5	FORMOSA	FORMOSA	95.067	147.636	55,30 %	18770 1
5	RIO CUARTO	CÓRDOBA	110.254	134.355	21,86 %	14965 3
5	GRAN SAN FDO. DEL V DE CATAMARCA	CATAMARCA	90.851	132.626	45,98 %	16302 0
5	COMODORO RIVADAVIA	CHUBUT	96.817	124.104	28,18 %	14210 0
5	SAN NICOLAS	BUENOS AIRES	98.495	119.302	21,12 %	13244 5
5	CONCORDIA	ENTRE RÍOS	94.222	116.485	23,63 %	13077 3
5	SAN LUIS	SAN LUIS	70.999	110.136	55,12 %	13993 6
5	LA RIOJA	LA RIOJA	67.043	103.727	54,72 %	13160 7

LOCALIDADES ENTRE 50 MIL Y 100 MIL HABITANTES EN 1991						
CA T	CIUDAD	PROVINCIA	CENSO 80	CENSO 91	TASA CRE C.	POBL . 1997

6	SAN RAFAEL	MENDOZA	72.759	94.651	30,09 %	109254
6	TANDIL	BUENOS AIRES	79.429	91.101	14,69 %	98172
6	ZARATE	BUENOS AIRES	67.143	80.156	19,38 %	88287
6	PERGAMINO	BUENOS AIRES	68.612	79.240	15,49 %	85715
6	GRAN VILLA MARÍA	CÓRDOBA	67.560	78.520	16,22 %	85009
6	TRELEW	CHUBUT	52.372	78.194	49,30 %	97300
6	SAN CARLOS DE BARILOCHE	RIO NEGRO	48.980	77.600	58,43 %	99738
6	VILLA MERCEDES	SAN LUIS	50.992	77.077	51,16 %	96560
6	OLAVARRIA	BUENOS AIRES	67.374	75.714	12,38 %	80690
6	SANTA ROSA	LA PAMPA	51.689	75.067	45,23 %	92011
6	JUNIN	BUENOS AIRES	62.458	74.997	20,08 %	82688
6	SAN MARTIN-LA COLONIA	MENDOZA	49.349	71.530	44,95 %	87584
6	LUJAN	BUENOS AIRES	57.223	68.029	18,88 %	74758
6	CAMPANA	BUENOS AIRES	53.994	67.783	25,54 %	76736
6	RAFAELA	SANTA FE	53.273	67.230	26,20 %	76328
6	RECONQUISTA-AVELLANEDA	SANTA FE	43.021	66.656	54,94 %	84638
6	GALEGUAYCHU	ENTRE RIOS	51.400	64.843	26,15 %	73602
6	SAN FRANCISCO-FRONTERA	CORDOBA-ESTAFE	58.536	64.673	10,48 %	68286
6	RIO GALLEGOS	SANTA CRUZ	43.727	64.640	47,83 %	80000
6	PRES. R. SAENZ PEÑA	CHACO	49.341	63.135	27,96 %	72221
6	GENERAL ROCA	RIO NEGRO	44.039	61.846	40,43 %	74430
6	CIPOLLETTI	RIO NEGRO	40.268	60.224	49,56 %	75010
6	NECOCHEA	BUENOS AIRES	51.069	59.151	15,83 %	64086
6	VENADO TUERTO	SANTA FE	47.501	58.784	23,75 %	66030
6	VIEDMA-C. DE	B.A.-RIO NEGRO	38.442	57.473	49,51	70781

	PATAGONES				%	
6	GOYA	CORRIENTES	47.357	56.840	20,02 %	62788
6	PUNTA ALTA	BUENOS AIRES	56.108	56.427	0,57 %	56601
6	CONCEPCION DEL URUGUAY	ENTRE RIOS	46.247	55.919	20,91 %	62021
6	S RAMON DE LA NUEVA ORAN	SALTA	32.910	50.739	54,18 %	64253

CATEGORÍA	RANGO DE POBLACION	CANTIDAD
1	más de 4 millones de habitantes	1
2	de 2 a 4 millones de habitantes	0
3	de 1 a 2 millones de habitantes	2
4	de 500 mil a 1 millón de habitantes	4
5	de 100 mil a 500 mil habitantes	20
6	de 50 mil a 100 mil habitantes	29

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 91- INDEC

Como se puede apreciar en los cuadros precedentes, existen dos localidades que superan el millón de habitantes: la ciudad de CORDOBA (Capital de la Provincia del mismo nombre) y la Ciudad de ROSARIO en la Provincia de Santa Fe.

Para efectuar el inventario de gases de efecto invernadero se tuvieron en cuenta las poblaciones que en 1991 tenían una población superior a los 400.000. pues en las mismas se realiza la disposición de los residuos sólidos urbanos mediante Relleno Sanitario en la actualidad.

Los datos de residuos que se utilizaron para realizar los cálculos se obtuvieron teniendo como fuente de información los Municipios, Empresas encargadas de la recolección y/o de la disposición de los mismos, también se obtuvo información del INDEC y del CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) Empresa que supervisa y controla disposición final de los residuos sólidos urbanos del Gran Buenos Aires y el control e inspección de la recolección y transporte de los mismos en la Ciudad de Buenos Aires.

Para obtener los valores de inventario de los gases que se originan en un relleno sanitario, se utilizaron datos obtenidos en un estudio realizado en el Relleno Sanitario Norte III perteneciente al CEAMSE, cuyo informe denominado “**Propuesta para reducir emanaciones de gas del efecto invernadero mediante el control de gas en Rellenos Sanitarios en el Gran Buenos Aires, Argentina.**” Presentado al “**Grupo de Evaluación para la iniciativa de Ejecución Conjunta de los Estados Unidos.**”

Como resultado de este análisis se han seleccionado 7 centros urbanos que superan los 400.000 Habitantes (de acuerdo con el Censo 1991.

De aquí en adelante se trabajarán con estos centros para la estimación de generación de gases.

2) Determinación de las cantidades de residuos sólidos generados en los centros urbanos seleccionados.

De cada uno de estos centros se ha obtenido la cantidad de residuos generados (Ton/año), para el período 1981 -1998.

Esta información ha sido recabada mediante la consultas, ya sea a las municipalidades respectivas, a las empresas que realizan la recolección y transporte de residuos y /o la disposición final de los mismos.

En el **Cuadro “Resumen de Datos Obtenidos”** (CANTIDAD DE RESIDUOS), de la página siguiente, se resume lo comentado

3) Determinación de la distribución de la población para los años intercensales y extrapolación de su crecimiento hasta el 2012.

La población actual de una localidad queda determinada al efectuar el censo completo de la misma, el cual permite conocer población actual de cada sector, habitantes permanentes y población flotante, factores que pueden tener influencia en el crecimiento demográfico, y otros aspectos de interés oficial.

Es difícil pronosticar el ritmo de crecimiento de la población de una localidad, el cual depende mucho del desarrollo económico local y de las zonas vecinas.

El desarrollo industrial, aún cuando esté solamente representado por establecimiento fabriles de poca envergadura, puede alterar de forma sustancial las previsiones del crecimiento poblacional de una localidad.

Con lo expresado queda claro que ha de procederse con extrema prudencia al pronosticar la población futura.

Pueden distinguirse dos tipos de estimaciones para el crecimiento de una población: Una estimación a corto plazo y otra a largo término (la cual puede extenderse a 50 años o más). Por supuesto la estimación a largo plazo es la más difícil.

Para estimar poblaciones futuras se utilizan métodos matemáticos y gráficos.

El análisis se basa en una extensión de las tendencias de crecimiento detectadas.

Para el presente trabajo se han estimado (interpolado) los valores de población para los años comprendidos entre los de realización de censos.

Para la estimación de la población (extrapolación) a partir del último censo y hasta el fin del período (2012), se ha utilizado la tendencia de crecimiento correspondiente a cada localidad en particular.

4) Empleo de un Índice Económico para construir un escenario sectorial.

Se ha empleado como índice económico de referencia el Producto Bruto Interno a precios de mercado.

Los valores de dicho índice para el período 1980 - 1997 ha sido obtenido de los Datos del INDEC.

Los valores correspondiente del PBI para el período 1998 - 2012 han sido proporcionados por el Comitente y corresponden a una estimación efectuada por la **Fundación FIEL**.

Los valores de población (Interpolada y Extrapolada) para todos los años (1980 -2012), para todos los 7 grandes centros urbanos, y los correspondientes valores del PBI se presentan en el cuadro "**RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS Y PROYECCIÓN DE LOS MISMOS**".

5) Estimación de la cantidad de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios para el período de extrapolación.

A continuación se describe la metodología que se siguió para cada uno de los grandes centros urbanos para estimar la cantidad de residuos dispuesta en relleno sanitario.

- a) En cada uno de estos centros se conocen la cantidad de residuos generados en el período 1980 -1997.
- b) Dependiendo de las características socioeconómicas de cada centro urbano, se ha asignado para cada año que porcentaje de lo generado es recolectado, y que porcentaje de lo recolectado finalmente es dispuesto en relleno sanitario. Se ha hecho la hipótesis que a partir de un cierto año (diferente para cada centro urbano) ambos porcentajes alcanzan el valor de 100, aunque no simultáneamente.
- c) Multiplicando la columna de residuos generados, por ambos porcentajes nos da la columna de residuos dispuestos en rellenos sanitarios.
- d) Es sabido que hay una relación directa entre la cantidad de residuos generados por la población y la situación del país.

La primera variable se representa mediante la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios.

La segunda variable queda representada por el PBI.

En base a lo expresado, se ha representado gráficamente la cantidad de residuos dispuestos por Habitante y por año, en función del PBI.

Dicha representación es válida para los años que se tienen datos medidos 1980 -1997.

Esta representación da como resultado una serie de puntos en un plano de ejes coordenados cartesianos.

El paso siguiente fue “ajustar” estos puntos aislados mediante una función.

La técnica aplicada fue mediante el método de mínimos cuadrados, con el propósito de determinar una curva que aproxime los datos con suficiente precisión.

Para cada caso se ha probado con una función lineal, con una función logarítmica y con una función polinómica de segundo grado.

Los gráficos correspondientes a cada función de ajuste se presenta para cada caso (cada centro urbano). En base a los valores que adopta el “coeficiente de determinación” para cada función analizada, se ha considerado a la función polinómica como la de mejor ajuste.

- e) Una vez seleccionada la curva de mejor ajuste, con la ecuación de la misma se calculó los valores de: (COL 6 / COL 2) para los valores de PBI correspondientes al periodo 1999 2012.

- f) Los valores obtenidos en el paso anterior se multiplican por los valores de población estimada para cada uno de los años del periodo 1999-2012. De este modo se obtiene la cantidad anual de residuos que irán a disposición final en rellenos sanitarios, en cada uno de los centros urbanos bajo análisis y para la totalidad del periodo mencionado.
- g) Estas son entonces las cantidades de residuos que deben adoptarse para calcular la cantidad de gases de relleno sanitario que se generarán en la etapa solicitada por el comitente (ver)

“CÁLCULOS Y GRÁFICOS PARA CADA CENTRO URBANO”

Finalmente se presentan en forma de resumen los cuadros de cada Centro Urbano con las cantidades de residuos generadas, los % enviados a disposición final en rellenos sanitarios, y la cantidad dispuesta en relleno sanitario, para los años 1999 al 2012.



ANEXOS

ESTIMACION DE COSTO PARA LA EXTRACCION Y QUEMADO DE GAS DE UN RELLENO SANITARIO TIPO

VALORES DE GENERACION Y CAPTACION DE CH4 EXTRAPOLADOS CON DATOS OBTENIDOS EN LA EXPERIENCIA PILOTO REALIZADA EN EL RELLENO SANITARIO NORTE III DE CEAMSE

RESIDUOS DISPUESTOS EN EL AREA	Tm
	4.500.000
AREA DONDE SE ARA LA CAPTACION	25 Ha
PERIODO PARA LA CAPTACION	3 AÑOS

Disposición de residuos solidos municipales (Tm / año)	####	Tm residuos/ año
	###	
Generación de metano (Tm metano / año)	####	Generación de metano (Tm metano / año)
	###	

Metano a quemar anualmente (Tm metano / año) según eficiencia captación adoptada

EFICIENCIA CAPTACION	50%		Tm metano / (quemado) año
		142.875	
EFICIENCIA CAPTACION	60%		Tm metano / (quemado) año
		171.450	
EFICIENCIA CAPTACION	70%		Tm metano / (quemado) año
		200.025	
EFICIENCIA CAPTACION	80%		Tm metano / (quemado) año
		228.600	
EFICIENCIA CAPTACION	90%		Tm metano / (quemado) año
		257.175	

Metano emanado anualmente a la atmosfera (100% - % eficiencia) (Tm metano / año)

(100% - 50% eficiencia)	50%		Tm metano / (atmosfera) año
		142.875	
(100% - 60% eficiencia)	40%		Tm metano / (atmosfera) año
		114.300	
(100% - 70% eficiencia)	30%		Tm metano /

(100% - 90% eficiencia)	10%	Tm metano / 37.699 año (atmosfera)
-------------------------	------------	--

CO₂ EQUIVALENTE

50%	CH ₄ quemado	CO ₂ EQUIVALENTE	3.444.764	(Tm CO ₂ / año)
60%	CH ₄ quemado	CO ₂ EQUIVALENTE	2.755.812	(Tm CO ₂ / año)
70%	CH ₄ quemado	CO ₂ EQUIVALENTE	2.066.859	(Tm CO ₂ / año)
80%	CH ₄ quemado	CO ₂ EQUIVALENTE	1.377.906	(Tm CO ₂ / año)
90%	CH ₄ quemado	CO ₂ EQUIVALENTE	688.953	(Tm CO ₂ / año)

TOTAL CONSTRUCCION Y 3 AÑOS DE OPERACION	=	\$ 2120.000 + \$ (310.000 x 3)	#####
		=	

**costo del quemado por tonelada de
residuos dispuestos en el relleno**

**\$
0,68**

**Tm
residuos/
año**

**costo del quemado por tonelada de
CH₄ quemado**

EFICIENCIA CAPTACION	50%	\$ 16,18	Tm metano / (quemado) año
EFICIENCIA CAPTACION	60%	\$ 13,48	Tm metano / (quemado) año
EFICIENCIA CAPTACION	70%	\$ 11,56	Tm metano / (quemado) año
EFICIENCIA CAPTACION	80%	\$ 10,11	Tm metano / (quemado) año
EFICIENCIA CAPTACION	90%	\$ 8,99	Tm metano / (quemado) año

2004

2008

2012

BSAS-LA PLATA	#####	#####	#####
CORDOBA	#####	#####	#####
ROSARIO	#####	#####	#####
MENDOZA	#####	#####	#####
MARPLA	#####	#####	#####
TUCUMAN	#####	#####	#####
SANTA FE	#####	#####	#####

BSAS-LA PLATA	#####	#####	#####
CORDOBA	#####	#####	#####
ROSARIO	#####	#####	#####
MENDOZA	#####	#####	#####
MARPLA	#####	#####	#####
TUCUMAN	#####	#####	#####
SANTA FE	#####	#####	#####

ESCENARIO DE ALTA

MODULE		WASTE										
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES										
WORKSHEET		6-1										
SHEET		1 OF 1										
COUNTRY		ARGENTINA										
YEAR		2004										
STEP 1	STEP 2	STEP 3	D	E	F	G	H	STEP 4	K	L	M	N
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Total	Methane	Fraction of	Fraction of	Fraction of	Conversion	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Correction Factor (MCF)	DOC in MSW	DOC which Actually Degrades	Carbon Released as Methane	Ratio							
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
Bs As LA PLATA - CEAMSE	6.588,526	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	551,96	551,96	1	551,96
GRAN CORDOBA	438,593	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	36,74	36,74	1	36,74
GRAN ROSARIO	338,285	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	28,34	28,34	1	28,34
GRAN MENDOZA	191,066	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	16,01	16,01	1	16,01
GRAN MAR DEL PLATA	192,983	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	16,17	16,17	1	16,17
GRAN TUCUMAN	135,800	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	11,38	11,38	1	11,38
GRAN SANTA FE	91,247	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	7,64	7,64	1	7,64
TOTAL 7 - LOCALIDADES												668,24
RESTO DEL PAIS	5.264,05	0,6	0,14	0,77	0,5	16/13	0,07	0,04	226,99	226,99	1	226,99
TOTAL ARGENTINA												895,23

	POBLACION	TOT-PAIS	7-LOCALID	REST-PAIS	
	N				
VALORES PROYECCION	2.004	38.402.500	19.525.466	18.877.034	
	2.008	40.265.160	20.472.522	19.792.639	
	2.012	41.996.136	21.352.624	20.643.513	D / E
VALOR CENSO	1.991	32.615.528	16.583.123	16.032.405	1,967
RESIDUOS PER CAPITA	0,764	Kg / Hab.			

ESCENARIO DE ALTA

MODULE	WASTE
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES
WORKSHEET	6-1
SHEET	1 OF 1
COUNTRY	ARGENTINA
YEAR	2012

STEP 1	STEP 2	STEP 3	D	E	F	G	H	STEP 4	K	L	M	N
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Methane Correction Factor (MCF)	Fraction of DOC in MSW	Fraction of DOC which Actually Degrades	Fraction of Carbon Released as Methane	Conversion Ratio	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$

Bs As LA PLATA - CEAMSE	8.982,703	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	752,53		752,53	1	752,53
GRAN CORDOBA	600,872	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	50,34		50,34	1	50,34
GRAN ROSARIO	499,517	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	41,85		41,85	1	41,85
GRAN MENDOZA	307,484	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	25,76		25,76	1	25,76
GRAN MAR DEL PLATA	280,864	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	23,53		23,53	1	23,53
GRAN TUCUMAN	235,470	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	19,73		19,73	1	19,73
GRAN SANTA FE	134,142	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	11,24		11,24	1	11,24
TOTAL 7 - LOCALIDADES													924,98
RESTO DEL PAIS	5.756,65	0,6	0,14	0,77	0,5	16/13	0,07	0,04	248,23		248,23	1	248,23
TOTAL ARGENTINA													#####

	POBLACION	TOT-PAIS	7-LOCALID	REST-PAIS	
	N				
VALORES PROYECCION	2.004	38.402.500	19.525.466	18.877.034	
	2.008	40.265.160	20.472.522	19.792.639	
	2.012	41.996.136	21.352.624	20.643.513	D / E
VALOR CENSO	1.991	32.615.528	16.583.123	16.032.405	1,967
RESIDUOS PER CAPITA	0,764	Kg / Hab.			

This spreadsheet contains Worksheet 6-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

ESCENARIO DE BAJA

MODULE		WASTE											
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES											
WORKSHEET		6-1											
SHEET		1 OF 1											
COUNTRY		ARGENTINA											
YEAR		2004											
STEP 1	STEP 2	STEP 3	D	E	F	G	H	STEP 4	K	L	M	N	
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	
Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Methane Correction Factor (MCF)	Fraction of DOC in MSW	Fraction of DOC which Actually Degrades	Fraction of Carbon Released as Methane	Conversion Ratio	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)	
						$G = \frac{C \times D \times E}{F}$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$	
Bs As LA PLATA - CEAMSE	6.097,630	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	510,84		510,84	1	510,84
GRAN CORDOBA	405,915	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	34,01		34,01	1	34,01
GRAN ROSARIO	313,080	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	26,23		26,23	1	26,23
GRAN MENDOZA	176,830	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	14,81		14,81	1	14,81
GRAN MAR DEL PLATA	178,604	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	14,96		14,96	1	14,96
GRAN TUCUMAN	125,681	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	10,53		10,53	1	10,53
GRAN SANTA FE	84,448	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	7,07		7,07	1	7,07
TOTAL 7 - LOCALIDADES													618,45
RESTO DEL PAIS	5.264,05	0,6	0,14	0,77	0,5	16/13	0,07	0,04	226,99		226,99	1	226,99
TOTAL ARGENTINA													845,44

	POBLACION	TOT-PAIS	7-LOCALIDAD	REST-PAIS	
VALORES PROYECCION	2.004	38.402.500	19.525.466	18.877.034	
	2.008	40.265.160	20.472.522	19.792.639	
	2.012	41.996.136	21.352.624	20.643.513	D / E
VALOR CENSO	1.991	32.615.528	16.583.123	16.032.405	1,967
RESIDUOS PER CAPITA	0,764	Kg / Hab.			

This spreadsheet contains Worksheet 6-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

ESCENARIO DE BAJA

MODULE		WASTE										
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES										
WORKSHEET		6-1										
SHEET		1 OF 1										
COUNTRY		ARGENTINA										
YEAR		2008										
STEP 1	STEP 2	STEP 3	D	E	F	G	H	STEP 4	K	L	M	N
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Methane Correction Factor (MCF)	Fraction of DOC in MSW	Fraction of DOC which Actually Degrades	Fraction of Carbon Released as Methane	Conversion Ratio	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
Bs As LA PLATA - CEAMSE	6.211,223	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	520,35	520,35	1	520,35
GRAN CORDOBA	404,535	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	33,89	33,89	1	33,89
GRAN ROSARIO	323,694	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	27,12	27,12	1	27,12
GRAN MENDOZA	189,218	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	15,85	15,85	1	15,85
GRAN MAR DEL PLATA	185,553	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	15,54	15,54	1	15,54
GRAN TUCUMAN	140,629	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	11,78	11,78	1	11,78
GRAN SANTA FE	88,491	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	7,41	7,41	1	7,41
TOTAL 7 - LOCALIDADES												631,95
RESTO DEL PAIS	5.519,38	0,6	0,14	0,77	0,5	16/13	0,07	0,04	238,00	238,00	1	238,00
TOTAL ARGENTINA												869,95

	POBLACION	TOT-PAIS	7-LOCALID	REST-PAIS	
	N				
VALORES PROYECCION	2.004	38.402.500	19.525.466	18.877.034	
	2.008	40.265.160	20.472.522	19.792.639	
	2.012	41.996.136	21.352.624	20.643.513	D / E
VALOR CENSO	1.991	32.615.528	16.583.123	16.032.405	1,967
RESIDUOS PER CAPITA	0,764	Kg / Hab.			

This spreadsheet contains Worksheet 6-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

ESCENARIO DE BAJA

MODULE		WASTE											
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES											
WORKSHEET		6-1											
SHEET		1 OF 1											
COUNTRY		ARGENTINA											
YEAR		2012											
STEP 1	STEP 2	STEP 3	D	E	F	G	H	STEP 4	K	L	M	N	
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	
Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Methane Correction Factor (MCF)	Fraction of DOC in MSW	Fraction of DOC which Actually Degrades	Fraction of Carbon Released as Methane	Conversion Ratio	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)	
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$	
Bs As LA PLATA - CEAMSE	5.979,749	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	500,96		500,96	1	500,96
GRAN CORDOBA	399,998	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	33,51		33,51	1	33,51
GRAN ROSARIO	332,526	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	27,86		27,86	1	27,86
GRAN MENDOZA	204,691	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	17,15		17,15	1	17,15
GRAN MAR DEL PLATA	186,970	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	15,66		15,66	1	15,66
GRAN TUCUMAN	156,751	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	13,13		13,13	1	13,13
GRAN SANTA FE	89,298	1	0,1632	0,77	0,5	16/12	0,08	0,08	7,48		7,48	1	7,48
TOTAL 7 - LOCALIDADES													615,75
RESTO DEL PAIS	5.756,65	0,6	0,14	0,77	0,5	16/13	0,07	0,04	248,23		248,23	1	248,23
TOTAL ARGENTINA													863,98
POBLACION TOT-PAIS N		7- LOCALID	REST-PAIS										
VALORES PROYECCION		2.004	38.402.500	19.525.466	18.877.034								
		2.008	40.265.160	20.472.522	19.792.639								
		2.012	41.996.136	21.352.624	20.643.513	D / E							
VALOR CENSO		1.991	32.615.528	16.583.123	16.032.405	1,967							
RESIDUOS PER CAPITA		0,764	Kg / Hab.										



**Secretaría
de Desarrollo
Sustentable y
Política Ambiental**