

# **GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UN MÓDULO HABITACIONAL SUSTENTABLE ORIENTADO AL DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE DISEÑO (PROTOTIPO) QUE POSIBILITE LA SEPARACIÓN SELECTIVA, LA RECUPERACIÓN, EL RECICLADO Y/O LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS**

Eje 2: Tecnología para la construcción sustentable

**Cientibecario Trevisan Stefano<sup>1</sup>**

**Director de Beca Rodriguez Alejandro Daniel<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - UNL, Argentina, stetre\_@hotmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - UNL, Argentina, arodrig@fadu.unl.edu.ar

## **RESUMEN**

La presente investigación se desarrolla en dos áreas de enfoque: 1) Vida, modos y usos en el espacio habitacional; 2) Normativas, Residuos Sólidos Urbanos.

Por un lado se aborda un análisis de las funciones y/o actividades que se realizan en una vivienda o espacio arquitectónico para entender mejor cómo las personas se desenvuelven en el espacio de estudio. Luego se profundiza en los insumos necesarios y consumidos en estas viviendas. A partir de ellos se relevan los desechos y residuos generados, y los posibles usos de los mismos, destinos, clasificación, entre otros.

En segunda instancia se caracteriza y releva el contexto normativo y de regulaciones locales (Santa Fe Ciudad) y nacionales (Argentina) en cuanto a la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) para poder entender y generar una imagen de la situación de los mismos y qué avances y carencias se encuentran actualmente.

**PALABRAS CLAVES: DISEÑO SOSTENIBLE - DISEÑO INDUSTRIAL - RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El trabajo de investigación está enmarcado dentro de una Beca de Iniciación a la Investigación Científica otorgada por la Universidad Nacional del Litoral, que a su vez se encuentra dentro de un proyecto CAI+D 2016: "Arquitectura Sustentable, desarrollo experimental de un módulo habitacional con consumo de energía "0", perteneciente al Instituto de Estudios del Hábitat, cuyo director es el Arq. Alberto Maidana.



Desde la mirada del Diseño Industrial y un trabajo interdisciplinar se propone hacer un análisis exhaustivo de la realidad local de la gestión de los residuos sólidos urbanos, circunscrita en un contexto nacional e internacional, como un aporte hacia la sostenibilidad desde la disciplina y una contribución a la mejora de la calidad de vida.

La gestión de los residuos sólidos debe ser evaluada desde el diseño industrial para generar una vinculación de la tríada sustentabilidad – diseño – tecnología y la posibilidad de incorporar un sistema de separación, recuperación, reducción y/o reciclado de RSU doméstico en nuevas edificaciones de la ciudad de Santa Fe es una propuesta y avance importante para las tareas y normativas que ya se vienen implementando en la actualidad.

## **2. DESARROLLO**

### **Área 1**

La primera función de la vivienda es proporcionar un espacio seguro y confortable para resguardarse y que sean percibidos como tales mediante los sentidos y su posterior conceptualización y razonamiento. El clima condiciona en gran medida tanto la forma de la vivienda como los materiales con que se construye, incluso las funciones que se desarrollan en su interior.

Otro aspecto a tener en cuenta es el conjunto de funciones que se desarrollan en su interior o cercanía. El ser humano tiene necesidades, por un lado, fisiológicas (comer, dormir, higiene) y por otro psicológicas (protección, seguridad, estética, realización, etc.); a partir de estas necesidades el ser humano realiza una serie de tareas diarias, conocidas como actividades básicas tales como: comer, dormir, higienizarse, cocinar, escuchar música, sentarse, caminar, recrearse, jugar, etc. En general se puede sintetizar las modalidades de uso de las viviendas a partir de características que hablan de aspectos físicos y culturales. ("El Hábitat Rural", n.d.).

### **Área 2**

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre; hace años un gran porcentaje de los residuos eran reutilizados en muy diversos usos, pero hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc., se producen residuos que es necesario recolectar, tratar y eliminar adecuadamente. Los residuos constituyen uno de los problemas ambientales más graves de las sociedades modernas. Se trata de un problema en aumento, que no deja de agravarse debido a la estrecha relación entre los niveles de calidad de vida y el volumen de residuos que generamos.

Esta negativa circunstancia se agrava por la aún insuficiente concienciación ciudadana en esta materia, que dificulta con frecuencia la adopción de la mejor solución posible para determinados residuos. De acuerdo con las estadísticas de la Naciones Unidas, la población mundial en 2050 superará los 9 mil millones. La combinación del efecto del crecimiento de la población y las tendencias de consumo conducen a un mayor consumo de recursos, esto es, mayor demanda de energía, agua y nutrientes, y a un aumento exponencial de los residuos. Este aumento de los residuos provoca directamente el incremento de la polución del planeta y la contaminación del



**GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UN MÓDULO HABITACIONAL SUSTENTABLE ORIENTADO AL DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE DISEÑO (PROTOTIPO) QUE POSIBILITE LA SEPARACIÓN SELECTIVA, LA RECUPERACIÓN, EL RECICLADO Y/O LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS**

medio ambiente. Por ello, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos y en la gestión de los residuos no es solo una necesidad sino un desafío.

Desde el punto de vista práctico (económico, medioambiental y social) resulta de gran interés el concepto de residuo como recurso, esto es, su valorización tanto agrícola (aplicación al suelo) como energética (como fuente de energía) y comercial. Teniendo en cuenta que hoy en día los combustibles fósiles representan aproximadamente el 80% de la energía consumida por la humanidad, la obtención de bioenergía (proveniente de materiales biológicos) es una opción enormemente atractiva. (Gonçalves Ferreira, 2013).

En la tabla siguiente se expone la generación diaria y anual total para Argentina y la provincia de Santa Fe en base a la población proyectada por el INDEC a partir de los datos del CENSO 2001 para los años 2005, 2010 y 2015 y partiendo como base de los datos de generación per cápita (GPC) relevados en el 2005 en el marco de la Estrategia Nacional para Gestión Integral de RSU (ENGIRSU). Si bien la GPC es un valor que varía en función de factores económicos se puede considerar para este tipo de análisis un número fijo promedio para proyectar la generación futura. Por otro lado se debe tener en cuenta que la GPC incluye los residuos generados por el servicio de barrido y limpieza de calles y sumideros.

PROVINCIA	GPC KG/HAB/DIA	2005			2010			2015		
		POBLACION	GEN DIA	GEN AÑO	POBLACION	GEN DIA	GEN AÑO	POBLACION	GEN DIA	GEN AÑO
		HAB	TN/DIA	TN/AÑO	HAB	TN/DIA	TN/AÑO	HAB	TN/DIA	TN/AÑO
Total del país	0,85	38.592.150	34.394,92	12.554.146,54	40.518.951	36.036,39	13.153.282,19	42.403.087	37.631,06	13.735.337,97
Santa Fe	1,11	3.177.557	3.527,09	1.287.387,22	3.285.170	3.646,54	1.330.986,63	3.386.133	3.758,61	1.371.891,78

1 González, G. (2010). Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios.

La tabla precedente se confeccionó con datos publicados en la ENGIRSU 2005, CEAMSE 2010 y proyecciones de población futura publicadas por el INDEC.

La gran cantidad y variedad de residuos generados hace que se recurra a clasificarlos para facilitar su estudio y optar por el sistema de gestión más adecuado de los mismos. El modo de clasificar los residuos puede ser muy variado, ya que se pueden establecer clasificaciones atendiendo a distintos criterios, tales como: 1) origen (residuos industriales, agrícolas y ganaderos, sanitarios, urbanos y biorresiduo); 2) características físico-químicas (residuos sólidos, líquidos, emisiones gaseosas, lodos/fangos, residuos pastosos y residuos radioactivos); 3) peligrosidad (residuos tóxicos y peligrosos, inertes y no peligrosos).

La clasificación más utilizada corresponde al origen de los residuos, y dentro de ella la de residuos sólidos urbanos.

De conformidad con lo establecido por la Ley Nacional N° 25.916, son residuos sólidos urbanos todos aquellos elementos, objetos o sustancias generados como consecuencia del consumo o el desarrollo de actividades humanas y cuyo destino sea el desecho o abandono, sea su origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con exclusión de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.

Los residuos más comúnmente denominados basura, son todos aquellos materiales provenientes de la actividad humana y que el ser humano desecha diariamente.



## GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UN MÓDULO HABITACIONAL SUSTENTABLE ORIENTADO AL DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE DISEÑO (PROTOTIPO) QUE POSIBILITE LA SEPARACIÓN SELECTIVA, LA RECUPERACIÓN, EL RECICLADO Y/O LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS

La composición de los residuos urbanos depende de diferentes factores:

- nivel de vida de la población;
- actividad de la población;
- climatología de la zona.

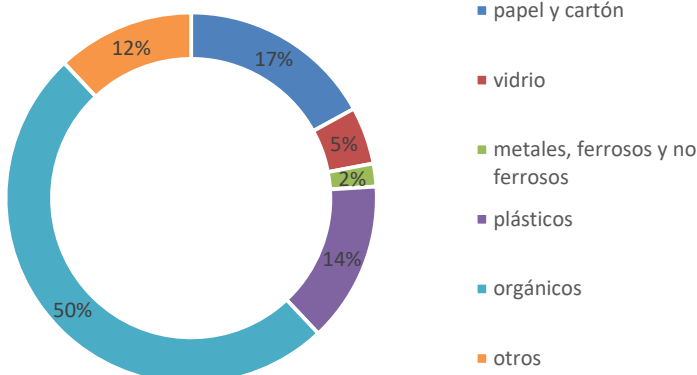
En función de estos factores se consumirán y se utilizarán ciertos productos que originarán los correspondientes desechos.

En países en desarrollo los desechos sólidos contienen una mayor proporción de material orgánico biodegradable con un alto contenido de humedad y densidad comparado con los países desarrollados. Esta característica es importante para considerar algunos métodos de reducción de volúmenes, como la compactación, no apropiada para residuos con alto contenido orgánico y de humedad o la alternativa del compostaje o biogás para tratar los residuos sólidos.

Composición de la basura:

- materia orgánica (son los restos procedentes de la limpieza o preparación de los alimentos junto a la comida que sobra);
- papel y cartón (diarios, revistas, publicidad, cajas, embalajes, etc.);
- plásticos (botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos, cubiertos desechables, etc.);
- vidrio (botellas, frascos, vajilla rota, etc.);
- metales (latas, etc.);
- otros.

En cuanto a la composición física específica de los residuos en Argentina, podemos decir que se encuentra vinculada principalmente a factores socioeconómicos, los cuales se han ido modificando sensiblemente en los últimos tiempos. Por tal motivo no es posible extraer conclusiones específicas respecto a la composición física de los RSU, dado que no se cuenta con un estudio global.



2 Elaboración propia en base informe ENGIRSU 2005

Sin embargo, en el marco de la Estrategia Nacional para Gestión Integral de RSU (ENGIRSU) se han analizado todos los datos disponibles para distintas localizaciones y momentos del país, y se encuentra que algunos de los materiales presentes en los RSU corresponden a valores que pueden considerarse típicos dentro de un rango de variación.



Estos valores son:

A partir de estos datos podemos decir que los residuos sólidos urbanos en el país contienen, en promedio, una humedad superior al 50% lo que es de suma relevancia a la hora del estudio de las alternativas de tratamientos y disposición final.

Asimismo los porcentajes anteriores indican que una fracción importante de los residuos generados en el país puede considerarse posible de reciclar, siendo estos el plástico, papel y cartón y vidrio en menor medida.

### **Santa Fe (Provincia)**

Un estudio pormenorizado de la situación con respecto a los residuos sólidos urbanos (RSU) en la provincia de Santa Fe basado en el informe del Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos da cuenta del siguiente escenario:

**SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RSU:** Los Municipios poseen un adecuado sistema de recolección de los RSU, con frecuencias que oscilan entre 3 a 6 veces por semana dependiendo de la producción y la población de las localidades.

**SISTEMA DE TRATAMIENTO:** Existen plantas de separación y recuperación instaladas en la provincia pero se desconoce su capacidad y eficiencia.

Existencia de recuperadores urbanos realizando tareas de separación en las calles de las principales ciudades en condiciones poco sanitarias.

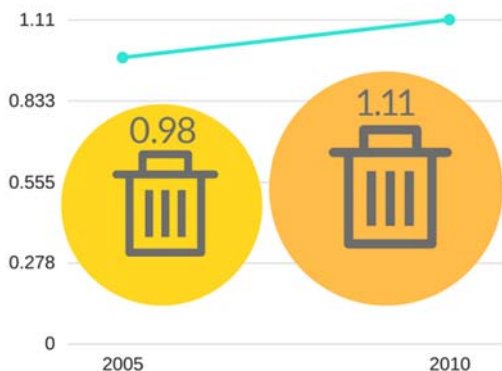
**DISPOSICIÓN FINAL:** Si bien los departamentos con mayor población, tal el caso de Santa Fe y Área Metropolitana Rosario, disponen sus RSU en rellenos sanitarios (los que cumplen con estándares internacionales) existen numerosos basurales a cielo abierto en toda la Provincia siendo estos uno de los mayores problema observados, estimándose que aproximadamente entre un 30 a 40% del total de los residuos generados son inadecuadamente dispuestos.

**ASPECTOS INSTITUCIONALES:** No se cuentan con ordenanzas en la mayoría de las localidades que impulsen la gestión integral de los RSU. Se ha observado la poca profesionalización de las actividades de los gestores de residuos sólidos, tanto técnicos como económicos en los departamentos de menor población.



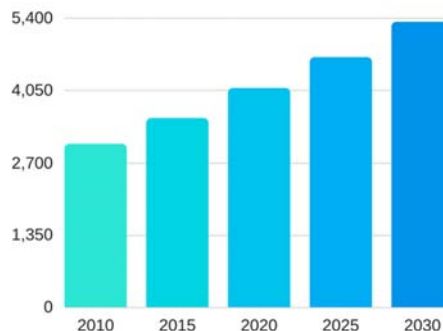
**GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UN MÓDULO HABITACIONAL SUSTENTABLE ORIENTADO AL DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE DISEÑO (PROTOTIPO) QUE POSIBLE LA SEPARACIÓN SELECTIVA, LA RECUPERACIÓN, EL RECICLADO Y/O LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS**

Generación per cápita (kg/hab/día).



3 Elaboración propia en base informe ENGIRSU 2005

Proyección de generación diaria (tn/día)



4 Elaboración propia en base informe ENGIRSU 2005

Se observa un incremento de la generación de RSU per cápita para la Provincia de Santa Fe del 0,6% anual desde 2005 hasta 2010.

**Santa Fe (Ciudad)**

Santa Fe es una de las primeras ciudades del país en llevar adelante la recolección diferenciada de residuos. Las acciones se basan en la reducción y separación en origen, implementación de la Recolección Selectiva en el servicio público domiciliario, el tratamiento de los residuos húmedos (disposición diferenciada en relleno sanitario), como así también de los secos (clasificación y comercialización). Estas medidas son llevadas a cabo mediante las premisas de separación de residuos y de eliminación de bolsas plásticas bajo la órbita de las ordenanzas: 7882; 11666; 10937; 10035; 10762 y 11549.

Dpto. La Capital



1,007 kg/hab/día      529 tn/día

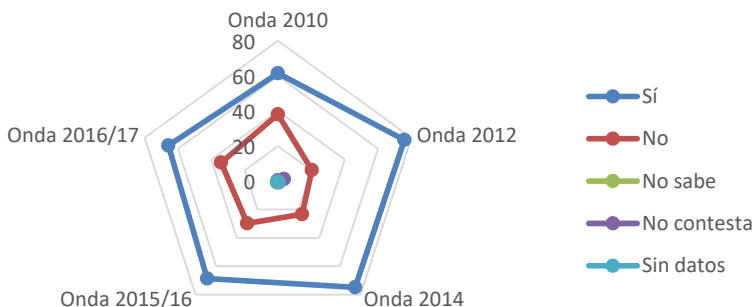
En cuanto al contexto que se desenvuelve en la localidad de Santa Fe y el

Departamento que la contiene podemos destacar ciertas variables que conforman datos estadísticos para el estudio de la situación en particular

5 Elaboración propia en base informe ENGIRSU 2005

¿Realiza separación de residuos en el hogar?

en la región.



Además, se estudió los datos censales del Observatorio Social de la Universidad Nacional del Litoral en su Panel de Hogares haciendo una comparación de las Ondas 2010 a 2016/17 para entender cómo la población santafesina percibía la gestión de los residuos en su localidad y cómo

6 Observatorio Social de la Universidad Nacional del Litoral. Panel de Hogares - Año 2017



ésta la gestionaba en su hogar.

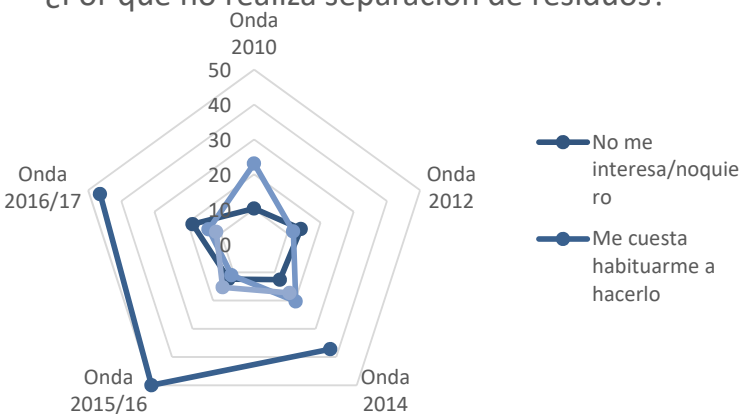
Podemos observar que, aunque una gran porción de la población censada realiza la separación de residuos en su hogar, en el período de los últimos 7 años el porcentaje ha variado en aproximadamente un total de 10% menos. (Imagen 6)

De la población que no realiza separación de residuos en su hogar evidenciamos que un gran porcentaje admite dificultad en generar el hábito y a su vez se comprueba un aumento importante de la población que demuestra desinterés por hacerlo. (Imagen 7)

Otras variables consideradas es el conocimiento de la población sobre si la separación de los residuos es obligatoria en la ciudad y resulta evidente que una gran porción de la ciudadanía así lo considera. (Imagen 8)

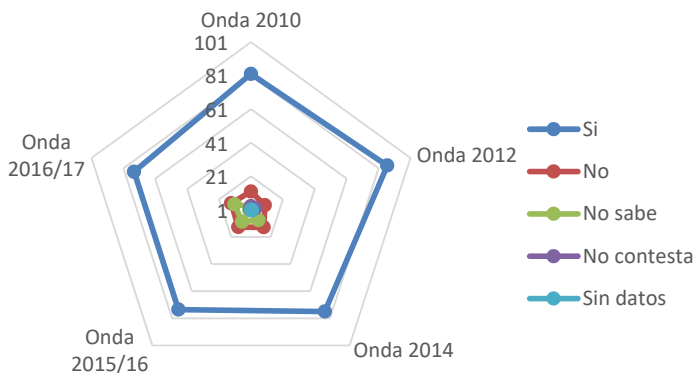
Los residuos sólidos pueden tener diferentes destinaciones según las normativas urbanas de dónde provienen. Se tratará de dar un espectro general de las mismas para entender aún más sobre la problemática.

### ¿Por qué no realiza separación de residuos?



7 Observatorio Social de la Universidad Nacional del Litoral. Panel de Hogares - Año 2017

### ¿Es obligatoria la separación de residuos en toda la ciudad?



8 Observatorio Social de la Universidad Nacional del Litoral. Panel de Hogares - Año 2017

### Disposición final de residuos sólidos urbanos

#### Rellenos sanitarios

Un relleno sanitario es una instalación para la disposición final de residuos sólidos urbanos, diseñada y operada para minimizar los impactos ambientales y sobre la salud pública. La misma es efectuada, mayoritariamente, en

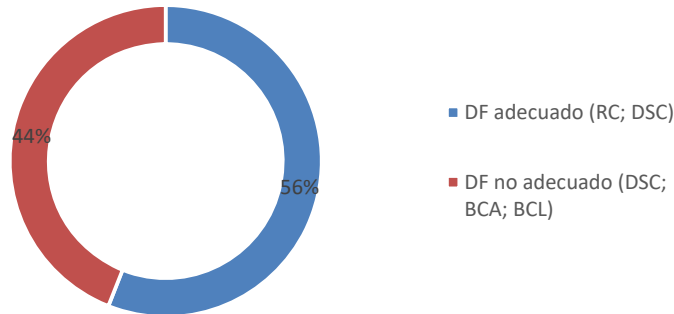
basurales a cielo abierto (BCA), sin controles de ningún tipo. Otros de los destinos de los residuos son: (RC) relleno controlado; (DSC) disposición semi-controlada; (BCA) basural a cielo abierto; (BCL) basural clausurado.

Como resultado de los relevamientos efectuados en el marco de la ENGIRSU se llegó a la conclusión de que todos los municipios más grandes, o sea de más de 500.000 habitantes, implementan el Relleno Controlado como sistema de disposición final, o al menos lo hacen con Disposición Semi-



## GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UN MÓDULO HABITACIONAL SUSTENTABLE ORIENTADO AL DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE DISEÑO (PROTOTIPO) QUE POSIBILITE LA SEPARACIÓN SELECTIVA, LA RECUPERACIÓN, EL RECICLADO Y/O LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS

Controlada. A ellos se les suman algunas ciudades medianas y en menor medida alguna pequeña. Es de destacar que en los municipios medianos y pequeños predominan los basurales a cielo abierto.



9 Elaboración propia en base informe ENGIRSU 2005

Si bien estos datos fueron relevados en el año 2005 la tendencia continúa igual respecto a la disposición final en nuestro país.

Aproximadamente el 44% o casi 15000 toneladas diarias del total de RSU que se genera en el país son dispuestos en forma inadecuada, ya sea en basurales a cielo abierto o bien en sitios que no cuentan con los controles mínimos requeridos para una adecuada

protección de la salud humana y del medio ambiente, cifras que remarcan la gravedad de la situación existente.

### Plantas de separación y clasificación

Separación de residuos In Situ: La separación en origen normalmente se consigue por medios manuales. Los tipos y el número de componentes dependen de los objetivos de desviación establecidos por cada programa de gestión de residuos. Actualmente aunque los materiales hayan sido separados en origen, probablemente se necesite un procesamiento o separación adicional antes de poder reutilizarlos o reciclarlos. La recolección de estos materiales puede realizarse puerta a puerta o a través de contenedores diferenciados ubicados en la vía pública.

Separación de residuos en Establecimientos: Para manejar, mover y almacenar los materiales residuales en los establecimientos que se dedican a estas actividades se utiliza distinto tipo de equipamiento. La separación de materiales reusables se realiza sobre cintas transportadoras en forma manual o utilizando mecanismos como electroimanes, extracción neumática, por diferencia de densidad, etc. Por otro lado se efectúa una reducción mecánica de volumen, mediante la aplicación de una fuerza o presión y una reducción mecánica de tamaño, para obtener un producto razonablemente uniforme y reducido en tamaño. (González, 2010).

### Compostaje

El compostaje es un proceso biológico utilizado para la conversión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos.

El proceso de compostaje constituye actualmente uno de los métodos de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos más empleados, especialmente como alternativa de valorización o inertización de residuos contaminantes. Es un proceso aerobio, es decir en presencia de oxígeno, que permite la degradación bioquímica de la materia orgánica presente en los residuos. Esta





degradación aerobia se realiza gracias a la acción de microorganismos presentes en el sustrato sólido que transforma el residuo en un compuesto bioquímicamente estable denominado “compost”.

### **Incineración**

La incineración es un proceso de oxidación térmica a alta temperatura, con emisión de energía en forma de calor, en el cual los residuos son convertidos, en presencia de oxígeno, en gases y cenizas. Los gases antes de ser emitidos a la atmósfera son tratados de manera tal de eliminar los vapores ácidos, partículas y todas aquellas sustancias contaminantes que puedan contener (micro contaminantes). Las cenizas generalmente deben ser tratadas para poder ser utilizadas o se eliminan en rellenos.

### **Biocombustibles**

Biocombustible es cualquier combustible líquido, sólido o gaseoso, procedente de la biomasa (materia orgánica proveniente de origen animal o vegetal). Este término incluye el bioetanol, metanol, biodiesel y el biogás, cuyo desarrollo actual está siendo exponencial.

## **3. CONCLUSIONES**

Gestionar adecuadamente los residuos sólidos urbanos que generamos es esencial para un aprovechamiento eficiente de sus potencialidades. Se hace necesario implantar medidas efectivas de reducción o minimización de desechos con la participación activa de la ciudadanía. Debemos hacer hincapié en que se debe actuar en forma preventiva o proactiva y no en forma correctiva o reactiva para que los esfuerzos de todos los actores (ciudadanos, empresas y gobiernos) se materialicen, efectivamente, en la disminución de los desechos generados y en su adecuado aprovechamiento mediante un sistema que integre las acciones y medidas desarrolladas por cada uno de los actores.

Es importante discutir el grado de conciencia de la población respecto de sus acciones. Si bien la población sostiene un discurso y unas prácticas en cuanto a la separación de los residuos, todavía hay un 40% aproximadamente de la población que no forma parte del sistema de gestión de residuos selectivo. Es por ello que resulta significativa la necesidad de plantear el desarrollo extensivo de diseño y propuesta de un Programa de Diseño (PDS) que muestre los condicionantes, requerimientos y premisas que caracterizan al desarrollo de una propuesta de diseño que fomente la separación, recuperación, reducción y/o reciclado de RSU doméstico.

Además, es posible plantearse la posibilidad de incorporar un sistema de separación, recuperación, reducción y/o reciclado de RSU doméstico en nuevas edificaciones de la ciudad de Santa Fe como propuesta y avance importante para las tareas y normativas que ya se vienen implementando en la actualidad para reducir nuestro impacto en el medio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bustos Flores, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, 27, pp.121-144.

El Habitat Rural. *SUMMA*.

Gonçalves Ferreira, L. (2013). *Evaluación de la biodegradabilidad anaerobia de residuos orgánicos pre-tratados térmicamente*. Universidad de Valladolid.



GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UN MÓDULO HABITACIONAL  
SUSTENTABLE ORIENTADO AL DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE DISEÑO  
(PROTOTIPO) QUE POSIBILITE LA SEPARACIÓN SELECTIVA, LA RECUPERACIÓN,  
EL RECICLADO Y/O LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS

González, G. (2010). *Residuos sólidos urbanos argentina. Tratamiento y disposición final situación actual y alternativas futuras*. Cámara Argentina de la Construcción.

Ministerio de Salud y Ambiente. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. República Argentina. (2005). *Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. ENGIRSU*. Buenos Aires.

Observatorio Nacional de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. (2011). *Proyecto Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Sólidos Urbanos Birf 7362-Ar*.

Observatorio Social de la Universidad Nacional del Litoral. (2017). *Comparación del Panel de Hogares: Ondas 2009 a 2016/17* (pp. 45, 46). Santa Fe.

Ordenanza N° 11549. *Pliego para la licitación de los servicios de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos, limpieza y barrido de calles pavimentadas y otros servicios conexos de la municipalidad de Santa Fe*. Honorable Concejo Municipal de la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz, Santa Fe, 20 de noviembre de 2008.

Vesco, L. (2006). *Residuos Sólidos Urbanos: su gestión integral en Argentina*. Universidad Abierta Interamericana.