



ANÁLISIS MULTICRITERIO Y SELECCIÓN DE PROPUESTAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Emiliano J. Cahe

Departamento de Economía Agraria, Universidad Nacional de Río Cuarto

ecahe@ayv.unrc.edu.ar

Jorge D. de Prada

Departamento de Economía Agraria, Universidad Nacional de Río Cuarto

jdeprada@ayv.unrc.edu.ar

Resumen:

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) presenta grandes desafíos ambientales y económicos, particularmente para municipios de pequeña y mediana escala. El objetivo del artículo es desarrollar un modelo multicriterio interactivo para ayudar al diseño y evaluación de propuestas de gestión de RSU (PG-RSU) en la localidad de Santa Eufemia, Córdoba, Argentina. Se usa el método PROMETHEE para evaluar PG-RSU y las preferencias se relevaron en encuentros interactivos con el gobierno municipal y actores que éste involucró. Cinco propuestas (*PG-RSU_1_Tendencial, ...PG-RSU_5*) fueron diseñadas y parametrizadas con siete criterios, *Inversiones* (\$); *Costo Económico Municipal (CEM)* (\$ año⁻¹); *Emisiones GEI* (Tn CO₂ eq año⁻¹); *Fragmentación del Paisaje y Visuales (FPyV)*; *Riesgo por Afecciones a la Salud de la Población*; *Esfuerzo Político Institucional (EPI)* e *Involucramiento Social*. Los resultados muestran conflictos entre PG-RSU. La *Tendencial* presenta mejores resultados en *Inversiones* y *EPI*, pero baja performance ambiental y económica. En contraste, la *PG-RSU_3* para *EGEI* (2.792 Tn CO₂ eq año⁻¹), *FPyV* y *CEM* (\$ 2.687.699 año⁻¹; USD 189.275) presenta los mejores resultados. Los involucrados asignaron mayores pesos a *Involucramiento social* y menores a *CEM*. La *PG-RSU_3* se posiciona como ganadora en el ranking, seguida de *PG-RSU_4*. Los resultados muestran mejores PG-RSU para municipios de pequeña y mediana escala.

Palabras claves: Métodos multicriterio; compostaje; interactivo; residuos sólidos urbanos (RSU); Emisiones GEI.

Abstract:

The management of urban solid waste (MSW) presents major environmental and economic challenges, particularly for small and medium-sized municipalities. The aim of the article is to develop an interactive multicriteria model to help design and evaluate management proposals for RSU (PG-RSU) in the town of Santa Eufemia, Córdoba, Argentina. The PROMETHEE method is used to evaluate PG-RSU and the preferences were relieved in interactive meetings with the municipal government and actors that it involved. Five proposals (*PG-RSU_1_Tendencial, ..., PG-RSU_5*) were designed and parameterized with seven criteria, *Investments* (\$); *Municipal Economic Cost (CEM)* (\$ year⁻¹); *GHG emissions* (Tn CO₂ eq year⁻¹); *Landscape and Visual Fragmentation (FPyV)*; *Risk for Health Conditions of the Population*; *Institutional Political Effort (EPI)* and *Social Involvement*. The results show conflicts between PG-RSU. The *Tendencial* presents better results in *Investments* and *EPI*, but low environmental and economic performance. In contrast, the *PG-RSU_3* for *EGEI* (2,792 Tn CO₂ eq yr⁻¹), *FPyV* and *CEM* (\$ 2,687,699 yr⁻¹; USD 189,275) presents the best results. Those involved assigned greater weight to *Social Involvement* and minors to *CEM*. The *PG-RSU_3* is positioned as the winner in the ranking, followed by *PG-RSU_4*. The results show better PG-RSU for municipalities of small and medium scale.

Keywords: Multicriteria method; compost; interactive; urban solid waste (RSU); GHG emissions.

JEL Classification: Q53; C61



1. Introducción.

El crecimiento de la generación de los residuos sólidos urbanos (RSU) tiende a superar la tasa de urbanización (Hoorweg y Bhada-Tata, 2012), y constituirá un problema económico y ambiental cada vez más desafiante para la sociedad. La generación de RSU y la falta de control en la deposición final de los mismos afectan negativamente: a) el ambiente y los recursos naturales, por ejemplo, emisiones gases efecto invernadero -EGEI- (Adhikari et al., 2010; Aleluia y Ferrão, 2017; Gupta et al., 2015); b) la salud pública, como mayor probabilidad de enfermedades a personas que se exponen diariamente a focos de contaminación (Saidón, 2013); y c) la economía, del hogar y del Estado (Aleluia y Ferrão, 2017; Szantó Narea, 1996).

Estos efectos no deseados son más marcados en localidades de pequeño tamaño. Por ejemplo, en la provincia Córdoba, Argentina, hay un total de 427 localidades de las cuales solo 30 localidades tratan y revalorizan RSU antes de su deposición final, mientras que las 397 restantes solo realizan recolección domiciliaria (Delgadino et al., 2011). Según estos autores, alrededor de 300 localidades, la mayoría pequeñas, depositan e incineran RSU en basurales a cielo abierto (BCA) a pesar de que la ley provincial N° 9.088/03 lo prohíbe.

La gestión de RSU (GRSU) ha sido estudiada en cuatro perspectivas. En primer lugar, los autores han puesto de manifiesto la relación entre la GRSU y las externalidades ambientales negativas a los servicios ecosistémicos (Chen y Lin, 2008; Chidiak y Bercovich, 2004; Oliveira et al., 2017). Desde otra perspectiva los autores estudian y desarrollan tecnologías para la GRSU. Por ejemplo, hay autores que desarrollaron técnicas para reducir las emisiones GEI y los costos de la GRSU (Adhikari et al., 2010; El-Hamouz, 2008). Como así también para la transformación de: a) residuos orgánicos en biogás; enmiendas (Chien Bong et al., 2017; Hargreaves et al., 2008; Sztern y Pravia, 1999) o de RSU a otras formas de energía (Korai et al., 2017; Zhou et al., 2015). En la tercer perspectiva, los autores estudian el comportamiento social en relación a la GRSU; por ejemplo, consumo sostenible (Delgado, 2013); compras inteligentes (Armijo, 2005; Gaiani et al., 2017); y tratamiento domiciliarios aplicables a algunos RSU (Jouhara et al., 2017; Wei et al., 2017). En la cuarta perspectiva, varios autores han desarrollado los

métodos para evaluar y ayudar a elegir propuestas de GRSU.

En esta última perspectiva, los métodos se han clasificados en dos enfoques: monocriteriales y multicriteriales (Falconí y Burbano, 2004). Los primeros usan un criterio generalmente asociado a la dimensión económica tal es el caso del análisis beneficios costos (Pin et al., 2018; Szantó Narea, 1996). En cambio, los métodos que usan el enfoque multicriterio o de ayuda a las decisiones multicriterio (ADM) consideran más de un atributo y suelen incluir diferentes dimensiones como: la económica, la ambiental y la social (Falconí y Burbano, 2004). Soltani et al. (2015) realiza una revisión bibliográfica sobre los métodos ADM en la GRSU. Los autores mencionan que los métodos ADM han sido usados con énfasis para seleccionar: a) la mejor planta de tratamiento de RSU (38 artículos); y b) la localización del sitio de deposición final de RSU (30 artículo) y c) ambos (solo un artículo). También, Soltani et al. (2015), muestran que mayoría de los artículos no consideran la participación de los interesados (62% versus 38% de los artículos); mientras que cuando los actores han participado, lo hacen principalmente en la asignación de pesos (21 artículos), la elección de criterios (14 artículos) y la evaluación de alternativas (9 artículos). Los métodos ADM más usados son: análisis jerárquico, AHP (Analytic Hierarchy Process) y sus variantes; y los métodos de superación, como PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité). También, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) como uno de los métodos de superación más utilizados para seleccionar entre 10 alternativas tecnológicas de disposición de RSU parametrizadas con 18 criterios (Arıkan et al., 2017).

Los métodos de superación realizan comparaciones de a pares de propuestas en cada criterio y permiten involucrar el rol de los actores interesados en el proceso de toma de decisión, como así también diferenciarlo de la parte técnica. En este sentido, el método PROMETHEE ha sido usado en interacción con el gobierno de Santa Eufemia y los actores que este involucró para generar una visión de largo plazo para la localidad (de Prada et al., 2017a). Particularmente, se han hallado estudios que ayuden en el proceso de diseño y selección de alternativas de GRSU en localidades de pequeña



y mediana escala en la Argentina, y particularmente en la provincia de Córdoba.

Por ello, el objetivo de este artículo es mostrar el diseño, valoración y selección de una propuesta de gestión de residuos sólidos urbanos (PG-RSU), interactuando con el gobierno municipal y los involucrados por éste. La aplicación se realiza en la localidad de Santa Eufemia, usando el modelo multicriterio PROMETHEE para la selección de la PG-RSU.

Las contribuciones de este artículo son tres principalmente. La primera hace referencia al desarrollo de una metodología interactiva entre diferentes actores para construir una visión futura del servicio de gestión de RSU. En segundo lugar, se identificó un criterio social cualitativo, que no había sido utilizado en nuestra provincia y marca el cambio de comportamiento de las personas para implementar una gestión sustentable de los RSU. Por último, los resultados muestran que hay PG-RSU que superan ampliamente la performance económica, ambiental y social de la modalidad

actual de tratamiento RSU en la mayoría de pequeñas y medianas localidades del interior provincial.

2. Materiales y métodos.

2.1. Área de estudio y población.

El área de estudio corresponde al Municipio de Santa Eufemia, ubicado en el departamento Juárez Celman, provincia de Córdoba, Argentina. Las coordenadas geográficas son (Latitud 33°11'30" S; Longitud 63°17'30" O) (figura 1).

En el diseño del servicio de GRSU se consideran dos tamaños de población para el año 2030. El primer tamaño de población, *tendencial* se usa la proyección de población con el modelo geométrico (Torres-Degró, 2017) y los datos de los censo nacional de población año 2001 y 2010 (INDEC, 2001, 2010). El segundo tamaño de población, para las PG-RSU (2, ...5) se utiliza una *meta de población* para el año 2030, consensuada por el gobierno municipal y los actores involucrados.

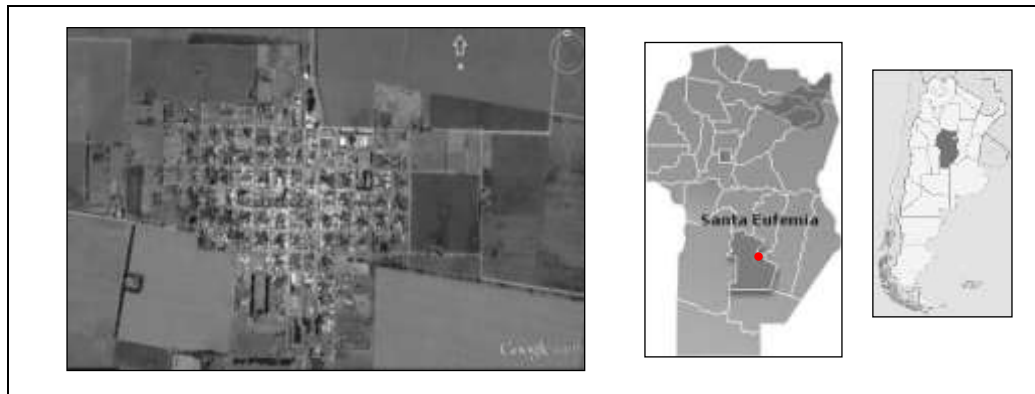


Figura 1. Localización, Santa Eufemia, Córdoba.

2.2. Producción de residuos sólidos urbanos (PRSU).

La PRSU se calculó considerando la frecuencia anual de recolección por el peso de RSU recolectados por el compactador. La frecuencia de recolección anual es 312 (tres días por semana con dos recolecciones por día); tara del camión recolector completo (11.800 kg), vacío (8.800 kg), realizada en enero de 2016. La proyección de la producción RSU considera un incremento anual per cápita del 1%.

2.3. Propuestas de gestión de residuos sólidos urbanos (PG-RSU).

Se diseñaron por aproximaciones sucesivas cinco PG-RSU a nivel de perfil de proyecto (Szantó Narea, 1996, 1998). El diseño de PG-RSU incluye: generación, recolección y transporte, valorización y deposición final. De acuerdo con los autores Delgadino et al. (2011) se considera que el 60% de los RSU generados en cada propuesta corresponden a restos orgánicos. La **PG-RSU_1** "*Tendencial*" (o modalidad actual) implica la recolección; transporte (30.858 km año⁻¹) y deposición final con incineración de RSU en BCA local. La PG-



RSU_1 requiere de inversiones para ajustar y acondicionar al marco legal (Ley Provincial 9.088/10.208) el BCA. La **PG-RSU_2** implica recolección; transporte (40.225 km año⁻¹); y tratamiento en una planta ubicada en el predio del Basural Municipal Acondicionado (BMA) para luego depositar controladamente los RSU que no tuvieron valor. La **PG-RSU_3** involucra grandes cambios como: separación de RSU en origen y compostaje domiciliario; recolección de inorgánicos por lo que las distancias de transporte se reducen (19.719 km año⁻¹); clasificación de materiales reciclables, valorización y deposición controlada en el BMA. La PG-RSU_3 requiere de inversiones

intangibles en educación ambiental y extensión, estimadas en \$ 400.000 (USD 29.169), para acompañar a los usuarios (hogares) en la elaboración de compost domiciliario (o proximidad). La **PG-RSU_4** implica la separación de RSU en origen; recolección diferenciada y transporte (53.430 km año⁻¹), donde los residuos inorgánicos son trasladados a una planta regional de tratamiento en La Carlota (30 km al sur), mientras que la valorización de los residuos orgánicos es a nivel local. Por último, la **PG-RSU_5** requiere separación de RSU en origen; recolección diferenciada y transporte (40.225 km año⁻¹); donde la clasificación y deposición controlada es igual a la PG-RSU_2.

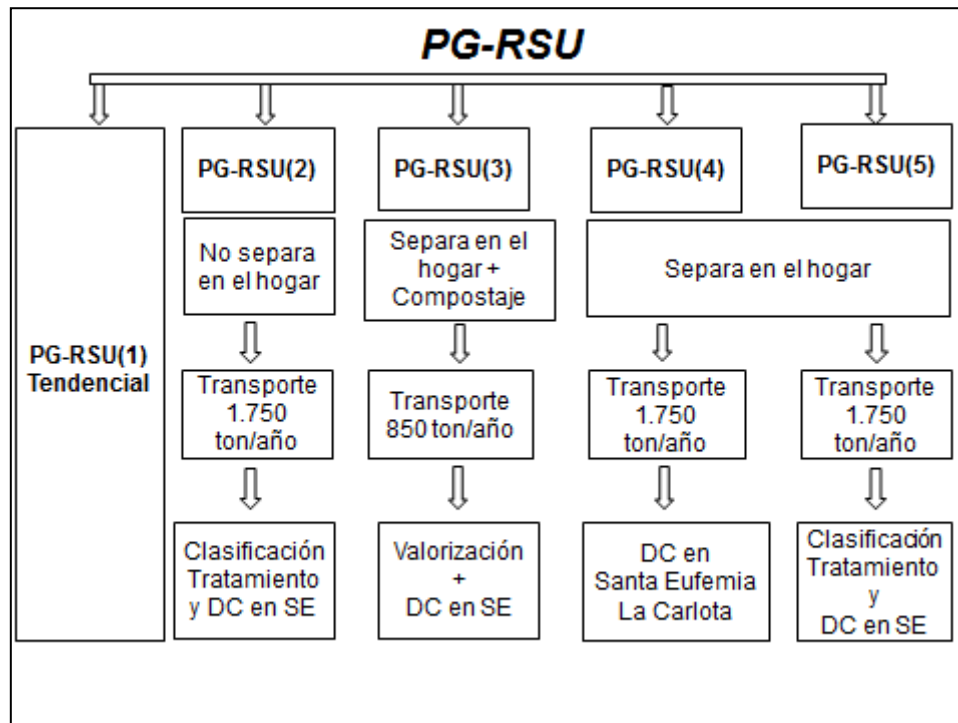


Figura 2. Propuestas de gestión de residuos sólidos urbanos.

Referencias. (DC) deposición controlada; (SE) Santa Eufemia.

2.4. Criterios.

Los criterios de comparación son siete, y derivan del paradigma de desarrollo sostenible. En la dimensión económica consideramos dos criterios: *Inversiones*, medidas en \$, y *Costo económico municipal (CEM)* medido en \$ año⁻¹, ambos criterios valorados a precio corriente mayo 2016 (Divisa: \$ 14.2 = 1 USD). En la dimensión ambiental consideramos dos criterios: *Emisiones gases efecto invernadero (EGEI)*, medido en ton CO₂ eq. año⁻¹; y *Fragmentación de paisaje y visuales (FPyV)*, un indicador

cuantitativo. En la dimensión social consideramos tres criterios: *Esfuerzo político institucional (EPI)*, *Riesgo de afectación de la salud de la población* e *Involucramiento social*, todos calificados como indicadores cualitativos.

Las *Inversiones* fueron estimadas mediante presupuestos parciales considerando un horizonte de planificación al año 2030 (Hernandez Reyes, 2002). Las inversiones fijas corresponden al acondicionamiento del BCA, construcción accesos, infraestructura y compra de un camión compactador. En tanto, las



inversiones en capital de trabajo son similares a la modalidad actual. El principal contraste son las inversiones intangibles, (capital nominal) que se refieren a: estudio de diseño técnico, educación ambiental, extensión y capacitación para implementar una PG-RSU (Ver Anexo 1).

El *CEM* es el equivalente anual del valor actual de los costos (*VAC*), estimado por las siguientes ecuaciones (Roura y Cepeda, 1999):

$$CEM = VAC \frac{r(1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \quad (1)$$

$$VAC = \sum_{t=0}^T \frac{I_t + go_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Donde *I* representa las inversiones, medida en \$; *go* representa los gastos de operación medidos, en \$ año⁻¹, *r* representa el costo de oportunidad del capital (6%), el subíndice *t* representa el tiempo, medido en años; y *T* representa el período de análisis. Los *go* están integrados por los gastos de combustibles, lubricantes; gastos de mantenimiento y reparaciones; gastos en control y fiscalización; y salarios junto a aportes patronales de los operarios, datos provistos por la Municipalidad.

El *EPI* indica el esfuerzo necesario que debe realizar el gobierno para pasar de la modalidad actual a la PG-RSU (de Prada et al., 2017b). Este criterio social, califica el grado de dificultad para inducir un nuevo comportamiento en el Estado y a través de éste, cambiar el comportamiento de los hogares para la nueva gestión RSU.

El *Involucramiento Social* califica la necesidad de participación ciudadana y la responsabilidad de la comunidad en cada PG-RSU. Este criterio fue sugerido por los actores invitados por el gobierno para diferenciar, las PG-RSU que requieren involucramiento del hogar para separar y aprovechar *in situ* la fracción orgánica de los RSU, de otras PG-RSU no lo requieren.

Por último, los criterios *EGEI* y *FPyV* están orientados para comparar en términos ambientales las PG-RSU. El criterio *EGEI* cuantifica la contribución de las propuestas al calentamiento global. El *EGEI* se calcula mediante el uso del software WARM® (EPA, 2010) con datos de consumo de alimentos a partir de la hoja de balance alimenticio (FAO, 2001; IPCVA, 2005). En tanto, el criterio *FPyV* indica cualitativamente el efecto de las PG-RSU sobre el grado de organización en la higiene

urbana y mejoras en los espacios verdes de la localidad.

2.5. Procedimiento.

Las interacciones con el gobierno y los actores invitados por éste fueron realizadas en tres encuentros (talleres). En el primer encuentro se analizó la problemática y posibles soluciones. En un segundo encuentro se analizó la matriz de decisión y la valoración de los criterios. En el último encuentro, los participantes explicitaron sus preferencias mediante la asignación de pesos a cada criterio, se discutió el ranking emergente de cada participante y se alcanzó un consenso sobre el orden de las PG-RSU.

El método PROMETHEE propuesto por (Brans y Mareschal, 2005) se utilizó para elaborar el ranking de PG-RSU. El procedimiento se desarrolló en seis pasos. Se denotó con *a_i* las PG-RSU (*i* = 1, ...5) y con *g_j(a_i)* el valor de los criterios en unidades de medida original (*j* = 1, 2, ...y 7).

Paso 1. Se multiplica por (-1) a aquellos *g_j* que son minimizados y tratamos todos los criterios lo mejor (maximización).

Paso 2. $d_j(a_i, a_k) = g_j(a_i) - g_j(a_k)$,
a_k = propuesta distinta de *a_i*;

donde *d_j(a_i, a_k)* representa la diferencia entre PG-RSU *a_i* y *a_k* para el criterio *j*.

Paso 3. $P_j(a_i, a_k) = F[d_j(a_i, a_k)]$,

$$0 \leq P_j(a_i, a_k) \leq 1;$$

donde *P_j* es la función de preferencias en el criterio *j* de la PG-RSU *a_i* con respecto a la *a_k*, transformando la diferencia *d_j* en una escala 0-1.

Paso 4. $\pi(a_i, a_k) = \sum_j w_j P_j(a_i, a_k)$,

$$w_j = \sum_j \frac{w_j}{W} = 1;$$

donde $\pi(a_i, a_k)$ es el índice multicriterio que mide cuanto *a* es preferida considerando todos los criterios, *w_j*, es el peso para las preferencias *P_j(a_i, a_k)* para el criterio *j*.

Paso 5. $\phi+(a_i) = \phi - (a_i) =$;

donde, $\phi+(a_i)$ representa la fortaleza, mide cuanto la alternativa *a_i* es preferida comparada contra las otras de pares en todos los criterios, más



grande es el valor de $\phi+(a_i)$ mejor es la PG-RSU; y viceversa $\phi-(a_i)$ representa la debilidad, mide cuanto las otras alternativas son preferidas comparadas con la alternativa a_i , más chico es el valor de $\phi-(a_i)$ mejor es la PG-RSU.

Paso 6. $\phi(a_i) = \phi+(a_i) - \phi-(a_i)$;

$\phi(a_i)$ el flujo neto (diferencia) entre fortalezas y debilidades de cada alternativa. Puede tomar valores positivos o negativos, más grande es el valor de $\phi(a_i)$ mejor es la PG-RSU.

Se utilizaron las funciones de preferencia *Lineal* para los criterios cuantitativos y *Usual* para los criterios cualitativos. Los umbrales de preferencia absoluta (p_j) e indiferencia (q_j) fueron establecidos arbitrariamente (80% y 20%, respectivamente). Posteriormente se realizó un análisis de sensibilidad reemplazando los valores de p_j y q_j por 70% y 30%, respectivamente.

3. Resultados y discusiones.

3.1. Situación de referencia.

La población de Santa Eufemia estimada para el año 2016 fue 2.567 habitantes. La generación de residuos se estimó en 967.235 kg año⁻¹, aproximadamente 377 kg RSU hab⁻¹.

La población al año 2030 estimada en el estudio fue: a) *tendencial* y b) *meta de población*, 3.076 hab (992 hogares) y 4.000 hab (1290 hogares),

respectivamente. La *tendencia* de población es usada para cuantificar la PG-RSU_1, mientras que la *meta de población* es utilizada para las demás PG-RSU. Para el año 2030, se estima una generación de RSU de 1.333.188 kg año⁻¹ para la PG-RSU_1, en tanto en las otras propuestas (2...5) la generación se estimó en 1.737.400 kg RSU año⁻¹.

El aumento en la generación de RSU estimada por habitante para este estudio es algo menor al proyectado para la región de América Latina y el Caribe. En Santa Eufemia, varía entre 1,02 a 1,19 kg hab día⁻¹ entre el año 2015 y 2030, mientras que en la región América Latina y el Caribe el valor proyectado asciende de 1,1 a 1,6 kg hab día⁻¹ entre los años 2010 a 2025 (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

La modalidad actual de gestión de RSU en Santa Eufemia es realizada por el Municipio y consiste en dos áreas prioritarias: higiene urbana y recolección de residuos. La higiene urbana comprende el barrido de calles y mantenimiento de áreas verdes. La recolección de residuos comprende la recolección domiciliaria; transporte (realizada con camión compactador de 3 ton de capacidad) y deposición de los RSU donde son incinerados en el BCA local (Figura 3). El BCA carece de un sistema de control y vigilancia de acceso, y particularmente este aspecto es frecuente en otras localidades de la provincia (Delgadino et al., 2011) y la nación (ENGIRSU, 2005).



Figura 3. Deposición final e incineración de residuos en basural a cielo abierto.



La modalidad actual de gestión mostraba un déficit presupuestario que aumentará significativamente de mantenerse la misma política tarifaria. La tarifa cobrada para el servicio de recolección de residuos e higiene urbana es de \$ 45 hogar mes⁻¹ (USD 3.20) y el déficit es cubierto por otras partidas presupuestarias. En el año 2016, el déficit presupuestario fue de \$ 756.960 (USD 53.307) y se estima que esta cifra ascendería a más de \$ 2.186.535 (USD 153.981) para el año 2030, si se mantiene la modalidad actual PG-RSU_1 (tabla 1).

Tabla 1. Resultado y proyección económica del servicio de gestión de residuos sólidos urbanos, Santa Eufemia.

Tiempo	Hogares	Ingresos	Gastos de Operación	Neto
(años)	N°	\$ año ⁻¹		
2016	838	452.520	1.118.976	-756.960
2030	992	535.680	2.722.215	-2.186.535

Fuente: Elaboración propia con datos provistos por el gobierno municipal.

3.2. Valor de los criterios.

3.2.1. Emisión de gases efecto invernadero (EGEI).

Las EGEI para cada propuesta se muestran en la tabla 2. La PG-RSU_3 presenta menos emisiones debido a que los residuos orgánicos son compostados en el hogar, reduciéndose las emisiones por transporte de RSU. En contraste, la PG-RSU_4 es la propuesta que mayor cantidad de emisiones genera, debido al transporte de residuos inorgánicos hasta una planta regional 30 km al sur de Santa Eufemia. Particularmente, la PG-RSU_3 ahorra aproximadamente 2.907 ton eq. CO₂ con respecto a la PG-RSU_1, es decir 51% menos de emisiones por ton de RSU año⁻¹. Esta cifra es aún más significativa considerando que la PG-RSU_3 considera la *meta de población* de 4.000 habs., mientras que la *tendencial* considera la proyección de población 3076 habs. Este porcentaje de reducción es comparable con estudios informados por Adhikari et al. (2010), donde estimaron que las prácticas de compostaje domiciliario reducen 50% las EGEI de la gestión de RSU.

La mejor performance ambiental planteada por la PG-RSU_3, también representa ventajas económicas para la comunidad. Hemos hallado que reducir una tonelada CO₂ eq. año⁻¹ equivale

a \$ 430 (USD 30.5) en dicha propuesta. Otros autores, (Ayalon et al., 2001) estimaron un valor de USD 19 para reducir una tonelada CO₂ eq. año⁻¹ en propuestas que plantean compostaje domiciliario para tratar los RSU. En este sentido, podemos concluir que el compostaje domiciliario es una solución factible para mitigar las EGEI en pequeñas localidades que adoptan al BCA como mecanismo para deposición final de RSU.

3.2.2. Fragmentación del paisaje y visuales (FPyV).

La FPyV indica el grado de perturbación del entorno local por el manejo aplicado a los RSU. En la tendencia del servicio, el disturbio ambiental es "*Muy alto*", en cambio para la PG-RSU_3 y PG-RSU_4, son "*Muy bajos*" debido a una gestión integrada de los RSU.

3.2.3. Esfuerzo político institucional (EPI).

El EPI cualifica las acciones del gobierno para disminuir las brechas entre el comportamiento social actual y el comportamiento necesario de alcanzar para las PG-RSU diseñadas. El esfuerzo es "*Muy bajo*" en la PG-RSU_1 del servicio debido a que mantiene el comportamiento actual, en cambio es "*Muy alto*" en la PG-RSU_3 implica nuevas obligaciones y cambios cualitativo de los hogares, las instituciones y el Estado. En el hogar implica, hacerse cargo de la fracción orgánica de los RSU y compostar la misma. En las instituciones, por ejemplo, en la escuela incluir en sus trayectos curriculares la enseñanza y los valores para un consumo sostenible de los habitantes y la colaboración de los hogares en las PG-RSU. En el Estado y gobierno, instalar el proyecto junto al diseño de los incentivos correctos para inducir los nuevos hábitos y penalizar los comportamientos no ajustados, lo cual representa una tarea muy sensible en Municipio de pequeña escala.

3.2.4. Inversiones.

Los montos de las inversiones por PG-RSU representan un esfuerzo financiero importante para un Municipio de pequeña escala, pero la variación entre propuestas es considerable (tabla 2). La PG-RSU_1 presenta el mínimo valor necesario (\$ 2.13 MM; USD 150.000) para ajustar el BCA a la ley provincial. Este esfuerzo es considerable para un Municipio que tiene un presupuesto público anual alrededor de \$ 18 MM (USD 1.267.605) (julio 2016). En tanto, la PG-RSU_3 que recolecta, transporta y deposita



menores cantidades de RSU requiere una inversión (\$ 2.83 MM; U\$D 199.296) algo mayor que la PG-RSU_1 debido a inversiones nominales. En contraste, las mayores inversiones se corresponden a las PG-RSU_2 y PG-RSU_5, que requieren más de \$ 5.4 MM (U\$D 380.282) para acondicionar el BCA y se presupuesta la instalación de una planta de clasificación de residuos a nivel local. Por último, en la PG-RSU_4 el esfuerzo financiero es intermedio debido a menores costos de infraestructura para el BCA y procesamiento de residuos inorgánicos porque son trasladados a la localidad de La Carlota.

Las inversiones estimadas son consistentes en el rango con lo hallado por otros autores. Las inversiones entre las PG-RSU varían entre \$ 1.632 (U\$D 115) en la PG-RSU_3 a \$ 3.215 (U\$D 226) en la PG-RSU_2 por ton⁻¹ de RSU generado (representa una relación 1:2 respectivamente). El tratamiento de residuos con compostaje domiciliario como la PG-RSU_3 en la mayoría de los estudios representa el valor más bajo del rango. Por ejemplo, Adhikari et al. (2010) mencionan un rango entre propuestas de \$ 861 (U\$D 61) a \$ 4.940 (U\$D 349) ton⁻¹ RSU generado (una relación aproximada 1:6 respectivamente). Otros autores calculan las inversiones por ton⁻¹ RSU generado en un rango entre \$ 441 (U\$D 31) y \$ 1.677 (U\$D 118), (una relación próxima a 1:4 respectivamente) (Aleluia y Ferrão, 2017). Estos autores hallaron que el compostaje domiciliario, como alternativa de tratamiento de RSU, permite a pequeños Municipios reducir costos fijos de la gestión de RSU, en comparación a técnicas como incineración o pirolisis que son más costosas en términos financieros y ambientales.

3.2.5. Costo económico municipal (CEM).

Los resultados económicos muestran un hallazgo muy promisorio. Se ha diseñado una PG-RSU que representa un 32% menos de CEM por hogar que la *tendencial*. De hecho, la PG-RSU_3 tiene menor CEM (\$ 2.687.699; U\$D 189.275). En contraste, la PG-RSU_1 presenta mayor CEM en valores absolutos (\$ 2.951.909; U\$D 207.881), mientras que la PG-RSU_2 tiene mayor CEM (\$ 4.137.896; U\$D 291.401). Esta reducción del CEM en la PG-RSU_3 se debe principalmente a los menores gastos de recolección domiciliaria y transporte de residuos. Situación similar a la encontrada por otros

autores para otros estudios realizados que presentan la misma dinámica (e.g. El-Hamouz, 2008; Jouhara et al., 2017).

Si la tarifa del servicio fuese equivalente al CEM por hogar, el ahorro más relevante se logra con la PG-RSU_3 que incluye el aprovechamiento domiciliario de los residuos orgánicos. En este sentido, clasificar y aprovechar los residuos orgánicos en origen (PG-RSU_3) significa un ahorro por hogar de \$ 969 (U\$D 68) año⁻¹, equivalente a una tarifa de \$ 2.083 (U\$D 147) hogar año⁻¹ mientras que la tarifa en la PG-RSU_1 costaría \$ 3.053 (U\$D 215) hogar año⁻¹. Según Lauf (2008) el criterio "costo" en un servicio de GRSU, es el principal factor para que personas y hogares se involucren o modifiquen sus hábitos en pos de la separación y reciclaje de RSU.

3.2.6. Involucramiento social.

El involucramiento social indica la participación ciudadana en la PG-RSU. El objetivo puede ser maximizar o minimizar, en este caso el gobierno municipal y la sociedad civil consideran que más involucramiento es mejor. Por lo tanto, la dirección de este objetivo fue maximizar; consecuentemente la PG-RSU_3 es la mejor y la PG-RSU_1 es la que peor resultado presenta en este indicador. Cabe mencionar, que el involucramiento en la PG-RSU_3 refiere a clasificar RSU y compostar residuos orgánicos en el hogar.

3.2.7. Riesgo por afecciones a la salud de la población.

El riesgo de afecciones a la salud de la población es mayor cuanto más exposición a los RSU tenga la misma. La PG-RSU_1 tiene el mayor riesgo sanitario, mientras que la PG-RSU_4 es la de menor riesgo ya que el 50% de los RSU son quitados de la localidad.

3.3. Matriz de decisión multicriterio.

La matriz de decisión refleja las PG-RSU con los valores de los criterios de selección (tabla 2). La misma muestra conflictos para elegir una propuesta. Si solo nos basamos en los criterios ambientales, la PG-RSU_3 es la mejor, pero la misma tiene escaso desempeño en el área sanitaria. La PG-RSU_1 presenta el mejor resultado para el criterio *EPI* e *Inversiones*, pero escaso desempeño en la parte ambiental.

**Tabla 2. Matriz de decisión multicriterio: Gestión de residuos sólidos urbanos, Santa Eufemia visión 2030.**

Propuestas	Inversiones	CEM	EGEI	FPyV	Riesgo de Salud a la Población	Involucramiento Social	EPI
	\$	\$ año ⁻¹	ton CO ₂ eq. año ⁻¹	Índice*			
PG-RSU_1	2.135.000	2.951.909	5.879	Muy alto	Muy alto	Muy bajo	Muy bajo
PG-RSU_2	5.435.000	4.137.896	5.015	Alto	Medio	Bajo	Bajo
PG-RSU_3	2.985.000	2.687.699	2.972	Muy bajo	Alto	Muy alto	Muy alto
PG-RSU_4	3.085.000	3.050.746	6.329	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio
PG-RSU_5	5.585.000	3.912.034	5.015	Medio	Alto	Alto	Alto
Objetivo	Min	Min	Min	Min	Min	Max	Min

Nota: (CEM) Costo económico municipal; (EGEI) Emisiones gases efecto invernadero; (FPyV) Fragmentación del paisaje y visuales; (EPI) Esfuerzo político institucional). *Índice: criterio calificado cualitativamente.

3.4. Preferencia de los participantes.

En la tabla 2, se muestran las preferencias y perfiles de los participantes. Se puede apreciar que los participantes asignaron pesos a todos los criterios, aunque el nivel de importancia difiere en términos relativos. Los criterios sociales fueron considerados más importantes (*Involucramiento social* con un promedio de 9,4 y *Riesgo deafección a la salud* en promedio 9,3); y los criterios económicos fueron considerados como menos importantes (con un promedio de 6,3 y 6,6 para *CEM* e *inversiones* respectivamente). En tanto, los criterios ambientales y el *EPI* tomaron valores intermedios.

Considerando la importancia asignada a cada criterio, el ranking de propuestas posicionó en los primeros puestos a la PG-RSU_3 y PG-RSU_4. En la tabla 4, se puede observar que la PG-RSU_3 ha sido seleccionada por ocho (8) participantes, consistentemente con más

fortalezas, menos debilidades y mejor flujo neto. Solamente, un participante seleccionó la PG-RSU_4. También, se muestra un análisis sensibilidad del resultado y el mismo se muestra sin alteraciones, permaneciendo el orden establecido de las PG-RSU. De este modo, el gobierno cuenta con dos propuestas competitivas desde diferentes dimensiones.

Por último, el perfil de los participantes fue heterogéneo desde el punto de vista político como de su vinculación con la comunidad (tabla 3). En este sentido, algunos participantes representaron al gobierno local, tanto poder ejecutivo (intendencia y secretaria de gobierno) como legislativo (consejo deliberante). En tanto, otros participantes exhibieron la opinión de otras instituciones locales de gran relevancia para el desarrollo local como centros educativos, cooperativa de servicios públicos y medios de comunicación

**Tabla 3. Perfil y preferencias de los participantes por criterios.**

	<i>Perfil</i>	<i>Inversiones</i>	<i>CEM</i>	<i>EGEI</i>	<i>FPyV</i>	<i>Riesgo Salud a la Población</i>	<i>Involucramiento Social</i>	<i>EPI</i>
Participante 1	Intendente (UpC)	7	5	8	6	10	10	5
Participante 2	Dir. ^a Instituto Bernardino Rivadavia (UpC)	6	9	6	6	8	8	5
Participante 3	Pdta. Consejo Deliberante (UpC)	7	8	4	10	8	10	10
Participante 4	Consultora Ambiental (UCR)	8	7	10	10	9	10	9
Participante 5	Dir. ^a Instituto Belisario Roldán	5	0	8	7	9	10	7
Participante 6	Concejal (UpC)	7	5	8	6	10	10	5
Participante 7	Representante Coop. Servicios	7	8	4	10	10	8	10
Participante 8	Secretario de Gobierno (UCR)	5	10	8	7	10	9	7
Participante 9	Periodista y locutor local (UCR)	7	5	8	6	10	10	5
<i>Promedio de Ponderaciones</i>		6,6	6,3	7,1	7,6	9,3	9,4	7,0
<i>Desvío estándar</i>		1,01	3,00	2,03	1,88	0,87	0,88	2,18
<i>Coefficiente de variación (%)</i>		15,5	47,4	8,5	24,9	9,3	9,3	31,1

Referencias: (CEM) Costo económico municipal; (EGEI) Emisiones gases efecto invernadero; (FPyV) Fragmentación del paisaje y visuales; (EPI) Esfuerzo político institucional. **Nota:** la escala de 0 a 10, el cero (0) elimina el criterio; del uno (1) y diez (10) indica la importancia asignada en grado creciente. (UpC) Unión por Córdoba; (UCR) Unión Cívica Radical.

Tabla 4. Propuesta elegida por participante según flujos y diferencias en los umbrales de preferencia e indiferencia absoluta.

<i>Umbrales</i>	<i>q_j=20% y p_j=80%</i>						<i>q_j=30% y p_j=70%*</i>					
	<i>Neto</i>		<i>Fortaleza</i>		<i>Debilidad</i>		<i>Neto</i>		<i>Fortaleza</i>		<i>Debilidad</i>	
<i>Flujos</i>	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Propuestas												
PG-RSU_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG-RSU_2	0	0	0	0	0	55,5	0	0	0	0	0	0
PG-RSU_3	8	88,8	8	88,8	5	0	8	88,8	8	88,8	2	22,2
PG-RSU_4	1	11,1	1	11,1	4	44,4	1	11,1	1	11,1	7	77,7
PG-RSU_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100

Nota: q_j umbral de indiferencia, y p_j umbral de preferencia absoluta. * Valores utilizados en la sensibilidad.



4. Conclusiones

En este trabajo, se diseñaron cinco propuestas de gestión de residuos sólidos urbanos (PG-RSU) y se valoraron con siete criterios para el Municipio de Santa Eufemia, Córdoba, Argentina. Las propuestas son: *PG-RSU_1* tendencial; *PG-RSU_2* valorización local y deposición final controlada; *PG-RSU_3* compostaje en el hogar; valoración y deposición controlada; *PG-RSU_4* separación en el hogar; tratamiento de inorgánico a la planta regional; *PG-RSU_5* separación en el hogar, recolección diferenciada, valoración y deposición controlada. Los criterios son: *Inversiones*, *CEM*, *EGEI*, *FPyV*, *Riesgo por Afecciones a la Salud de la Población*, *Involucramiento Social* y *EPI*. También, se relevaron las preferencias del gobierno Municipal, de los actores invitados por éste, y se utilizó el método PROMETHEE para elaborar el ranking de propuestas.

Los hallazgos de este trabajo tienen implicancias muy importantes para mejorar la performance ambiental, económica y social de la gestión de los RSU. El estudio del caso muestra que es posible hallar una propuesta con capacidad de reducir las *EGEI* (en más del 50%) y al mismo tiempo la tarifa por el servicio podría ser 32% menor (equivalente al *CEM*) que la *PG-RSU_1*. Se puede apreciar que el Municipio al interactuar e involucrar a la sociedad civil tuvo un fuerte apoyo para diseñar, valorar y seleccionar las propuestas, donde los participantes reconocen las virtudes y las dificultades de las propuestas.

También, se hallaron algunas dificultades para transformar la modalidad actual de gestión de RSU. El estudio muestra que se requiere una importante inversión financiera para ejecutar la *PG-RSU_3* y un período importante de desfasaje para empezar a percibir los beneficios de la propuesta implementada.

Esta dificultad debe ser considerada no solo por el gobierno local sino también por el gobierno provincial y nacional que han establecido nuevas exigencias en la gestión de RSU y por las ventajas económicas y ambientales halladas en este trabajo. De hecho, si este caso de estudio se constituye en "piloto demostrativo" para un programa provincial de GRSU en las localidades de hasta 6000 hab., el mismo puede tener como meta: un ahorro económico anual entre \$190 MM y \$230 MM (respectivamente 13 y 16 MM USD) en las tarifas de los usuarios, y una meta ambiental de reducción anual de las emisiones

de GEI entre 780.000 y 820.000 tn CO₂ eq. para el año 2035. Además, de las ventajas cualitativas señaladas en el estudio por cambios en el comportamiento de la sociedad en la GRSU, el diseño del programa ofrece también la posibilidad para direccionar estratégicamente el desarrollo, el poblamiento y la gestión de los recursos económicos tanto locales, provinciales, e interesar a fuentes externas de financiamiento (nacionales o internacionales).

Aunque los resultados son muy promisorios es importante alertar al lector que el estudio tiene dos limitaciones. En primer lugar, la información utilizada para el diseño y cuantificación de las propuestas fue a nivel de perfil (debe considerarse en términos relativos). En este sentido, el diseño técnico probablemente puede desarrollar otras alternativas para procesamiento de los RSU. También, el valor de las inversiones nominales de educación, capacitación y extensión para cambiar el comportamiento social representa una muestra de nuestra ignorancia en la falta de datos sobre el tema. De hecho, no se encontró referencia bibliográfica sobre los costos aproximados para inducir cambios de comportamiento social en la GRSU, y consecuentemente se asumieron en forma arbitraria (con conocimiento de los actores involucrados). Por ello, previo a la implementación del proyecto se requeriría de estudios de factibilidad que muestren los valores necesarios más reales u otra información primaria. De allí la importancia, de realizar las experiencias piloto demostrativas en una población como Santa Eufemia para comprender mejor los procesos de gestión de residuos sólidos urbanos en pequeñas localidades. En segundo lugar, no se ha considerado la estrategia comercial de los productos derivados del reciclaje o la reutilización, y se asume que no demandarían recursos adicionales. Sin embargo, se desconoce si el volumen de estos productos puede constituirse en un negocio que al menos cubra el costo de su comercialización.



Referencias

- Adhikari, B. K., Trémier, A., Martínez, J., y Barrington, S. 2010. Home and community composting for on-site treatment of urban organic waste: perspective for Europe and Canada. *Waste Management & Research* Vol: 28, 1039-1053.
- Aleluia, J., y Ferrão, P. 2017. Assessing the costs of municipal solid waste treatment technologies in developing Asian countries. *Waste Management* Vol: 59, 592 - 608.
- Arıkan, E., Şimşit-Kalender, Z. T., y Vayvay, Ö. 2017. Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. *Cleaner Production* Vol: 142, 403-412.
- Armijo, C. 2005. El manejo de los residuos sólidos municipales bajo una visión de responsabilidad compartida. Memorias del V Foro de Consulta Pública en Ensenada, Baja California, México.
- Ayalon, O., Avnimelech, Y., y Shechter, M. 2001. Solid waste treatment as a high-priority and low- cost alternative for greenhouse gas mitigation. *Environmental Management* Vol: 27, 697-704.
- Brans, J.-P., y Mareschal, B. 2005. Promethee methods. "Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys". J. Figueira S; Greco M; Ehrgott (eds). Editorial Kluwer Academic Publishers., Vol. 78, pp. 163-195.
- Chen, T.-C., y Lin, C.-F. 2008. Greenhouse gases emissions from waste management practices using Life Cycle Inventory model. *Hazardous Materials* Vol: 155, 23-31.
- Chidiak, M., y Bercovich, N. 2004. "Microcréditos y servicios ambientales urbanos: Casos de gestión de residuos sólidos en Argentina.," CEPAL, Santiago de Chile.
- Chien Bong, C. P., Ho, W. S., Hashim, H., Lim, J. S., Ho, C. S., Peng Tan, W. S., y Lee, C. T. 2017. Review on the renewable energy and solid waste management policies towards biogas development in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy* Vol: 70, 988-998.
- de Prada, J., Degioanni, A., Cantero, A., Tello, D., Gil, H., Cahe, E., Cisneros, J., Becerra, V., y Pereyra, C. 2017a. Procedimiento multicriterio en fases para la construcción de la visión territorial local. Aplicación en la localidad de Santa Eufemia, Córdoba, Argentina. *Revista Argentina de Economía Agraria*. Vol: XVII, 5 - 30.
- de Prada, J. D., Degioanni, A., Cisneros, J. M., Galfioni, M. A., y Cantero G., A. 2017b. Evaluación multicriterio de la expansión urbana, visión 2030, El caso Río Cuarto, Córdoba, Argentina. *Revista de la red Iberoamericana de economía ecológica* Vol: 27, 153-168.
- Delgadino, F., Rodríguez, J. M., Albrisi, S., Mosquera, M., Rubinstein, H., Moiso, E., Arranz, P., Brarda, J. P., y Speranza, P. 2011. Proyecto Córdoba 2025. Resumen Ejecutivo, UNC, Córdoba, Argentina.
- Delgado, C. C. 2013. Del consumismo al consumo sostenible. Punto de Revista Vol: IV, 111-124.
- El-Hamouz, A. M. 2008. Logistical management and private sector involvement in reducing the cost of municipal solid waste collection service in the Tubas area of the West Bank. *Waste Management* 28, 260-271.
- ENGIRSU 2005. Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Argentina. Ministerio de Salud y Ambiente. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Disponible en: <http://observatoriorsu.ambiente.gob.ar/6.pdf> (Acceso: enero de 2016).
- EPA 2010. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos - USEPA. Waste Reduction Model (WARM). Disponible en: <http://www.epa.gov/climatechange/wyacd/waste/downloads/background-and-overview.pdf> (Acceso: mayo de 2016).
- Falconí, F., y Burbano, R. 2004. Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales. *Revista iberoamericana de economía ecológica* Vol: 1, 011-20.
- FAO 2001. Perfiles Nutricionales por Países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/AG/agn/nutrition/ncp/arg.pdf> (Acceso: febrero de 2016).
- Gaiani, S., Caldeira, S., Adorno, V., Segrè, A., y Vittuari, M. 2017. Food wasters: Profiling consumers' attitude to waste food in Italy. *Waste Management* Vol: 72, 17-24.



- Gupta, N., Yadav, K., y Kumar, V. 2015. A review on current status of municipal solid waste management in India. *Journal of Environmental Sciences* Vol: 37, 206-217.
- Hargreaves, J. C., Adl, M. S., y Warman, P. R. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Vol: 123, 1-14.
- Hernandez Reyes, M. 2002. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. *La Calera* Vol: 2, 40-48.
- Hoorweg, D., y Bhada-Tata, P. 2012. What a waste: Una revisión global de la gestión de residuos sólidos. Banco Mundial, Whashington.
- INDEC 2001. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001. INDEC, Buenos Aires, Argentina.
- INDEC 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. INDEC, Buenos Aires, Argentina.
- IPCVA 2005. Estudio de Usos y Actitudes sobre el consumo de Carne Vacuna en Argentina. Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina., Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/files/edm042005.pdf> (Acceso: febrero 2016).
- Jouhara, H., Czajczyńska, D., Ghazal, H., Krzyżyńska, R., Anguilano, L., Reynolds, A. J., y Spencer, N. 2017. Municipal waste management systems for domestic use. *Energy* Vol: 139, 485-506.
- Korai, M. S., Mahar, R. B., y Uqaili, M. A. 2017. The feasibility of municipal solid waste for energy generation and its existing management practices in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy* Vol: 72, 338-353.
- Lauf, P. 2008. Comparison Of Recycling Rates Of Three Adjacent Communities In St. Clair County, Illinois. *The Geographical Bulletin* Vol: 50, 111-121.
- Oliveira, L., Oliveira, D., Bezerra, B., Pereira, B., y Battistelle, R. 2017. Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Cleaner Production* Vol: 155, 229-237.
- Pin, B. V. R., Barros, R. M., Silva Lora, E. E., y dos Santos, I. F. S. 2018. Waste management studies in a Brazilian microregion: GHG emissions balance and LFG energy project economic feasibility analysis. *Energy Strategy Reviews* Vol: 19, 31-43.
- Roura, H., y Cepeda, H. 1999. Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo rural. ILPES, Santiago de Chile.
- Saidón, M. 2013. Resultados evidenciados en un programa de reciclado de residuos domiciliarios en Quilmes, Argentina. *Gestión y Ambiente* Vol:16, 71-84.
- Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., y Sadiq, R. 2015. Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management: A review. *Waste Management* Vol: 35, 318-328.
- Szantó Narea, M. 1996. Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para manejo de residuos sólidos urbanos. ILPES. Santiago de Chile.
- Szantó Narea, M. 1998. Guía para la preparación, evaluación y gestión de proyectos de residuos sólidos domiciliarios. ILPES. Santiago de Chile.
- Sztern, D., y Pravia, M. 1999. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. OPS / OMS. Montevideo, Uruguay.
- Torres-Degró, A. 2017. Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial. *CIDE digital*. Vol: 2, 143-162.
- Wei, Y., Li, J., Shi, D., Liu, G., Zhao, Y., y Shimaoka, T. 2017. Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling* Vol: 122, 51-65.
- Zhou, H., Long, Y., Meng, A., Li, Q., y Zhang, Y. 2015. Interactions of three municipal solid waste components during co-pyrolysis. *Analytical and Applied Pyrolysis* Vol: 111, 265-271.

**Anexo 1. Inversiones por propuesta de gestión de residuos solidos urbanos.**

Descripción	Costos *	PG-RSU_1	PG-RSU_2	PG-RSU_3	PG-RSU_4	PG-RSU_5
Nivelación y sistematización del BCA. Construcción de enterramiento, impermeabilización con geomembrana y estabilización de residuos actuales.	50.000	✓	✓	✓	✓	✓
Alambrado y forestación del predio Municipal (Relleno sanitario)	150.000	✓	✓	✓	✓	✓
Construcción de accesos al predio, portón de ingreso y señalizaciones	45.000	✓	✓	✓	✓	✓
Camión compactador (4x2)	1.750.000	✓	✓	✓		✓
Camión compactador (6x2 con balancín)	2.250.000				✓	
Instalación de 15 basureros en espacios públicos de la localidad, junto a 10 contenedores para reciclado de plásticos.	20.000	✓	✓	✓	✓	✓
Hidrolavadora	50.000	✓	✓	✓	✓	✓
Reparación /Recambio de barredoras.	50.000 / 250.000	✓	✓	✓	✓	✓
Compra de 2 nuevas desmalezadoras	20.000	✓	✓	✓	✓	✓
Instalación de iluminaria en el predio Municipal (Relleno sanitario)	2.000.000		✓			✓
Instalación red de agua potable en predio Municipal (Relleno sanitario)	1.000.000		✓			✓
Extensión y educación ambiental	250.000			✓	✓	✓
	400.000			✓		
	100.000		✓			
Sub total		2.135.000 (150.353)	5.435.000 (382.746)	2.985.000 (210.211)	3.085.000 (217.254)	5.585.000 (393.310)

Fuente: elaboración propia. **Nota:** *costos aproximados en pesos y en (U\$D). Valor de la divisa \$14.2=1U\$D (Mayo 2016).