

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARIOS EN UNQUILLO, CÓRDOBA

Pettigiani E.¹, Muzlera A.², Antonini S.³

¹INTI (Unidad de Química y Ambiente, INTI-Córdoba, Argentina)

²INTI (Programa GIRSU); CONICET (Facultad de Agronomía - UBA, Argentina)

³Cátedra de procesos y organización industrial (Ingeniería Química/FCEFyN, UNC, Argentina)

eugenio@inti.gob.ar

RESUMEN

La caracterización de residuos sólidos urbanos (RSU) permite determinar la composición de los residuos que genera una población, mediante un desglose de la mezcla en componentes especificados según su porcentaje en peso dentro de la masa total de residuos. El objetivo de este trabajo es obtener información sobre los tipos y cantidades de residuos que se generan en Unquillo para diseñar estrategias y acciones que permitan mejorar la gestión actual de los RSU.

Para este estudio se utilizó la metodología descrita en la Norma IRAM 29.253:2003. Se realizaron tres estudios de caracterización de RSU, uno por cada tres de los cuatro recorridos de recolección de residuos, entre mayo y septiembre de 2012. A su vez en uno de estos estudios se determinó la densidad de cada fracción de residuos.

El estudio de caso que aquí se presenta es una caracterización de RSU para el Municipio de Unquillo perteneciente al Departamento Colón en la Provincia de Córdoba. Actualmente Unquillo, ubicado el faldeo oriental de las Sierras Chicas en el área metropolitana de la ciudad de Córdoba, cuenta con una población de 19.000 habitantes aproximadamente y genera un promedio de 8.500 kg/día de RSU.

Los resultados obtenidos muestran que, en Unquillo, el 24% de los residuos son reciclables fácilmente comercializables, principalmente celulósicos y metálicos; el 50% de los residuos orgánicos son potencialmente aprovechables y sólo el 24% de los residuos al momento tendrían destino de disposición final en el relleno sanitario.

Dado que actualmente se reciclan menos del 10% de los residuos generados, este estudio permitió determinar el potencial de desvío de residuos del relleno sanitario y dimensionar la infraestructura y personal necesarios para absorber este potencial. También resulta imprescindible el relanzamiento de la campaña de comunicación para lograr mayor participación ciudadana en la recolección diferenciada de residuos y mejorar su eficiencia.

Palabras Clave: Caracterización de RSU; Potencial de desvío de RSU; Localidades de pequeña escala

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Unquillo está ubicada 24 km al noroeste de la Ciudad de Córdoba, dentro del Área Metropolitana o Gran Córdoba, al pie de las Sierras Chicas y a 575 msnm. Forma parte del Departamento Colón, junto con otros 13 municipios y 6 comunas. Su extensión es de 4824 has. 3677m², el 80% correspondiente a zona urbana y suburbana, y sólo un 20% puede considerarse como zona rural. La zona urbana se encuentra en permanente proceso de expansión en relación directa con el sostenido crecimiento demográfico que se observa en la localidad.

El ritmo de crecimiento poblacional de las localidades del Departamento Colón fue similar al de la Capital hasta 1980, manifestándose a partir de allí, una tasa marcadamente mayor sobre todo en la localidad de Unquillo. Según un informe realizado por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Provincia de Córdoba, en la última década el Departamento Colón y específicamente el corredor de las Sierras Chicas, duplicó la tasa de crecimiento poblacional anual de la Provincia de Córdoba. Según el Censo Nacional de Población de 2001, la localidad de Unquillo contaba con 15.369 habitantes. El Censo Provincial del 2008 arrojó una población de 17.183 habitantes y 5.105 hogares. Según la Dirección de Estadísticas y Censos del Ministerio de Planificación Inversión y Financiamiento de la Provincia de Córdoba, el Censo Nacional de 2010 arrojó una población de 18.086 habitantes.

La municipalidad de Unquillo inició en el 2001 un plan de gestión de residuos que llevó al cierre de su basural a cielo abierto en julio de 2002. Actualmente el municipio cuenta con un sistema de recolección diferenciada de residuos con separación en origen en tres fracciones (reciclables, orgánicos compostables y resto) y una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU). Esta planta cuenta con una superficie total de 8 hectáreas, la que incluye una zona de depósito de restos de poda, una zona para chatarra y neumáticos sin uso, otra de compostaje donde se procesa la materia orgánica proveniente de verdulerías, comedores y de la recolección diferenciada domiciliaria y un galpón de 50 m², donde se selecciona el material reciclable de la recolección diferenciada.

La frecuencia de recolección de los residuos no diferenciados está dividida en cuatro recorridos, con una frecuencia de tres veces por semana en zonas residenciales y seis veces por semana en la zona céntrica comercial. Todos los residuos provenientes de la recolección no diferenciada son trasladados al relleno sanitario de Piedras Blancas en la ciudad de Córdoba, distante 55 km.

En la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos de Unquillo, se reciben diariamente 8404 kg de residuos de la recolección no diferenciada, 600 kg de residuos de la recolección diferenciada y 74 m³ de residuos provenientes de la poda (equivalente a 16 camiones por día).



Figura 1 - Localización de la ciudad y la planta de tratamientos de RSU de Unquillo.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es obtener información sobre los tipos y cantidades de residuos que se generan en Unquillo para diseñar estrategias y acciones que permitan mejorar la gestión actual de los RSU. Este estudio de caracterización tuvo un carácter exploratorio para determinar si existen diferencias significativas entre los distintos recorridos de recolección de residuos no diferenciados.

METODOLOGÍA

Una correcta caracterización de los RSU debe contemplar dos aspectos: la selección de una muestra representativa y la clasificación de los residuos. La Norma IRAM 29523:2003 de “Calidad ambiental - Calidad del suelo: Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo” establece los procedimientos para la toma de muestra y las categorías de residuos para clasificar. El método utilizado para las caracterizaciones de residuos realizadas estuvo basado en dicha Norma difiriendo en algunos aspectos operativos debido a la escala de muestreo y a los recursos disponibles.

El presente trabajo se orienta a la metodología utilizada en la caracterización de RSU y presenta los datos analizados de tres caracterizaciones correspondientes a tres recorridos distintos del camión recolector (un camión prensa con caja compactadora de 14 m³). La primera caracterización fue realizada en mayo de 2012 con los residuos de los barrios San Cayetano de la Divina Providencia, Ruta Pajas Blancas, Villa Tortosa, La Bancaria, San José, Cigarrales “B”, Villa Forchieri, FO.NA.VI, Las Mercedes y Las Corzuelas. Este recorrido posee 920 hogares de nivel socio-económico medio y medio-bajo representando el 20,9 % de los hogares de Unquillo. La segunda fue realizada en agosto del mismo año con los residuos de los barrios San Miguel, Los Talitas, La Providencia, Unquillo Norte, Gobernador Pizarro, Spilimbergo, Progreso y Centro. Este recorrido abarca 1.470 hogares representando el 33,4%

con un nivel socio-económico medio y medio-bajo. La tercera caracterización realizada en el 2012 se llevó a cabo en septiembre con los residuos de los barrios Residencial, IPV, Mutual, Herbera, La Loma, Alto Alegre, Parque Serrano, Cigarrales “C”, Cigarrales de Santa Rosa y Cigarrales “A” con 1236 hogares representando el 28% de Unquillo, con un nivel socio-económico medio y medio-alto. Las tres caracterizaciones se realizaron un día sábado con los residuos recolectados el mismo día o el día anterior. En el caso de que la carga de residuos fue recolectada el día anterior (viernes), los residuos permanecieron en la caja del camión hasta el día siguiente antes de ser descargados para la toma de muestra.

Para la caracterización de los RSU se utilizaron recipientes contenedores de metal, plástico y big-bags adecuadamente etiquetados para almacenar, y pesar cada uno de los componentes del residuo. Para los componentes húmedos, se utilizaron recipientes de plástico, para evitar absorciones y variaciones en el peso. Se utilizó una balanza pilón electrónica con una capacidad de 500 kg y una precisión igual a 0,05 kg. Se utilizaron además palas anchas, rastrillos, escobas y escobillones, pala mecánica, cinta transportadora para la clasificación, guantes de cuero y se contó con un botiquín de primeros auxilios.

La norma IRAM propone realizar la caracterización de residuos tomando un número de muestras representativo de los camiones recolectores durante un período de tiempo determinado. Aquí las muestras fueron tomadas de un solo día por recorrido. Se tomó el día viernes o sábado, según el recorrido, ya que el día sábado el equipo de trabajo podía contar con las instalaciones de la planta de selección de residuos para esta actividad.

Para el primer estudio de caracterización, utilizando una pala mecánica frontal, se realizó un corte transversal a lo largo de la descarga, de manera de tener un corte representativo. Se mezcló y se continuó con el cuarteo (Figura 2), se seleccionaron dos cuartos opuestos (A y C, o B y D). Se los volvió a mezclar y se separaron otros dos cuartos opuestos, hasta obtener una muestra de 144,1 kg.

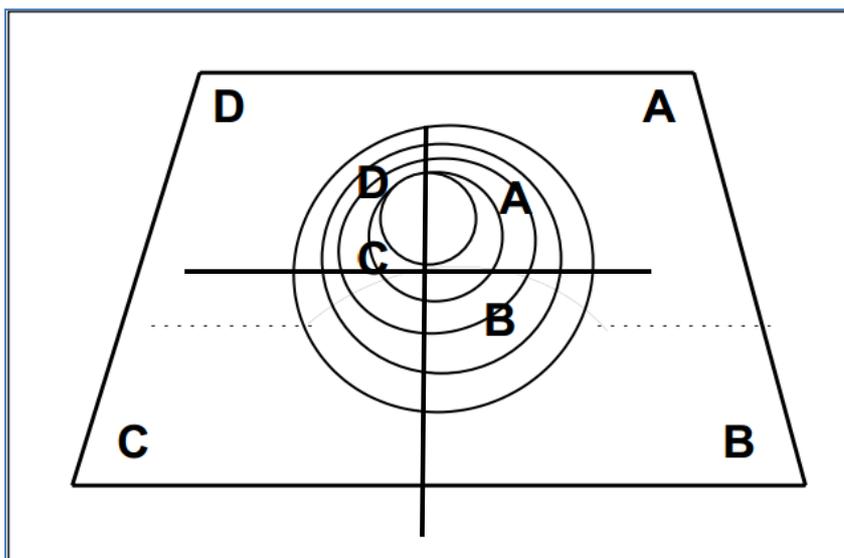


Figura 2: Método de cuarteo. Fuente: Norma IRAM 29.523.

Durante los otros dos estudios de caracterización no se contó con la pala mecánica por lo que se tomó la muestra de manera aleatoria intentando captar bolsas de residuos de todos los sectores de la parva. Para compensar por el posible error de muestreo se decidió incrementar el peso total de la muestra. La segunda muestra pesó 481,6 kg y la tercera muestra pesó 321,8 kg.

La muestra de residuos fue luego volcada a la tolva de alimentación de la cinta transportadora. Entre las personas presentes, se designaron distintas posiciones para separar las diferentes categorías dentro de tachos y big-bags, ubicados a ambos lados y a lo largo de la cinta transportadora. A medida que la cinta se alimentaba con las bolsas de residuos, se las abrió y se separaron las distintas fracciones en los diferentes recipientes (previamente tarados). Al principio de la cinta se intentó clasificar las fracciones de mayor tamaño, como plásticos, vidrios, sanitario (pañales), metal y al final de la cinta, se recolectaba la fracción orgánica y restos de fracciones que no fueron separadas (figura 3).



Figura 3 – Clasificación de residuos. Estudio de caracterización.

Ya separadas las fracciones, se pesaron los recipientes (figura 4) y se midió la altura correspondiente de cada fracción, en los distintos recipientes para el posterior cálculo de

volumen.



Figura 4 - Pesaje de recipientes. Estudio de caracterización.

Respecto a las categorías de residuos a clasificar, La Norma sugiere una clasificación basada en criterios químicos y físicos. En el caso de Unquillo, se combinó esta clasificación propuesta por la Norma con el circuito que siguen o podrían seguir los residuos con la implementación de algún tratamiento para los mismos. Las categorías de residuos fueron reagrupadas según su potencial de aprovechamiento en tres grandes grupos: reciclables fácilmente comercializables, potencialmente aprovechables ya sea reciclables con mayor grado de dificultad de colocar en el circuito comercial existente o materia orgánica biodegradable que puede ser convertida en compost o alimentar un biodigestor, y no aprovechables para aquellos materiales que deben ser dispuestos en un relleno sanitario sin otra alternativa al alcance hasta el momento.

Otro estudio que se realizó fue determinar la densidad de cada categoría de residuo. Esto es importante ya que incide en los costos de transporte al relleno sanitario ya que los mismos están asociados al volumen que ocupan más que a su peso. Durante el segundo estudio de caracterización se volcaron los residuos de cada categoría en distintos contenedores, se midieron sus dimensiones y se determinó la densidad de cada fracción según la fórmula:

$$\text{Densidad} = \text{Peso/Volumen}$$

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los tres estudios de caracterización se presentan en la tabla 1 a continuación¹. Se presentan los porcentajes en peso de cada categoría de residuo para cada uno de los tres estudios, el promedio y el desvío estándar, ponderado asignándole el peso correspondiente a la cantidad de hogares del recorrido. A su vez se reagruparon las categorías de residuos según su actual potencial de aprovechamiento y comercialización.

¹ PET: Polietileno Tereftalato; PEAD: Polietileno de Alta densidad; PP: Polipropileno

Tabla 1 – Resultados de los Estudios de Caracterización

FECHA	12/05/2012	25/08/2012	29/09/2012			Promedio	Desvío Estándar	Coeficiente de variación	
CATEGORIA	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje						
Reciclables Fácilmente Comercializables									
PLASTICOS		10,2		8,2		11,3	9,93	1,58	0,16
PET	2,9		1,7		2,7		2,41	0,63	0,26
PEAD	1,2		0,9		1,0		1,06	0,17	0,16
Polietileno film	4,9		5,0		6,4		5,43	0,88	0,16
PP	1,2		0,4		0,7		0,76	0,39	0,51
Telgopor	0,1		0,2		0,6		0,28	0,26	0,94
CELULOSICOS		4,5		9,6		9,6	7,92	2,94	0,37
Papel	2,0		6,1		3,1		3,72	2,12	0,57
Cartón	2,5		3,5		6,5		4,21	2,09	0,50
METALES		2,6		1,4		2,2	2,05	0,60	0,29
Ferrosos	1,7		1,3		2,0		1,65	0,35	0,21
Aluminio	0,8		0,1		0,2		0,40	0,38	0,97
VIDRIO	3,9	3,9	4,7	4,7	5,6	5,6	4,70	0,76	0,16
SUBTOTAL		21,2		23,9		28,7	24,61	3,80	0,15
Potencialmente Aprovechables									
PLASTICOS		1,3		0,7		0,9	0,98	0,29	0,30
Tetrapack	1,3		0,7		0,9		0,98	0,29	0,30
ORGANICOS		44,5		45,8		34,6	41,61	6,12	0,15
Restos de Comida	36,1		45,1		34,1		38,42	5,90	0,15
Restos de Jardín	8,1		0,6		0,5		3,09	4,36	1,41
Madera	0,3		0,0				0,15	0,21	1,41
TEXTILES	11,2	11,2	8,8	8,8	5,258	5,3	8,42	2,66	0,32
SUBTOTAL		56,9		55,3		40,8	51,02	8,91	0,17
No Aprovechables									
PLASTICOS									
Otros plásticos	5,3	5,3	5,3	5,3	6,8	6,8	5,80	0,78	0,13
SANITARIOS	8,3	8,3	12,5	12,5	21,56	21,6	14,10	6,08	0,43
PELIG y PATOG	3,2	3,2	1,1	1,1	0,761	0,8	1,68	1,16	0,69
OTROS	5,1	5,1	1,9	1,9	1,389	1,4	2,80	1,82	0,65
SUBTOTAL		21,9		20,7		30,5	24,38	5,35	0,22

Los resultados obtenidos de los cálculos de densidad de las distintas categorías de residuos llevados a cabo durante el segundo estudio de caracterización en agosto de 2012 se presentan en la tabla 2 de la página siguiente. A su vez, en la tabla 3 de la página siguiente se presentan los porcentajes en peso y volumen de dicho estudio de caracterización.

Tabla 2 – Densidades de las distintas categorías de residuos (agosto de 2012)

CATEGORIA		DENSIDAD (kg/m ³)
Plásticos	PET	23,9
	PEAD	186,6
	Polietileno film	25,8
	PP	62,8
	Poliestireno	23,4
	Telgopor	8,7
	Otros plásticos	39,4
Celulósicos	Papel blanco	98,0
	Papel de segunda	85,4
	Cartón	42,2
	Tetra-pack	33,0
Metales	Ferrosos	83,9
	Cobre y Aluminio	137,3
Vidrios		340,6
Restos de comida		437,7
Textiles		119,4
Sanitarios		305,0
Peligrosos	Patógenos	21,9
	Residuos electrónicos	2083,3
	Otros peligrosos	113,5
Otros		92,4

Tabla 3 – Porcentajes en peso y volumen del estudio de caracterización de agosto de 2012

CATEGORIA	DENSIDAD (kg/m ³)	Peso (kg)	Volumen (m ³)	% Peso		% Volumen	
Plásticos				13,6%		49,4%	
PET	23,9	8,1	0,34		1,7%		7,9%
PEAD	186,6	4,5	0,02		0,9%		0,6%
PE film	25,8	23,9	0,93		5,0%		21,5%
PP	62,8	2,1	0,03		0,4%		0,8%
PS	23,4	2,7	0,12		0,6%		2,7%
Telgopor	8,7	1	0,12		0,2%		2,7%
Otros plásticos	39,4	22,7	0,58		4,7%		13,3%
Celulósicos				10,4%		19,6%	
Papel blanco	98,0	3,4	0,03		0,7%		0,8%
Papel de segunda	85,4	25,9	0,30		5,4%		7,0%
Cartón	42,2	17	0,40		3,6%		9,3%
Tetra-pack	33,0	3,5	0,11		0,7%		2,5%
Metales				1,4%		1,8%	
Ferrosos	83,9	6,1	0,07		1,3%		1,7%
Cobre y Aluminio	137,3	0,6	0,00		0,1%		0,1%
Vidrios	340,6	22,6	0,07	4,7%		1,5%	
Restos de comida	437,7	217,4	0,50	45,4%		11,5%	
Textiles	119,4	42,6	0,36	8,9%		8,3%	
Sanitarios	305,0	60,1	0,20	12,6%		4,6%	
Peligrosos				1,1%		1,1%	
Patógenos	21,9	0,4	0,02		0,1%		0,4%
Residuos electrónicos	2083,3	2	0,00		0,4%		0,0%

Otros peligrosos	113,5	3	0,03		0,6%		0,6%
Otros	92,4	9	0,10	1,9%		2,3%	
TOTAL		478,6	4,31	100,0%		100,0%	

Durante toda la semana anterior al primer estudio de caracterización (entre el lunes 7 y el sábado 12 de mayo de 2012), se pesaron todos los residuos domiciliarios provenientes de la recolección común y diferenciada. Este estudio arrojó que la generación diaria promedio de residuos en Unquillo es de aproximadamente 8.404 kg/día, de los cuales un promedio de 660 kg/día de residuos provienen de la recolección diferenciada y 7.744 kg/día de la recolección común no diferenciada. Esto arroja una tasa de desvío de residuos cercana al 8%.

Haciendo una proyección lineal con la tasa de crecimiento poblacional entre los Censos Nacionales de 2001 y 2010, la población estimada de Unquillo en el año 2012 ascendería a 18.725 habitantes. Esto arrojaría una tasa de generación de residuos domiciliarios cercana a los 0,450 kg/habitante.día. Cabe destacar que acá no se están computando los residuos de poda, escombros y voluminosos.

DISCUSION

Los resultados de la tabla 1 muestran que por lo general las categorías de residuos mantienen un porcentaje en peso comparable durante los tres estudios de caracterización en la mayoría de las categorías de residuos. Teniendo en cuenta que estos estudios se realizaron entre el 12 de mayo y el 29 de septiembre, se puede inferir que no deberían reflejar impactos de la estacionalidad significativos, ya que los estudios estarían reflejando conductas de consumo entre invernales y de media estación. No se puede apreciar diferencias muy significativas respecto al nivel socioeconómico, salvo por el menor porcentaje de orgánicos en la caracterización realizada en el recorrido por barrios de mayor poder adquisitivo. Sin embargo, esto puede estar afectado por el mayor aporte de restos de jardinería en el primer estudio de caracterización. Se puede apreciar que el recorrido del segundo estudio presenta un porcentaje significativamente más elevado de restos de comida. Otra categoría que presenta una diferencia significativa es la de sanitarios, que incluye pañales descartables, toallas sanitarias y residuos del baño². El recorrido de los barrios de mayor poder adquisitivo presenta una incidencia mayor de esta categoría.

Si consideramos el promedio ponderado de las categorías agrupadas por su potencial de aprovechamiento, se observa que el 24% de los residuos son fácilmente comercializables con un 12% de variación, principalmente celulósicos y metálicos. El 50% de los residuos son potencialmente aprovechables con un 20% de variación, estos son principalmente residuos orgánicos. Solo el 24% de los residuos, con un 18% de variación, irían directamente a

² Unquillo no cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes por lo que se estila arrojar los residuos sanitarios al cesto de residuos.

disposición final. En las caracterizaciones realizadas el 12 de mayo y el 25 de agosto, el 60% de los residuos son plásticos y orgánicos. En septiembre estos residuos representaron el 50%.

Teniendo en cuenta los datos revelados en estos estudios, se puede inferir que Unquillo está actualmente aprovechando menos del 8% de sus residuos con un techo de la tasa potencial de desvío del 76%. En la práctica son pocos los países que han logrado superar tasas de desvío del 60% mediante fuertes campañas de comunicación que han logrado cambiar significativamente los hábitos de consumo y la gestión domiciliar de residuos incorporando el compostaje domiciliario y la separación en origen de los residuos que generan. Si asumimos este techo cultural del 60%, podemos deducir que Unquillo tiene el potencial para aumentar su tasa de desvío del actual 8%, a poco más del 45%.

Respecto a la densidad de los residuos y su impacto en los volúmenes de las categorías de residuos estudiadas, se puede apreciar que si bien los plásticos representan alrededor del 10% en peso del total de la masa de residuos generados, esta fracción contribuye cerca del 50% del volumen total de la masa de residuos. En contraposición, los restos de comida representan alrededor del 40% del peso total de los residuos que se generan en Unquillo, pero contribuyen menos del 12% al volumen total de los residuos generados.

CONCLUSIONES

La generación de residuos en tipo y cantidad es variable según la época del año y la condición socio-económica de la población que la genera. El peso con que impactan estos y otros parámetros sobre la generación de residuos será objeto de otros estudios.

La relativamente escasa dispersión de los aportes de cada categoría entre los tres estudios de caracterización realizados permite utilizar los valores promedio obtenidos para diseñar las estrategias de intervención necesarias para mejorar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos en esta localidad.

En los costos de transporte y disposición final de los residuos no diferenciados al relleno sanitario de Piedras Blancas en Córdoba, el volumen de los residuos incide en los costos de transporte y el peso en los costos de disposición final por lo que tanto las categorías de plásticos como la de restos de comida son de vital importancia para mejorar la ecuación económica del sistema integral de gestión de residuos.

El municipio actualmente gasta una cifra de aproximadamente \$ 900.000 anuales en el transporte y disposición final de los residuos no diferenciados al relleno sanitario de la ciudad de Córdoba distante 55 km. Si la tasa de desvío se incrementara del actual 8% al 45%, el ahorro por transporte y disposición final más los ingresos generados por la comercialización de algunas

fracciones de residuos podrían mejorar significativamente la ecuación económica de la gestión de los residuos, reducir significativamente el impacto ambiental y generar fuentes de trabajo genuinas.

REFERENCIAS

CEPIS 2005. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de los residuos sólidos. Hoja de divulgación técnica ISSN: 1018/5119 HDT/ N° 97.

Dirección de Estadísticas y Censos del Ministerio de Planificación Inversión y Financiamiento de la Provincia de Córdoba - Censo Provincial 2008.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (www.indec.gov.ar). Censo 2001 y Censo 2010.

Normas IRAM 29.523:2003 2010. Calidad ambiental - Calidad del suelo: Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo.

Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos .Editorial Mc Graw – Hill.