

PROPUESTA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN LA PROVINCIA DE SALTA. IMPORTANCIA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

Gloria Plaza ¹, Osvaldo Pacheco ²

Facultad de Ingeniería – CIUNSa – INENCO
Buenos Aires 177 – (4400) Salta – Argentina
Tel: 54 – 387 – 4255384 Fax: 54 – 387 – 4255351
e-mail: gloria@unsa.edu.ar, pacheco@unsa.edu.ar

RESUMEN

Se plantea la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios de la Provincia de Salta para revertir principalmente las condiciones de higiene urbana y ambientales en todos los municipios del interior de la provincia, donde los residuos se disponen mayoritariamente a cielo abierto o en enterramientos técnicamente mal operados. También se considera el efecto invernadero que genera la fracción orgánica de los residuos mal dispuestos por la constante eliminación al ambiente de metano y dióxido de carbono. Se plantea el potencial aprovechamiento energético que se puede alcanzar al implementar el reciclado de las distintas fracciones.

La sectorización para la gestión de residuos comprende regiones diferenciadas en su tratamiento principalmente. El programa comprende tres etapas y se desarrollará siguiendo el principio de gradualidad según la Ley Provincial de Medio Ambiente N° 7070/99, lo que permitirá un cambio de conducta en el manejo de residuos.

El presente trabajo comprende una propuesta de gestión integral de los residuos municipales de la provincia de Salta, considerando el diagnóstico, caracterización, tratamiento biológico, evaluación energética y marco reglamentario. La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta, apoya la propuesta incorporándola dentro del Plan de gobierno

Palabras clave: Residuos, Sistema de Gestión Ambiental, reciclado, efecto invernadero.

ANTECEDENTES

Salta está ubicada en el Noroeste argentino, entre los 22° y los 26° 23' de latitud Sur y entre los 62° 21' 1'' y los 68° 34' de longitud Oeste, meridiano Greenwich. Ocupa una superficie de 155.488 km², según el Instituto Geográfico Militar. Se puede dividir a Salta en tres regiones naturales que a su vez se subdividen en tres zonas diferenciadas:

- Región cordillerana: Altiplano andino, Iruya y Santa Victoria
- Región chaqueña: Subtrópico, Chaco Salteño y Planicie Meridional
- Región de los Valles: Valle Calchaquíes y Valles Centrales.

De acuerdo al último Censo Nacional de 1991, la población total de la provincia de Salta fue de 866.153 habitantes, con una densidad media de 5,6 hab./km². Esta provincia, se divide en 23 departamentos con poderes políticos y administrativos propios. En los departamentos Capital, San Martín y Orán, reside el 70 % de la población de la Provincia.

El manejo de residuos ha sido históricamente desarrollado con el interés de proteger la salud. Esto sigue siendo válido sumándose el interés por el impacto en el ambiente (White et al., 1995). El manejo y disposición de residuos desde el punto de vista ambiental, considera la conservación de los recursos y la preservación del ambiente. Con respecto al efecto que genera la fracción orgánica de los residuos, se informó que el gas Metano (CH₄) es el responsable del 20 % del incremento del calentamiento global (Lashof y Ahuja, 1990). Los residuos sólidos urbanos constituyen la mayor fuente de generación de CH₄ proveniente de la descomposición de la fracción orgánica, el que podrá llegar a representar del 7 al 20 % del total de emisiones de CH₄ antropogénicas (Thorneloe, 1991).

La Gestión Integral de Residuos Domiciliarios de la Provincia de Salta se plantea con el interés de revertir las condiciones ambientales e higiene urbana en todos los municipios del interior de la provincia, donde los residuos se disponen mayormente a cielo abierto o en enterramientos técnicamente mal operados. El enterramiento o Relleno Sanitario, de uso generalizado en nuestro país, a pesar de su simpleza, requiere una inversión inicial en su diseño e implementación con canalizaciones y conductos para la evacuación de efluentes, por lo que el control de los mismos requiere un costo durante su operación. Estos

¹ Profesional CONICET – Fac. Ingeniería – CIUNSa

² Fac. Ingeniería – CIUNSa

controles si bien mitigan el efecto negativo en el ambiente no ofrecen una solución definitiva de contaminación, como así también al calentamiento global. Estas consideraciones económicas y ambientales se revierten si se recoge en forma diferenciada la fracción orgánica y se emplea una tecnología de aprovechamiento ambientalmente adecuada.

El reciclado de las fracciones ofrece ventajas ambientales y energéticas. Cada fracción separada en origen posee un potencial de ahorro energético y de recursos al considerarse su reciclado. Se estudia el aprovechamiento energético o disminución de emanación calórica que se puede alcanzar en cada fracción al implementar la Gestión de Residuos, considerando la alternativa que minimiza el efecto de calentamiento global.

Fracción orgánica: La degradación aeróbica de la fracción orgánica mediante el compostaje, mitiga el efecto de desprendimiento del CH₄ al ambiente efectuado en un enterramiento, donde la transformación del metano (CH₄) en dióxido de carbono (CO₂) por combustión, representa una disminución del 45 % en el calentamiento global (Perry and Green, 1984). Asimismo, por proceso anaeróbico se genera metano aprovechable desde el punto de vista energético (8.400 Kcal / m³).

Papel: En la región NOA se utiliza el papel producido a partir del bagazo de la caña de azúcar. Una tonelada de este papel requiere 2.000 Kg de bagazo y 7.600 Kw-h de energía, 100 a 200 Kg de fibra larga de madera de pino, 150.000 lts de agua (el proceso requiere 250.000 lts, reciclándose un 40 %), caolín, sulfato de aluminio, antiespumante, blanqueador óptico, almidón, resinas emulsionantes, etc. Al reciclar se reduce un 60 % el consumo de agua, un 20 % el consumo de energía eléctrica y un 50 % la generación de contaminantes (Waite, 1995).

Plásticos: Para su fabricación se parte del petróleo crudo, que al ser refinado produce plásticos y carburantes. En el caso de polietileno, es necesario destilar 18,7 Ton de petróleo crudo para obtener 3,4 Ton de nafta, de las que finalmente se producirá 1 Ton del polímero. De aquí, la importancia de reciclar el plástico (CEP, 1988). Para la fabricación del plástico se necesita entre 1,7 a 2,5 Tep/ton. Para la fabricación de Granza, producto del reciclado, varía entre 0,08 y 0,17 Tep/ton, reduciendo el consumo de agua y produciendo menos sustancias tóxicas que para el pellets o granza virgen (Muñoz Sánchez, 1980).

Vidrios: En la fabricación de 1 tonelada de vidrio se consume 603 Kg de arena, 196 Kg de cloruro de potasio, 196 Kg de cal, 68 Kg de feldespato, 44.545 Kw-h de energía; y se generan 174 Kg de desechos y 13 Kg de contaminantes de aire. Para reciclar el vidrio se lo separa por color, se tritura (calcín) y se funde alrededor de 950 °C (los residuos disminuyen un 50 %). En la fabricación de vidrio a partir de las materias primas, se debe fundir a 1500 °C (Del Val, 1993).

Metales: Latas de acero, llamada comúnmente "Hojalata". Contiene 0,002 % C, 0,2 % Sn, 0,007 % Cr. Espesor de hoja: 0,14 a 0,38 mm. Posee un baño de Estaño o Barniz que le confiere estabilidad a la Oxidación. Para producir una Ton de acero se necesitan 894 Kg de mineral de hierro, 359 Kg de carbón mineral, 206 Kg de caliza y 8.497 Kw-h de energía. Para obtener acero reciclado, se funde en horno eléctrico de fusión a 1.535°C, ahorrando un 70% de energía, reduciendo la contaminación y evitando el corte de 65 árboles (por ton de acero) (Del Val, 1993).

Aluminio: Partiendo de 5 Ton Bauxita (55 - 60 % Al), que corresponde a 1 ton Al, funde a 1.500 °C, consume 18.000 Kw-h de Energía Eléctrica, su proceso comprende la transformación de la bauxita con NaOH en una sal triple de Al, Na, Fe. Para 1 Ton de Al reciclado son necesarias 1,10 Ton de Al que se funden a 600°C, se ahorran las 5 Ton de bauxita (recurso natural no renovable) y un 90 % de energía eléctrica (Del Val, 1993).

El presente trabajo comprende una Propuesta de gestión integral de los residuos municipales de la provincia de Salta, considerando el diagnóstico, caracterización, tratamiento biológico, evaluación energética y marco reglamentario. La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta, apoya la gestión incorporándola dentro del Plan de gobierno (Diario El Tribuno de Salta, 06-08-00).

METODOLOGÍA

Sistema de Gestión Ambiental:

El Sistema de Gestión Ambiental comprende el estudio y replanteo de la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos, los recursos para determinar y llevar a cabo la política ambiental. El eje impulsor de este movimiento es el concepto de desarrollo sustentable. Para generar un buen plan de gestión de residuos es importante determinar la cantidad de residuos que se produce y la composición de los mismos. Es aconsejable clasificar en origen los residuos, esto es en las casas de familia, en las escuelas, en bancos, en industrias, en hoteles, etc., debiendo atenderse por separado cada fracción clasificada. Esta metodología también permite disminuir el volumen de residuos a disponer, reciclando y/o rehusando los mismos. A los fines de implementación de esta propuesta de gestión, se infieren los porcentajes y cantidades de residuos y sus distintas fracciones, para comunidades urbanas y rurales (G. Plaza, et al., 1994).

Etapas del Programa de Gestión Integral de Residuos de la Provincia:

Se plantea un programa de tres etapas siguiendo el principio de gradualidad definido en la Ley 7070/99, que permitirá un cambio de conducta en el manejo de residuos hacia una disminución de la generación de residuos en las distintas regiones. Es necesaria la participación de un organismo de aplicación, sugiriéndose que éste sea la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Etapas I:

1. Convenio intermunicipal y formalización de la relación con el Organismo de Aplicación. A tal efecto se prevé:

- Reunión con los Intendentes para la presentación del Programa de Gestión de Residuos Domiciliarios. En la misma se discutirá las necesidades de los municipios para iniciar las primeras acciones (Estado actual, personal, máquinas y herramientas, nuevo sitio de disposición, etc.)
 - Se generará un vínculo efectivo interinstitucional a través de distintas metodologías de trabajo. El organismo de aplicación articulará para que los Municipios cuenten con el apoyo profesional necesario para efectivizar las tareas.
 - El seguimiento, apoyo y monitoreo por parte del organismo de aplicación se desarrollará a través de cada Municipio con una frecuencia mínima de una vez al mes. Este proceso durará hasta el final del Programa, por lo que se repite en cada etapa.
2. Estudios hidrogeológicos y selección del nuevo sitio de disposición de residuos para la implementación de los Rellenos Sanitarios: evaluación de distancias y accesos, diseño del sitio, adaptación del sitio
 3. Capacitación a los empleados municipales de la región.
 4. Clausura de vertederos existentes a cielo abierto.
 5. Recolección mecanizada y Relleno Sanitario Manual de la totalidad de los residuos domiciliarios en cada región.
 6. Capacitación a los empleados municipales por región: Se desarrollará en cinco Localidades tomando los centros geográficos para concentrar al personal de los Municipios de la región. Se prevé el dictado de las Jornadas en Salta Capital, Tartagal, Orán, Rosario de la Frontera y J.V.González. El tiempo previsto de cada Curso, es de tres días con teorías y prácticas. Se incluirá una Guía Metodológica. Para que la capacitación sea exitosa, cada Municipio debe enviar a las personas que estarán al frente de las acciones del Sistema de Gestión de Residuos.
 7. Capacitación de Docentes de EGB y Polimodal sobre Tecnología de los Residuos y el Ambiente, con convalidación de puntaje por el Ministerio de Educación (60 horas).
 8. Campaña de concientización de la población, invitando a participar de la misma a todas las emisoras de radio y TV y diarios y revistas provinciales. Lanzamiento de un Concurso Estudiantil provincial en los niveles de educación EGB y Polimodal para el diseño del Logotipo que identificará al Programa de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios.
 9. Control, monitoreo y apoyo por parte del Organismo de Aplicación.

Etapa II:

1. Recolección diferenciada en Orgánicos y Otros, y su correspondiente tratamiento. El proyecto se inicia, y en esta etapa se lo refuerza con la recuperación de la fracción orgánica como abono para la agricultura y paulatinamente se irán incorporando la recuperación de las otras fracciones que involucra la etapa III. La fracción "Otros", se destinará al Relleno Sanitario Manual ya implementado en la Etapa I.
2. Segundo nivel de capacitación a los empleados municipales por región.
3. Capacitación de Docentes de EGB y Polimodal sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos.
4. Concientización de la población. Campaña de información a la población respecto a la importancia del aprovechamiento de la fracción orgánica desde el punto de vista de salud, ambiente y beneficios agronómicos.
5. Control, monitoreo y apoyo por parte del Organismo de Aplicación.

La fracción orgánica previamente separada, será sometida a compostaje para su degradación. Para ello se debe reducir mecánicamente el tamaño de partícula y disponerse adecuadamente, captando el líquido lixiviado que se hace recircular nuevamente sobre la fracción dispuesta en pilas. Éstas deben airearse para evitar anaerobiosis (falta de oxígeno) en su interior, y controlar su humedad y temperatura. Si el compostaje se realiza en buenas condiciones, en aproximadamente un mes se tendrá el compost listo para terminar su estabilización biológica, y podrá ser comercializado posteriormente. Si se incorpora la fase de lombricultura, esta etapa puede durar al menos 3 meses. Al finalizar se tiene una reducción del 50% en peso del total de residuo orgánico.

Etapa III:

A partir de esta etapa se espera la clasificación diferenciada de los residuos en origen en las distintas fracciones que se mencionan abajo, considerando que la fracción orgánica recibe el mismo tratamiento que el descrito para la etapa II. Las distintas fracciones se recogerán una vez a la semana, salvo la fracción orgánica que será recogida dos o tres veces por semana, según el Municipio. Para esto se debe informar correctamente a la población de los días que se destinarán a cada fracción. Esta etapa incluye:

1. Reducción y desviación de la generación de residuos a través de distintas posibilidades de reciclaje. La desviación de fracciones se hará una vez asegurado el mercado correspondiente. Cada fracción será sometida a los tratamientos que se detallan a continuación:
 - Fracción orgánica: Compostaje y lombricultura, venta de abono.
 - Fracción vidrio: Lavado y acopio, posterior venta para su reciclado.
 - Fracción metales: Acopio y posterior venta de chatarra y aluminio.
 - Fracción papel: Acopio y posterior venta para reciclado.
 - Fracción plásticos: Campaña de disminución, acopio y aprovechamiento.
 - Fracción otros: Disposición en relleno sanitario.
2. Disminución de residuos generados que más impactan el ambiente cambiando conductas de consumo (pilas, tubos fluorescentes, envases de pinturas, insecticidas, etc.) para disminuir su consumo o disponiéndolos en forma adecuada.
3. Capacitación para generar micro emprendimientos regionales a través del reciclaje y rehúso con docentes de la UNSa.
4. Capacitación de Docentes de EGB y Polimodal
5. Concientización de la población respecto a la elección de productos no contaminantes, la reutilización y/o reciclaje de ciertas fracciones y la separación en fracciones de la basura en cada uno de los hogares
6. Control, monitoreo y apoyo por parte del Organismo de Aplicación.

Regionalización y Características de la disposición final:

Se regionaliza con el interés de optimizar el uso de recursos y los costos de operación en la disposición y tratamiento de los residuos. La sectorización para la gestión de residuos comprende regiones diferenciadas en su tratamiento principalmente. Según la complejidad en el manejo de los residuos, se tiene un relleno sanitario o un relleno sanitario manual. En la operación del relleno sanitario es necesario el uso de maquinaria pesada, pero el relleno sanitario manual emplea estas técnicas con herramientas manuales o maquinaria simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generación de residuos:

La fracción orgánica de los residuos municipales es propia de cada comunidad siendo su composición variada según distintos parámetros que inciden en la misma. La provincia de Salta presenta características identificatorias en su consumo de alimentos por poseer regiones con geografía y climas bien diferenciados, y hábitos que le son propios a cada una. Se proyectan en tabla 1 los porcentajes y cantidades de residuos estudiadas en 1994, de las distintas fracciones para comunidades urbanas y rurales (G. Plaza, et al., 1994), resaltando los datos correspondientes a los Departamentos con población superior a los 100.000 habitantes, donde el impacto es mayor.

Tabla 1: Proyección de población y generación de residuos por fracciones para el año 2005

Departamento	Población 2.000	Población 2.005	Generac. Residuos 2005 Ton/día	Vidrio Ton/día	Papel Ton/día	Metal Ton/d.	Plástico Ton/día	Otros Ton/d.	Orgánico Ton/día	Residuos Totales * Ton/día
Total Salta	1.067.347	1.183.025	591,512	72,782	63,291	34,606	39,978	63,86	316,994	835,481
Anta	42.605	44.168	22,084	3,2022	2,363	1,8551	1,8992	1,899	10,8653	26,5008
Cachi	6.692	6.939	3,469	0,503	0,3712	0,2914	0,2983	0,298	1,70675	4,1628
Cafayate	10.913	11.791	5,895	0,8548	0,6308	0,4952	0,507	0,507	2,90034	7,074
Capital	486.501	554.125	277,063	31,585	29,646	13,299	16,624	32,42	153,493	415,595
Cerrillos	23.882	25.918	12,959	1,8791	1,3866	1,0886	1,1145	1,114	6,37583	15,5508
Chicoana	16.079	16.556	8,278	1,2003	0,8857	0,6954	0,7119	0,712	4,07278	9,9336
Gral. Guemes	41.232	44.176	22,088	3,2028	2,3634	1,8554	1,8996	1,9	10,8673	26,5056
Gral. San Martín	131.831	146.030	73,015	8,3237	7,8126	3,5047	4,3809	8,543	40,4503	109,523
Guachipas	2.787	2.809	1,404	0,2036	0,1502	0,1179	0,1207	0,121	0,69077	1,6848
Iruya	7.186	7.965	3,982	0,5774	0,4261	0,3345	0,3425	0,342	1,95914	4,7784
La Caldera	4.339	4.473	2,236	0,3242	0,2393	0,1878	0,1923	0,192	1,10011	2,6832
La Candelaria	5.224	5.513	3,002	0,3996	0,2949	0,2315	0,237	0,237	1,35595	3,3072
La Poma	1.420	1.417	0,708	0,1027	0,0758	0,0595	0,0609	0,061	0,34834	0,8496
La Viña	7.105	7.392	3,696	0,5359	0,3955	0,3105	0,3179	0,318	1,81843	4,4352
Los Andes	5.787	6.208	3,104	0,4501	0,3321	0,2607	0,2669	0,267	1,52717	3,7248
Metán	36.813	37.939	18,969	2,7505	2,0297	1,5934	1,6313	1,631	9,33275	22,7628
Molinos	5.327	5.428	2,714	0,3935	0,2904	0,228	0,2334	0,233	1,33529	3,2568
Orán	124.348	137.659	68,829	7,8465	7,3647	3,3038	4,1297	8,053	38,1313	103,244
Rivadavia	23.788	25.193	12,596	1,8264	1,3478	1,0581	1,0833	1,083	6,19723	15,1152
R. de la Frontera.	30.499	32.984	16,492	2,3913	1,7646	1,3853	1,4183	1,418	8,11406	19,7904
Rosario de Lerma	31.445	34.272	17,136	2,4847	1,8336	1,4394	1,4737	1,474	8,43091	20,5632
San Carlos	7.314	7.559	3,779	0,548	0,4044	0,3174	0,325	0,325	1,85927	4,5348
Santa Victoria	14.230	16.511	8,255	1,197	0,8833	0,6934	0,7099	0,71	4,06146	9,906

* Incluye los residuos de plazas, espacios verdes y grandes generadores como mercados, supermercados, oficinas, etc.

Fuentes: INDEC, "Estimaciones de la Población por Departamento Periodo - 1.990 - 2.005" Serie Análisis Demográfico N° 8, Bs.As.1996. "Muestreo de Residuos Municipales Clasificados". G. Plaza, O. Pacheco, P. Robredo, A. S. Toledo. 1994. Actas XVII ASADES. Rosario.

Implementación del Sistema Regional de Gestión de Residuos:

Para llevar a cabo esta propuesta, es necesario implementar una experiencia piloto, habiéndose determinado realizarla en la Delegación Municipal Dragones y zonas aledañas, Municipio de Embarcación, Dto. Gral. San Martín, por manifiesta voluntad de las autoridades municipales del lugar. La misma, permitirá una adaptación del Programa de Gestión de Residuos según la región en particular. Se prevé que el cumplimiento de las etapas 2 y 3 dará lugar a una reconsideración de los sitios de disposición y/o tratamiento de residuos. En la primera etapa del programa, la totalidad de los residuos se destinarán al relleno sanitario. A partir de la segunda etapa, habrá una importante reducción de volumen de basura que se dispondrá en relleno sanitario como consecuencia del mejor aprovechamiento de las fracciones de residuos. La experiencia piloto permitirá diseñar con mayor apreciación las infraestructuras para el resto de la provincia. El tractor agrícola que surge de la propuesta, necesario para la recolección mecanizada, se utilizará también para operar el relleno sanitario incorporando accesorios de adaptación tales como cuchilla topadora y niveladora, cargador frontal, retroexcavadora y rodillo para compactar.

Un primer análisis de la densidad de población y de los caminos principales permite inferir la implementación mínima de veinte Rellenos Sanitarios Manuales (RSM) y nueve Rellenos Sanitarios de mayor complejidad (RS). El número definitivo de

Rellenos Sanitarios, surgirá del estudio pormenorizado que se efectuará en cada Departamento con la información que aporte cada Intendencia:

- En la Zona Norte, se prevé la implementación de cuatro RS y ocho RSM.
- En las Zonas de los Valles y Centro (excluyendo Salta Capital), se prevé la implementación de tres RS y cuatro RSM.
- En la Zona Oeste se prevé la implementación de cuatro RSM.
- En la Zona Sudeste se prevé la implementación de dos RS y cuatro RSM.

Transporte, maquinarias y herramientas de manejo:

La flota total necesaria para el transporte, disposición final y tratamiento para cada región comprende camiones de mediano porte, tractores agrícolas medianos y grandes provistos de accesorios seleccionados según el caso en particular de manera de alcanzar un rendimiento eficiente en la recolección y/o para el enterramiento sanitario. Es necesario asimismo contar con las herramientas manuales de campo como palas, picos, piones, rastrillos, etc. De igual manera se requerirá la vestimenta y equipamiento de seguridad del personal que desarrollará las tareas. Cada municipio presentará un informe pormenorizado del parque automotor existente, lo que influirá en el dimensionado del parque automotor necesario y de maquinarias final.

Principio de gradualidad:

La gestión integral de los residuos de la provincia de Salta (GIR) comprende aspectos técnicos diferenciados según las regiones naturales y costumbres de sus poblaciones. La sectorización para la gestión de residuos comprende regiones diferenciadas en su tratamiento principalmente. El Programa de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios de la Provincia, comprende tres etapas y se plantea siguiendo el principio de gradualidad definido en la Ley de Medio Ambiente de la Provincia de Salta N° 7070/99, ya que las etapas son consecutivas y dependientes de las anteriores, lo que permitirá un cambio de conducta gradual en el manejo de residuos hacia una disminución de la generación de residuos en las distintas regiones consideradas. Esta ley, trata en el Capítulo 2, artículos 105 al 112, en forma general el tema de los residuos.

A partir de la tercera etapa se alcanzará una importante reducción de la generación de residuos con la clasificación en origen de las distintas fracciones. Con ello se logrará la disminución de residuos generados que más impactan el ambiente cambiando conductas de consumo. Paralelamente se implementarán cursos de capacitación a la población para generar micro emprendimientos a partir de las distintas fracciones.

Disminución del efecto invernadero y ahorro de energía:

En tabla 1, se observa que un total de 835,481 Ton / día de residuos son dispuestos en la provincia de Salta, de los que el 50 % corresponde a la fracción orgánica, los que representan un potencial de 3.762 m³ biogás / día, ó 1.373.130 m³ biogás/año. El potencial del ahorro calórico que involucra esta fracción, es de 18.810.000 Kcal./día equivalentes a 2.090 m³ gas natural / día, ó 22.393 Kw-h / día, que representa el consumo de 3.359 familias tipo / día (fam/ día). Esta importante disminución de generación energética, provendría de la degradación biológica anaeróbica controlada, lo que da lugar a su vez a una disminución del Impacto por generación descontrolada de CH₄, pues sustituye a otra fuente con la generación de CO₂ por la combustión completa. En el trabajo se plantea la alternativa del compostaje, donde la disminución del calentamiento global con respecto a un enterramiento sanitario o vertedero a cielo abierto, es de un 45 % de las cantidades precedentes, llegando a los siguientes valores: Disminución potencial de 10.077 Kw-h / día, equivalentes al consumo de 1.511 fam/ día (tabla 2).

Tabla 2: Potencial ahorro energético que se lograría al reciclar todas las fracciones de la Provincia

Fracción	Producción Ton / día	Ahorro Energético Kw-h / día	Consumo equivalente N° familias
Orgánica	417,79	10.077	1.511
Papel	63,29	96.202	14.430
Plástico	39,98	13.214	1.982
Vidrio	72,78	1.296.830	194.524
Metales	34,61	241.338	36.200
Otros	207,03		
Total	835,48	1.657.661	248.647

De la fracción papel, se recolectan 63.291 Kg / día, que se deben enfardar para despacharse a un centro de reciclado. Al reciclarlo se ahorrarán 96.202 Kw-h / día equivalente al consumo de 14.430 fam/ día

De la fracción plásticos, se recolectan 39.978 Kg. / día, que se deben acondicionar para despacharse a un centro de acopio para su posterior traslado. El consumo energético en la fabricación del plástico virgen varía según el tipo del mismo entre 1,7 a 2,5 Tep/ton. Para la fabricación de granza producto del reciclado, varía entre 0,08 y 0,17 Tep/ton. Además, al reciclar se consume menos agua y menos sustancia tóxicas que para el pellets o granza virgen. Considerando que con la campaña de disminución, acopio y aprovechamiento, se pueda reciclar un 60 % de los plásticos, el ahorro energético aproximado, sería de 13.214 Kw-h / día, equivalentes al consumo de 1.982 fam/ día.

De la fracción vidrio, se recolectan 72.782 Kg / día, que se deben acondicionar para despacharse a un centro de acopio para su posterior traslado a la fábrica de envases en Buenos Aires. Si por cada tonelada de vidrio reciclado se ahorra un 40 % de energía, se ahorrarán 1.296.829,7 Kw-h / día equivalente al consumo de 194.524 fam/ día.

De la fracción metales, se recolectan 34.606 Kg / día, que se deben acondicionar para despacharse a un centro de acopio para su posterior traslado para venta de chatarra y aluminio. Considerando que por cada tonelada de acero reciclado se ahorra un

70 % de energía, se ahorrarán 185.283 Kw-h / día equivalente al consumo de 27.792 fam/ día. Por cada tonelada de aluminio reciclado se ahorra un 90 % de energía, se ahorrarán 56.052 Kw-h / día equivalente al consumo de 8.408 fam/ día.

Los beneficios energéticos se expresan en términos del ahorro en energía que se lograría al reciclar cada Ton de fracción recuperable de residuo en la Provincia. En tabla 2 se muestra este ahorro, medido en Kw-h por día (la producción de residuos es diaria) y su equivalente en consumo de energía eléctrica de una familia con una demanda promedio mensual de 200 Kw-h.

CONCLUSIONES

Las etapas previstas en este Programa de Gestión Integral de Residuos, requieren de un accionar organizado y permanente. Su seguimiento y apoyo conducirá al éxito del programa. Los beneficios ambientales y económicos son importantes: se reduce el impacto ambiental debido a una mejor disposición final de los residuos, se generan nuevos puestos de trabajo, se aprovechan las distintas fracciones seleccionadas reduciendo la generación de residuos, con la venta de abono y las demás fracciones se podrá mantener el proyecto con un mínimo aporte provincial, lo que redundará en un ahorro para cada municipio, se aprovechan los espacios verdes y se eliminan micro basurales, se incrementa el valor cultural de la región, y se disminuyen los gastos de salud al minimizarse el riesgo de enfermedades transmitidas por los vectores de la basura.

El ahorro energético medido en disminución del calentamiento global que se alcanzaría con la implementación completa del programa, es similar al consumo domiciliario de energía eléctrica de la provincia de Salta. El tratamiento biológico adecuado de las 417,79 Ton/día de fracción orgánica, evitará el desprendimiento de 3.762 m³ biogás/día, que representan 18.810.000 Kcal./día, equivalentes a 2.090 m³ gas natural / día, mientras que el tratamiento mediante compostaje, evitará un calentamiento global diario de 8.464.500 Kcal./día, equivalentes a 940,5 m³ gas natural/día. Sólo 207,03 Ton/día deben disponerse en enterramiento sanitario en los distintos departamentos de la provincia, en su mayor parte escombros y producto del barrido y mantenimiento de calles. La fracción peligrosa, incluida en esa cifra, será confinada por separado al ser segregada en origen, mitigando el impacto que genera. Los residuos hospitalarios no se incluyen en la propuesta.

El Programa es muy ambicioso y requiere de la firme decisión del gobierno de la provincia ponerlo en práctica y mantenerlo. El papel del Organismo de Aplicación es fundamental para el logro del cometido propuesto.

Con la política de Residuos implementada en la provincia, se estará realizando un importante aporte a la Proclama de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, por la que la promulgación de una legislación eficaz al respecto, asegurará un control de las emisiones de gases de efecto invernadero por los residuos domiciliarios.

ABSTRACT

It is proposed the Integral Domiciliary Solid Waste Management of Salta to revert mainly the urban and environmental conditions of hygiene in all the municipalities of the interior of the county, where the residuals prepare for the most part to open sky or in operated technically bad burials. It is also considered the effect hothouse that generates the organic fraction of those not well willing residuals for the constant elimination to the methane atmosphere and dioxide of carbon. It is proposed the energy use that you can reach when implementing the potential recycled of the different fractions.

The sectorization for the administration of solid waste understands regions differed in their treatment mainly. The program understands three stages and it will be developed following the gradually principle according to Law 7070/99, what will allow a change of behavior in the handling of residuals.

This work included a proposition of the Integral Domiciliary Solid Waste Management of Salta, its included the diagnostic, characterization, biological treatments, energetic tests and the legal system. The Environmental Secretary of Salta is agree with these government's projects.

Key words: Residuals, Environmental Management System, recycled, effect hothouse.

REFERENCIAS

- Ley 7070. Versión definitiva. (1999). Provincia de Salta.
- White, P., Franke, M. and Hindle, P. (1995). *Integrated Solid Waste Management*. Chapman & Hall. U.K.
- Lashof, D.A. and Ahuja, D.R. (1990). *Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming*. Nature 344, 529-531.
- Thorneloe, S.A. (1991). *US EPA's global climate change program – landfill emissions and mitigation research*. 3rd International Landfill Symposium. Sardinia, pp. 51-68. 1991.
- Perry and Green. (1984). *The Chemical Engineer's Handbook*, 6th edition. Mc Graw-Hill, New York.
- Waite, Richard. (1995). *Household Waste Recycling*. Earths can Publications Ltd. London.
- CEP – Centro Español de Plásticos. (1988). *Publicación anual*.
- Muñoz Sánchez, Alberto. (1980). *Residuos Sólidos Plásticos*. CIFCA - Madrid.
- Del Val, Alfonso. (1993). *Libro del Reciclaje*. Integral Monográfico N° 25. Agpograf. Barcelona, España.
- Diario El Tribuno de Salta. (2000). Publicación del 06 de agosto de 2000, página central.
- G. Plaza, O. Pacheco, P. Robredo, A.S.Toledo. (1994). *Muestreo de Residuos Municipales Clasificados*. Actas XVII ASADES. Rosario.
- INDEC, (1996). "Estimaciones de la Población por Dpto. Periodo 1.990 – 2.005" Serie Análisis Demográfico N° 8, Bs.As.
- Naciones Unidas (1994). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. 1994.