

VI Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2013
7 y 8 de noviembre de 2013

Centro Tecnológico de Desarrollo Regional
Facultad Regional San Rafael - Universidad Tecnológica Nacional
Los Reyunos, San Rafael, Mendoza, Argentina

**EVALUACIÓN DE UN PROYECTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO
MODELO DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Rissetto, Miguel Ángel¹, Sánchez, Graciela², Sozzani, Leticia³, Longo, Gustavo⁴

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda.

Avda. Mitre 750 (1870), Avellaneda, Buenos Aires, Argentina.

mrissetto@fra.utn.edu.ar – miquelrissetto@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la evaluación del proyecto GERSU “Gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) dentro de un complejo habitacional” (1) para comprobar su efectiva implementación en la Ciudad de Avellaneda.

Es muy importante mencionar que este proyecto propone un cambio total del paradigma de la recolección de los RSU, gestionando completamente dichos residuos dentro de las viviendas, y por lo tanto evitando la salida de los mismos a la vía pública.

En tal sentido se pretenden transformar los enormes costos económicos y ambientales -en permanente aumento- que demandan los sistemas actuales de recolección y disposición de residuos, en inversiones rentables que deriven hacia un nuevo sistema auto sustentable y mucho más amigable con el ambiente.

Para una correcta solución de esta problemática, en el proyecto se procedió primero a resolver -entre otros- a los tres aspectos fundamentales del nuevo modelo GERSU: la separación en origen, el aprovechamiento energético y la recolección de los productos resultantes, todo esto siempre dentro de las viviendas.

Resueltos ya estos temas, en el presente trabajo se estudian todos los costos que involucran la gestión actual de los RSU en la República Argentina y en el mundo, se analizan los costos de las diferentes alternativas adoptadas para el nuevo sistema propuesto, y con estos datos se realiza la pre factibilidad técnico-económica para la implementación efectiva del nuevo modelo y sus posibles variantes (2), focalizándonos en nuestro país, y en especial en las Ciudades de Avellaneda y Buenos Aires.

Palabras Claves: RSU, costo económico y ambiental, sistema auto sustentable, ambiente

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación económica que realizamos en el presente trabajo es sobre el proyecto “Gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) dentro de un complejo habitacional” (1), una investigación que se está hoy en su segunda etapa de desarrollo en la Universidad Tecnológica Nacional, y que en adelante denominaremos “GERSU”.

“GERSU” –por Gestión de Residuos Sólidos Urbanos- es una propuesta que pretende generar un cambio total en el paradigma actual de la recolección de los residuos sólidos urbanos –RSU- en nuestras ciudades, buscando implementar un sistema que evite la salida diaria de los mismos a la vía pública, aprovechando además la energía de los mismos para las viviendas.

Todos sabemos de las complicaciones que trae aparejada la “basura” a nivel mundial, y su recolección y tratamiento, especialmente en las ciudades importantes.

Para mostrar panorama del tema, transcribimos los siguientes comentarios:

-“El planeta produce más de 2 billones de toneladas de RSU anuales.”

-“Treinta mil toneladas de basura en la calle. Eso se vió en 2008 y en 2010 en la región de Campania (Nápoles). Los ojos están puestos en la mafia napolitana que estaría detrás del millonario negocio de la gestión de residuos.”

-“París en 2000 comenzó la separación de residuos. El 90% de las casas esta equipado con recipientes para basura no reciclable y reutilizable. El 70% posee un tercero para el vidrio. Pese a esto solo el 15% de la basura es reconvertido.”

-“En EEUU se generan un promedio de 2,08 kg por habitante por día. En San Francisco y Chicago se producen 7 kg por persona.”

(Emilse Pizarro, Bs. As. (26/12/2010) ¿Que haremos con la basura?. *Diario La Nación*).

Si nos enfocamos en la realidad de la República Argentina tenemos el ejemplo de la Ciudad de Buenos Aires, donde se dice:

-“El porteño –habitante de la CABA- genera más de 1 kg/día por persona. La CABA genera al día más de 5000 toneladas diarias.”

-“En 2009 la CABA enterró 1847748 toneladas. Cada vez se entierra más basura cuando la ley obliga a que sea menos cada año.”

-“El relleno sanitario Norte III recibe casi 17mil toneladas diarias de desperdicios, de los cuales 5 mil son de la CABA, y se calcula que colapsará en 2 años. No se vislumbra apertura de nuevos rellenos sanitarios. El tacho de basura de la Ciudad de Buenos Aires esta en las afueras.”

(Emilse Pizarro, Bs. As. (26/12/2010) ¿Que haremos con la basura?. *Diario La Nación*).

Como consecuencia de esto, en la actualidad entre la Ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires se recogen diariamente más de 15.000 toneladas de basura que son transportados en camiones -más de 3000 diarios- hacia los centros de disposición, generando enormes inconvenientes entre los que se destacan: enfermedades profesionales y accidentes en los recolectores de residuos, trastornos y accidentes de tránsito, contaminación ambiental y pérdida de recursos no renovables, entre otros efectos del sistema de recolección actual. (Rissetto Miguel A. et al; Bs. As. (2010); La recolección de los residuos sólidos urbanos mediante camiones y las consecuencias físicas que padecen sus operarios. *Rumbos Tecnológicos*. Vol 2 ISSN (versión impresa) 1852-7698 (versión en línea) 1852-).



Figura 1 Imagen de 24 hs. de paro de los recolectores de basura en la Ciudad de Buenos Aires. (*Diario “El Cronista”* 6/7/11)

Para hacer más gráfica aún la situación, si alineamos los 3000 camiones que transportan diariamente los RSU de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires –CABA- y del Gran Buenos Aires, y los colocamos uno a continuación de otro, tendremos una fila de 20 kilómetros de largo. Y esto - como se dijo- se repite diariamente durante todo el año y todos los años.

Además de los evidentes trastornos de tránsito vehicular y polución que representa la recolección de los RSU, tenemos además que considerar el gasto diario “irrecuperable” que esto significa. Al respecto se dice:

-“Los costos de estos servicios varían de 5,00 a 17,00 dólares por tonelada, según la distancia de acarreo. Los costos actuales en los Estados Unidos fluctúan entre 15 y 25 dólares.”

-“La mayoría de las ciudades con más de un millón de habitantes cuenta con estaciones de transferencia que tienen diseños con ligeras variantes. Los camiones recolectores descargan la basura directamente en grandes remolcadores que transportan cargas grandes hasta la disposición final. Estos remolcadores que usualmente no tienen compactación, a veces reciben desechos compactados como en las estaciones de transferencia de Bogotá y Buenos Aires”

(Ing. Luiz Antonio Bertussi Filho Prof. Nicolau L. Obladen, Brasil (1999). Recolección selectiva de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Cascavel, Paraná, Brasil. *REPAMAR* 2da Fase).

Esta visto entonces los crecientes costos que implican hoy para todo municipio urbano la recolección de sus residuos mediante los métodos tradicionalmente empleados. Para mas abundamiento se informa el gasto anual de recolección de la basura de la Ciudad de Buenos Aires, y las discusiones que este gasto genera: “Según el Presupuesto 2012, aprobado por la Legislatura a principios de año, la comuna contó con 1838 millones de pesos (N de A: equivalentes en ese entonces a 402 millones de dólares estadounidenses) para sostener el contrato de recolección de basura, pero para 2013 planea llevar ese mismo programa 2900 millones de pesos (N de A: equivalentes a 558 millones de dólares estadounidenses), con un aumento interanual de 1062 millones de pesos, es decir, un incremento del 52 por ciento.” (Claudio Mardones, Bs. As., (24/10/2012), Macri aumenta 1000 millones los gastos por la recolección de residuos. Diario Tiempo Argentino).

Pero además, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires tiene que afrontar el gasto de indemnización de los accidentes y enfermedades de empleados de la recolección de basura:

“...los 1838 millones de 2012 no incluyen los otros 220 millones de pesos (N de A: equivalentes en ese entonces a 48 millones de dólares estadounidenses) que la Legislatura porteña aprobó a principios de julio (...) para indemnizar a los trabajadores de las empresas recolectoras, un viejo reclamo del Sindicato de Camioneros...” (Claudio Mardones, Bs. As. (24/10/2012). Macri aumenta 1000 millones los gastos por la recolección de residuos. Diario Tiempo Argentino).

Según estos datos, podemos considerar que el gasto de la Ciudad de Buenos Aires del año 2012 para la recolección de los residuos por habitante fue de \$686 (\$1838 millones + \$220 millones / 3 millones de habitantes (17)) y que llegaría a ascender hasta \$966 por año y habitante en 2013.

A fin de resolver semejantes inconvenientes, nuestro nuevo sistema “GERSU” considera fundamentalmente los siguientes aspectos para tratar dentro de las viviendas:

- la separación de los RSU en origen,
- el tratamiento de los RSU orgánicos mediante un biodigestor,
- el aprovechamiento energético de los RSU orgánicos –gas metano y energía eléctrica-,
- el acopio de los RSU inorgánicos y su eventual separación y clasificación –en reciclables o reutilizables-,
- la recolección del compost resultante del biodigestor y la recolección de los residuos inorgánicos, ambos cada 10 días o más.

Es de destacar entonces que con esta nueva propuesta GERSU la recolección ya no será diaria, y se recogerán fundamentalmente el compost producido por los biodigestores y los materiales inorgánicos separados, ambos imputrescibles. Estos ya no tienen características de “residuos”, sino que pueden considerarse “productos”, por lo que la frecuencia de recolección dependerá solo de la capacidad de acopio de los mismos en las viviendas donde son generados.

En tal sentido y con los antecedentes y estudios realizados, se determinan a continuación los impactos positivos que tendrá el nuevo modelo de gestión integral de los RSU propuesto, y que luego procederemos a valorizar económicamente:

- Disminuir considerablemente los inconvenientes de tránsito que provocan la circulación de los camiones recolectores de residuos y su personal.
- Disminuir los accidentes de tránsito que provoca la actividad de recolección de residuos en la vía pública, tanto a los operarios como a los peatones y vehículos de todo tipo.
- Disminuir la contaminación ambiental y visual generada por los residuos que se acumulan en la vía pública.
- Evitar las inundaciones provocadas por las bolsas de residuos depositadas en la vía pública que generan obstrucción los desagües pluviales de la en días de lluvia.
- Disminuir considerablemente la contaminación y la polución ambiental que genera la circulación de los camiones recolectores, con el consecuente ahorro de energía.
- Mejorar las condiciones de trabajo del recolector de residuos sólidos urbanos producidas por el contacto directo del operario con los residuos.

- Disminuir la cantidad de los sitios destinados a disposición final de los residuos sólidos, evitando en consecuencia ese foco de contaminación ambiental y la falta de los espacios destinados a tales fines.
- Reducir la producción de residuos en todos sus aspectos.
- Separar mediante un sistema efectivo los diferentes tipos de residuos sólidos para facilitar su tratamiento y reciclado.
- Generar energía proveniente de los residuos mediante la tecnología disponible dentro de las viviendas para ser aprovechada por estas mismas viviendas, sirviendo esto como un incentivo para el funcionamiento del sistema.
- Obtener materiales reciclados o reutilizables provenientes de los residuos urbanos, que deriven en un beneficio económico –empleo de mano de obra no calificada- y ecológico a para la sociedad.
- Generar nuevos y diversos sistemas de gestión y tratamiento de los residuos urbanos –a nivel de particulares, de empresas y de organismos- adaptándolos a las diferentes tipologías edilicias presentes y futuras.
- Aprovechar los sistemas de desagües actuales de nuestros edificios y ciudades para canalizar los mínimos desechos no contaminantes que puedan generarse en el proceso de tratamiento de los residuos.
- Diseñar y producir en nuestro país la tecnología que dispone el mundo en la gestión y tratamiento ecológico de residuos, ocupando y generando mano de obra mas calificada, proveniente de los recolectores de residuos y de los cartoneros, beneficiando de este modo las condiciones laborales y calidad de vida de los mismos.
- Producir materiales provenientes del reciclado de los residuos sólidos urbanos, tendiendo a disminuir el consumo y deterioro de los recursos naturales.
- Transferir el enorme costo que tiene el transporte y la disposición final de los residuos hacia la implementación de un sistema más eficaz a nivel social y ambiental, y más eficiente a nivel económico. Actualmente el sistema de recolección de residuos que se utiliza en nuestro país implica el retiro de los residuos depositados en canastos o contenedores de la vía pública –o directamente en la acera-, sin ningún tipo de clasificación o tratamiento, y se depositan en rellenos sanitarios.

2. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA

El sistema denominado GERSU –Gestión integral de RSU- se implementará en un complejo habitacional de 100 viviendas unifamiliares –para 4 personas cada una, de planta baja y primer piso- distribuidas en una manzana localizada en la Ciudad de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires.

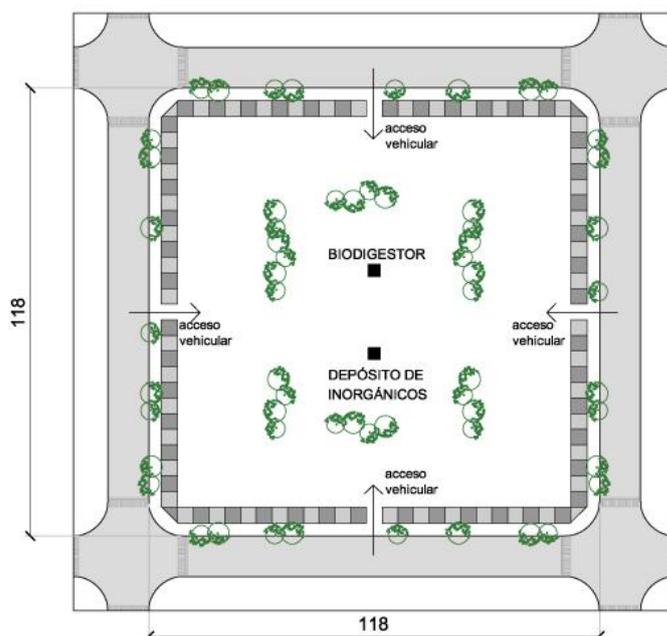


Figura 2 Esquema en planta del Complejo Habitacional de Viviendas

Se consideró como primera medida resolver la separación de los RSU orgánicos e inorgánicos en origen, sin confiar en que esta acción la realice totalmente el ser humano sin ninguna asistencia. Esto es porque al momento no existe una adecuada cultura al respecto, y porque además se₄

consideró posible que con los adelantos técnicos actuales se podía facilitar y mejorar esta tarea en principio poco agradable.

En tal sentido se investigó sobre la existencia de métodos y sistemas de separación mecanizada, encontrándose que la gran mayoría de los sistemas existentes manejan residuos a gran escala, en importantes centros de tratamiento ubicados generalmente en la periferia de las grandes ciudades. Estos grandes centros se ocupan de separar los residuos orgánicos para su aprovechamiento energético mediante distintos métodos, y también los inorgánicos para ser reutilizados o reciclados. Los sistemas que utilizan combinan procesos mecánicos y químicos, más o menos avanzados y complejos, ayudados casi siempre –como sucede en la Argentina- por operarios constituidos en cooperativas que separan y clasifican los RSU.

En cuanto a equipos efectivos para separar menores volúmenes de RSU—como para utilizar por ejemplo en una vivienda- no hay grandes avances, y los que pueden encontrarse no pasan hoy de ser prototipos u objetos de estudio, dada la complejidad de la separación automática y los costos involucrados.

Viendo entonces que no hay gran desarrollo efectivo en este campo, decidimos enfocarnos a resolver este problema y dedicarnos a diseñar nuestros propios equipos de separación de RSU.

En tal sentido decidimos abordar dos alternativas, con dos modelos que se encuentran en etapa de experimentación. (Ver Proyecto: Gestión, tratamiento y aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos en el interior de las viviendas. UTN FRA Cód. ECUTNAV1372)

La primera alternativa es un equipo que intenta separar automáticamente los RSU en orgánicos e inorgánicos, que se lo ha denominado SARSU (Separador Automático de RSU). Como este equipo resulta complejo y costoso, se decidió como se dijo trabajar en otra alternativa más sencilla y económica, en donde la separación en RSU orgánicos e inorgánicos la realiza el ser humano, pero que mediante detectores garantiza que esta separación sea correcta. A este se lo llamó REDERSU (Recipiente Detector de RSU).

Considerando entonces que contamos con los RSU separados, se decidió que el mejor sistema para el tratamiento de los RSU orgánicos sería utilizando biodigestores.

El biodigestor consiste en una especie de tanque muy sencillo y económico de construir, en donde se deposita el residuo orgánico. Este residuo se transforma con el tiempo -mediante un proceso anaeróbico- en gas metano –que puede generar energía eléctrica-, compost –abono para la tierra- y agua.

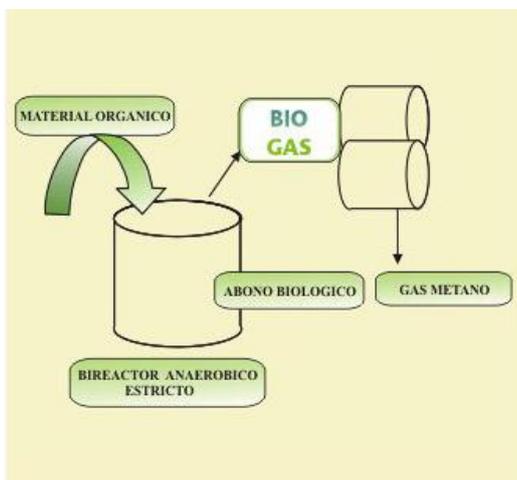


Figura 3 Los RSU orgánicos y la generación de energía mediante el biodigestor

Los biodigestores están muy probados en las viviendas rurales, donde aprovechan la energía de los residuos orgánicos -provenientes de las comidas y las heces del ganado- transformándolo en biogás que se utiliza para calefacción, o para generar electricidad.

De tal modo, y para esta propuesta –consistente en una tipología edilicia que se desarrolla horizontalmente-, se decidió ubicar al biodigestor en centro –pulmón- de la manzana, y hasta allí llegarán los RSU ya separados, trasladados desde las viviendas -ubicadas en la periferia del complejo habitacional – por el encargado o por los residentes.

Luego, el compost resultante de los RSU orgánicos se extraerá cada 20 días aproximadamente del biodigestor mediante mangueras de camiones atmosféricos (que podrán ser camiones recolectores de residuos adaptados).

En cuanto a los RSU inorgánicos, estarán depositados también en el centro de la manzana, en un recinto construido a tal efecto, y se programará su retiro en un ciclo similar, de 20 días aproximadamente.

Queda claro que este modo se evitará la recolección diaria de RSU, y también que estos ya no saldrán ni permanecerán en la vía pública. Lo que se transportará cada veinte días serán

“productos” con valor agregado, no contaminantes, y se evitarán entonces -entre otros problemas- el acumulación de “basura” en las calles y sus indeseables consecuencias.

Por último, el gas metano producido por el biodigestor se acumulará en un tanque tipo garrafa, y se transformará en energía eléctrica para alimentar la iluminación de los espacios comunes del complejo de viviendas, y el agua se desagotará por cañerías que van desde el pulmón de manzana hasta la red de cloacas.

Es importante mencionar que una alternativa estudiada en el GERSU –pero no incluida en este trabajo- para tratar los RSU y aprovechar su energía es el “Convertidor por arco de plasma”.

Estos son equipos que mediante un método muy sofisticado -denominado pirólisis- procesan todo tipo de basura recuperando la energía y generando como residuos resultantes unos cristales que son utilizados como materiales de construcción.

La razón de la no inclusión de este equipo en el presente trabajo es que su proceso de pirólisis está considerado en nuestro país –y en muchos de los países del mundo- como “quema” y por lo tanto “contaminante”. Si bien esto se encuentra actualmente en discusión, la conocida como “Ley de basura cero” de la Ciudad de Buenos Aires de nuestro país prohíbe su uso. En tal sentido y como nuestra propuesta se basa en un sistema totalmente amigable con el medio ambiente, se ha decidido descartar por el momento la utilización de este método.

En cuanto a la menor actividad que tendrán los camiones recolectores y sus operarios, esta será compensada ya que los mismos se utilizarán para realizar la construcción de los biodigestores, la fabricación de los equipos SARSU y REDERSU, la extracción del compost y su comercialización, el retiro y venta de los inorgánicos –reciclables y/o reutilizables-, la limpieza y mantenimiento de todo el sistema –biodigestores, equipos SARSU y REDERSU-, y demás tareas sucedáneas.

En tal sentido este proyecto plantea que las empresas recolectoras actuales continúen gestionando muchos de los aspectos de la nueva propuesta –en conjunto con el Municipio-, destacando que la necesaria reconversión de los operarios para realizar las nuevas tareas arriba mencionadas, devendrá en actividades laborales más calificadas y mucho menos peligrosas, que seguramente beneficiarán a toda la comunidad.

Con referencia a los diferentes tipos de RSU secos o inorgánicos –papeles, plásticos, vidrios, metales, etc.- estos serán separados y clasificados, en los centros de tratamiento o disposición, también por personal recolector de las empresas y/o por los comúnmente denominados “cartoneros”.

Como para destacar, una premisa de diseño -ventaja y condición- planteada para ambos equipos de RSU es la detección temprana y separación de las pilas cuando son descartadas. Así se evitaría todo contacto con el agua y con la tierra, impidiendo la consabida y enorme contaminación que estas producen.

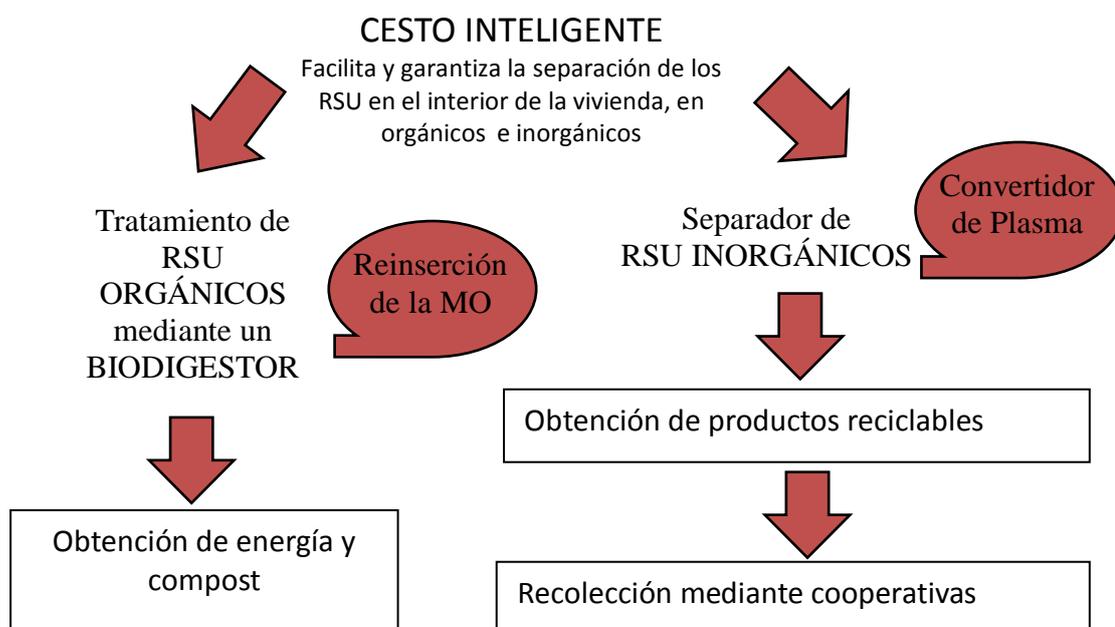


Figura 4 Sistema GERSU propuesto. Nota: El convertidor de plasma se incluye como muestra en el sistema, pero su uso no se considera en el presente trabajo.

3. EVALUACIÓN DEL PROYECTO “GERSU” PARA EL COMPLEJO DE VIVIENDAS

Una vez descriptas las características generales del proyecto “Gestión, tratamiento y aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos en el interior de las viviendas” (Disp. 6

SCTyP UTN Nº 64/13), se procedió a avanzar con las estimaciones y cálculos de costos para evaluar la factibilidad de la propuesta.

3.1. Metodología empleada

Se recolectó y analizó información de publicaciones y trabajos de investigación. Esta tarea se orientó básicamente hacia:

- Cantidades y composición de los RSU.
- Energías alternativas con utilización de RSU.
- Valores económicos de recuperación de RSU reciclados.
- Costos de la recolección de RSU con métodos tradicionales.
- Proyección de costos con el uso del nuevo sistema y metodología propuestos.
- Sistemas de gestión y tratamiento de RSU
- Generación de energía mediante los RSU
- Procesamiento de los RSU para separarlos en orgánicos e inorgánicos.

Con toda esta información se realizó el estudio de pre factibilidad para la Ciudad de Avellaneda a fin de evaluar la implementación del proyecto a modo de prueba piloto en dicha Ciudad.

3.2. Análisis de pre factibilidad del sistema GERSU en un complejo habitacional de la Ciudad de Avellaneda

Avellaneda es una ciudad del sur de la Pcia de Buenos Aires, que tiene 340.985 habitantes según el último censo del año 2010. Se estima que la cantidad de RSU que genera es de 1,023 Kg/habitante por día, haciendo un total de 347.804,7 Kg por día en la ciudad o lo que es lo mismo que 126.948.715,5 Kg al año. De esta cantidad el 44% constituye materia orgánica. (Información obtenida de "Diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos municipales y peligrosos en Argentina", de Atilio Armando Savino, Trabajo encomendado por la representación local de la Organización Panamericana de la Salud).

De este total se estima que un 10% - 34.780 kg/día o 12.694.872 Kg/año- no son recolectados en tiempo y forma. Esto se debe a que: la basura no es sacada a la calle en el horario correspondiente, o que los residuos que no son colocados debidamente en bolsas, o porque la capacidad de los contenedores está colapsada (en las 3 horas permitidas para su deposición). Esta realidad trae aparejados un sinnúmero de inconvenientes, entre otros, que se tapen las bocas de tormentas o que se transformen en focos de atracción para roedores que propaguen enfermedades. (10)

A continuación se realiza el cálculo de pre factibilidad del sistema, pero sin incluir en esta etapa a los equipos SARSU y REDERSU, dado que están en etapa de experimentación y su costo no está definido aún.

3.2.1. Costos cuantificables aproximados de residuos en Avellaneda, por año.

-Gastos en recolección, traslado y disposición final actual en Avellaneda	29.577.978 \$/Año
-Costos por agotamiento de recursos naturales y degradación ambiental	303.528 \$/Año
-Costos por degradación de suelos	88.555 \$/Año
-Costos por contaminación de aguas	87.306 \$/Año
-Costos por el indebido manejo de los residuos sólidos urbanos	50.835 \$/Año
-Costos por reparación de daños a la salud humana	2.424.404 \$/Año
COSTOS TOTALES (1)	32.532.605 \$/Año

Nota: El gasto de recolección en Avellaneda se calcula así: 341000 habitantes x 1,023 Kg/día = 349.000 kg/día (ó 349 Ton/Día). Esto es igual a 127.000 Ton/Año (365 días) x 232.90 \$/Ton = 29.577.978 \$/Año. Datos obtenidos, consultar referencia (14)

3.2.2. Costos insalvables aproximados de residuos en Avellaneda, por año

-Gastos en recolección, traslado y disposición final de rechazos	11.831.191 \$/Año
-Costos por agotamiento de recursos naturales y degradación Ambiental de residuos de rechazo	121.411 \$/Año
COSTOS INSALVABLES TOTALES (2)	11.952.603 \$/Año

Nota: Datos obtenidos, consultar referencia (15)

3.2.3. Beneficios aproximados de aprovechamiento de residuos en Avellaneda, por año

-Ingresos totales por venta de compost y ahorro de energía	29.511.940 \$/Año
BENEFICIOS POR HABITANTE (3)	87 \$/Año
-Ingresos totales por venta de compost y ahorro de energía	10.942.535 \$/Año
BENEFICIOS POR HABITANTE (3)	32 \$/Año

Notas: Se generan 313.024,23 Kg de basura de la cual el 44% corresponde a materia orgánica siendo así el total recolectado de RSU son 137730,66Kg/día, al compactarse representa un 60%₇

en peso (82638,39 Kg/día) o un equivalente a un 80% en volumen (110.184,53m³). En el proceso de compost se reduce a la tercera parte haciendo un total de 27546,13Kg/día, o 36.738,17 m³ que si se relaciona con la energía generada de a 7580 kcal equivalen a 1 m³ de gas o 8816Kwh. Si se piensa en la venta del compost el bolso de 50 dcm³ se vende en el mercado a un valor de 41\$, obteniéndose entonces 27546,13/50dcm³ o 550,92 que hace un total de 22587,83 \$/día = 8244557,379 \$/anuales.

3.2.4. Costo total actual de gestión de RSU en Avellaneda, por año y habitante

-Costo total en Avellaneda (totales 3.2.2 + 3.2.1)	44.485.208 \$/Año
-Total de habitantes	340.985 Habitantes
-COSTO POR HABITANTE	130 \$/Año por habitante

3.2.5. Inversión para el sistema GERSU en un complejo habitacional de 100 viviendas

En este cálculo se dan los valores estimados para las diversas instalaciones. No se incluyen aquí los costos de los equipos SARSU ni REDERSU.

-a-Costo de biodigestor (1)	\$ 40.000
-b-Costo del recinto para acopio de inorgánicos (2)	\$ 40.000
-c-Costo de instalación sanitaria, eléctricas y varios (3)	\$ 100.000
TOTAL DEL SISTEMA	\$ 180.000
TOTAL POR HABITANTE (\$180.000 / 400 HAB)	\$ 450 por habitante

Nota: Este costo resultante es aproximado y a considerar por única vez, al momento de la implementación del sistema. Incluye materiales y mano de obra a valores de referencia calculados según la Revista Vivienda del mes de agosto de 2013, que se transcriben abajo.

(1) Biodigestor Rotoplast 1300 lts	cant: 8	\$ unitario: 4.400	\$ total: 35.200
Montaje y traslado			\$ total: 4.800
COSTO TOTAL BIODIGESTOR			\$ 40.000
(2) Construcción de recinto cerrado sup. aprox. 9m ² y 2.6 m de altura libre			
Zapata de fundación	ml 12	\$ unitario: 820	\$ total: 9.840
Mampostería de ladrillo portante	m ² 31	\$ unitario: 290	\$ total: 8.990
Revoques completos	m ² 62	\$ unitario: 163	\$ total: 10.106
Contrapiso y carpeta	m ² 9	\$ unitario: 172	\$ total: 1.548
Cubierta de chapa completa	m ² 11.50	\$ unitario: 200	\$ total: 2.300
Carpintería metálica de acceso	u 1	\$ unitario: 3.000	\$ total: 3.000
Ventilación	gl 1	\$ unitario: 1.500	\$ total: 1.500
Instalación eléctrica para ilum.	gl 1	\$ unitario: 2.716	\$ total: 2.716
COSTO TOTAL RECINTO INORGÁNICOS			\$ 40.000
(3) Instalación sanitaria			\$ total: 15.000
Instalación eléctrica			\$ total: 15.000
Equipo transformador de gas en energía eléctrica			\$ total: 70.000
COSTO TOTAL INSTALACIONES			\$ 100.000

No se incluyen los gastos por el mantenimiento y los beneficios del sistema, que figuran aparte. No se incluyó en este cálculo ni al SARSU ni al REDERSU, que están aún en experimentación, y cuyo uso no altera esencialmente el funcionamiento del sistema.

Para el costo del equipo transformador de energía ver referencia (16)

3.2.6. Gasto de recolección de residuos, por año

-Costo actual en Avellaneda (312 días recolección al año)	130 \$/Año por habitante
-Costo con sistema GERSU (1 día por semana = 52 días /año)	22 \$/Año por habitante

Si bien GERSU considera la recolección cada 20 días, se estima que el mantenimiento del sistema requerirá una circulación semanal de los camiones para diversos fines.

3.2.7. Resumen y pre factibilidad del sistema GERSU

AÑO 1:

-Inversión por Instalaciones (5-1)	-450 \$ (solo en el 1er año)
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro gasto sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficio 2 = ahorro aprovechamiento energía y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 1. Beneficios - Inversión - gastos	-310 \$/Año/Hab.

AÑO 2:

Déficit Año 1 (sin intereses)	-310
Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32

TOTAL AÑO 2	-170 \$/Año
AÑO 3:	
Déficit Año 2 (sin intereses)	-170
Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32
TOTAL AÑO 3	-30 \$/Año
AÑO 4:	
Déficit Año 3 (sin intereses)	-30
Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32
TOTAL AÑO 4	110 \$/Año

Nota: no se calculan intereses dado que pueden conseguirse créditos muy favorables por las características sustentables del proyecto para el medio ambiente, y porque tampoco se consideran los beneficios ambientales y sucedáneos resultantes.

Podemos notar que al promediar el 4to año -luego de implementado el nuevo GERSU- el sistema comienza a arrojar beneficios económicos y el sistema comienza a ser totalmente autosustentable, y superavitario económicamente. A partir del 5to año -ya implementado completamente el sistema GERSU, y ya sin los gastos que implican para el municipio el sistema de gestión de los RSU tradicional- los beneficios económicos para el municipio -estimados solo para este complejo habitacional- oscilan los \$/hab. 10 por año (\$/año/hab 32 - \$/año/hab 22).

En resumen, se pasa de un gasto actual por gestión de RSU de -\$130 a un ingreso de \$/hab 10 por venta de compost y aprovechamiento de energía. El beneficio total entonces para el Municipio utilizando GERSU y comparado con el sistema actual es de \$/hab 130 (ahorrados) + \$/hab 10 (ingreso) = \$/hab 140 por año, o sea que proyectado para toda Avellaneda, el cambio del modelo de gestión implica un ingreso de casi \$47.740.000 anuales para el Municipio.

3.2.8. Pre factibilidad del sistema GERSU utilizando los equipos SARSU y REDERSU

Este cálculo se realiza para tener un panorama de la implementación completa del sistema GERSU tal como fue concebido, incluyendo por lo tanto los dos equipos –SARSU y REDERSU- ya descriptos.

Vamos a trabajar directamente con los precios totales para estos equipos experimentales, obtenidos hasta el momento según nuestros diseños y estimaciones. No se considera relevante para el presente trabajo dar el listado de componentes de estos equipos y el detalle de como se obtuvieron los mencionados costos. Estos datos se encuentran en el informe final del proyecto “Gestión, tratamiento y aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos en el interior de las viviendas” (Proyecto UTN Cód. ECUTNA 1372).

En tal sentido, el precio total del prototipo equipo SARSU diseñado es de U\$S 10231 (diez mil doscientos treinta y un dólares EEUU, o sea \$ 60.000), y este es el valor tomado para nuestro cálculo. Igualmente, la ecuación en la realidad será más favorable dado que se puede considerar que por su producción industrializada el costo del SARSU se podría reducir un 50% (\$30.000).

Por otro lado, el precio total del prototipo REDERSU es de U\$S 3550, o sea aproximadamente \$20.000, y con igual criterio podríamos considerar que este valor -luego de producido en serie- bajaría a \$10.000.

Es importante aclarar que ambos equipos inicialmente se pensaron para ubicar en el centro de la manzana, compartiéndose entonces entre los 400 habitantes del complejo habitacional.

Avanzando con el proyecto, se consideró más apropiado trabajar en una opción con el SARSU para separar los RSU de todo el complejo de viviendas, mientras que la otra alternativa definida es utilizar el REDERSU –de tecnología más sencilla- en cada una de las cocinas de las viviendas.

En tal sentido, este REDERSU “familiar” diseñado por nuestro grupo de investigación se colocaría en cada un de las cocinas de las viviendas. El precio resultante de este equipo mucho mas pequeño es de aproximadamente \$ 2.000.

3.2.8.1. Pre factibilidad del sistema GERSU con SARSU

Este equipo se colocará próximo al biodigestor. En tal sentido, todos los residuos del complejo habitacional ingresaran primero al SARSU –Separador automático de RSU- para que este los separe adecuadamente, garantizando la separación correcta entre los RSU orgánicos e inorgánicos, para que estos puedan depositarse ya sea en el biodigestor o en el recinto de inorgánicos. De este modo, el costo del equipo SARSU se divide entre las 400 personas del complejo habitacional.

AÑO 1

-Inversión para el equipo SARSU	-150 \$ (solo Año 1)
-Inversión por Instalaciones (5-1)	-450 \$ (solo año 1)
-Gasto por Recolección y mantenimiento (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento SARSU	-11 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32 \$/Año
TOTAL AÑO 1 (Inversiones + gastos +beneficios)	-503 \$/Año/Hab.

Nota: El costo estimado del equipo SARSU -de \$60.000- se divide entre las 400 personas del complejo habitacional.

El gasto por el mantenimiento del SARSU se estima a una asistencia quincenal por eventualidades.

AÑO 2:

-Déficit Año 1 (sin intereses)	-503 \$/Año
-Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento SARSU	-11 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32 \$/Año
TOTAL AÑO 2	-406 \$/Año

AÑO 3:

-Déficit Año 2 (sin intereses)	-406 \$/Año
-Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento SARSU	-11 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32 \$/Año
TOTAL AÑO 3	-277 \$/Año

AÑO 4:

-Déficit Año 3 (sin intereses)	-277 \$/Año
-Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento SARSU	-11 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32
TOTAL AÑO 4	-51 \$/Año

AÑO 5:

-Déficit Año 4 (sin intereses)	-51 \$/Año
-Gastos por mantenimiento	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento SARSU	-11 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficio 2 = ahorro por aprovechamiento energía	32
TOTAL AÑO 5	78 \$/Año

Podemos notar que al promediar el 5 año -luego de implementado el nuevo GERSU- el sistema comienza a arrojar beneficios económicos, que al finalizar son de \$/Año 78 por habitante, comenzando a ser totalmente autosustentable, y superavitario económicamente.

Luego, a partir del 6to año -ya implementado completamente el sistema GERSU, y sin los gastos que implica para el municipio el sistema de gestión actual de los RSU tradicional- los beneficios económicos para el municipio -estimados solo para este complejo habitacional- oscilan los \$/hab 1 por año (\$/año/hab 32 - \$/año/hab 22 - \$/Hab 11), por lo que puede suponerse que el sistema quedaría en equilibrio.

En resumen y comparando la situación del GERSU con la de estos momentos, se pasa de un gasto actual por gestión de RSU de -\$130 a un ingreso de \$/hab 1 por venta de compost y aprovechamiento de energía. El beneficio total entonces para el Municipio utilizando GERSU y comparado con el sistema actual tradicional es de \$/hab 130 (ahorrados) + \$/hab 1 (ingreso) = \$/hab 131 por año, o sea que proyectado para toda Avellaneda, el cambio del modelo de gestión, colocando además equipos separadores de residuos implica un ingreso aproximado de \$44.671.000 anuales para el Municipio.

3.2.8.2. Pre factibilidad del sistema GERSU con REDERSU

Como se explicó, este equipo REDERSU, está diseñado para colocar dentro de cada vivienda, en las cocinas. En tal sentido el costo obtenido del equipo y a aplicar en los cálculos es de \$ 2.000, que debe multiplicarse por las 100 viviendas y que nos da una inversión total para el complejo de \$200.000, o lo que es igual a 500\$/Hab.

Se considera que con el uso de estos equipos no sería necesario el SARSU utilizado en el ejemplo anterior, en el centro de la manzana. Entonces, el cálculo implementando el uso del REDERSU es: El gasto por el mantenimiento del REDERSU se estima a una asistencia mensual por eventualidades.

AÑO 1

-Inversión para el equipo REDERSU	-500 \$ (solo Año 1)
-Inversión por Instalaciones (5-1)	-450 \$ (solo año 1)
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 1 (Inversiones + gastos +beneficios)	-815 \$/Año/Hab.

AÑO 2:

-Déficit Año 1 (sin intereses)	-815 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 2 (Inversiones + gastos +beneficios)	-680 \$/Año/Hab.

AÑO 3:

-Déficit Año 2 (sin intereses)	-680 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 3 (Inversiones + gastos +beneficios)	-545 \$/Año/Hab.

AÑO 4:

-Déficit Año 3 (sin intereses)	-545 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 4 (Inversiones + gastos +beneficios)	-410 \$/Año/Hab.

AÑO 5:

-Déficit Año 1 (sin intereses)	-410 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 5 (Inversiones + gastos +beneficios)	-275 \$/Año/Hab

AÑO 6:

-Déficit Año 1 (sin intereses)	-275 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 6 (Inversiones + gastos +beneficios)	-140 \$/Año/Hab

AÑO 7:

-Déficit Año 1 (sin intereses)	-140 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 7 (Inversiones + gastos +beneficios)	-5 \$/Año/Hab

AÑO 8:

-Déficit Año 1 (sin intereses)	-5 \$/Año
-Gasto por Recolección (5-2)	-22 \$/Año
-Gasto por mantenimiento REDERSU	-5 \$/Año
-Beneficio 1 = ahorro sistema anterior gestión	130 \$/Año
-Beneficios 2, por aprovechamiento energético y compost (3)	32 \$/Año
-TOTAL AÑO 8 (Inversiones + gastos +beneficios)	130\$/Año/Hab

Podemos ver que concluyendo el 7to año -luego de implementado el nuevo GERSU- el sistema ya casi recuperó la inversión, y que a inicios del 8vo año el sistema comienza a ser totalmente autosustentable, y superavitario económicamente.

Luego, en el 9no año -ya implementado completamente el sistema GERSU, y sin los gastos que implica para el municipio el sistema de gestión de los RSU tradicional- los beneficios económicos para el municipio -estimados solo para este complejo habitacional- oscilan los \$/hab 5 por año (\$/año/hab 32 - \$/año/hab 22 - \$/Hab - \$/año/Hab 5).

En resumen, se pasa de un gasto actual por gestión de RSU de -\$130 a un ingreso de \$/hab 5 por venta de compost y aprovechamiento de energía. El beneficio total entonces para el Municipio utilizando GERSU y comparado con el sistema actual tradicional es de \$/hab 130 (ahorrados) + \$/hab 5 (ingreso) = \$/hab 135 por año, o sea que proyectado para toda Avellaneda, el cambio del modelo de gestión, colocando además equipos detectores de RSU orgánicos e inorgánicos implica un ingreso aproximado de \$46.035.000 anuales para el Municipio.

4. CONCLUSIONES

Hemos analizado las diferentes opciones de implementación de nuestro proyecto GERSU en un complejo de 100 viviendas, considerando que en él habitan familias tipo -de 4 personas-, o sea que el total tomado para los cálculos es de 400 personas.

La recuperación de la inversión inicial necesaria para poner en funcionamiento nuestro nuevo sistema se calculó para las tres diferentes propuestas, arrojando los siguientes resultados:

-Recuperación para proyecto GERSU = Menos de 4 años

-Recuperación para el proyecto GERSU con Separador automático de RSU = Menos de 5 años

-Recuperación para el proyecto GERSU con Detectores de RSU = poco mas de 7 años

Con estos resultados podemos ver que la aplicación de los diferentes sistemas estudiados – siempre para el mismo complejo habitacional- tiene diferentes retornos de la inversión, que varían entre 4 y 7 años.

Esto nos permite establecer que todas las variantes son ventajosas, pero para casos como el estudiado –un complejo habitacional o un edificio- es más conveniente el uso de un equipo común como el SARSU, donde se comparte su costo.

Pero sabemos que la ciudad tiene variadas tipologías edilicias –viviendas unifamiliares y multifamiliares-, y en tal sentido las diferentes características de los tres modelos estudiados permiten que implementemos para cada tipología el sistema que mejor se adapte, y por consiguiente un resultado más eficiente.

Así podemos considerar, por ejemplo, que para casos de viviendas unifamiliares la ecuación sería distinta, y que entonces el equipo REDERSU –con un costo considerablemente menor al SARSU- sería el mas conveniente a instalar.

De tal modo, y según lo expuesto, para una estimación general proyectada para la Ciudad de Avellaneda, tomaremos los promedios de los valores obtenidos. Así comprobamos que si consideramos el gasto que efectúa el Municipio con los contratos actuales por Recolección de los RSU, luego de 5 años de la implementación del sistema GERSU, esta Ciudad tendría a disposición aproximadamente \$46.000.000 por año, adicionales a su presupuesto actual, resolviendo además todas las problemáticas ambientales ya mencionadas. Como referencia, este valor es el doble del que asigna hoy el municipio a la seguridad, de \$23.000.000. (17)

Con toda esta información y resultados, también podemos proyectar los valores obtenidos para otra ciudad, como por ejemplo la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En tal sentido vemos que la Ciudad invierte por habitante anualmente alrededor de \$800 (mas de 6 veces lo que gasta la Ciudad de Avellaneda, ver pág. 3), por lo que si consideramos que los costos del GERSU que serían similares (ver 3.2.8.2), podremos comprobar rápidamente que la recuperación de la inversión será también 6 veces más rápida, por lo que al segundo año el sistema ya comenzaría a ser superavitario.

De tal modo, a partir del 2do año el sistema GERSU arrojaría un beneficio económico anual aproximado para la ciudad de \$ 2.600 millones (dos mil seiscientos millones de pesos). Si consideramos que el presupuesto para la CABA es de 40.549.912.585, la Ciudad ahorraría¹²

aproximadamente un 7% de su presupuesto oficial, implementando además un modelo de gestión totalmente sustentable y realmente amigable con el ambiente.

Con estos resultados, es evidente la conveniencia de replicar este nuevo modelo GERSU de Gestión de RSU en cualquier otra ciudad, y sabemos que si bien es complejo hacerlo en una urbanización ya existente, pudimos comprobar que económicamente, técnicamente y ambientalmente, esta es una opción posible y conveniente.

Por consiguiente -y como estaba previsto desde el inicio de nuestro proyecto GERSU en el año 2010- procederemos a estudiar en un futuro inmediato las diferentes alternativas y etapas de implementación de este nuevo sistema de gestión de los RSU para las distintas tipologías edilicias urbanas, a saber:

- viviendas unifamiliares,
- viviendas colectivas en propiedad horizontal, en altura o no
- edificios de diversa antigüedad existentes
- edificios nuevos a construir
- edificios existentes con sótanos o incineradores
- otras tipologías

En todos estos casos, los organismos de ordenamiento urbano deberán trabajar para incorporar nuevas legislaciones respecto a las instalaciones y/o demás aspectos necesarios para su puesta en marcha. Al respecto es importante mencionar que en el Proyecto de investigación actual se está trabajando en conjunto con los Departamentos de Ingeniería Civil e Ingeniería Química de la UTN FR Avellaneda, para abordar integralmente todas estas problemáticas y otras relacionadas.

Se ha demostrado entonces en el presente trabajo la factibilidad de implementar exitosamente nuestro nuevo sistema de Gestión de Residuos, que se facilitaría aún más con el permanente avance de las tecnologías y de un acceso a las mismas cada vez más económico.

En tal sentido se puede establecer -casi con total certeza-, que en un futuro no muy lejano la ecuación económica va a resultar todavía más favorable, y que el cambio del paradigma para la recolección de residuos propuesto hoy mismo puede ser una realidad.

Podemos entonces concluir que la implementación del nuevo modelo de "Gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) dentro de un complejo habitacional" es factible económicamente, totalmente sustentable, y resuelve además concreta y efectivamente el futuro de la problemática ambiental de los residuos sólidos urbanos en las grandes ciudades.

5. REFERENCIAS

- [1] Risetto Miguel Ángel (2013). *Gestión integral de los RSU dentro de un complejo de viviendas urbano*. Bogotá, Colombia. Edición 1, agosto 2013, Editorial Red 14, Lugar de impresión Bogotá Colombia. ISSN 1856-8351 / ISSN 1856-8343.
- [2] Risetto Miguel Ángel (2011). *Gestión tratamiento y aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos en el interior de las viviendas*. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. Edición N° 1, noviembre de 2011. Editorial UTN FR Santa Cruz. Lugar de impresión Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. ISBN 978-987-1791-45-3.
- [3] Ing. Luiz Antonio Bertussi Filho Prof. Nicolau L. Obladen, Brasil (1999). Recolección selectiva de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Cascavel, Paraná, Brasil. *REPAMAR* 2da Fase.
- [4] Guido Acurio - Antonio Rossin - Paulo Fernando Teixeira - Francisco Zepeda, (1997 - 1998). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. *Publicación del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud*, 1ra Edición, No ENV97-107 del Banco Interamericano de Desarrollo. 2da Edición, Serie Ambiental No. 18.
- [5] Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2005), Ley de gestión integral de residuos sólidos urbanos N° 1854. Disponible en www.cedom.gov.ar
- [6] Emilse Pizarro, Bs. As. (26/12/2010) ¿Que haremos con la basura?. *Diario La Nación*.
- [7] María Gabriela Ensinck, Bs. As. (05/06/2011). Energías limpias para el futuro. *Diario La Nación*.
- [8] Allan y Gill Bridgewater, Madrid (2009). Energía alternativas. *Editorial Paraninfo*.
- [9] Alfonso del Val, España (2002). La basura puede ser un tesoro: ha llegado la hora del reciclaje y de la producción limpia. *Por una nueva educación ambiental: para lectores de 12 a 20 años*, ISBN 84-9742-033-0, págs. 81-96
- [10] Mariano Seoáñez Calvo, España (2000). Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos. *Ediciones Mundi-Prensa*,
- [11] Xavier Elías Castells, Madrid (2005). Tratamiento y valorización energética de residuos. *Fundación Universitaria Iberoamericana*.
- [12] (Claudio Mardones, Bs. As., (24/10/2012), Macri aumenta 1000 millones los gastos por la recolección de residuos. *Diario Tiempo Argentino*).

[13]<http://www.youtube.com/watch?v=ku028kFWGal> - Plan maestro de gestión integral de residuos sólidos urbanos - CUMAR<http://www.actiweb.es/cordemos/recogida.html> (diario la razón de España)

[14]<http://mx.cotizacion-dolar.com/> Proactiva Avellaneda S.A.
<http://www.consolidar.com.ar/seguros/cat.html> 0800-9994100 Galeno08003330808 opc.
<http://www.camioneros.org.ar/conv-6.htm>

[15] Diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos municipales y peligrosos en Argentina – Atilio Armando Savino - Trabajo encomendado por la Representación local de la Organización Panamericana de la Salud Impulso Baires - El costo de tirar la basura - www.impulsobaires.com.ar/nota.php?id=26852

[16]<http://spanish.alibaba.com/p-detail/Biog%C3%A1s-grupo-electr%C3%B3geno-300000169190.html>

[17] Avellaneda Noticias – www.avellanedawebsite.com.ar

[18] Estimaciones a 2013, basadas en los mas de 2.800.000 habitantes de la CAB según el Censo 2010.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo destacamos la colaboración de los investigadores Roberto Alfonso Battista, Mónica Beatriz Basso, Alfredo López, Jorge Louzán, Walter Gurrera, Carmelo Scarpato y Silvio Colombo, integrantes del equipo de trabajo del proyecto “Gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) dentro de un complejo habitacional” (Disposición SCTyP UTN N° 64/2013),.

A su vez queremos agradecer por su apoyo:

-al Sr. Decano de la UTN FR Avellaneda Ing. Jorge O. Del Gener y todo su equipo.

-al Secretario de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado UTN FRA, Mg. Ing. Lucas Gabriel Giménez y todo su equipo.

-Al Director del Departamento de Ingeniería Industrial UTN FRA, Esp. Ing. Alejandro Jaromezuk y todo su equipo.