CIECTI
Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación

ÁREA TEMÁTICA

INNOVACIONES PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE: GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS

Estrategias sustentables y viables para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

Planta Piloto de Ingeniería Química, PLAPIQUI (UNS-CONICET)

CIECTI

Centro Interdisciplinario
de Estudios en Ciencia,
Tecnología e Innovación

Seguinos en @ciecti
Buscanos en /ciecti

Godoy Cruz 2390 – PB (C1425FQD), CABA,
(54-11) 4899-5000, int. 5684
info@ciecti.org.ar

ciecti.org.ar

Introducción

La disposición de los RSU constituye un problema mundial de muy alta relevancia debido a la cantidad creciente y a la parcial biodegradabilidad de los mismos. Históricamente, la misma se ha hecho mediante enterrado de los desechos sin ninguna clasificación previa en lugares dispuestos para tal fin. En el último siglo, particularmente en las últimas décadas, con el incremento de la población mundial y el avance de la sociedad de consumo, la cantidad de desechos a disponer se ha incrementado exponencialmente. Se han creado verdaderos centros de acumulación de deshechos con la consecuente generación de epidemias y roedores, además de aumentar el nivel de degradación ambiental. Cabe destacar que la población urbana crece mucho más rápidamente que la rural, incrementando aún más este problema. La Figura 1 muestra el mayor incremento de la población mundial urbana que de la rural y a su vez, es evidente que en los países menos desarrollados esa brecha es mayor. La proyección a 2050 es drástica evidenciando lo acuciante del problema.

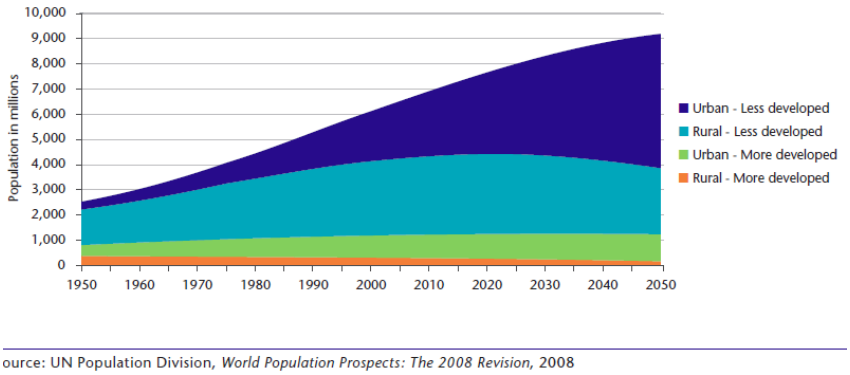


Figura 1: Crecimiento de la población mundial desde 1950 y su proyección hasta 2050, segmentada por área (rural o urbana) y por desarrollo del país.

Así entonces, la disposición final en vertederos se incrementa y origina riesgos ambientales directos (sobre las personas que efectúan la recolección y la disposición en los rellenos sanitarios) e indirectos (proliferación de vectores sanitarios, alimentación de animales domésticos). En las ciudades de Argentina se generan en promedio aproximadamente 0,8 kg diarios de residuos por habitante, lo que implica un total anual de 12 millones de toneladas de RSU. La disposición final de esta masa de residuos implica una importante fuente de contaminación del agua, el suelo y el aire, además de producir deterioro en el paisaje. Por otra parte, este problema es más crítico a medida que la población aumenta. La Figura 2 muestra que, en los municipios con menor población (de menos de 10.000 hasta 100.000 habitantes) predominan los basurales a cielo abierto (BCA). En los rangos poblacionales intermedios existe una combinación de disposición semicontrolada (DSC) y relleno controlado y en los municipios con más de 1.000.000 de habitantes se utilizan rellenos controlados (RC).

Sin embargo, este tipo de disposición de RSU no resulta económica y ecológicamente sustentable.

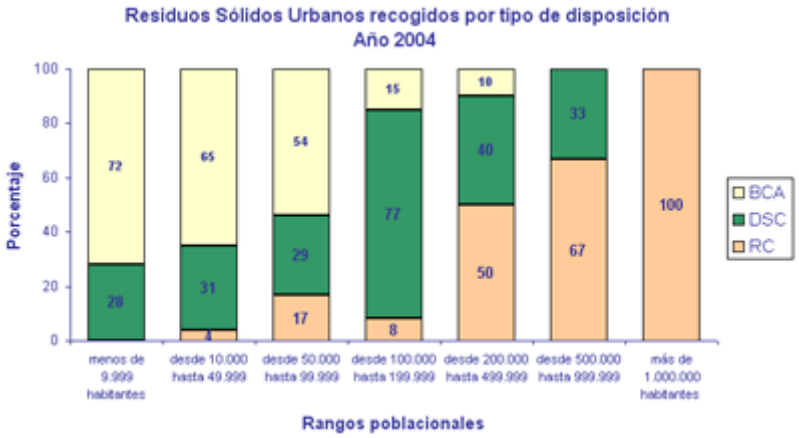


Figura 2: Diagnóstico Preliminar de la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, 2004. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Jefatura de Gabinete de Ministros.

Es claro que debe encontrarse una solución sustentable a este problema, que sea sencilla de aplicar y que pueda sostenerse en el tiempo. En tal sentido, en este proyecto se propuso abordar la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) en manera integral encarando el problema en forma multidisciplinaria, proponiendo metodologías de gestión sustentable que contemplen la interacción de aspectos sociales, técnicos, económicos, ecológicos, políticos, geográficos, educativos y culturales. El estudio y las propuestas se harán específicas se harán en base a un estudio preliminar llevado a cabo por parte del grupo de trabajo y bajo la dirección de la Dra. Barbosa. Ese estudio permitió analizar la cantidad y calidad de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Bahía Blanca, y relacionarlos con el nivel socio-económico de la población. Bahía Blanca es una ciudad portuaria con perfil industrial y aprox. 400000 habitantes. El informe de ese estudio se anexa al presente a fin de permitir al lector establecer el marco de referencia desde dónde se plantearon los objetivos generales y líneas de acción específicas y se delimitaron y adaptaron las metodologías de trabajo específicas.

Las líneas de acción propuestas en el plan de trabajo original son: a) Minimización de la generación de residuos por diseño adecuado de productos, y elaboración de políticas y estrategias comerciales afines. b) Diseño combinado de sistemas de valorización de residuos que optimicen la sustentabilidad del proceso minimizando la disposición final en rellenos sanitarios; y c) Abordaje conjunto de aspectos socio/políticos/comerciales incluyendo desde la concientización de la población, hasta el diseño estratégico de sistemas de recolección y generación de puestos de trabajo.

Cronología

En el marco de la 1° Convocatoria del CIECTI para la Presentación de Proyectos de Investigación, el 10/9/2014 se presentó un resumen del presente proyecto como propuesta de investigación en el área temática: *Innovaciones para el desarrollo sustentable: la gestión de residuos urbanos* junto con los Curriculums de los principales investigadores que lo llevaría a cabo. El resumen fue aprobado en la primera fase. La notificación y el instructivo para la presentación efectiva fue recibida el 29/10/2015. El proyecto definitivo se presentó en diciembre de 2014 y fue aprobado por Resolución 036/15 del MINCyT del 27/1/2015.

El contrato de otorgamiento de fondos fue firmado por el representante del MINCyT y el Rector de la UNS en junio de 2015. Esto permitió la erogación de la primera cuota del subsidio y el comienzo del proyecto se hizo el 1/7/2015. El primer informe fue enviado a los 90 días y fue aprobado.

Objetivo

El objetivo general de este proyecto es diseñar metodologías de gestión integral de residuos sólidos urbanos, sustentables y sostenibles en el tiempo. En tal sentido se propone abordar el problema en forma multidisciplinaria definiendo los tres objetivos específicos que constituyen tres líneas de investigación que se desarrollarán en paralelo.

Estos objetivos específicos, íntimamente relacionados entre sí, son:

a) Minimización de los residuos a enviar a relleno o valorización, mediante el diseño adecuado de productos que maximicen su performance con la menor cantidad de materiales, diseño de políticas y estrategias comerciales de “retornanabilidad y reuso”, propuestas de minimización de la diversificación de materiales en envases, paquetes y envoltorios, juguetes y objetos descartables, etc..

b) Diseño combinado de sistemas de valorización tendientes a optimizar la sustentabilidad global del proceso. Se propone combinar el reciclado por reprocesado de los residuos que puedan ser tratados de esa manera, con la valorización energética de los que no puedan ser separados por tipo y/o limpiados adecuadamente. Esta línea involucra el desarrollo de los procesos de valorización combinados y el diseño de productos concretos a obtener con los materiales de desecho además del análisis económico/ecológico del proceso global que permita discernir acerca de la viabilidad de los mismos.

c) Aspecto socio/políticos/comerciales que abarquen desde la concientización de la población a través del sistema educativo y de publicidad, hasta el diseño estratégico de

sistemas de recolección y la posible generación de puestos de trabajo y dignificación del mismo, teniendo en cuenta que el agregado de valor a los residuos permite a los distintos actores sociales incrementar sus ganancias.

Los trabajos de campo se llevan a cabo en la ciudad de Bahía Blanca y su área de influencia, y los cálculos específicos se basan en datos de la misma ciudad, relevados en un trabajo previo que de adjunta en el Anexo I al final de este informe.

Equipo de trabajo

El equipo de trabajo está compuesto por investigadores con capacidades complementarias desde lo técnico, la gestión, los aspectos económicos, la sustentabilidad y los aspectos sociales, constituyendo un grupo multidisciplinario con tiene amplia experiencia documentada en este tipo de trabajo. Los integrantes son:

Coordinación General:	Dra. Silvia E. Barbosa
Investigadores docentes:	Dr. Alberto Bandoni
	Lic. Federico Barragán
	Dra. Luciana Castillo
	Ing. Guillermo Dominella
	Dr. Guillermo Durán
	Lic. Christian Kreber
	Ing. Marcelo Peruzzi
	Dra. Nora Pizzarro
	Dra. Andrea Savoretti
Profesionales Contratados:	Lic. Alberto Benvenuto
	Ing. Martín Rossi

Para llevar a cabo las actividades incluidas en los objetivos específicos se incluyeron 11 becarios al proyecto. La selección se llevó a cabo de acuerdo a los criterios de la UNS para esta clase de concursos previa determinación del perfil de cada uno de acuerdo a las necesidades específicas. En todos los casos se eligieron alumnos con más del 80% de cursado de la correspondiente carrera. Esta selección fue aprobada por el Consejo Superior Universitario de acuerdo a la Resolución 335/2015. Los becarios seleccionados son:

Becarios:

Alonso Revelli, Florencia

Contreras, Micaela

Crozes, Maria Laura

Lambertucci,Luciana

Malisani, Debora

Marban, Matias

Menendez, Matias

Meyer, Juan Francisco

Ortiz, Macarena

Recalde, María Elena

Sorichetti, Antonela

Metodología general de trabajo

El trabajo de dividió en tres grandes líneas principales coincidentes con los tres objetivos planteados. Cada línea cuenta con un responsable técnico y todos son coordinados por la directora del proyecto. Estas líneas se dividen en sub-líneas con sus propios responsables/ejecutores que forman un equipo de trabajo con los becarios asignados a cada uno.

Cada línea tiene una metodología de trabajo interna propia y es autónoma. Semanalmente se reportaban y discutían resultados, se analizaban las dificultades, problemas y detalles de ejecución en un plenario de coordinadores y quincenalmente se desarrolla un plenario general de avance. En todos los casos la comunicación es fluida aún fuera de los plenarios.

La vía de comunicación seleccionada es Facebook en grupo cerrado para lo organizacional y Google Drive para el intercambio de documentación, además de las reuniones formales. En todos los casos la discusión es horizontal y todos los participantes opinan sobre todos los temas, dado que el grupo considera que la contribución interdisciplinaria y la mirada externa son fundamentales para enriquecer la investigación. Las metodologías de trabajo particulares se describen en cada línea.

Línea 1 - Objetivo específico 1 – Minimización de residuos

La minimización de residuos es el proceso y la política de reducir la cantidad de residuos producidos por una sociedad. Este objetivo puede conseguirse básicamente de dos formas:

- Minimizando la cantidad de material a utilizar para fabricar un objeto determinado.
- Por reuso, es decir usando el objeto más de una vez antes de enviarlo a disposición final

En ambos casos se generan menos residuos a ser enviados a disposición final.

1.1 Diseño adecuado de productos que maximicen su performance con la menor cantidad de materiales

Antecedentes: En este eje de abordaje a la temática de minimización de residuos pretende promover la reducción de material constituyente de un producto a través del rediseño del mismo. En este sentido, el material es un factor clave a la hora de determinar el comportamiento ambiental luego de la vida útil de los productos. A través del rediseño, se pretenden reducir los impactos ambientales del producto en todo su ciclo de vida, es decir, desde la obtención de las materias primas, hasta la producción, distribución, uso y gestión de sus residuos, mejorando no sólo la eficiencia ambiental sino también la económica. Una estrategia de rediseño ofrece una solución óptima para la mejora ambiental del producto desde su diseño y desarrollo, lo que implica que hay que analizar todos los aspectos ambientales del producto, mejorando aquellos que sean significativos.

Cuando se emplea una menor cantidad de materiales en la fabricación de un producto, los costos asociados con la materia prima y el consumo de recursos involucrados, disminuyen. Como consecuencia, la cantidad de residuo generada cuando el producto se transforma en desecho y destinado a disposición final, se verá reducida. Por otra parte, el rediseño debe contemplar que los productos están sujetos a requerimientos de fuerza, estabilidad y una vida de servicio. Es por esta razón que el rediseño debe ser óptimo en función de la reducción de la cantidad de material, sin perder la calidad ni las prestaciones originales del producto. A esta aproximación a la minimización de residuos se la denomina “reducción en la fuente” y se refiere directamente al diseño y a la fabricación de los productos, antes de ser consumidos. Es una manera de concebir los productos con un nuevo criterio ambiental; de modo tal que cumplan con su objetivo generando menos residuos y de ser posible utilizando menos recursos. Esta aproximación es independiente de la materia prima utilizada, es decir que es aplicable a todas las materias primas: vidrio, papel, cartón, aluminio y plásticos.

Teniendo en cuenta que una de las corrientes más voluminosas dentro de los RSU está constituida por los envases y que estos son mayoritariamente de plásticos, el estudio inicial llevado a cabo se centró en este tipo de envases.

Se definió como objetivo específico desarrollar metodologías aplicables a envases plásticos rígidos de productos de uso masivo. Durante el desarrollo del proyecto se aplicó la metodología al sector de los envases de productos de consumo masivo. Inicialmente se relevaron datos de constitución de los envases para analizar la reciclabilidad directa y/o proponer alternativas. Además estos datos se utilizaron como punto de partida para proponer metodologías de ahorro de material sin que el envase pierda su performance mecánica. Este tipo de estudios es extensible a cualquier producto de consumo masivo. Las corrientes de productos seleccionadas para este estudio en particular fueron: bandejas descartables y envases de cosméticos de uso masivo como champú y acondicionador.

Metodología y Resultados Obtenidos:

➢ 1.1.1. Selección de productos de consumo masivo con la finalidad de minimizar la cantidad de sus materiales constituyentes

El criterio de selección de los productos plásticos está ligado a que la minimización de la cantidad de material empleado tenga la mayor incidencia en la disminución de residuos. En tal sentido, la selección se basó en estudios previos concernientes al análisis estadístico de residuos sólidos para detectar los productos mayoritarios en los desechos urbanos (ver Anexo I). En tal sentido se seleccionaron dos grandes grupos de productos que involucran envases plásticos: los de aseo personal, como jabones líquidos y champúes, y los envases descartables de comida. Esta selección se hizo consultando los productos de mayor venta en el mercado, con los supermercados más grandes de la ciudad de Bahía Blanca.

➢ 1.1.2. Determinación de los materiales constituyentes de los productos seleccionados y evaluación de la reciclabilidad de los mismos

Sobre los productos plásticos seleccionados, se determinó su composición, empleando diferentes técnicas de caracterización. Mediante análisis térmico, específicamente Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) se identificó el tipo de material constituyente de los dos grupos de envases seleccionados. Estos datos se corroboraron por Espectroscopía Infrarroja con Trasformada de Fourier (FTIR) a partir de la identificación de las bandas correspondientes a los grupos funcionales presentes en la estructura del material. Cabe resaltar que estas técnicas son complementarias y permiten obtener información integral acerca de la composición del producto.

Para hacer los espectros FTIR se hicieron películas de aproximadamente 30 micras por prensado en fundido de pedacitos de los envases plásticos a analizar y luego se los analizó por transmisión en un espectrofotómetro infrarrojo con transformada de Fourier NICOLET 520. Para el análisis térmico, se pesaron muestras de cada uno de los materiales constituyentes del cuerpo de los envases y de las tapas (para frascos de champú) y se colocaron en cápsulas de aluminio. Se determinó su comportamiento a fusión mediante un calentamiento desde 30ºC hasta 280ºC a 10ºC/min. Los termogramas se llevaron a cabo en un equipo DSC Pyris Perkin Elmer. Los resultados encontrados se corroboraron con análisis de espectroscopía FTIR por transmisión. Una vez que se identificaron los componentes con certeza se los comparó con la inscripción que indicaba de que material era (cuando esta nomenclatura existía)

Cabe destacar, que los envases de champú y acondicionador en su mayoría tenían indicado el material que los componía y era correcto pero la mayor parte no estaba a la vista si no se separaban los componentes tapa y cuerpo del envase. Sin embargo, sólo uno de los envases desechables (bandejas o contenedores) tenía indicado el material del cual estaba compuesto.

En la Tabla I se resumen los materiales de los componentes de envases de champú y acondicionador de diferentes marcas. Las abreviaturas que se usaron para identificar los materiales son: HDPE (polietileno de alta densidad), PP (polipropileno), s/e (no había ninguna especificación del material).

Tabla I: Materiales componentes de los envases (determinados en el laboratorio) e indicación de identificación en los mismos.

Marca Champú	***Frasco***		***Tapa***	
	Det. lab.	***identificado***	***Det. lab.***	***identificado***
Lux	HDPE	si	PP	si
Clear	HDPE	si	PP	si
Sedal Ac.	HDPE	si	PP	si
Head & Shoulders	HDPE	si	PP	no
Biferdil	PET	no	PP	no
Sedal Sham.	HDPE	si	PP	si
Sedal Ac.	HDPE	si	PP	si
Tresemme	HDPE	si	PP	si
L´oreal elvive	HDPE	si	PP	si
Dove	HDPE	si	PP	si
Tio Nacho	PET	si	PP	no
Capilatis Acond.	HDPE	si	PP	no
Plusbelle	HDPE	si	PP	si

Es claro que en la mayoría de los casos el cuerpo del envase es de polietileno de alta densidad y las tapas es de polipropileno. Esta diversidad de materiales hace que las tapas deban ser separadas antes de ser reciclados pues al ser mezclados se separan en fases bajando notablemente las propiedades mecánicas respecto de las iniciales

y el nuevo material mezcla tendría un reducido campo de aplicación y por ende bajo precio dada sus malas propiedades finales. Es recomendable entonces, que para mejorar la facilidad de reciclado y evitar que el reciclador no tenga que separarlas en dos corrientes dentro de su establecimiento, la tapa y el envase sean del mismo material. En todos los casos analizados (productos de mayor venta) las tapas son de polipropileno, están moldeadas en una pieza y mayoritariamente tienen una parte bisagra, donde el material es expuesto a continuos ciclos de plegamiento. Esa es la causa principal para seleccionar polipropileno como material pues permite que este tipo de esfuerzo sin romperse durante la vida útil de la tapa (Figura 3).

Figura 2: Tapa de polipropileno moldeada en una sola pieza con bisagra incluida.

La pregunta es: ¿podrían fabricarse las tapas de polietileno? La respuesta es que sí pero deberían rediseñarse con formas diferentes a las actuales de modo que no contenga bisagra a partir de la misma pieza u otras alternativas como las que se proponen y describen a continuación. Cabe destacar que el polietileno de baja densidad es más económico que el polipropileno, sin embargo cuando se consultó a los fabricantes de tapas y a los fabricantes de champús, se notó una alta resistencia al cambio. Los primeros porque implica cambiar la matricería y los segundos porque el costo del envase lo absorben en el del producto y un cambio de forma les implicaría una campaña de marketing para que el usuario intuitivamente asocie el envase con el producto.

Dentro de este estudio se proponen dos tipos de diseño sencillo que podrían ser moldeados en HDPE y que son utilizados para otro tipo de productos líquidos. No tienen problemas de pérdidas ni derrames. La Figura 4 muestra dos sistemas distintos moldeado en dos partes, uno con bisagra mecánica (Fig. 4a) y uno con rosca (Fig. 4b). En ambos modelos propuestos es posible dosificar la cantidad de producto a aplicar. El primero se utiliza en algunos cosméticos, en tanto que el segundo se utiliza mayoritariamente para aderezos y de acuerdo a los sondeos con fabricantes sería menos práctico abrir y cerrar en champús.

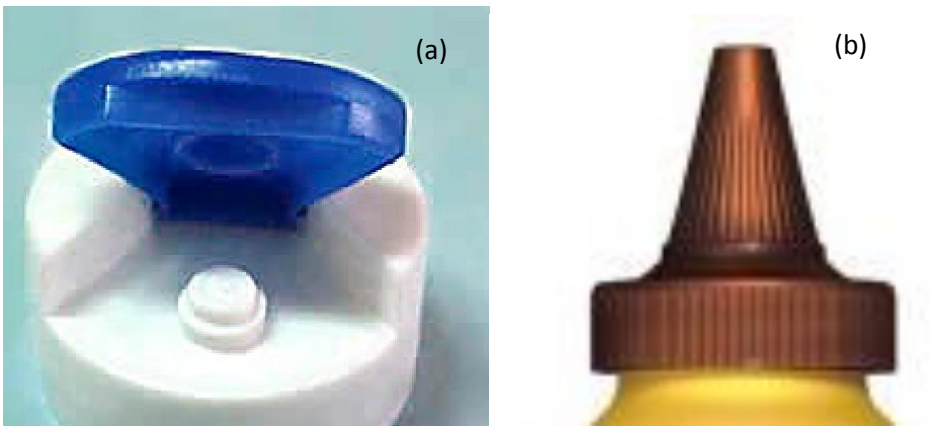
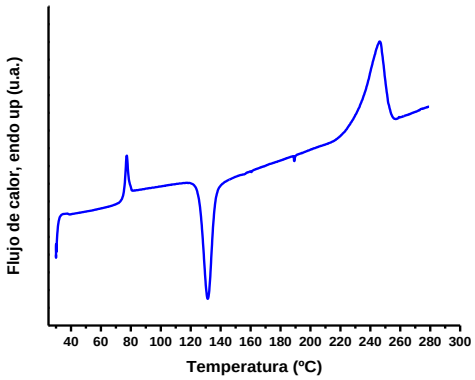


Figura 4: Tapas de HDPE moldeadas en dos partes: a) con bisagra y b) con rosca.

Respecto de los envases descartables, el estudio de calorimetría diferencial permitió determinar que se utilizan muchos materiales distintos para este tipo de envases, como resumen podemos detallar:

Los contenedores transparentes y brillosos que se usan comúnmente para tortas elaboradas y el fraccionamiento de frutas secas como pasas, nueces, almendras o encurtidos como aceitunas no estaban nomenclados por lo que se los analizó por FTIR y DSC. La Figura 5 muestra los envases que se analizaron (Fig. 6a) con su correspondiente termograma, típico del polietiletereftalato PET (Fig 6b). Esta curva es característica de este polímero presentando la temperatura de transición vítrea (proceso endotérmico) alrededor de 75 ^{o}C, la cristalización exotérmica alrededor de 130 ^{o}C y la fusión (endotérmica) alrededor de 250 ^{o}C.

(a)

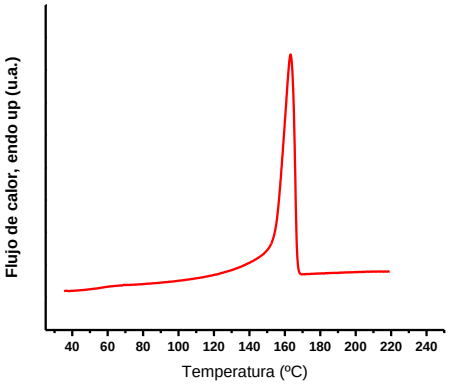


(b)

Figura 6: a) Contenedores analizados y b) Termograma característico del PET.

Los contenedores típicamente usados en rotiserías o delivery de comida elaborada en general son transparentes pero más opacos que los de anteriores y tampoco están nomenclados. De su análisis por DSC se identifica al polipropileno como componente de estas bandejas descartables. Además por FTIR se determinó que son de polipropileno homopolímero, es decir no tienen otro componente copolimerizándolo. En la Figura 7 se muestran fotos de los recipientes analizados (Fig. 7a) con su correspondiente termograma (Fig. 7b) en el que se identifica el típico pico de fusión de polipropileno en alrededor de 160 ºC.

(a)



(b)

Figura 6: a) Contenedores analizados y b) Termograma característico de polipropileno.

En tanto que los contenedores de envases de lácteos como yogurt, miel, dulces o similares en general son blancos o transparentes. Los envases de lácteos de primeras marcas están nomenclados, sin embargo los de miel y dulces en general no. Cuando se los analizó por FTIR y DSC, el tipo de envases que se muestra en la Fig. 7a. se demostró que son de poliestireno homopolímero o copolímero y que no necesariamente la tapa era del mismo poliestireno que el cuerpo como se muestra en la Fig. 7b. La tapa es de un copolímero presenta dos transiciones, en tanto que el cuerpo es de un homopolímero y muestra una sóla transición.

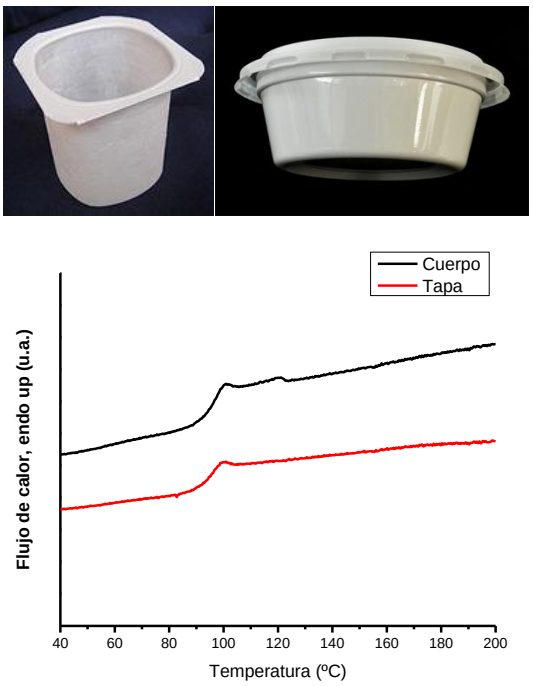


Figura 7: a) Contenedores analizados y b) Termograma característicos de poliestireno homo y copolímero.

También encontramos envases de **polietileno de alta densidad (HDPE**), sin nomenclar. Es importante destacar la DIVERSIDAD de materiales temoplásticos que se usan en este tipo de contenedores y lo que es peor NO están nomenclados en su mayoría. Para una persona que no conoce de plásticos desde el aspecto o desde la textura, son muy similares haciendo que puedan confundirse muy fácilmente. Por otra parte TODOS estos plásticos son inmiscibles entre sí, lo que implica que si se funden juntos, al enfriarse se separan en fases generando un material mezcla con muy malas propiedades mecánicas y de muy mala calidad. Es decir, la separación por tipo de material es clave para su posterior reciclaje, consecuentemente la nomenclatura es fundamental si se quiere incentivar el reciclado de los mismos.

➢ 1.1.3. Determinación de la cantidad de material en los productos seleccionados y análisis de reducción de la misma sin afectar las propiedades finales del envase.

Analizando visualmente la forma de los envases se planteó la pregunta: ¿Podrían hacerse con menos cantidad de material y conservar sus propiedades? En tal sentido, se pesaron los diferentes envases de champús, para determinar si es posible disminuir la cantidad de material en su fabricación. La Tabla II muestra los resultados discriminando peso de la tapa, del cuerpo del envase y el volumen de producto almacenado. Se incluye además la relación entre la cantidad de producto y de plástico, que como es obvio, aumenta a medida que el envase tiene más capacidad. En este punto es muy importante hacer una acotación respecto de publicidades engañosas que declaman que sus envases son más ecológicos porque

el producto se envasa en pequeñas cantidades[1]!!! Es completamente lo contrario como claramente se demuestra en la Tabla II.

Tabla II. Peso de envases de champús y acondicionador capilar.

Marca	*Volumen de producto[ml]*	*Peso env [g]*	*Peso tapa [g]*	*Total [g]*	*Relación prod/env*
Lux	200	20,70	4,38	25,08	8,0
Clear	200	21,80	4,10	25,90	7,7
Sedal Acond.	200	19,14	**8,67**	27,81	7,2
Head & Shoulders	200	20,91	**7,30**	28,21	7,1
Biferdil	225	27,69	6,49	34,18	6,6
Sedal Champú	350	28,62	**15,35**	43,97	8,0
Sedal Acond.	350	29,78	**10,60**	40,38	8,7
Tresemme	400	32,10	6,20	38,30	10,4
L´oreal elvive	400	32,37	**10,25**	42,62	9,4
Dove	400	34,65	6,57	41,22	9,7
Tio Nacho	415	31,79	4,45	36,24	11,5
Capilatis Acond.	420	35,35	5,34	40,69	10,3
Plusbelle	1000	48,44	9,79	58,23	17,2

Otra de las conclusiones importantes que se puede sacar de la Tabla II es que dentro de la muestra tomada, los champú de las marcas Sedal, Head & Shoulders y L'oreal-Elvive, tienen tapas que pesan más de 7 u 8 gramos, mientras que en otras marcas, la tapa con igual función pesa alrede dor de 4 gramos. El caso más relevante es el del Champú Sedal, que es el más vendido en supermercados de gran superficie y cuya tapa pesa 3 veces más que el resto y cumple la misma función. Es importante destacar que el diseño de la misma incluye una bisagra que es cómoda para el usuario, sin embargo tapas de otras marcas también incluyen esta forma pero optimizando la cantidad de material. Una buena optimización de esta tapa reduciría al menos a la mitad (o a la tercera parte!!!) la cantidad de polipropileno que se tira proveniente de estas tapas.

Respecto del cuerpo de los envases, una vez determinado el peso y sus dimensiones se calculó la resistencia mecánica de los mismos utilizando el software comercial de diseño y modelamiento mecánico Solidworks. El trabajo se planteó en pasos: Inicialmente se armó con CAD la estructura tridimensional de los envases. Se seleccionaron cuatro, losd de las marcas de consumo masivo: Plusbelle, Sedal, Clear y Tresemme. Luego se hizo un análisis de las fuerzas a las que son sometidos además de la de contener el producto. La más importante es la proveniente de la presión que se realizasobre los envases de champú y acondicionador para dosificar el producto durante su uso. En tal sentido se determinó que debían soportar una fuerza máxima de

[1] Publicidad de Dove: Nuevos antitranspirantes comprimidos, duran lo mismo con menos empaque. http://www.dove.com.ar/es/Productos/Antitranspirantes/default.aspx

compresión de 35 Kgf que en bibliografía[2][3][4] se informan como máximos valores de presión de manos en una población joven y masculina, en tanto que la media para cualquier población, corresponde a una la fuerza de compresión de 20 Kgf. Se tomó como punto de aplicación de la fuerza la zona central de las botellas, con un ancho similar a una mano de 8 cm. El resultado que se obtiene es un modelo coloreado indicando la intensidad de la tensión que soportan las botellas (mayor intensidad rojo, menor azul). En la Figura 8 se muestran los resultados para la carga de 35 Kgf, en tanto que en la Figura 9, los correspondientes para la carga de 20 Kgf.

Claramente en los envases más circulares las tensiones se reparten más homogéneamente independientemente de la tensión aplicada que en los que tienen ángulos o más borde dado que estos últimos son concentradores de tensión y en todos los casos los envases están sobredimensionados.

Se planteó entonces la posibilidad de ahorrar un 20 % en peso del material y se verificó si seguían cumpliendo con las propiedades necesarias para su uso. Se calcularon los espesores con este requerimiento y a partir de ello se analizó la performance mecánica. Para hacer como se muestra a continuación. Para facilitar el análisis, los resultados gráficos se resumieron en la Tabla III para todos los envases estudiados y ambas situaciones, la actual y la que tiene menor espesor.

---

[2] ¿Cómo se miden la fuerza y la fatiga de la mano?, Autores: Francisca Peydro de Moya, Miguel Rubio Hervás, Ignacio Bermejo Bosch, José David Garrido Jaén, José María Baydal Bertomeu, Francisco Matey González, Alex Cortés Fabregat, Alfredo Ballester Fernández. Instituto de Biomecánica de Valencia.

[3] XV CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA SEMAC 2009. FUERZA MÁXIMA DE AGARRE CON MANO DOMINANTE Y NO DOMINANTE. Autores: Lizeth Muñoz Jashimoto, Enrique de la Vega Bustillos, Francisco Octavio Lopez Millan, Bertha Alicia Ortiz Navar, Karla Lucero Duarte.

[4] Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel. Autores: M. L. Mateo Lázaro, M. A. Penacho Lázaro, F. Berisa Losantos y A. Plaza Bayo

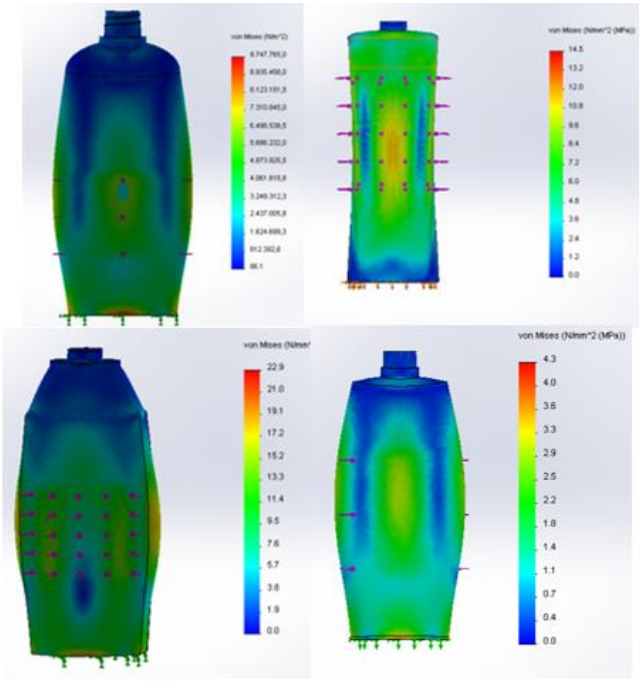


Figura 8: Tensiones soportadas por los envases actuales de envases de: a) Tresemme (400ml), b) Clear (200ml), c) Plusbelle (1000ml) y d) Sedal (200ml), cuando son comprimidos con una fuerza de 35 kgf

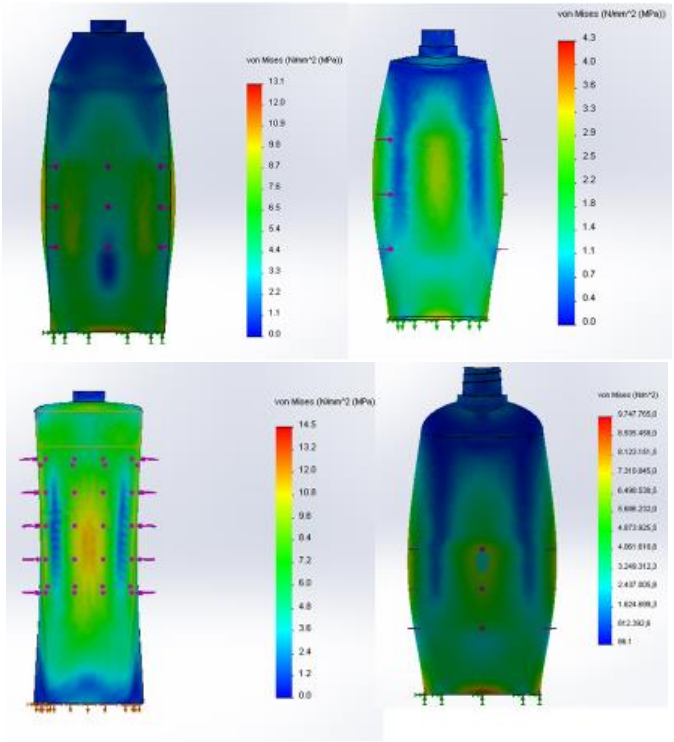


Figura 9: Tensiones soportadas por los envases actuales de envases de: a) Tresemme (400ml), b) Clear (200ml), c) Plusbelle (1000ml) y d) Sedal (200ml), cuando son comprimidos con una fuerza de 20 kgf.

Tabla III. Valores máximos de tensiones y deformaciones soportadas para los diferentes envases.

	Espesor (mm)	Peso (gramos)	Tension (Mpa)		Deformación (mm)	
			F=20 Kgf	F=35 Kgf	F=20 Kgf	F=35 Kgf
Sedal	0,8	22,78	4,46	7,72	1,05	1,85
	0,68	19,13	6,2	10,8	1,3	2,27
Plusbelle	0,78	52,73	13,1	22,9	4,48	7,85
	0,68	46,05	15,1	25,85	5,68	9,1
Tresemmé	0,98	36,25	9,75	17,05	2,78	4,86
	0,8	29,42	12,06	21,1	3,58	6,25
Clear	0,92	22,39	9,8	19,9	3,48	5,42
	0,75	18,34	14,5	22,8	4,7	6,98

Claramente, al disminuir el espesor del envase se deforman más y por ello se generan tensiones mayores, pero aún debajo del límite admisible. En todos los casos se obtuvieron tensiones menores a la tensión de fluencia, entre los 26 y 28 Mpa para el polietileno de alta densidad. El único caso muy cercano a este valor es para el envase de Plusbelle con la fuerza máxima de manos y con el espesor disminuido a 0,68mm que queda en el límite pero por debajo. El envase más circular, el de sedal, tiene menor concentración de tensiones y por tanto menores deformaciones y es al que más podría reducirse el espesor.

De la tabla anterior entonces queda claro que con la metodología propuesta se puede diminuir en unos 4 gramos los envases de 200ml (Sedal y Clear), en unos 6 gramos los de 400ml (Tresemmé) y unos 6 gramos el de 1000ml (Plusbelle) sin cambiar el diseño global, sólo disminuyendo el espesor. Así entonces, es posible ahorrar entre un 15 y un 20% de material optimizando los diferentes componentes de los envases. Esta metodología es claramente aplicable a otros envases rígidos, estudiando el uso, rediseñando y optimizando los envases se puede disminuir la cantidad de plásticos usados en los envases.

Para tener una dimensión de la cantidad de plástico que se evitaría enviar a relleno con sólo esta política, a continuación se presenta una primera aproximación de la cantidad de plástico que se podría evitar de consumir utilizando el rediseño SOLO en envases de champú y acondicionadores. Los cálculos se basan en que:

1) Argentina se consumen aproximadamente 4,5 litros de producto para el cabello (champú y acondicionador) por habitante al año, lo cual implica una cantidad del 170 millones de litros[5].

2) La categoría “champú y acondicionador” se distinguen tres segmentos claros[6]:

[5] http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2012/06/16/nosotros/NOS-09.html

[6] http://www.iprofesional.com/notas/25671-Los-argentinos-invierten-ms-en-shampoo-que-el-resto-de-la-regin

- Precios altos, que es el 12% del mercado total. En este mercado las marcas líderes son Pantene y Dove.
- Precios medios, que es el 18% del mercado, donde se destacan Sedal y Plusbelle Evolution.
- Precios bajos, que es el 70% del mercado restante y se trata de los productos de litro, donde lidera Plusbelle.

Esto permite hacer un cálculo aproximado pero conservativo teniendo en cuenta que, como se demostró más arriba, se pueden disminuir unos 5 gramos en productos de 200 y 400ml, y unos 6 gramos en productos de litro, lo que implica un ahorro de:

$$Red\ Material = 0{,}30x3x0{,}005x170000000 + 0{,}70x0{,}006x170000000$$

$$= 1479000\ Kg = 1479\ toneladas.$$

El factor de 3 que se usó para el 30% de consumo, que corresponde a envases de 200 y 400ml, es un promedio conservativo, de cantidad de envases por litro. Para el caso de envases de 200 ml se consideró 5 envases por litro y para los de 400 ml: 2,5 envases por litro, por lo que para cuantificar la cantidad de envases por litro usamos el factor de 3.

Resumiendo y concluyendo, con un adecuado diseño de envases SOLO de champú y acondicionados se podría reducir la cantidad de residuos plásticos en al menos 1479 toneladas al año. Si esto se hiciese en el resto de los productos de tocador y cuidado personal el valor se incrementaría notablemente. A primera vista, es claro que los envases rígidos utilizados en la industria de cuidados personal y del hogar están sobredimensionados, por lo que se propone una política de minimización de uso de material descartable con criterios de diseño sustentable de envases.

1.2 Análisis de posible reuso de productos que actualmente se desechan

En la actualidad muchos productos se desechan cuando podrían ser reutilizados en sí mismos, es decir para seguir cumpliendo la función para la que fueron hechos. En el sector de tintas y toners para impresoras, en Argentina se utilizan los cartuchos alternativos y/o recargados pero en ningún caso son de primeras marcas. Esto implica la no garantía de un buen funcionamiento de las impresoras y/o una buena caludad de impresión.

Particularmente Hewlett-Packard, más conocida como HP, es una empresa estadounidense que fabrica y comercializa hardware y software. HP cuenta con un programa de reciclado de cartuchos usados de tinta y tóner originales HP, denominado Planet Partners, que funciona actualmente en 73 de países del mundo. De bibliografía se sabe que cada impresora laser color usa 4 cartuchos, que estos pesan aproximadamente 1 kg y que contienen gran parte del mecanismo de fijación del toner.

La pregunta, luego de verificar en la página web de la empresa, que en Argentina no se encuentra en funcionamiento el programa de reciclado, fue cual es la causa y si hay un mercado paralelo.

Se contactó a la empresa por mail con la misma, consultando los motivos por los cuales no es posible que se aplique en el país. La respuesta obtenida fue:

"HP no ofrece el programa HP Planet Partners de retorno y reciclaje en su país, Argentina. HP continúa expandiendo el programa HP Planet Partners a nuevos países y regiones. Verificamos en Argentina un sistema regulatorio que presenta variados requerimientos y restricciones a nivel nacional y provincial, que además de clasificar los consumibles como residuos peligrosos, crean restricciones a su entrada y movimiento inter jurisdiccional entre las provincias. Es decir que el sistema regulatorio en Argentina no permite tener hoy el Programa Planet Partners en el país."

En conclusión, Hewlett-Packard no implementa su programa de reciclado de cartuchos y tóner en Argentina, debido a la legislación en materia de residuos peligrosos. Una situación análoga se da en Uruguay, Argentina y Bolivia. Respecto de la existencia de un mercado paralelo, y de acuerdo a las consultas en los negocios de computación, el mercado existe pero es muy pequeño. Esto implica que en la actualidad en nuestro país los cartuchos literalmente se descartan en el relleno sanitario con el consecuente perjuicio económico y ambiental.

Concluyendo, es de fundamental importancia revisar las legislaciones de residuos peligrosos para consumibles y hacerlas coherentes entre las provincias y la nación, a la vez que se obligue a las empresas a fomentar todas las políticas de reuso que tienen implementadas en otros países cuando estén dadas las condiciones.

Línea 2 – Objetivo específico 2 – Valorización combinada

Antecedentes: Se denomina valorización energética al mecanismo de obtención de calor, electricidad o combustibles a partir de los RSU mediante una variedad de procesos, los cuales incluyen la combustión, gasificación, pirólisis, digestión anaeróbica, etcétera. Vista como un elemento más de la jerarquía de gestión de residuos (Reducir, Reusar, Reciclar), permite disponer de una fuente de energía renovable que a su vez reduce las emisiones de carbono (sustitución de combustibles fósiles) y por reducción de las emisiones de metano en basurales a cielo abierto.

De las múltiples tecnologías disponibles para la valorización energética, las más utilizadas a escala industrial son la incineración con recuperación de energía (calor o electricidad), la obtención de Combustibles Sólidos Recuperados (CSR) y la producción de gases por biometanización o recuperación de gases en vertederos. Las restantes tecnologías como, termólisis-pirólisis, generación de plasma, incineración electroquímica y gasificación se encuentran en etapa de investigación y desarrollo, pero en la actualidad no hay plantas en funcionamiento que utilicen como insumo Residuos Sólidos Urbanos [Niessen],[Stucki].

En Estados Unidos hay actualmente en funcionamiento más de 80 plantas de generación de energía a partir de RSU. Éstas procesan 96.249 toneladas de residuos por día, con una capacidad de generación de potencia eléctrica de 2.554 Megavatios, o de 2.769 Megavatios si se computa también el vapor generado en dichas plantas. El 76,2 % de estas plantas operan con combustión en masa de RSU, mientras que el 15,5 % utilizan combustibles sólidos recuperados (obtenidos por pre procesamiento de RSU) y el 8,3 % restante son plantas modulares similares a las de combustión en masa. Desde el punto de vista energético, 73,8 % de las plantas produce sólo energía eléctrica, el 4,8 % produce solamente vapor, mientras el que el 21,4 % restante tiene capacidad para producir tanto vapor como electricidad [ERC].

En el año 2000 Europa poseía 304 plantas, con capacidad de procesar 50,2 millones de toneladas anuales de RSU con una recuperación de 49,6 TWh/año, de los cuales 70 % se llevó a cabo en forma de calor y 30 % como electricidad. Según datos de la International Solid Waste Association (ISWA), en el año 2012 había en funcionamiento 455 plantas de tratamiento de RSU con recuperación de energía. En el año 2007 los países miembros del grupo UE-27 destinaron el 20 % de los RSU a tratamientos con recuperación de energía, un 17 % a compostaje, un 23 % a reciclado y el 40 % restante a basurales y rellenos. Si se analiza la política de gestión de RSU en cada miembro del grupo en forma individual, los desempeños son muy diferentes. Alemania, por ejemplo, en el año 2007 procesó el 35 % de los RSU para recuperar 4.259 GWh de energía y destinó a rellenos sólo el 1 %. Holanda mostró un desempeño similar, obteniendo 1.310 GWh por el procesamiento del 39 % de sus residuos, y enviando a disposición final el 1%. En el otro extremo países como Bulgaria, Polonia y Estonia, destinaron a rellenos y vertederos más del 90 % de los RSU [ISWA].

Respecto de la situación en Argentina, se debe mencionar que es prácticamente nulo el procesamiento y valorización de los RSU, siendo mayoritaria la disposición en basurales a cielo abierto (BCA) cuando se trata de pequeñas localidades del interior, mientras que en las ciudades y grandes áreas metropolitanas predomina la disposición semi-controlada (DSC) y en rellenos controlados (RC). Si bien la gestión de los RSU es un tema de incumbencia municipal, la elaboración y coordinación de estrategias para la gestión de los residuos recae en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, que en el año 2005 publicó un plan de acción para los RSU, denominado ENGIRSU, el cual contempla la valorización energética como un camino para minimizar la disposición final en rellenos [ENGIRSU].

Complementariamente al ENGIRSU, desde otros estamentos del Estado se han promovido políticas en ese sentido. Ejemplo de esto es el Ministerio de Planificación Federal, que a través de la empresa ENARSA elaboró el programa GenRen, mediante el cual se promueve la instalación de centrales de generación de electricidad a partir de fuentes renovables, que incluye procesamiento de biomasa y RSU. De igual modo el INTI, con el proyecto Valorización Energética de Residuos Sólidos Urbanos (VERSU), se propone la fabricación de una planta modular y de pequeña escala para el procesamiento de residuos y generación de electricidad que pueda ser utilizada en localidades pequeñas.

En el ámbito local, a mediados de 2010 un conjunto de instituciones de la ciudad de Bahía Blanca y la propia Municipalidad, fueron convocadas por la empresa DOW Argentina a fin de comenzar a elaborar un plan para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) de la ciudad. A raíz de dicha convocatoria, en el año 2011 un equipo de la Planta Piloto de Ingeniería Química, Instituto dependiente de la Universidad Nacional del Sur y CONICET realizó un estudio exhaustivo que determinó la cantidad y calidad de los RSU de la ciudad de Bahía Blanca, y los relacionó con el Índice de Calidad de Vida (ICV) de la población mediante un muestreo estadístico que se validó en cuanto a la no estacionalidad. Este estudio se adjunta en el Anexo I.

2. Hipótesis de trabajo

2.1. Cuantificación de los potenciales energéticos teóricos máximos de las principales corrientes.

Las políticas urbanas pueden en gran medida aportar una ventaja sustancial en la valorización de los residuos. En la ciudad de Bahía Blanca anualmente se envían al relleno sanitario más de 70.000 toneladas de materiales que cuentan con un considerable potencial energético, por lo que no debe despreciarse su valorización, disminuyendo así la disposición final y aumentando la vida útil de este relleno. En la Tabla IV se enumeran y describen algunos de ellos

Tabla IV. Cálculo del contenido energético teórico de los residuos anuales de la Ciudad de Bahía Blanca.

Residuo	Cantidad [ton]	Composición	Fracción en peso	Peso [ton]	PCS [Kcal/Kg]	Energía [Kcal] 10^6	Energía [GWh]
Pañales	7500	Celulosa	0,139	1042,5	4000	4170	4.84
		Poliacrilato	0,089	667,5	s/datos	-	-
		PP	0,1	750	7000	5250	6.11
		PE	0,022	165	11000	1815	2.11
		Mat. Org. seca	0,195	1462,5	1111	1625	1.88
Papel	10200	Blanco	0,31	3162	4000	12648	14.70
		Marrón	0,69	7038	4000	28152	32.74
Plásticos	15860	PE	0,47	7400	11000	81400	94.67
		PP	0,22	3500	7000	24500	28.49
		PET	0,22	3500	5500	19250	22.38
		PS	0,08	1300	10000	13000	15.12
		PVC	0,01	160	5000	800	0.93
Materia Orgánica	37500	Varios	1	37500	1111	41663	48.45

El total energético de los RSU detallados en la tabla es de 234273 millones de Kcal, que convertidos en energía eléctrica (rendimiento del 30%), equivalen a 81 GWh. Dicha cantidad representa la energía entregada por un generador eléctrico de 10 MW en funcionamiento continuo durante un año, o el consumo anual de 6000 hogares (valor estimado a partir de datos del Banco Mundial sobre el consumo de electricidad per cápita en Argentina en el año 2012).

Si bien algunos materiales presentes en los RSU poseen un elevado poder calorífico, como el papel o los plásticos, también poseen un elevado valor comercial para ser utilizados en procesos de reciclado. Por tal razón establecer un punto de indiferencia entre qué estrategia utilizar para el tratamiento de dichas corrientes de materiales en los RSU, reciclado o valorización energética, requiere de mediciones precisas de su potencial energético y también de precios certeros del costo de producción de la energía eléctrica a partir de los mismos. En el contexto de este trabajo y por lo expuesto precedentemente, se realizará la evaluación de la potencialidad para estrategias de valorización energética de los pañales, que representan el 8%, y de la materia orgánica que aporta más de la mitad de los RSU.

2.2. Análisis de las estrategias de valorización energética de los pañales presentes en los RSU

Como primera aproximación se analizó el potencial de la corriente de pañales con valores de referencia teóricos de sus materiales constitutivos. Considerando un aprovechamiento de la totalidad de los pañales, y suponiendo una combustión completa y controlada de los mismos, la energía máxima en forma de calor obtenida

es de 16651125 Mcal (19,3 GWh), o lo que es equivalente a un poder calorífico de 2,2 Kcal/g.
Si bien estos resultados surgen a partir de aproximaciones y datos bibliográficos, para la realización de los cálculos se ha considerado a los materiales libres de humedad. Debe tenerse en cuenta el hecho de que luego de su recolección, los RSU en general y los pañales en particular, poseen una gran cantidad de agua, lo cual disminuye la eficiencia de combustión de forma considerable. Partiendo de la suposición que la materia orgánica húmeda de cada pañal está compuesta en un 70% por agua, y considerando como pérdidas el calor necesario para el aumento de temperatura y cambio de estado de la misma, la combustión en estas condiciones generaría 9502961 Mcal, o transformados en energía eléctrica (con 30% de rendimiento en el proceso de conversión) 3.3 GWh.

➢ 2.2.1. Contrastación experimental del poder calorífico de los pañales presentes en los RSU

Los datos disponibles en la bibliografía junto con la composición de los pañales descartables permitieron inferir el valor teórico que se cita en el apartado anterior. Sin embargo la cantidad de agua presente en los mismos luego de su recolección, y la diversidad de tipos, tamaños y composición de acuerdo a cada fabricante; hacen que sea necesario determinar por ensayos tanto el poder calorífico como la presencia de potenciales contaminantes durante el proceso de valorización.

El pañal anatómico está constituido básicamente por un cuerpo, conformado por una cubierta interior, un núcleo y una cubierta exterior, y las bandas laterales. La cubierta interior es la que está en contacto con la piel del bebé, capta su orina y permite que fluya hacia en núcleo, manteniendo la piel seca.

La capa interior está constituida, por fibras sintéticas consolidadas térmicamente de polietileno y polipropileno., con un surfactante que le confiere la propiedad hidrofílica. Está cubierta tiene una masa de 0,018 kg/m2 de material. El núcleo es el centro de absorción del pañal y su función es absorber y distribuir la orina de forma tal de optimizar su capacidad de almacenamiento. Este núcleo está compuesto por 2 materiales, Poliacrilato de Sodio (el cual se gelifica al entrar en contacto con la orina) y celulosa. La capa exterior, constituye la parte visible del pañal una vez colocado y su función es proporcionar una barrera hidrófuga entre el centro absorbente y el exterior. Esta capa generalmente está constituida por una delgada lámina de polietileno. Otras variantes pueden introducir opciones de dos capas una interna de polietileno y otra externa de materiales sintéticos similares a la cubierta interior.

Se plantearon entonces distintos ensayos para determinar el poder calorífico:

Ensayo 1. Determinación experimental del poder calorífico del pañal seco mediante una bomba calorimétrica. En este caso se requiere la elaboración de una muestra seca,

pequeña y compacta. Ambas restricciones condicionan el ensayo, ya que resulta imposible lograr una muestra que sea representativa de un pañal tomado de la corriente de RSU.

Como un camino alternativo se intentó realizar el ensayo de los materiales constitutivos de un pañal y luego hacer un promedio ponderado de las mediciones con la incidencia de peso de cada material en el total del pañal. Esta alternativa también presentó inconvenientes, ya que por las características de los materiales no se pudieron compactar las probetas con la prensa del instrumento. En el ensayo realizado solo se pudo obtener una muestra apta para realizar el ensayo con celulosa, que arrojó un poder calorífico superior (PCS) de 3985 kcal/kg, valor similar al reportado para dicho material en la literatura.

Ensayo 2. Determinaciones a partir de la quema completa del pañal. En este caso las observaciones y conclusiones se listan a continuación:

1. La temperatura alcanzada para la quema completa, es inferior a la temperatura necesaria para el proceso de escala real.

2. La presencia de VOC detectada a 70 cm del alivio del recipiente del ensayo, crecieron conforme los tiempos del ensayo desde 1 ppm a los 3 minutos de iniciado el ensayo, hasta un máximo de 15 ppm al finalizar el mismo. Si bien estos valores no han discriminado composición permiten inferir la magnitud del impacto de los gases sin tratamiento.

3. La emisión de particulado por el alivio alcanzó valores de 9,9 mg/m3, claramente inviable sin un sistema de captación de particulado.

4. Cenizas: El pañal quedo reducido completamente a cenizas con lo que es necesario asegurar un destino final para estas.

2.3. Valorización energética por conversión térmica – Análisis de alternativas

Se denomina valorización energética al mecanismo de obtención de calor, electricidad o combustibles a partir de los RSU mediante una variedad de procesos, los cuales incluyen la combustión, gasificación, pirólisis, digestión anaeróbica, etcétera. Dentro de las tecnologías de conversión térmica la más popular y extensa en uso es la incineración en hornos de parrilla, seguida por la gasificación sobre lecho fluidificante. Estas tecnologías se utilizan principalmente en plantas de gran escala con capacidades de procesamiento superiores las 300 toneladas por día.

Para el procesamiento de las corrientes de pañales y material orgánico de los RSU de nuestra ciudad (aproximadamente el 60%del total) se analizó realizar su valorización con nuevas tecnologías emergentes, como BOS™, COR, Energos y Aireal. Estos procedimientos realizan la gasificación de los RSU en un proceso de dos etapas y su principal ventaja radica, además de su escalabilidad, en la baja inversión inicial y el bajo costo de mantenimiento y operación de las plantas.

En los sistemas BOS™ la conversión comienza con la carga a granel y sin tratamiento previo de los RSU en la cámara de gasificación primaria, o PGC por su denominación en inglés (Primary Gasification Chamber), donde se produce la gasificación lenta a temperaturas del orden de los 500°C, transformando los RSU en gas y cenizas. El proceso se inicia mediante un mechero, el cual permanece encendido hasta que la gasificación comienza, y luego es controlado mediante el caudal de aire que ingresa en la cámara. Los gases calientes obtenidos en la PGC (syngas o gas de síntesis) pasan a una segunda cámara, o SCC (Secondary Combustion Chamber), donde se mezclan con oxígeno proveniente del aire ambiente para producir su oxidación completa a una temperatura de entre 900°C y 1200°C. La energía contenida en los gases de salida puede ser posteriormente aprovechada para la generación de vapor, agua caliente o electricidad.

A diferencia de otros métodos de recuperación de energía, la gasificación del sistema BOS™ se realiza a bajas temperaturas, lo que minimiza la producción de cenizas con metales pesados, óxidos de nitrógeno, dioxinas y furanos. Además las cenizas recuperadas contienen vidrio y metales en formas inertes, lo que facilita la recuperación de los mismos por métodos tradicionales.

Desde el punto de vista del aprovechamiento energético de los RSU, los mejores rendimientos se obtienen utilizando estrategias de “cogeneración”. Es decir la obtención de energía a la salida de la plata en dos formas, como calor (vapor de agua para procesos industriales o agua caliente para calefacción residencial) y como electricidad. La generación

de electricidad en régimen de cogeneración mediante turbinas de vapor requiere de elevados volúmenes de RSU para que las mismas operen con eficiencias aceptables. En el caso de plantas de escalas pequeñas y medianas uno de los sistemas utilizados para conversión de calor en electricidad son los sistemas tipo ORC (Organic Rankine Cycle).

Los sistemas ORC basan su operación en el mismo principio termodinámico que las turbinas de vapor (ciclo Rankine convencional), pero a diferencias de ellas el fluido de trabajo es un aceite de origen orgánico con un punto de ebullición muy bajo. Esto permite la operación de la turbina temperaturas del orden de los 350°C, lo cual ha impulsado su utilización para recuperación de "calor residual" en muchos procesos industriales, y a bajas presiones lo que le confiere confiabilidad mecánica. En el mercado hay proveedores de equipos "paquetizados" (Siemens, Turboden, Adoratec, Ormat) con una amplia variedad de modelos cuyos rangos de potencia eléctrica varía entre 50 kW y 2 Mw.

2.4. Consideraciones sobre las emisiones asociadas a los procesos térmicos

Mucha de la bibliografía describe el tratamiento de los gases de combustión de los procesos, como poco más que una tarea imposible, aduciendo que provocan la emisión al ambiente de compuestos peligrosos, donde no se puede asegurar el 100% de eficacia. Además, algunos de los residuos que ingresan al proceso pueden ser muy volátiles y escapar a la atmósfera durante su manejo rutinario.

Otro agravante es que a pesar de los monitoreos continuos que pueden efectuarse, algunos agentes peligrosos como las dioxinas no pueden ser monitoreadas continuamente y aún midiéndolas de manera esporádica, no hay laboratorios en el país que efectúen los análisis de contenido de dioxinas, lo que lo convierte en un análisis altamente costoso y complejo de monitorear. Otro cuestionamiento es que no se ejerce control sobre el destino de las cenizas que se generan en el proceso.

Algunos atacan directamente a la recuperación de energía, describiéndola como una estrategia de valoración ante el desprestigio de la incineración, que enmascara los mismos problemas al medioambiente.

Los productos que se forman dependen entre otras cosas de la temperatura a la que se realiza el proces, el tiempo a los que se exponen los residuos a esa temperatura y obviamente la composición misma de los residuos. Es decir que las condiciones operativas definirán la composición de los efluentes sólidos, líquidos y gaseosos resultantes. (un proceso de corto período de tiempo y alta temperatura arrojará mas efluentes líquidos que un proceso más prolongados y de menor temperatura.

Hay estudios que demuestran que aún en concentraciones muy bajas de oxígeno <2%, pueden encontrarse importantes cantidades de dioxinas y furanos.

Los gases resultantes poseen un importante contenido de calor que es un subproducto que permite recuperar energía en forma de vapor, agua caliente o electricidad. La quema de estos gases, como proceso de combustión, pueden emitir productos de la incompleta combustión y formar los gases que se citan como dioxinas, ácidos o metales pesados.

Las tecnologías de control de la contaminación, permiten interponer un dispositivo entre el proceso y el medioambiente, que captan los contaminantes tóxicos de la corriente de aire, pero los fijan en otros medios, como filtros, efluentes de las torres de lavado, cenizas etc., que luego deben ser tratados con residuos especiales. El mantenimiento de estos sistemas juega un papel muy importante relacionado con el medioambiente.

1.- Los gases ácidos y las altas temperaturas de los procesos, generan corrosión en los sistemas refractarios, que generalmente requieren sacar de servicio la unidad para su reparación.

2.- Las antorchas de arco de plasma, producen erosión, relacionada con fuga de gas, por lo que también requiere retirar la unidad de servicio para su reparación.

Las situaciones de retirar la unidad de servicio para su reparación debe ir acompañada por medidas de seguridad que eviten la emisión descontrolada a la atmósfera de los efluentes (sólidos, líquidos y gaseoso) ya que lo referido al control de las emisiones solo es válido en condiciones normales de operación. Es decir que las condiciones de operación y su parada deben ser bien estudiadas.

Por último hacer especial hincapié en los controles de las variables de operación, las alertas tempranas y el monitoreo permanente de variables críticas de operación, como así también estudios de análisis de seguridad operativa de las instalaciones son las condiciones que se deben garantizar para tener el control del proceso, con un riesgo controlado.

2.5. Valorización Energética por biodigestión

El biogás obtenido durante el proceso de fermentación posee un alto contenido de metano y un bajo porcentaje de sulfuro de hidrógeno. Este biocombustible se utiliza, después de una limpieza adecuada, como combustible en plantas de cogeneración. Las fuentes de biomasa disponibles en la actividad humana son diversas, tantas como tipos de materia orgánica se hallen disponibles para su degradación. Entre ellas las que adquieren mayor importancia son los desechos orgánicos provenientes de la agricultura, los desechos de granjas de animales y los residuos domésticos. Como alternativa de valorización energética

con procesos cBOS se analizó la potencialidad de los esquemas por biodigestón sobre la corriente de material orgánico.

En la ciudad de Bahía Blanca, se generan en promedio 280 ton de residuos por día, de los cuales, aproximadamente un 50% está constituido por desechos de materia orgánica. Se evalúa el potencial energético de la conversión de estos desechos orgánicos mediante un reactor tanque discontinuo alimentado por los RSU en una concentración del 25 % de los sólidos totales (ST).

La estimación de la cantidad de metano producida en un reactor depende de parámetros propios del tipo de residuo, del porcentaje de dilución y de la temperatura a la que se realiza la reacción. Los datos relevados de la literatura específica sobre mediciones del potencial energético disponible en la fracción orgánica de rellenos sanitarios muestran una elevada dispersión, debida fundamentalmente a las diferencias en la composición de los residuos y a su temperatura y humedad.

El cálculo analítico de producción de biogás considerando óptimas condiciones de trabajo, considerando el aprovechamiento del 50% de material orgánico disponible en los RSU de la ciudad de Bahía Blanca, establece una energía disponible por hora equivalente a 6.300.000 kcal/h. Este valor de energía diario que ingresa al relleno puede ser convertido, en condiciones ideales, a un valor de potencia disponible de aproximadamente 7.322 Megavatios. Esta potencia, lejos de ser la que se obtendrá de manera real, proporciona una base teórica para determinar la cantidad de energía que se obtendrá de los RSU orgánicos de la ciudad. Si se tiene en cuenta la eficiencia típica de la conversión en energía térmica y mecánica, se obtiene una potencia eléctrica disponible de 2.2 megavatios eléctricos.

3. Metodología Específica

Para la realización del trabajo detallado en este informe se conformó un grupo compuesto por dos estudiantes avanzados (becados) y dos docentes coordinadores. Se realizaron reuniones semanales de todos los integrantes del grupo en las cuales se seleccionaron los temas a relevar o estudiar, y para evaluar las actividades previas. Dos integrantes (un becario y un coordinador) asistieron a los plenarios generales de evaluación del trabajo de todos los grupos intervinientes.

4. Resultados y conclusiones

En este apartado se presenta un resumen sobre las tareas realizadas sobre la línea de trabajo 2 y se presentan algunas conclusiones sobre las mismas. Sobre el final se ofrecen recomendaciones sobre aspectos relevantes que deberán ser tenidos en cuenta e la

implementación de políticas de tratamiento de los RSU y sobre futuras líneas de trabajo para abordar la problemática.

En primer lugar, respecto a la determinación del poder calorífico de los RSU, cabe mencionar que en la literatura hay dos aproximaciones para su determinación. Una hace una estimación mediante un promedio ponderando de los valores de los diferentes elementos de la muestra. La otra aproximación, de carácter experimental, se realiza midiendo en calorímetros pequeñas muestras de los RSU. El inconveniente de este segundo método radica, como se mencionó en las conclusiones de los ensayos mencionados en el punto 2.2 para el ensayo sobre pañales, en que las muestras a procesar deben ser muy chicas, no pueden superar el gramo de peso, y deben estar libres de humedad, siendo muy difícil entonces representar el valor del conjunto mediante muestras tan pequeñas. Una variación de este último método consiste en pulverizar la muestra a partículas menores a 40 micras de tamaño, que si bien permite hacer la determinación los resultados, igual no es precisa puesto que ningún proceso de valorización trabaja sobre material procesado de esa manera. En este trabajo se intentó utilizar el segundo método, y si bien los resultados concuerdan con los valores teóricos que figuran en la literatura, solo se pudo preparar la muestra de uno de los materiales que componen un pañal.

En segundo lugar, seleccionar la tecnología cBOS™ (u otras similares) para el tratamiento y reducción de los RSU en la ciudad y localidades de la región. En los siguientes puntos se detallan los aspectos en que dicha tecnología que justifican su elección:

a) Es apta para la cantidad de residuos generados en la ciudad y para la mayoría de las localidades de la región, es decir utilizando equipos CBOS™ se pueden operar plantas de tratamiento que van de 1 a 200 toneladas diarias de RSU. Además las tecnologías alternativas, para operar eficientemente, requieren de volúmenes como mínimo similares a los de Bahía Blanca.
b) Es muy económica, tiene bajo costo de mantenimiento y ocupa poco espacio. Por lo tanto requieren de baja inversión inicial y su operación diaria no es costosa ni demanda conocimientos avanzados para su operación.
c) Es fácilmente escalable y por lo tanto permite ampliar la capacidad de procesamiento sin grandes cambios en las instalaciones.
d) Debido que puede operar con diversa variedad de insumos (desde biomasa y residuos de poda hasta neumáticos), puede utilizarse en diferentes esquemas de valorización, es decir puede alimentarse con los RSU sin procesar o, luego de la separación en planta de diferentes corrientes.

En tercer lugar, proponer, como complemento de la tecnología cBOS™, el uso de equipos *Organic Rankine Cycle* ORC para la generación de energía eléctrica a partir del calor

obtenido. Nuevamente, las ventajas de la elección se basan en la escala de la cantidad de RSU. Es importante mencionar que sobre este punto hay muchos temas pendientes de solucionar. En primer lugar cabe mencionar que para que ambas tecnologías puedan operar en conjunto se deben incorporar equipos que realicen la transferencia de calor de los procesadores cBOS, que entregan calor a muy alta temperatura, a los generadores ORC que trabajan con temperaturas de hasta 350 °C. Además para que el rendimiento del conjunto sea aceptable se debe operar en régimen de cogeneración, es decir generando no solo electricidad sino también calor en forma de agua caliente. En nuestro país no hay tradición de brindar servicios centrales de agua caliente o vapor para la industria y los hogares, a diferencia de muchos países donde se procesan los RSU para valorización energética. Un punto a estudiar a futuro entonces es encontrar usos potenciales de dicha fuente de energía, como podría ser localizar establecimientos de faena (mataderos) o de cría intensiva de porcinos en las proximidades de la planta de tratamiento de los RSU.

Por último proponer la construcción de un prototipo a escala de una pequeña planta para la realización de ensayos que permitan determinar:

a) El poder calorífico de las diferentes corrientes presentes en los RSU locales y explorar la confección de mezclas (porcentajes de diferentes materiales) a procesar que optimicen el proceso de valorización de los RSU.
b) La eficiencia térmica del proceso y el porcentaje de reducción de volumen del material procesado.
c) La cantidad y calidad de contaminantes presentes en las cenizas y en los gases de salida, tanto en operación normal de la planta como durante paradas abruptas.
d) Evaluar diferentes sistemas y tecnologías para el tratamiento de los efluentes resultantes.
e) Puntos de operación óptimos (temperaturas en ambas cámaras, cantidad de aire a suministrar, combustible necesario para el inicio del proceso, etc.).

5. Anexo 2.1: *Determinación cuantitativa de la quema de un pañal*

Ensayo 1: Quema controlada de muestras de pañales secos (sin uso). Día 16/09/2015.

Objetivo: Constatar presencia y orden de magnitud de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) y material particulado (MP) en los gases de quema. Se descartó medir otros gases en esta instancia (oxígeno, explosividad etc.).
Instrumental: Monitor de gases con detector de fotoionización (0 – 2000 ppm con resolución de 0.1 ppm
Quemador de llama abierta de gas envasado
Balanza doméstica (0 – 250 gr, con resolución 1 gr)
Bomba de muestreo de caudal regulable (5 – 5000 ml) con tren de muestreo (casette PP en 3 piezas de 37 mm y filtro PVC 37 mm 5 micrones).
Balanza de precisión de cinco cifras decimales
Recipiente de borosilicato con tapa.
Cámara termográfica.
Cinta métrica y cronómetro de baja precisión.
Separador metálico para muestra dentro de recipiente de cocción.
Pie/soporte para interfaz de medición.
Pañales de mínimo tamaño y dos composiciones diferentes.

Se preparó la muestra a evaluar. Se tomó un pañal entero y seco que pesó 29 gr y se prepararon cuatro muestras, se eligió de ellas la de mayor contenido de material absorbente. El peso de la muestra a ensayar fue de 8 gr. Y la temperatura máxima alcanzada para su quema fue de 650 °C. El ensayo se realizó dentro de un recipiente de vidrio cerrado evitando el mínimo contacto posible con el oxígeno, la quema completa demandó 20 minutos.

Durante el ensayo se midió:
1.- Temperatura con la cámara termográfica, capturando varias imágenes para su posterior análisis (Figura 10)
2.- Gases VOC emitidos por alivio del recipiente, evaluados con el detector de fotoionización (previamente chequeada su calibración)
3.- Material particulado emitidos por alivio del recipiente, capturado con el tren de muestreo de la bomba de monitoreo, previamente calibrada a la velocidad solicitada en la técnica analítica. La muestra fue colectada y analizada según la técnica NIOSH 500, del NIOSH Manual of Analytical Methods

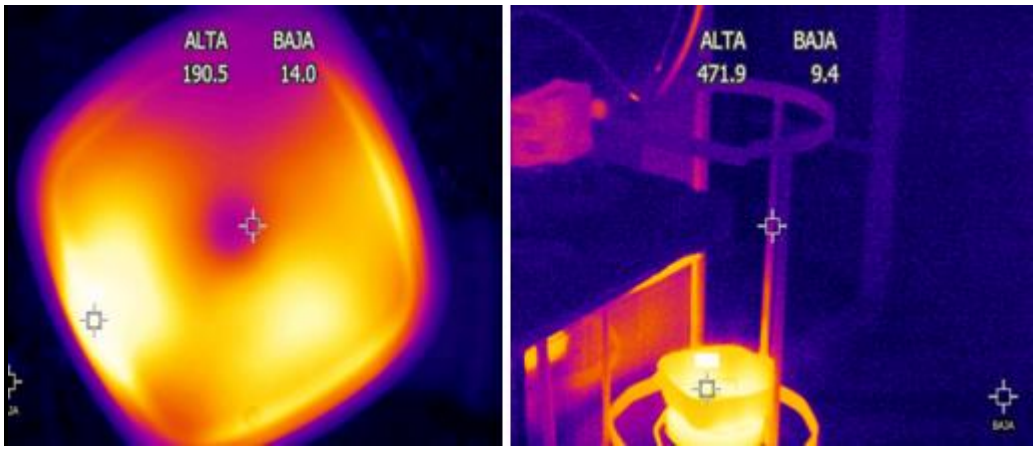


Figura 10. Imágenes obtenidas con la cámara termográfica para medir la temperatura durante el ensayo 1.

Ensayo 2: Determinación práctica del poder calorífico del pañal. Día 15/12/2015

Descripción: Medición del poder calorífico de pañales secos (sin uso).
Objetivo: Verificar de manera experimental el poder calorífico de los pañales comerciales obtenidos por cálculo.
Materiales e Instrumental: Bomba calorimétrica
Pañales de mínimo tamaño y dos composiciones diferentes
Herramientas de corte, Tijera y cúter
Mortero
Balanza doméstica (0 – 250 gr, con resolución 1 gr)
Preparación de la muestra: Se desarmó el pañal, separó los elementos constitutivos y se los pesó por separado (para saber su incidencia en el peso total del pañal seco). Se rotularon las muestras y se enviaron al laboratorio para su identificación. Se molieron las muestras identificadas en laboratorio por separado para alcanzar una granulometría mínima que permita el cuarteo para tomar una muestra de 1 g que necesita la bomba calorimétrica. Se acondicionaron muestras de material mediante la prensa del instrumento para su medición.

6. Bibliografía - Línea 2

Municipal Solid Waste Management. Strategies and Technologies for Sustainable Solutions. Ludwig, Christian, Hellweg, Stefanie, **Stucki**, Samuel (Eds.) Springer, 2003

Combustion and Incineration Processes, Applications in Environmental Engineering, Fourth Edition. Walter R . **Niessen**. CRC Press, 2010.

ISWA : Waste to Energy State of-the Art Report, Statistics. 2012.

ERC (Energy Recovery Council): Directory of Waste to Energy Facilities. 2014.

ENGIRSU: ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2005.

EUROPEAN COMMISSION: Ref Doc Best Available Techniques for Waste Incineration. 2006

Inti, Proyecto **VERSU**-FONARSEC: "Desarrollo de un Sistema de Gestiòn de Residuos Sòlidos Urbanos con Valorizaciòn Energètica". 2012

BUENOS AIRES - **Ley 13.592 – Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos**

Ley Nro: 25916. Residuos domiciliarios -Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios

Análisis Estadístico de los Residuos Sólidos Domiciliarios de Bahía Blanca, Barbosa Silvia, CONICET (Plapiqui – UNS). 2013

Tchobanoglous, G. y H.S. Theisen. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc. International Ed. (1996)

Manual SEDESOL Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental de la Organización Panamericana de la Salud. Cap 6 Pirólisis.

NIOSH Manual of Analytical Methods

Manual Bomba Calorimétrica Gallerkamp

Manual Bomba SKC mod 224 PCXR8

Manual usuario MultiRAE plus

Manual Cámara termográfica Fluke Ti32.

Hoja de datos de Seguridad de los materiales del Poliacrilato de Sodio

Hoja de datos de Seguridad de los materiales del Polietileno de baja densidad

Hoja de datos de Seguridad de los materiales del Polipropileno

Línea 3 - Objetivo específico 3 – Diseño de políticas municipales, comunicacionales y comerciales

Sublínea 3.1 – Minimización de Costos de Transporte de Residuos

1) Antecedentes: El diseño de sistemas de recolección de residuos urbanos eficientes se ha convertido en una prioridad para los gobiernos locales de las grandes ciudades en todo el mundo debido a las preocupaciones con respecto a la contaminación, la salud pública y el medio ambiente, como así también el impacto presupuestario del costo del mismo.

Existe una literatura considerable en optimización de la recolección de residuos urbanos. Ya en 1975, Liebman (1975) describió toda la gama de problemas sobre el tema, incluyendo la utilización de modelos matemáticos de simulación y optimización para instalación de facilidades de transferencia, tratamiento y disposición de residuos; así como de rutas para vehículos de recolección y planeación de utilización recursos humanos. Para una revisión de trabajos orientados específicamente a resolver problemas de optimización de rutas para vehículos de recolección, el lector puede remitirse a los trabajos de Kim *et al*. (2006) y Markov *et al*. (2014).

En los últimos años se han publicados varios trabajos cuyo objetivo es disminuir costos relacionados con la recolección de residuos utilizando la optimización mediante modelos de programación matemática, destinados al soporte de toma de decisiones en las organizaciones a cargo de los mismos. El desafío principal que plantea esta estrategia de resolución es el balance entre el nivel de detalle que se introduce a un modelo (para poder reproducir fielmente la realidad) y la capacidad que se tiene luego para resolverlo en un tiempo de cómputo razonable. Los distintos trabajos se enfocan en lograr técnicas eficientes de modelado o de resolución del modelo generado, o ambos. A continuación se analizan los que los autores consideran las publicaciones más relevantes para el Objetivo 1 de este informe.

En el trabajo de Agha (2006) se optimiza el sistema de enrutamiento de la Franja de Gaza, utilizando un modelo Mixto Entero de Programación Lineal (*MILP*). El modelo minimiza la distancia total recorrida por los vehículos de recolección. Los resultados muestran que la aplicación del modelo reduce la distancia total en un 23,47%, lo que ocasiona un ahorro de alrededor de U$S 1140 por mes. Por su parte, Marković et al. (2010) desarrollaron un procedimiento para la selección de un sistema de gestión de residuos sólidos óptima en el centro de la ciudad de Niš, buscando obtener la eficiencia máxima del mismo y la máxima satisfacción de los usuarios. Para la selección del sistema de gestión de residuos, se utiliza el método multicriterio *Analytic Hierarchy Process*; complementado con un modelo matemático para minimizar la distancia recorrida por los vehículos de recolección, el cual utiliza un Sistema de Información Geográfica, similar al GPS.

En la tesis de Master de Pereira Peixoto (2010) se desarrolló un sistema de supervisión de contenedores de residuos en la ciudad de Porto (Portugal). Esto permite el desarrollo de un análisis detallado de la distribución de la generación de residuos de la ciudad y a partir de ello la optimización de las rutas de recolección de residuos con modelo MILP. Para abordar este problema, se analizaron dos enfoques: el primero consiste en resolver un problema del viajante asimétrico (en el que las limitaciones de capacidad del vehículo son ignoradas) seguido por la agrupación de las rutas factibles resultantes. El segundo enfoque se basa en el uso de una técnica heurística, siendo la más eficiente que encontraron la que implementa una estrategia Max-Min con un método de colonia de hormigas. Los resultados muestran que este enfoque logra rutas más eficientes cuando se incrementa en número de hormigas usada en el método heurístico, aunque a costas de un aumento en tiempo de funcionamiento del algoritmo.

En el trabajo de Bonomo *et al*. (2011) también se utiliza un modelo MILP para lograr la reducción de distancia recorrida, pero como un paso intermedio para optimizar la localización de los puntos de recolección y la minimización del desgaste de los vehículos. Esta publicación es especialmente relevante para el presente informe porque la estrategia desarrollada se aplicó a la zona sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, logrando resolver un problema real de gran tamaño en tiempos razonables. La solución obtenida reduce en un 39% las distancias recorridas por los vehículos y un 43% en el desgaste de los mismos.

El trabajo de Hemmelmayr *et al*. (2013) es interesante porque trata de resolver un problema de recolección de residuos del mundo real mediante un algoritmo híbrido, combinando programación MILP con técnicas heurísticas. Se demuestra que el concepto básico del algoritmo es muy robusto para una clase de los problemas de recolección de residuos, pero al utilizar heurística no se puede asegurar la optimalidad de las soluciones encontradas.

La estrategia de Billa *et al*. (2014) tiene como objetivo optimizar la recolección domiciliaria y transporte a vertedero a través de la minimización de costos de operación para la ciudad de Petaling Jaya (Malasia). El análisis fue desarrollado en base un problema del viajante y se determinó que, con rutas optimizadas y posibilidades de reciclaje, el costo total de las colecciones de desecho podría reducirse en un 76,8%. Pero, mediante la utilización de un sistema de *tracking* con GPS se descubrió que las rutas óptimas podrían no ser necesariamente la distancia más corta desde el punto A al punto B, cuando se considera el tiempo de viaje debido a la congestión del tráfico y la presencia de muchos semáforos. Es por ello que se recomienda evaluar exhaustivamente esta información e incluirla en el modelo a optimizar. La técnica utilizada en este trabajo trae problemas a la hora de querer implementarla en situaciones de la vida real y ser resuelta en una PC de escritorio.

En forma paralela a la optimización de recorridos, está el problema de la codificación del mapa urbano de la ciudad. Este paso impacta en forma muy importante en la capacidad de modelar/resolver la optimización; y, en el caso de ciudades completas, incluso las de tamaño mediano como Bahía Blanca resultan en un trabajo muy arduo de lograr. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten abstraer y modelar la realidad en una base de datos geo-referenciada mediante un sistema de coordenadas geográficas o geométricas definidas por el usuario. En dicha base de datos la información se almacena en capas temáticas integradas por una componente gráfica (punto, línea o polígono) y la información asociada a dicho punto (números, valores, descripciones, nombres, tipos).

La definición por funcionalidad apela al SIG como un programa de aplicación compuesto por cuatro subsistemas que operan de manera combinada:

- Almacenamiento y organización de datos espaciales gráficos.
- Almacenamiento y organización de datos espaciales alfanuméricos.
- Tratamiento de datos o rutinas de Análisis Espacial.
- Reporte de los resultados en mapas, tablas y gráficos mediante periféricos de salida.

El análisis espacial con los SIG consiste en una serie de técnicas y estadísticas matemáticas aplicadas al estudio de los datos distribuidos sobre el espacio geográfico. El sistema relaciona las entidades contenidas en la capa temática para su posterior publicación. En este análisis se tienen en cuenta los siguientes atributos:

- Localización: su ubicación en la superficie terrestre, tanto sitio como posición.
- Distribución: como se reparten en el espacio las entidades estudiadas.
- Asociación: mide el grado de semejanza-diferencia entre los distintos atributos medidos sobre las entidades de interés.
- Interacción: considera la configuración de un espacio relacional donde ubicaciones, distancias y flujos horizontales sobre el espacio geográfico resultan fundamentales.
- Evolución: considera la incorporación de la variable temporal en el análisis.

2) Hipótesis de trabajo - Objetivo concreto

El objetivo de esta línea de trabajo es minimizar los costos del transporte de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Bahía Blanca por medio de la optimización de los recorridos de los camiones recolectores. La optimización de los recorridos apuntará a minimizar la distancia total entre los puntos de demanda de recogida y el depósito final (relleno sanitario), ya que se considera que el mayor impacto sobre el costo del transporte se genera en forma proporcional a la misma. Como efecto de esta minimización, se reducirá el

número de veces que los camiones recolectores pasan por el mismo punto de demanda de recolección de residuos sólidos.

Debido a la gran dificultad en la resolución de este tipo de problemas, la presente línea de trabajo apunta principalmente a determinar la factibilidad de emplear las estrategias descriptas en la sección anterior para el caso de la ciudad de Bahía Blanca.

3) Metodología Específica

En la ciudad de Bahía Blanca la recolección se realiza casa por casa, por lo tanto los recorridos asegurarse de pasar al menos una vez por cada cuadra donde exista demanda de optimizados deben recogida de residuos. La optimización de estos recorridos se denomina "ruteo de arcos", lo cual lo hace a la vez diferente de la mayoría de los trabajos citados y mucho más difícil de obtener los recorridos optimizados en un tiempo razonable.

3.1. Tareas realizadas

En una primera instancia se pretendió generar una optimización en las rutas de recolección de residuos en un solo sector de recolección de la ciudad de Bahía Blanca. Para tal motivo se utilizó **ArcGIS**, un sistema de información geográfica y análisis perteneciente a la empresa Esri. Dentro de este *software* se usó un módulo que permite estructurar distintos parámetros de los datos que componen los ejes viales, en forma tal que el programa lo entienda como una red vial.

Luego, mediante la extensión *Network Analyst*, se utilizaron algoritmos que optimizan los costos de viaje (expresados en unidades de tiempo o de distancia) dentro de la red de calles.

3.1.1 Creación de la Red de un recorrido testigo

Lo primero que se realizó fue la selección de un recorrido testigo, el número 9 (ver Figura 11), provisto por la empresa de recolección SAPEM. Sobre la misma se procedió a indicar la configuración de la malla vial, con la finalidad que sea operativa para ser tomada por el software como una Red de transporte, que permita al *solver* proceder con la resolución del problema planteado. Cabe aclarar que el recorrido provisto sólo describe la zona del mismo, pero no hace referencia a cómo la empresa lo realiza actualmente.

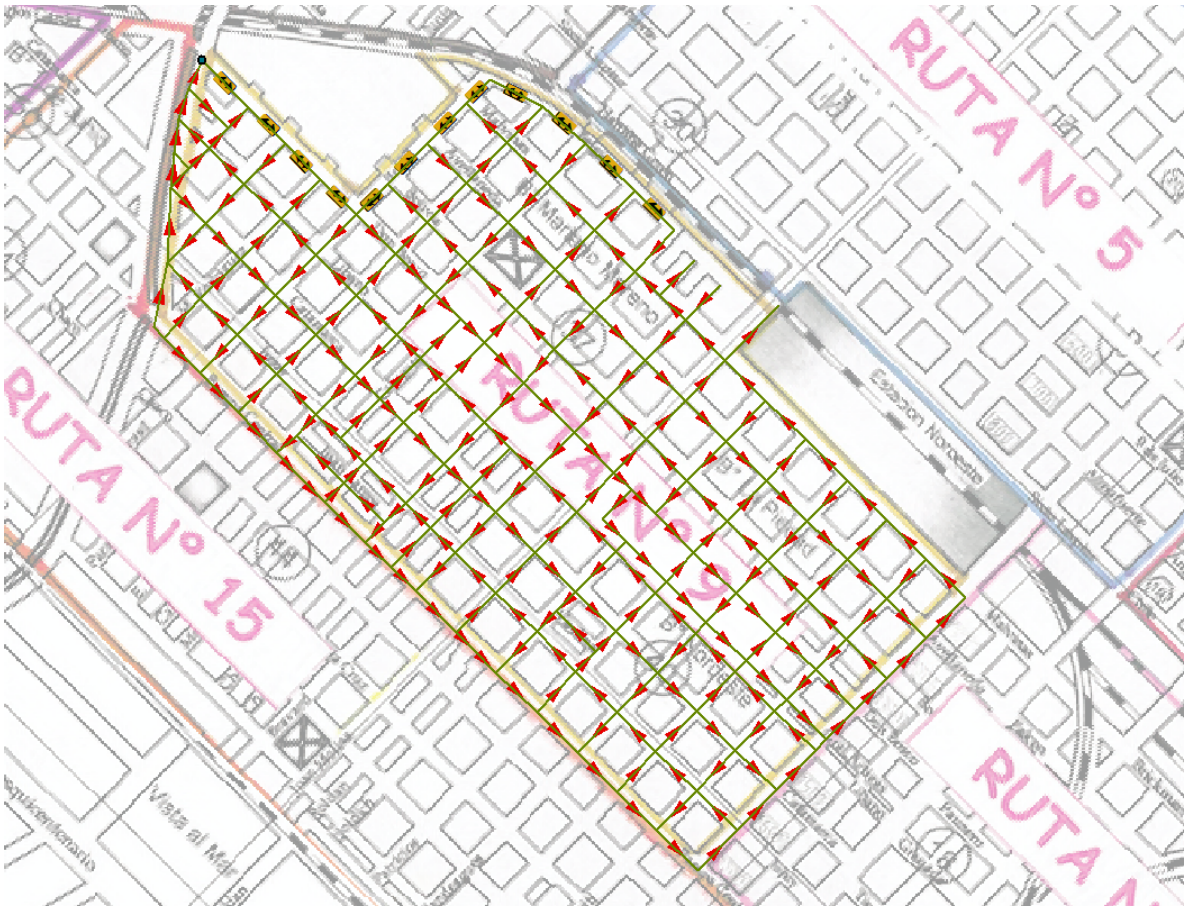


Figura 11. Zona de recolección 9 utilizada por la empresa SAPEM

La red principal está compuesta por vectores individuares que representan cada una de las cuadras que componen los ejes viales del área de prueba. Sobre esta malla se realizó una verificación de topología, procedimiento que pretende corroborar la conectividad de los arcos, aquí llamados vectores, a fin de no tener interrupciones al momento de determinar la funcionalidad de la red. Además de las entidades geométricas representadas por vectores la metodología requiere de información alfanumérica que se dispone en tablas de atributos asociadas. En la Figura 12 se pueden apreciar los datos mínimos indispensables para generar la Red de transporte.

Tabla

Vectores_Zona_09

Shape *	FROML	TOL	FROMR	TOR	NOMBRE	CODIGOPOSTAC	CIUDAD	CODIGOCALLEC	DELEGACION	PAVIMENTO	CORDON	ESTADO	Shape_Length	Oneway	Hierarchy	Minutes	FT_Minutes	TF_Minutes
Polilinea	1302	1400	1301	1399	CNEL THOMAS HOLDICH	8000	BAHIA BLANCA	4014	NOROESTE				107,330189	FT	2	0,161895	0,161895	0,161895
Polilinea	1002	1100	1001	1099	CHANCAY	8000	BAHIA BLANCA	4018A	NOROESTE				116,707271	TF	2	0,175061	0,175061	0,175061
Polilinea	952	1000	951	999	ISLAS MALVINAS	8000	BAHIA BLANCA	4025	NOROESTE				82,914283	FT	2	0,124371	0,124371	0,124371
Polilinea	1102	1200	1101	1199	ENTRE RIOS	8000	BAHIA BLANCA	4024	NOROESTE				133,82196	FT	2	0,200733	0,200733	0,200733
Polilinea	1702	1800	1701	1799	BRASIL	8000	BAHIA BLANCA	4028	NOROESTE				125,430408	FT	2	0,188146	0,188146	0,188146
Polilinea	1502	1600	1501	1599	BRAVARD	8000	BAHIA BLANCA	4018	NOROESTE				133,38295	FT	2	0,200074	0,200074	0,200074
Polilinea	1002	1100	1001	1099	BELGICA	8000	BAHIA BLANCA	4023	NOROESTE				133,437111	<Nulo>	1	0,133437	0,133437	0,133437
Polilinea	1650	1700	1651	1699	CNEL THOMAS HOLDICH	8000	BAHIA BLANCA	4014	NOROESTE				67,464112	FT	2	0,101196	0,101196	0,101196
Polilinea	1702	1800	1701	1799	CNEL THOMAS HOLDICH	8000	BAHIA BLANCA	4014	NOROESTE				138,133215	FT	2	0,2072	0,2072	0,2072
Polilinea	702	800	701	799	JUJUY	8000	BAHIA BLANCA	4037	NOROESTE				135,301257	FT	2	0,202952	0,202952	0,202952
Polilinea	702	748	701	749	PAMPA CENTRAL	8000	BAHIA BLANCA	4039	NOROESTE				78,491422	TF	2	0,117737	0,117737	0,117737
Polilinea	750	800	751	799	PAMPA CENTRAL	8000	BAHIA BLANCA	4039	NOROESTE				56,893038	TF	2	0,08534	0,08534	0,08534
Polilinea	1402	1500	1401	1499	BELISARIO ROLDAN	8000	BAHIA BLANCA	4014A	NOROESTE				98,506021	FT	2	0,147759	0,147759	0,147759
Polilinea	766	800	765	799	DON BOSCO	8000	BAHIA BLANCA	4031	NOROESTE				59,181893	TF	2	0,088773	0,088773	0,088773
Polilinea	1202	1300	1201	1299	BELGICA	8000	BAHIA BLANCA	4023	NOROESTE				135,548952	<Nulo>	1	0,135549	0,135549	0,135549
Polilinea	1302	1400	1301	1399	BELGICA	8000	BAHIA BLANCA	4023	NOROESTE				139,772734	<Nulo>	1	0,139773	0,139773	0,139773
Polilinea	1702	1800	1701	1799	S/NOMBRE	8000	BAHIA BLANCA	nil	NOROESTE				50,836097	<Nulo>	2	0,076254	0,076254	0,076254
Polilinea	1560	1600	1561	1599	CNEL MALDONADO	8000	BAHIA BLANCA	4034	NOROESTE				62,874034	TF	2	0,094311	0,094311	0,094311
Polilinea	1702	1800	1701	1799	GRAL ARTIGAS	8000	BAHIA BLANCA	4031A	NOROESTE				132,781589	TF	2	0,199172	0,199172	0,199172
Polilinea	1600	1700	1601	1699	AVDA LA PLATA	8000	BAHIA BLANCA	4040	NOROESTE				179,68426	TF	1	0,179684	0,179684	0,179684
Polilinea	1502	1560	1501	1559	AVDA LA PLATA	8000	BAHIA BLANCA	4040	NOROESTE				80,952788	TF	1	0,080953	0,080953	0,080953
Polilinea	1450	1500	1451	1499	AVDA LA PLATA	8000	BAHIA BLANCA	4040	NOROESTE				77,720004	TF	1	0,07772	0,07772	0,07772
Polilinea	1470	1500	1471	1499	BLANDENGUES	8000	BAHIA BLANCA	4010	NOROESTE				36,395176	FT	2	0,054593	0,054593	0,054593
Polilinea	1302	1400	1301	1399	ISLAS MALVINAS	8000	BAHIA BLANCA	4025	NOROESTE				133,450535	FT	2	0,200176	0,200176	0,200176
Polilinea	1102	1200	1101	1199	CNEL CHARLONE	8000	BAHIA BLANCA	4020	NOROESTE				133,531163	FT	2	0,200297	0,200297	0,200297
Polilinea	950	1000	951	999	PAMPA CENTRAL	8000	BAHIA BLANCA	4039	NOROESTE				83,128081	TF	2	0,124692	0,124692	0,124692

1 (0 de 271 Seleccionado)

Figura 12. Tabla de atributos asociadas de cada arco en el software ArcGIS.

En la misma figura se detallan datos tales como el nombre, altura de calle, código postal, delegación en la cual se encuentra localizada, pavimento, cordón, estado, etc. Todos estos datos fueron provistos por el Municipio de Bahía Blanca que cedió esta información para la realización de las tareas.

Otros datos necesarios para el funcionamiento de la red deben ser generados y cargados manualmente por el operador, dentro de estos se destacan: (i) ONEWAY en el cual queda explicitado el sentido del eje mediante la nomenclatura FT, TF y 0 ó <Null> (izquierda a derecha, derecha a izquierda y doble sentido respectivamente), (ii) HERARCHY donde queda asentada la jerarquía que posee el segmento en este caso se numeraron de la siguiente manera 1: avenida, 2: calle, 3: pasaje, (iii) Shape_Length que representa la distancia del segmento, (iv) FT_Minutes que representa los minutos de desplazamiento de izquierda a derecha del segmento, (v) TF_Minutes que representa los minutos de desplazamiento de derecha a izquierda del segmento, etc. A esto podría sumarse la velocidad de desplazamiento en las dos direcciones representado por V_FT y V_TF.

3.1.2 Análisis de la Red creada

Una vez articulada la red vial, en una segunda instancia, se procedió a seleccionar la herramienta específica (*Network Analyst*) y el tipo de red en la cual se encuadra el problema de interés. Los tipos de redes son Red Geométrica y Red de Transporte siendo esta última la que alcanza a los objetivos del estudio.

El tipo de modelos de redes de transporte se caracterizan por representar de manera eficaz las principales características de la circulación vehicular a través de un área determinada. A diferencia de las redes geométricas, el flujo al interior de la misma es totalmente libre. Es decir, un conductor o vehículo podrá desplazarse por ella con total libertad siempre y cuando no existan restricciones o límites al desplazamiento. Semáforos, bloqueos de calles y restricciones de circulación (sentido de calles por ejemplo) son algunas de las principales

restricciones o dificultades que presentan los flujos al interior de ella. Pero, sin embargo, será el impedimento (definido como la necesidad de llegar más rápido o por el camino más corto) el que definirá en ultimo termino la circulación. En este sentido radica la gran diferencia entre ambos modelos. Mientras que en las redes geométricas el flujo (de agua, electricidad o combustible) está estrictamente definido por el modelo mediante válvulas, transformadores y fuentes; en las redes de trasporte puede hacerlo por cualquier punto de la misma. Dependiendo de las condiciones de tráfico u otras variables definidas al interior del modelo. Si bien las redes de transporte pueden ser elaboradas al interior de una *Geodatabase* (formato de estructuración, almacenamiento y procesamiento de ArcGIS). Es factible de generarlas también desde un *shapefile*, aunque muchas de las ventajas que ofrece este modelo de administración de la información geográfica se pierden. Por ejemplo, la posibilidad de crear redes multimodales, controlar la topología, incorporar anotaciones (*annotation Feature class*) o incorporar políticas de conectividad detallada (entre subtipos y dominios) al interior de la red.

Dentro de esta red los principales elementos que componen esta red son nodos y ejes mediante los cuales se representan: calles, intersecciones, detenciones, barreras, orígenes, destinos y entidades, los cuales definen siempre la forma, el comportamiento y la velocidad al interior de la Red. Además la red está atravesada por flujos representados por la circulación o desplazamientos de lo que se esté estudiando con sus respectivos reguladores expresados en la distancia y el tiempo que se materializa a través del diseño de la red, las restricciones y la topografía del terreno.

Las principales funciones del Análisis de redes (*Network Analyst*) es la de responder situaciones de la vida real, entre las cuales podemos nombrar: buscar la mejor ruta de un punto a otro, buscar los puntos más próximos a un evento, calcular áreas de servicios y crear una matriz de coste OD, crear un modelo de análisis de ruta, dar servicio a un conjunto de ordenes con una flota de vehículos, buscar las mejores rutas para servir un conjunto de pares de órdenes, elegir ubicaciones optimas mediante ubicación asignación.

Para el problema de interés de este proyecto, esto es, la determinación de rutas más eficientes en la recolección de residuos, se utiliza la herramienta que sirve para dar servicio a un conjunto de órdenes con una flota de vehículos.

3.1.3 Configuración para la optimización de recorridos

Para poder correr la herramienta se requiere de un arduo procesamiento y estructuración de datos previos. Los mismos se encuentran listados en los siguientes parámetros: Órdenes, Depósitos, Rutas, Visitas a depósito, Rupturas, Zonas de ruta, Puntos de semilla

de ruta, Reanudaciones de ruta, Especialidades, Pares de órdenes, Barreras de punto, Barreras de línea y Barreras de polígono.

Para este caso en particular se procedió a la estructuración correspondiente a los datos de las Órdenes, Depósitos, Rutas y Visita a depósitos. Las mismas se detallaran a continuación:
- Ordenes, hace referencia a los elementos que realizan la entrega o donde se realiza la recolección de elementos tratados. Para nuestro caso se dispuso una malla de puntos (Figura 13a) y tabla alfanumérica asociada (Figura 13b). Ubicada en el centro de cada eje vial queda representada la demanda de espacio por parte de los residuos a recolectar y los datos asociados que hacen referencia a los kilogramos por cuadra de demanda y a la ventana de tiempo en la que pueden ser visitados. Dado que en la ciudad el método de recolección es puerta a puerta, se propuso como prueba este método en el cual la oferta de espacio deberá pasar al menos una vez por todos los vectores para que la demanda sea satisfecha.

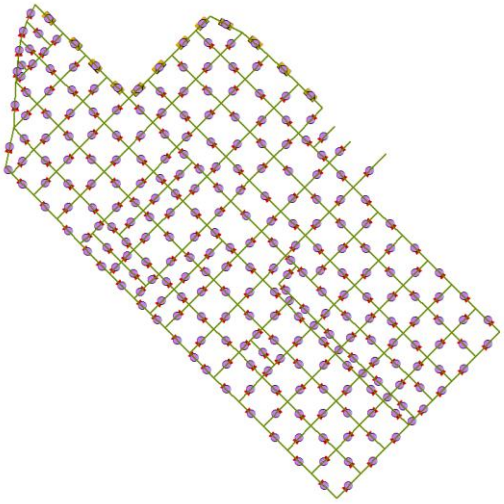


Figura 13a. Malla de puntos representando los arcos (cuadras).

ORIG_FID	Demanda	TiempoIN	TiempoFIN
1	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
2	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
3	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
4	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
5	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
6	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
7	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
8	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
9	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
10	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
11	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
12	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
13	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
14	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
15	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
16	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
17	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
18	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
19	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
20	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
21	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
22	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
23	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
24	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
25	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.
26	100	09:00:00 p.m.	05:00:00 a.m.

Figura 13b. Tabla con características asociadas a la malla de puntos.

Otra clase a ser considerada es el Depósito, entendido como ubicación desde donde sale el camión recolector y donde volverá al final de la jornada. También dentro de esta categoría está el lugar de descarga de los residuos que colecta durante el recorrido. El mismo ha sido representado por dos puntos a ambos extremos del área de estudio (Figura 14).

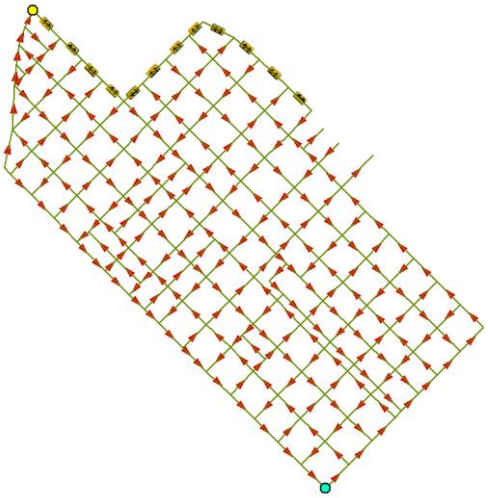


Figura 14. Ubicación de depósito y de descarga de residuos.

La finalidad de los mismos es contemplar un punto de partida del recorrido y un punto de finalización o descarga y retome de recorrido de ser necesario si la demanda supera la oferta limitada de los vehículos recolectores. Esto quedaría contemplado en lo que se denomina Visita a Depósitos.

En último término antes de correr el solver se deben configurar las Rutas, en esta capa queda almacenada toda la información que hace al recorrido realizado en este caso por el recolector. Cada una de las rutas (Figura 15) debe contener información del vehículo y el conductor para luego representar la travesía entre depósitos y órdenes.

Propiedades - Rutas

Atributo	Valor
ObjectID	1
Name	Camion1
Description	<Nulo>
StartDepotName	Cochera
EndDepotName	Deposito
StartDepotServiceTime	<Nulo>
EndDepotServiceTime	<Nulo>
EarliestStartTime	05:00:00 a.m.
LatestStartTime	09:00:00 p.m.
ArriveDepartDelay	<Nulo>
Capacities	8000
FixedCost	<Nulo>
CostPerUnitTime	2
CostPerUnitDistance	1,5
OvertimeStartTime	<Nulo>
CostPerUnitOvertime	<Nulo>
MaxOrderCount	300
MaxTotalTime	360
MaxTotalTravelTime	120
MaxTotalDistance	10000
SpecialtyNames	<Nulo>
AssignmentRule	Incluir
ViolatedConstraints	<Nulo>
OrderCount	50
TotalCost	9967,66591
RegularTimeCost	34,084838
OvertimeCost	0
DistanceCost	9933,581072
TotalTime	17,042419
TotalOrderServiceTime	8,123454
TotalBreakServiceTime	0
TotalTravelTime	8,918965
TotalDistance	6622,387381
StartTime	01/12/2015 05:00:00 a.m.
EndTime	01/12/2015 05:17:03 a.m.
TotalWaitTime	0
TotalViolationTime	0
RenewalCount	0
TotalRenewalServiceTime	0

Figura 15. Tabla de configuración de ruta de cada vehículo

En la Figura 15 se debe configurar el nombre del recolector, donde será el punto inicial del recorrido (startdepotname), el fin de recorrido o parada intermedia (enddepotname), el tiempo de servicio con su inicio (startdepotservicetime) y fin (enddeportservicetime). Uno de los factores más importante es la capacidad del recolector u oferta de espacio de transporte (Capacities), lo cual determina una de las principales restricciones del sistema. Deben ser también determinados los costos (fixedcost y costperunittime). El primero puede tener valor nulo mientras que el segundo será 1 por defecto. También podemos configurar el número máximo al que el recolector puede dar servicio a través de la variable maxordercount. En el caso de maxtotaltime hace referencia a la cantidad máxima de horas que puede trabajar un recolector, mientras que maxtotaltraveltime es el tiempo que el recolector podrá estar circulando por las calles. Por ultimo maxtotaldistance hace referencia al número máximo de kilómetros que tiene permitido recorrer el vehículo en una ruta antes de recargar combustible o tener tareas de mantenimiento.

3.1.4 Optimización de los recorridos

Los resultados de la optimización se discuten en el siguiente apartado.

4. Resultados obtenidos

Una vez configurados los parámetros mínimos antes descriptos, se procedió a ejecutar el *solver* para así generar los resultados (Figura 16) para su posterior análisis.

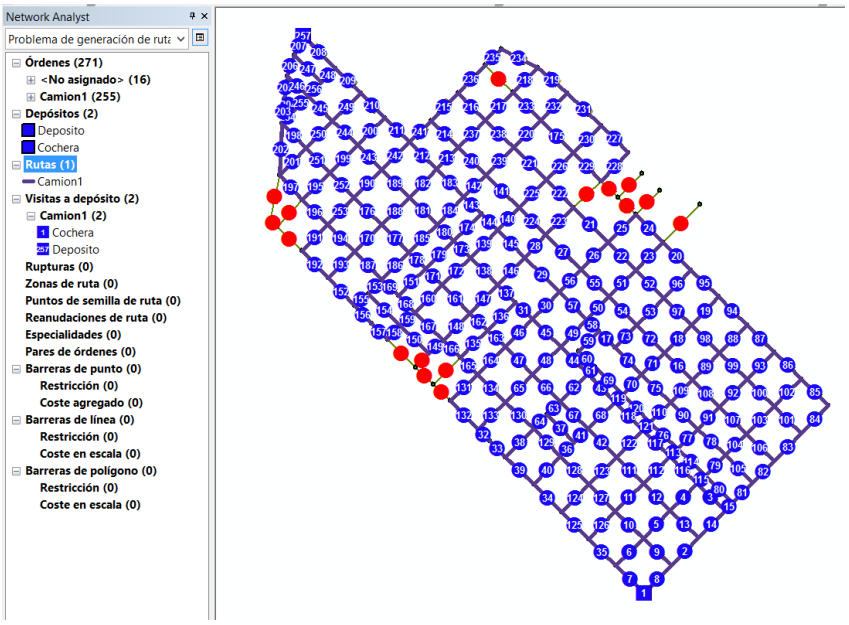


Figura 16. Resultado de la optimización del sector testigo

La Figura 16 muestra las demandas de recolección de residuos que fueron cumplidas en la solución optimizada (puntos azules). El número dentro de cada punto azul indica en qué orden fue recogida la demanda de ese arco (cuadra). La tabla que acompaña a la figura muestra que se necesitaron 2 camiones recolectores para poder cumplir con casi toda la demanda del sector. Los arcos (cuadras) que no fueron atendidos (puntos rojos) se deben a que se configuró a los vehículos con una capacidad menor a la demanda total. Este punto se corregirá con mejores estimaciones de la capacidad de los mismos como así también la demanda. Esto último se hará con datos disponibles de actividades previas realizadas por el grupo de trabajo.

La solución fue obtenida en un tiempo razonable, menor al minuto de cómputo. El algoritmo utilizado por el solver (algoritmo de Djistra) es de tipo heurístico, por lo que no asegura la obtención de la solución óptima global, pero si permite obtener una buena solución en un tiempo relativamente corto. El análisis de las rutas obtenidas muestra que

se ha tenido que repetir pasadas por ciertos arcos, pero esto es inevitable si se considera que las calles del sector son casi en su totalidad de una sola mano.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Como conclusión final de esta línea del proyecto, se puede establecer que la herramienta computacional ArcSIG, resulta viable para su posible aplicación al tramado completo de la ciudad de Bahía Blanca. Para lograr realizar la aplicación real hay que recabar información detallada sobre los datos de tanto de la red vial completa de la ciudad, como así también sobre los parámetros que definen las restricciones sobre las posibles rutas de los camiones recolectores y del servicio en general. Además, para validar la solución óptima de la rutas obtenidas con del sistema ArcSIG se debería disponer datos concretos sobre las rutas usadas actualmente por la empresa SAPEM, de modo que poder comparar los resultados, y así concluir sobre las bondades de la metodología propuesta. Este trabajo, se le propondrá a la Municipalidad de Bahía Blanca y a la empresa SAPEM a partir de los resultados del presente estudio.

6. Bibliografía Sublínea 3.1.

Agha S.R. (2006). *Optimizing Routing of Municipal Solid Waste Collection Vehicles in Deir El-Bala – Gaza Strip*. **The Islamic University Journal**, **14** (**2**), 75–89.

Billa L., Pradhan B., Yakuup A. (2014). *A GIS Routing and Modelling of Residential Waste Collection for Operational Management and Cost Optimization*. **J. Sci. & Technol.**, **22** (**1**), 193–211.

Bonomo F., Durán G., Larumbe F., Marenco J. (2011). *A method for optimizing waste collection using mathematical programming: a Buenos Aires case study*. **Waste Management & Research**, **30** (**3**), 311–324.

Hemmelmayr V., Doerner K.F., Hartl R.F., Rath S. (2013). *A heuristic solution method for node routing based solid waste collection problems*. **J. Heuristics**, **19**, 129–156.

Kim B., Kim S., Sahoo S. (2006). *Waste collection vehicle routing problem*. **Computers and Operations Research**, **33**, 3624–3642.

Liebman J. (1975). *Models in solid waste management. In: Gass S and Sisson R (eds.) A Guide to Models in Governmental Planning and Operations. Potomac, MD: Sauger Books*.

Markov I., Varone S., Bierlaire M. (2014). *Vehicle Routing for a Complex Waste Collection Problem*. En Actas del **14th Swiss Transport Research Conference**, Ascona, 14 al 16 de 2014.

Marković D., Janošević D., Jovanović M., Nikolić V. (2010). *Application Method for Optimization in Solid Waste Management System in The City of Niš*. **Facta Universitatis: Mechanical Engineering**, **8** (**1**), 63–76.

Pereira Peixoto H.M. (2010). *Optimization of municipal solid waste collection routes based on the containers' fill status data*. Tesis de *master* de **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, 104 páginas.

Sublínea 3.2. Propuestas para la reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos que ocurren en los locales de gastronomía (restaurantes, casas de comidas rápidas, resto-bar, etc.)

1. Hipótesis

Es posible diseñar estrategias educativas y comerciales que propicien conductas tendientes a reducir los desperdicios de comidas que se generan en los locales de gastronomía como restaurantes, buffets, casas de comidas rápidas, resto-bares, etc.

2. Metodología Específica

Tal como se ha expresado en el Informe de avance, el trabajo comienza con una revisión bibliográfica acerca de la situación actual en relación con las pérdidas y desperdicios de alimentos y sobre la existencia de estudios que permitan dimensionar y caracterizar estas pérdidas y desperdicios y la posición del consumidor frete a esta situación. Se busca trabajar aspectos como el tamaño de las porciones habituales en restaurantes y casas de comidas rápidas, cuantificación del desecho en relación al consumo en estos mismos ámbitos, determinación cualitativa y cuantitativa del desperdicio medio, existencia de políticas de reducción, entre otros.

A los fines de realizar la caracterización en la ciudad de Bahía Blanca se diseñó una entrevista dirigida a dueños y/o encargados de cocina y una encuesta dirigida a comensales, que se llevaron a cabo durante los meses de octubre y noviembre. En la primera (la entrevista) se consultaron aspectos como la capacitación de los manipuladores de alimentos, la planificación y realización de compras de materias primas, su almacenaje y control, la preparación de platos, su venta y la cuantificación de los desperdicios en la cocina. En la encuesta se consultaron aspectos vinculados al tamaño de las porciones, y su opinión acerca de las sobras del plato. Ambas herramientas se presentan en el Anexo A de esta sección.

Para la realización de las mismas se utiliza una base de datos de casas de gastronomía habilitadas en la ciudad de Bahía Blanca. Dicha muestra se compone por los rubros y porcentajes que se describen a continuación: 33% restaurantes, 20% marisquerías, 17% pizzerías, 16% casas de comida oriental, 5% gourmet, 4,5% resto bar y 4,5% comida rápida. El listado correspondiente, especificando la realización de encuesta a comensales, entrevista a dueños o encargados de cocina o ambas, se presenta en el Anexo 2 de esta sección.

La misma se ha obtenido con la colaboración de una asociación nacional denominada Asociación de Hoteles, Restaurantes, Bares, Confiterías y Afines. Algunos referentes de esta Asociación han trabajado con el equipo también en el diseño de la entrevista y la encuesta, la determinación de la metodología adecuada para su realización y la sensibilización de sus asociados para facilitar la realización del trabajo.

En las actividades de diseño de las herramientas (encuestas y entrevistas) se trabajó fuertemente con el equipo de becarios seleccionados para el proyecto, los que también realizaron las actividades de relevamiento con la supervisión y coordinación de los investigadores a cargo.

3. Resultados obtenidos

3.1. A partir de entrevistas

Los resultados que se presentan a continuación se obtienen a partir del análisis de la información relevada en las entrevistas a encargados y/o dueños de casas de gastronomía. Los resultados se presentan siguiendo el mismo orden establecido en las entrevistas, divididos en, Capacitación, Compra de materias primas y su planificación, Almacenaje de materias primas y control, Preparación de platos, Venta, y Cuantificación de desperdicios.

Módulo: Capacitación

En cuanto a la realización del curso de manipulación de alimentos, lo realizaron la totalidad de los cocineros, el 70% de los ayudantes de cocina y el 35% de los mozos. En base al 100 % de los locales de comida consultados, en el 30,4% lo realizaron sólo los cocineros, en el 34,8% los cocineros y los ayudantes de cocina, y en el 34,8% restante lo realizaron tanto los cocineros como los ayudantes de cocina y los mozos (Figura 17).

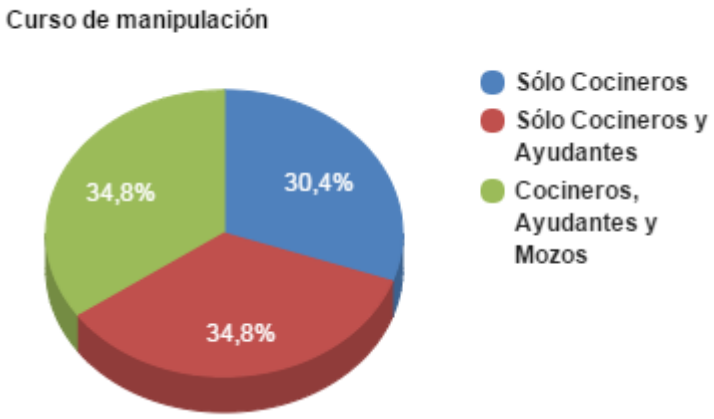


Figura 17. Porcentaje de realización del curso Manipulación de Alimentos

El 96% afirma que la gestión de los desperdicios está dentro de sus prioridades pero solo el 67 % realiza acciones concretas que lo demuestre (Figs. 18 y 19).

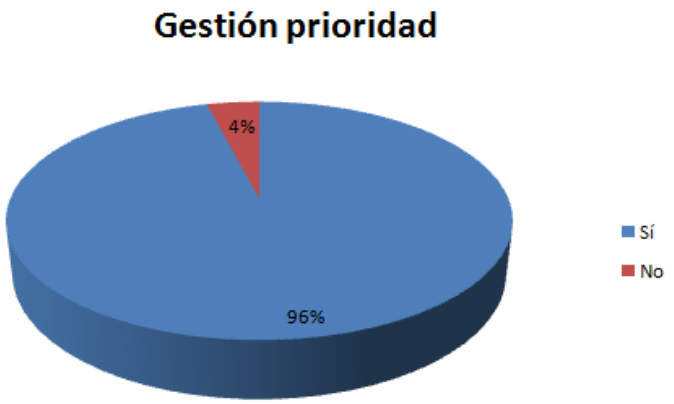


Figura 18. Gestión de Merma como prioridad

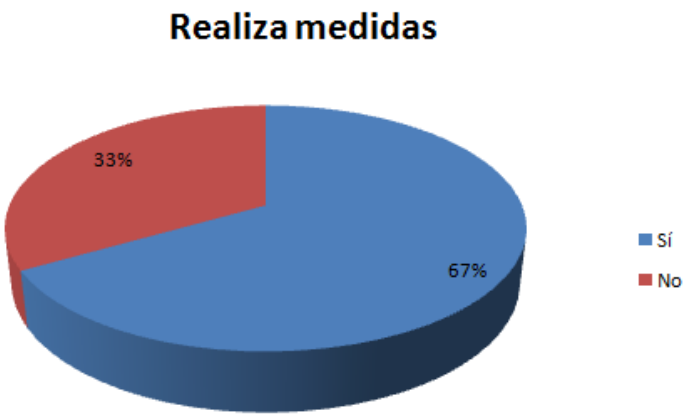


Figura 19. Realización de medidas para la reducción de desperdicios de alimentos

Módulo: Compra de materias primas y su planificación

En relación a la compra de materias primas y su planificación, sobre el total de las casas de comida, el 16% utiliza algún software comercial, el 8 % un programa propio y un 16% Excel. Este 40% resultante integran el grupo que sí utiliza un programa de gestión informático, el 60% restante, no utiliza ningún programa de gestión informático, sino una planilla manual.

La periodicidad de los pedidos a los proveedores y su frecuencia está fuertemente determinada por el volumen de venta, existiendo diferenciación por el tipo de mercadería.

El 72% de las casas utilizan el criterio “Según volumen de venta” y el 36% utiliza el criterio “Pedidos estandarizados”. Dichas categorías no son mutuamente excluyentes. Es decir, la gestión de pedidos a proveedores puede obedecer a los dos criterios simultáneamente.

Del total que optan por el primer criterio, el 39% lo acompaña del uso de un programa de gestión de mercaderías, el 61% restante no.

Del total que optan por el segundo criterio, 33% lo acompaña del uso de un programa de gestión de mercaderías, el 67% restante no.

Se observan las mismas proporciones de uso (y no uso) de programa de gestión en los dos criterios. Se puede concluir que el uso de un programa de gestión no guarda relación con el criterio de realización de pedidos a proveedores.

Sobre la frecuencia de pedidos a proveedores se observan gran variedad de respuestas según el rubro principal del negocio. En general los panificados se adquieren en forma diaria, las carnes y vegetales se compran diariamente, o entre tres y cuatro veces a la semana hasta semanalmente, los pescados y mariscos desde dos a una vez por semana o mensualmente, los no perecederos desde una vez por semana hasta una vez por mes.

Del total de casas de comida que realiza pedidos a proveedores diferenciados por tiempos de conservación de mercadería, el 100% también utiliza el criterio “Según volumen de venta” y el 89% también utiliza el criterio “Pedidos estandarizados”.

Módulo: Almacenaje de materias primas y su control

La mayoría ordena las mercaderías de acuerdo al conocido criterio “primero entra-primero sale”.

En cuanto a la tecnología/artefactos utilizados para conservar los alimentos, casi la totalidad utiliza heladera y freezers, en igual proporción.

La gran mayoría recibe controles por parte del municipio siendo los controles más comunes los de bromatología y plagas. El 14% manifestó no haber recibido ningún control. Algunos mencionaron también recibir controles de libreta sanitaria, limpieza y orden, muestras de materias primas, y temperatura de las heladeras.

Sobre el total, el porcentaje y la periodicidad con que recibieron controles son del 36 % para dos o más veces al año, 36% cada más de un año y 28% para una vez al año. Muchos negocios recurren a servicios de control privados para resguardar la seguridad de los alimentos.

Módulo: Preparación de platos

El 60% realiza cambios estacionales (primavera/verano y otoño/invierno) en la carta. Los principales motivos son:

(1) Minimización de costos de los productos de estación y (2) disposición de los clientes a consumir determinados alimentos en diferentes estaciones del año.

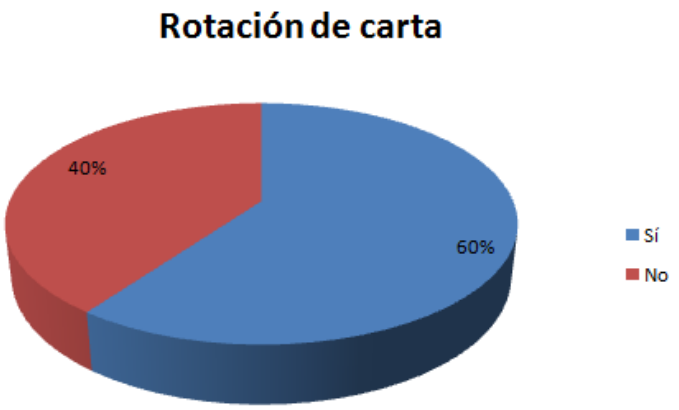


Figura 20. Rotación de Carta

Con respecto a los alimentos no utilizados en el día, del 100% de los locales consultados, el 76% conserva y reutiliza, el 16% desecha, en el 4% se lo lleva el personal, y en el 4% restante no existen desperdicios considerables.

Figura 21. Acciones realizadas sobre los alimentos del día no utilizados

Respecto de la pre-elaboración de platos, se observa que a mayor tiempo de elaboración, mayor propensión a pre-elaborarlo. Los pre-elaborados pueden elaborarse en el día, en

base a la estimación de la venta, o con mayor anticipación, con posibilidad de conservación. La mayoría solo pre-elabora masas y pastas.

Los pre-elaborados dispuestos a ser consumidos en el día y no consumidos no se desechan en su mayoría, son conservados y reutilizados.

En la etapa de elaboración de los platos también se producen residuos, en el 84% se desechan, en el 12% se reutiliza y en el 4% restante lo consume el personal.

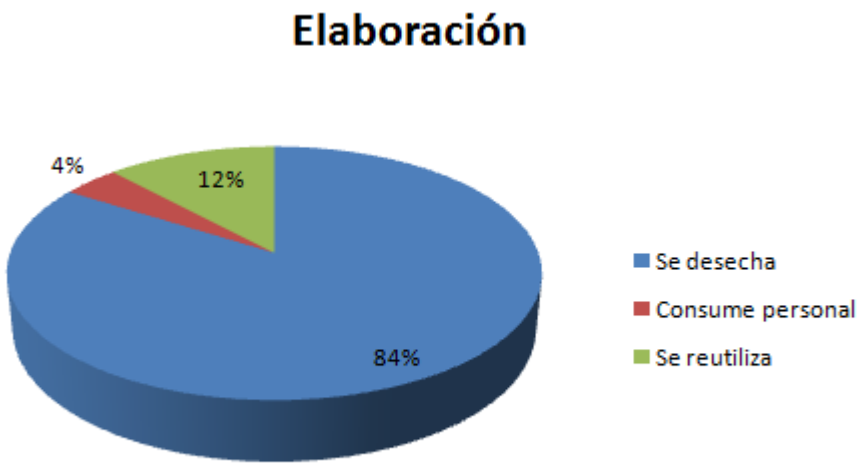


Figura 22. Acciones realizadas sobre los residuos que se generan al elaborar los platos

Módulo: Venta

En relación a las ventas, el 68% de las casas de gastronomía ofrece tamaños alternativos de porción, dentro de los cuales el 36% los ofrece en más del 80% de los platos, un 28% solo en platos específicos y un 4% en el menú ejecutivo. El 32% restante del total no ofrece ninguna variedad en el tamaño de las porciones.

Del 68% anterior que sí ofrece tamaños alternativos, el mayor tamaño solicitado es el grande (48%), al que le sigue el mediano (16%) siendo el menos solicitado el tamaño chico (4%).

Sobre la valoración de los clientes, el 64% valora la diferenciación mientras que el 36% restante no lo hace.

En términos generales, la elección de tamaños grandes se ve alentada porque el tamaño chico representa el 50% del volumen del primero y su valor representa el 70%. Siendo conservadores, los consumidores tienden a orientarse a maximizar la relación tamaño y

precio, en vez de buscar la solamente la satisfacción de sus necesidades alimenticias, y claramente sin tener presente las cuestiones vinculadas con los desperdicios.

La mayoría desecha en un depósito común los desperdicios generados en la sobras de los platos. Solo una minoría los destina a reutilización.

Módulo: Cuantificación de los desperdicios

El 60% del total de las casas de comidas no demostró tener conocimiento sobre el porcentaje general de desperdicio del negocio en relación a la cantidad de mercadería comprada. Dentro del 40% que sí tiene conocimiento, el 30% mencionó valores entre 3% - 4%, el 30% mencionó 10% y el 40% mencionó valores entre 15% - 20%.

Si bien no existe una cuantificación, todos los casos coincidieron en que lo que más se desperdicia es carne, verduras, pizza y pan.

Más del 70% del total enunció cuales son las acciones realizadas en pos de reducir la cantidad de desperdicios, siendo las más nombradas:

1) Ofrecer a los clientes que lleven las sobras del plato,

2) Posterior aprovechamiento por parte de los empleados,

3) Ofrecer diferentes tamaños de porción y
4) Ajustar la gestión de la mercadería (compra, conservación y elaboración) al volumen de venta estacional.

A partir del conocimiento de la cantidad de bolsas de residuos semanales que se desechan y de la cantidad de platos que se producen semanalmente se puede elaborar el índice de residuo general por plato como se observa en el siguiente gráfico.

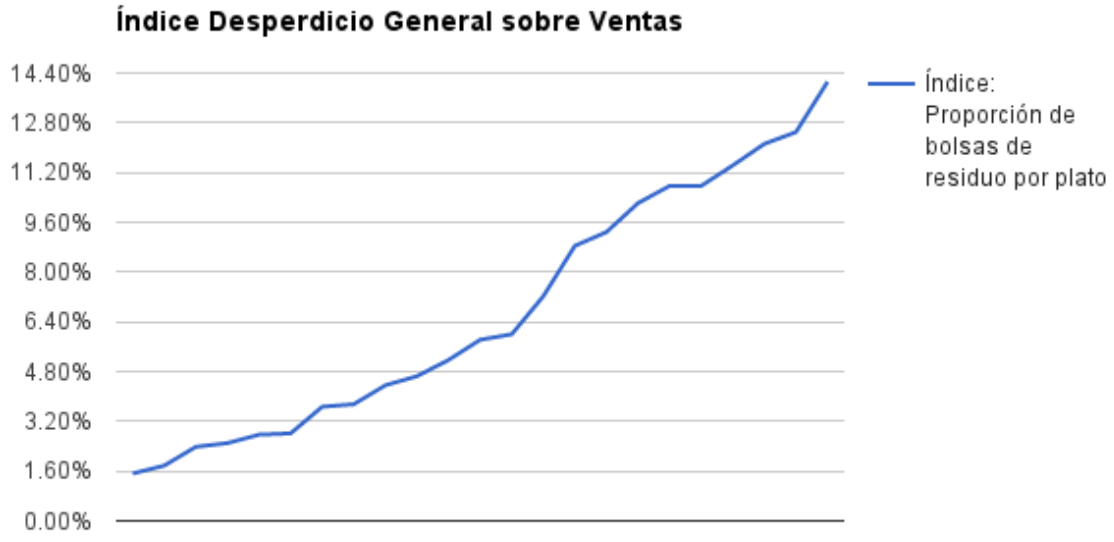


Figura 23. Índice Desperdicio General sobre Ventas

La observación conjunta del rango de porcentaje de desperdicio entre 3% y 20% y el Índice de Desperdicio General sobre Ventas (rango de porcentaje de desperdicio entre 1,6% y 14,4%) denota inconsistencia de la información. Para que la información sea consistente el rango de valores del índice debería contener los valores declarados por los dueños/encargados de cocina. Puede concluirse que los mismos sobreestiman el porcentaje de desperdicio general o subestiman la cantidad de platos en sus respuestas.

La mayoría reconoce que la recolección formal de los residuos no satisface las necesidades de una adecuada gestión de los mismos (los sábados no se brinda el servicio de recolección).

La mayoría expresó la necesidad de contenedores especiales para los envases de vidrio y plástico.

3.2 A partir de encuestas

Los resultados que se presentan a continuación se obtienen a partir del análisis de la información relevada en las encuestas a comensales y a partir de una combinación de esta información con la obtenida en el apartado anterior.

Se realizaron con la siguiente participación por rubros: 36 % restaurantes, 22% pizzerías, 17% parrillas, 13% marisquerías, 5% gourmet, 4% resto bar y 3% oriental.

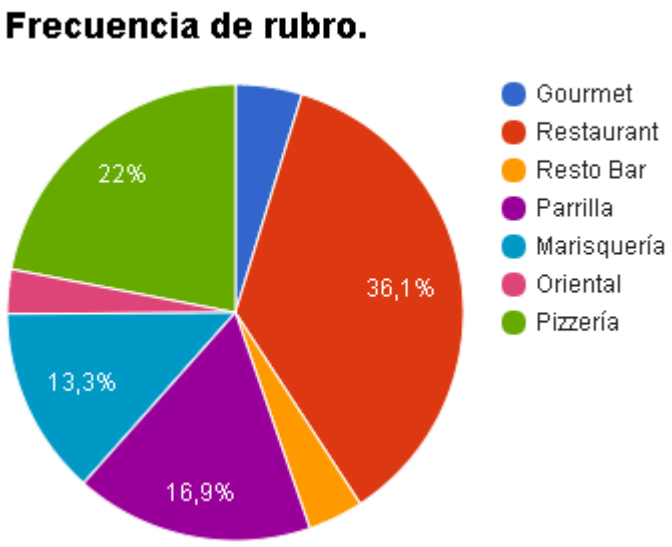


Figura 24. Frecuencia de rubro de los locales gastronómicos encuestados

El 13% de la encuestas se realizó en el almuerzo y el 87% restante en la cena.

Según el género, el 53% de los encuestados son de género femenino y el 47% restante del género masculino.

Las franjas etarias correspondientes a la muestra se presentan a continuación:

13% se encuentra en el grupo de 16 a 24 años

34% en el grupo de 25 a 39 años

41% en el grupo de 40 a 64 años

12% restante en el grupo de 65 años o más

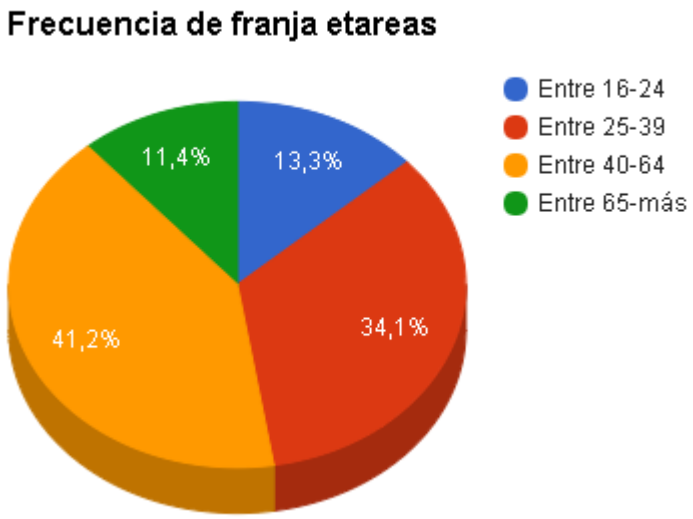


Figura 25. Frecuencia de franjas etáreas de los encuestados

En el gráfico siguiente puede verse que para la franja de edad de 25-39 años los más encuestados fueron los hombres mientras que para la franja de 40-64 años fueron las mujeres.

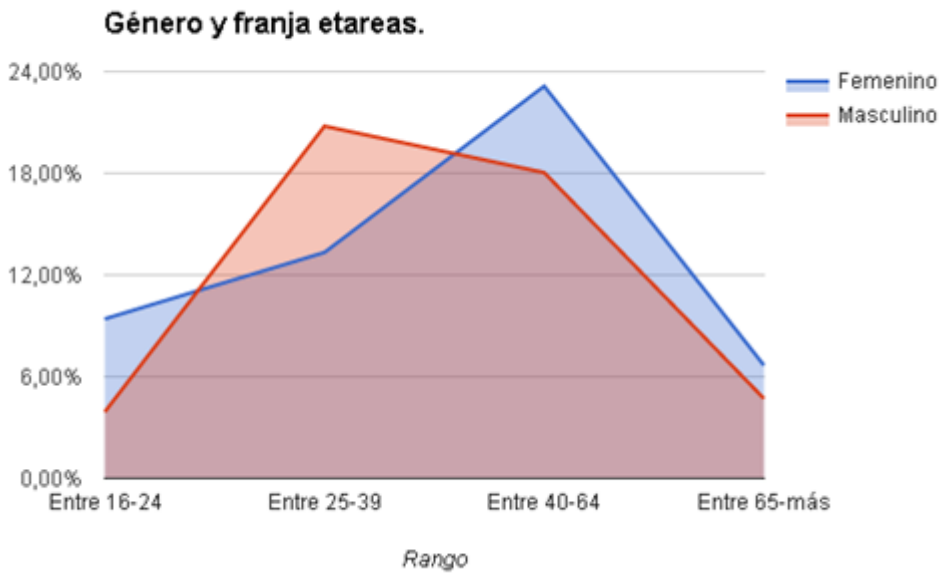


Figura 26. Género y franjas etareas de los encuestados

Específicamente en términos de los resultados obtenidos, el 40,8% de los encuestados consumió entrada y el 59,2% no lo hizo. En relación a compartir las porciones, el 42,4% del total compartió el plato principal y el 57,6 % restante no lo hizo.

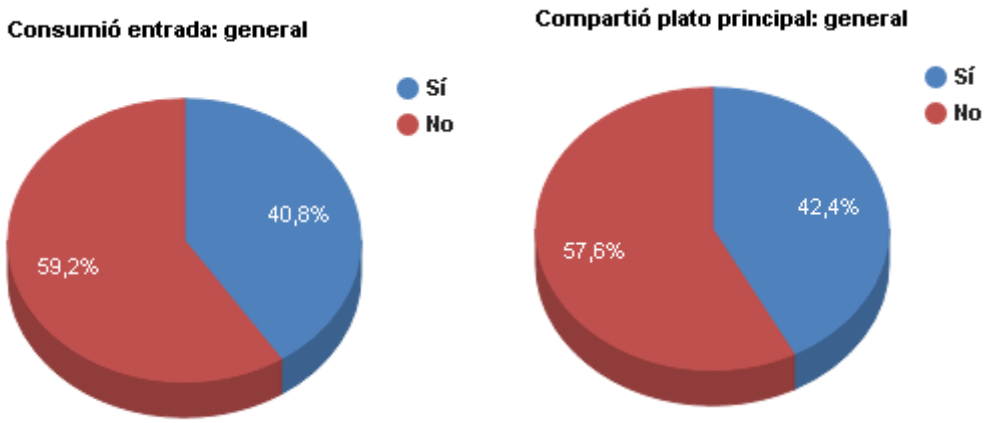


Figura 27. Porcentajes de consumo de entrada y plato principal

Del 100% de los comensales entrevistados el 75% consideró que las porciones en los platos son justas, el 23% que son excesivas y el 2% que son insuficientes.

En el gráfico siguiente se puede observar la misma tendencia según el tipo de alimento.

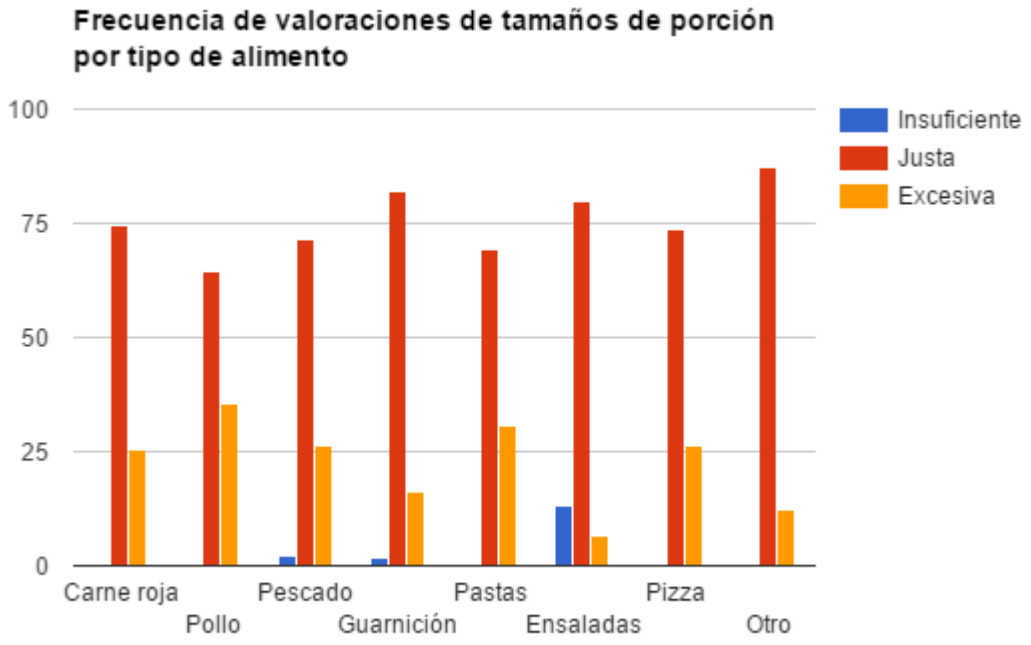


Figura 28. Frecuencia de valoraciones de tamaños de porción por tipo de alimento

Del total de encuestados el 58% comensales consumieron la totalidad del plato y el 42% no.

Dentro del grupo de personas que no consumieron la totalidad del plato:

el 50% no consumió menos de ¼

el 25% entre ¼ y ½

el 25% no consumió más de la mitad.

En los siguientes gráficos se observa el porcentaje de desperdicio por género y por rango de edades.

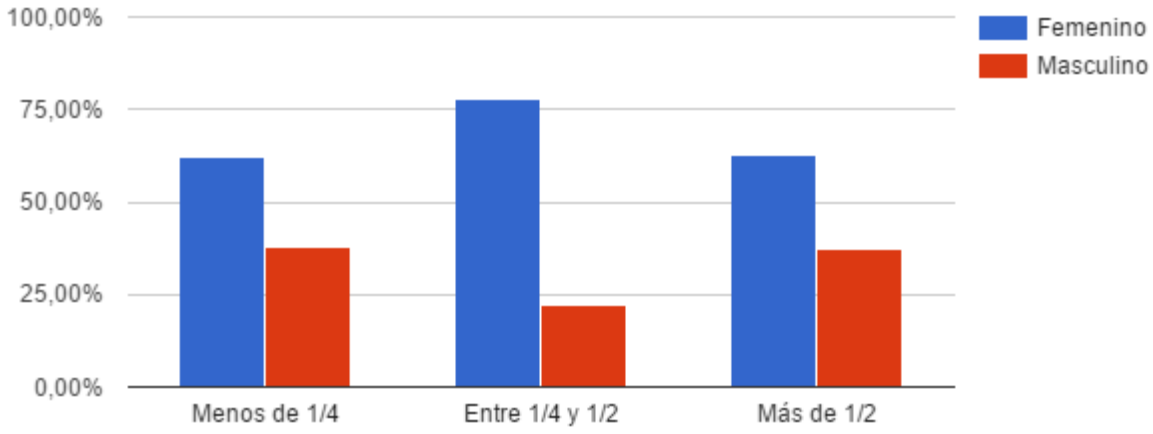


Figura 29. Porciones no consumidas por género

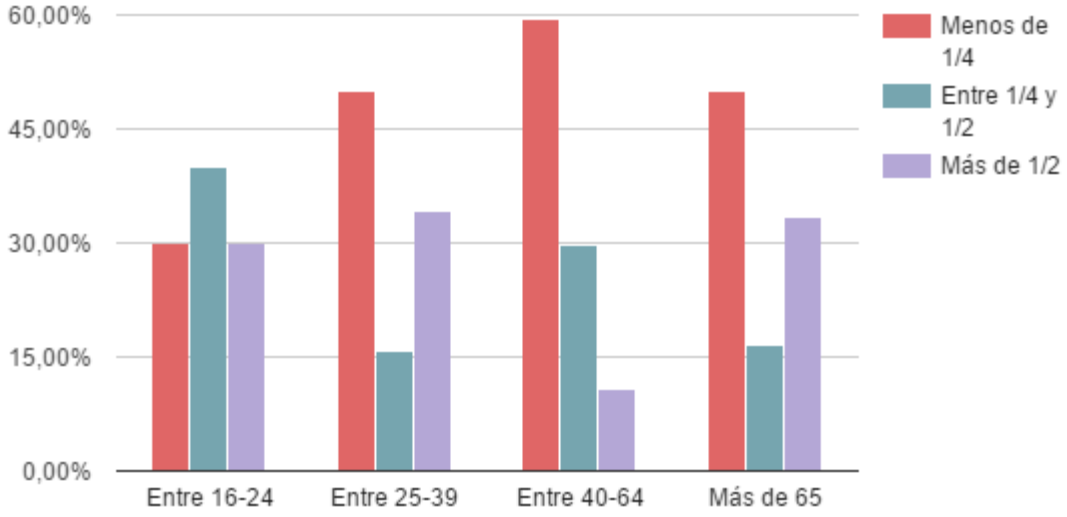


Figura 30. Porción de desperdicio del plato según rango de edades

Con el objeto de proponer medidas para la reducción, se desean evaluar las alternativas preferidas por los comensales para no desechar las sobras del plato, lo que arroja los siguientes resultados:

el 59% eligió llevar los alimentos a su casa

el 36% prefieren que en la carta se ofrezcan diferentes tamaños de porción

el 5% restante consideró donarlos (siendo una alternativa no viable legalmente)

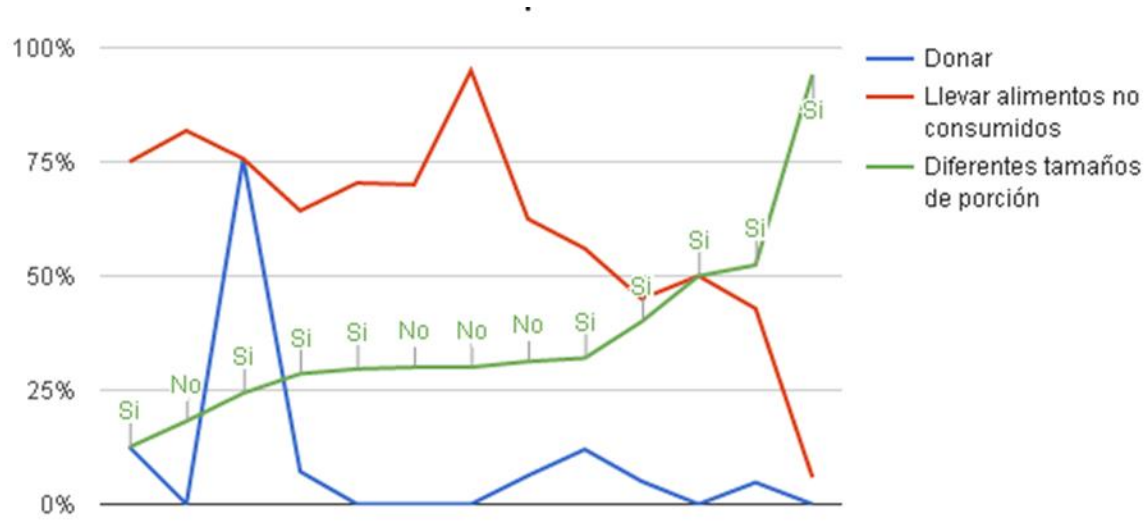


Figura 31. Preferencia de los consumidores en pos de la reducción de desperdicios del plato frente a si la carta ofrece diferentes tamaños de porción

La Figura 31 muestra la proporción de preferencias de los consumidores con respecto a qué alternativa prefieren para reducir el desperdicio de alimentos en las casas de comida (variable de encuesta a consumidores) frente a si la casa de comida ofrece tamaños diferenciados de porción (variable de entrevista a encargado/dueño).

Se presentan los casos ordenados por incremento de la proporción de consumidores que prefieren diferentes tamaños de porción. Se observa lo siguiente:

- Las casas que presentan mayores proporciones de consumidores que prefieren diferentes tamaños de porción tienen menores proporciones de consumidores que prefieren llevar los alimentos. Asimismo, presentan mayor frecuencia de ofrecimiento de tamaños alternativos de porción en la carta.

- Las casas con mayor proporción de consumidores que prefieren llevar los alimentos no consumidos presentan menor frecuencia de tamaños alternativos de porción en la carta.

Puede concluirse que existe una clara tendencia a corresponderse la preferencia de los consumidores con la oferta del lugar elegido.

La figura 32 muestra la información de tres variables asociadas a cada caso. Dos variables de la entrevista al encargado/dueño: (1) Índice de Desperdicio General sobre Ventas y (2) conocimiento del encargado/dueño sobre el porcentaje de desperdicio general sobre ventas. La tercer variable pertenece a la encuesta a consumidores: proporción del plato no consumida.

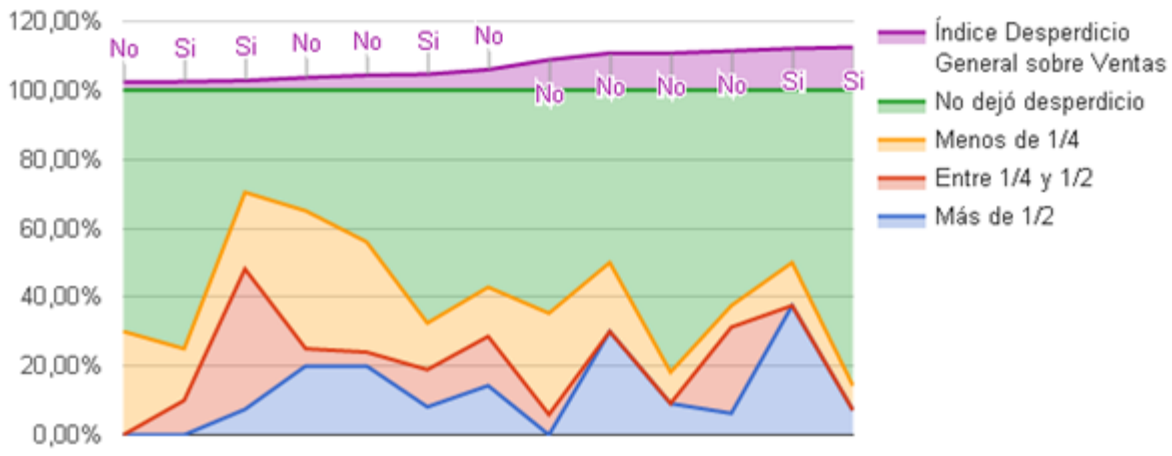


Figura 32. Índice Desperdicio General sobre Ventas en relación a conocimiento del dueño/encargado de cocina sobre el porcentaje de desperdicio general y proporciones de desperdicios en los platos

La fig. 32 presenta los casos ordenados según el incremento del valor del Índice de Desperdicio General sobre Ventas (IDGV), de modo de poder observar la relación de su incremento con el conocimiento que declara tener el encargado/dueño y el comportamiento de sus consumidores.

El caso, por ejemplo, presenta 0% de consumidores que no consumieron más de la mitad del plato, 0% de consumidores que no consumieron entre ¼ y ½ del plato, aproximadamente un 30% de consumidores que no consumió menos de ¼ y el 70% consumió la totalidad del plato. Presenta el menor valor del Índice de Desperdicio General sobre Ventas calculado y encargado/dueño declaró no tener conocimiento sobre el mismo.

Se observa que a medida que incrementa el valor del IDGV es más frecuente que los encargados/dueños no tengan conocimiento sobre el mismo. Por otro lado, no se observa relación entre el comportamiento de los consumidores y el incremento del valor del IDGV.

Normativa vigente en relación a los residuos generados y al manejo exigido en el ámbito municipal (Municipalidad de Bahía Blanca)

Finalmente, y en relación al marco legal vigente vinculado con el tema de estudio, existen dos ordenanzas municipales que afectan, en alguna medida, el funcionamiento de las casas de gastronomía.

La primera, regula acerca de la disponibilidad de cestos específicos, es la Ordenanza 15.698, que enuncia en su "Artículo 8º: Los responsables de los establecimientos que posean permiso para la colocación de mesas y sillas en la acera, están obligados a

mantener el aseo e higiene de los espacios que ocupan y debiendo colocar recipientes para la disposición de los residuos" (Anexo 3 de esta sección).

La segunda ordenanza, que tiene un efecto algo más importante para el manejo de los residuos es la de Modificación del Código de la Edificación de la ciudad de Bahía Blanca, que establece condiciones acerca de la separación en origen de residuos en no reciclables y reciclables (Anexo 4 de esta sección).

4. Conclusiones

En prácticamente el 35% del total de los locales de gastronomía consultados el curso de manipulación de alimentos fue realizado tanto por los cocineros como por los ayudantes de cocina y los mozos. Cabe aclarar que para la habilitación de un local gastronómico sólo es necesario, y a la vez obligatorio, que lo realicen los cocineros, lo cual concuerda con los datos obtenidos.

La gestión adecuada de desperdicios se expone como una prioridad, pero solo el 67% realiza acciones concretas a fin de disminuir su cantidad.

Del total de los alimentos no consumidos en el día se desecha el 16%.

La gestión de compra de materias primas está relativamente bien realizada.

Es frecuente que algunos platos se pre-elaboren y que si no se consumen en el día puedan ser conservados y reutilizados. Esto no permite concluir que esta etapa de producción no es una fuente de desperdicios importante. En cambio de los desechos que surgen en la etapa de elaboración de platos el 84% se desecha.

Alrededor del 70% de las casas ofrece diferentes tamaños pero no en todos los platos principales.

La elección de tamaños grandes se debe a la realización costo/tamaño (no hay conciencia del desperdicio tampoco por parte del consumidor).

Sobre la valoración de los clientes, el 64% valora la diferenciación mientras que el 36% restante no.

No es posible cuantificar los desperdicios a través de este relevamiento porque solo el 40% del total de locales consultados tiene conocimiento sobre cantidad de bolsas de residuos generadas por cada turno.

Hay insatisfacción por el proceso de recolección formal de residuos.

Se reconocen la necesidad de contenedores especiales para envases vidrio y plástico, y estarían dispuestos a organizarse para una recolección diferenciada.

La mayoría anuncia acciones para reducir los residuos en las diferentes etapas de elaboración de los platos:

Se tiende a ofrecer a los clientes que lleven las sobras del plato, a propiciar el posterior aprovechamiento por los empleados y claramente a ofrecer diferentes tamaños de porción.

En relación a los hábitos de consumo, el porcentaje de consumo de plato de entrada coincide con el porcentaje que no consumió todo su plato principal. Aproximadamente el 40% de los comensales comparte el plato principal. Solamente el 50 % de los comensales solo dejó ¼ del plato principal, el resto desperdició hasta el 75% del plato. Existe una preferencia sobre llevarse lo que no se consume en el local, superior a proponer diferentes tamaños en las porciones.

5. Trabajo a futuro

Para completar el análisis presentado, será necesario realizar un estudio relacionado con los hábitos de compra de los consumidores para el abastecimiento de productos de alimentación en sus hogares. Las políticas de marketing suelen promover hábitos de compra (como 2x1) que generan gran cantidad de desperdicios en productos frescos, frutas y verduras.

En relación a los ámbitos ya estudiados, se propone diseñar una política de marketing tendiente a difundir el compromiso de los locales de gastronomía con la disminución de los desperdicios. En principio, se propiciaría la oferta de medias porciones con valores proporcionales y una conducta desde los encargados que estimule al cliente a llevarse el excedente de lo consumido en el local. Sería relevante el aporte para estas acciones por parte de la asociación que los nuclea, ya que podría ser el ámbito natural donde comprometer a los propietarios, ofreciendo la adecuada campaña de difusión por su aporte

Desde el punto de vista de la sensibilización general, y con el objeto de llegar a la mayor cantidad de hogares, se propone diseñar y realizar campañas educativas en las escuelas para la toma de conciencia familiar en relación a los desperdicios de alimentos, tanto en las casas como en los locales de gastronomía.

Además, establecida la importancia de la problemática de la gestión de los residuos por parte de los propietarios, y con el apoyo del nuevo marco legal que establece la separación en origen de reciclables y no reciclables en el Partido de Bahía Blanca, se propone estudiar

una propuesta para mejorar el servicio de recolección a los locales de gastronomía solventado adecuadamente, al menos de manera parcial, por los mismos interesados (compromiso municipal vs aporte diferencial del sector).

Anexos de la Sublínea 3.2:

Anexo 1: Encuesta a Consumidores

ENCUESTA A CONSUMIDORES

PROYECTO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN

"ESTRATEGIAS SUSTENTABLES Y VIABLES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS"

Día: /	Turno:	A	C	Lugar:	Servicio:	G	R	P	RB	CR	B	Encuestador:

1. Género:

1. Femenino	
2. Masculino	

2. ¿En qué franja se encuentra su edad?

1. Entre 16 y 24 años	
2. Entre 25 y 39	
3. Entre 40 y 64	
4. 65 años o más	

3. ¿Consumió entrada?

1. Sí	
2. No	

4. ¿Compartió el plato principal?

1. Sí → **4.1. ¿Con cuántas personas?** ____

2. No

5. Respecto a los alimentos que acaba de consumir: ¿Cómo calificaría el tamaño de la porción del plato principal?

		Insuficiente	Justo	Excesiva
1. Carne	1. Roja	1	2	3
	2. Pollo	1	2	3
	3. Pescado	1	2	3
2. Guarnición		1	2	3
3. Pastas		1	2	3
4. Ensaladas		1	2	3
5. Pizza		1	2	3
6. Otro: ¿Cuál?		1	2	3

6. ¿Consumió la totalidad de los alimentos del plato principal?

1. Sí

2. No → **6.1. ¿Qué proporción del plato no se consumió?**

1. Menos de ¼	
2. Entre un ¼ y la mitad	
3. Más de la mitad	

7. ¿Qué alternativa le parece más conveniente para no desechar las sobras del plato?

1. Diferentes tamaños de porción	
2. Llevarse los alimentos no consumidos	
3. Otro: ¿Cuál? _____	

Encuesta a Dueño o encargado de cocina:

Día:__/__	Lugar:_____	Días y horarios de atención: _____	Servicio:	G	R	P	RB	CR	B	Encuestador:_____

1. Capacitación:

1.1. ¿Realizó/zaron el/los empleado/s un curso sobre manipulación de alimentos?

1. Sí → 1.1.1. ¿Cuál?_____
2. No

1.2. La gestión de los desperdicios de comida, ¿está entre sus prioridades?

1. Sí	
2. No	

2. Compra de materias primas y su planificación

2.1. ¿Poseen un programa para la gestión de las materias primas?

1. Sí → 2.1.1. ¿Cuál?_____
2. No

2.2. Respecto a los pedidos a proveedores y su frecuencia:

2.2.1. ¿Cómo se realizan?

1. De acuerdo a la venta (cantidad de clientes)	
2. De manera estandarizada	
3. Otro: ¿cuál?	

2.2.2. ¿Existe una diferenciación de acuerdo a la duración de las materias primas?

1. Sí → 2.1.1. ¿Cuál?_____
2. No

3. Almacenaje de materias primas y su control

3.1. ¿Cómo es el sistema utilizado para ordenar las materias primas?

3.2. ¿Qué tecnologías/artefactos de conservación utiliza? Indicar cantidad.

	Cantidad
1. Heladera/s	
2. Freezer/s	
3. Máquina de vacio	
4. Otro: ¿cuál?_____	

3.3. El municipio, ¿realiza controles?

1. Sí → 3.3.1. ¿Cuáles?_____
3.3.2. ¿Con qué periodicidad? _____
2. No

4. Preparación de los platos

4.1. ¿Existe una rotación de la carta?

1. Sí → 4.1.1. ¿Qué criterio se utiliza? _____

2. No

4.2. Respecto a la preelaboración de los platos:

4.2.1. ¿Qué criterio se utiliza?

4.2.2. ¿Qué sucede con lo que no es utilizado en el día?

1. Se desecha	
2. Se conserva y se reutiliza	
3. Otro: ¿cuál?	

4.3. ¿Qué sucede con los desechos que se generan en la elaboración de los platos?

1. Se desechan	
2. Se realiza alguna acción para reutilizarlos	
3. Otro: ¿cuál?	

5. Venta

5.1. Según el turno y el día de la semana, ¿Qué cantidad de platos se venden?

	Mediodía	**Noche**
Lunes		
Martes		
Miércoles		
Jueves		
Viernes		
Sábado		
Domingo		
Total		

5.2. ¿Se ofrecen distintos tamaños de porción en los platos?

1. Sí → 5.2.1. ¿En qué platos? _____

5.2.2. ¿Cuál es tamaño más solicitado?_____

5.2.3. ¿Considera que los clientes valoran esta diferenciación? ¿Por qué?

1. Sí
2. No

2. No

5.3. Una vez que el cliente ha terminado de consumir cada plato ¿donde se depositan los residuos?

6. Cuantificación de los desperdicios

6.1. ¿Conoce el porcentaje de desperdicio general del negocio?

1. Sí → 6.1.1. Indicar porcentaje _____

6.1.2. Indicar porcentaje por alimento _____

2. No

6.2. Según el turno y el día a la semana, ¿Conoce la cantidad de bolsas de desperdicios que se generan?

1. Sí → 6.2.1. Indicar cantidad en el cuadro

2. No

	Mediodía	**Noche**
Lunes		
Martes		
Miércoles		

Jueves		
Viernes		
Sábado		
Domingo		
Total		

6.3. ¿Conoce el porcentaje que representan los desperdicios en los costos del negocio?

1. Sí → 6.3.1. Indicar porcentaje _____
2. No

6.4. ¿Se realizan medidas para disminuir la cantidad de desperdicios?

1. Sí → 6.4.1. ¿Cuáles?_____
2. No

Anexo 2: Listado de los locales gastronómicos encuestados y/o entrevistados

Nombre del local gastronómico	Tipo de servicio	¿Se realizó la entrevista a encargado de cocina/dueño?	¿Se realizó la encuesta a los consumidores?
Águila	Restaurant	SI	NO
Big Six	Comida Rápida	SI	NO
Cafe Muñoz	Resto Bar	SI	SI
Cambalache	Restaurant	SI	SI
Don Tomás	Restaurant	NO	SI
Frogs	Resto Bar	SI	NO
Gambrinus	Restaurant	SI	SI
Il Mercato	Restaurant	SI	NO
Jardin Zen	Oriental	SI	SI
La Chacarera	Parrilla	SI	SI
La Feria	Comida Rápida	SI	NO
La Viskaya	Marisquería	SI	SI
McDonald´s	Comida Rápida	SI	NO
Mundo de la parrilla	Parrilla	SI	SI
Mundo de la pizza	Pizzería	SI	SI
Mysha	Restaurant	SI	NO
Oliva	Restaurant	SI	SI
Pelicano	Resto Bar	SI	NO
Pizza Zeta	Pizzería	NO	SI
Quinquela	Restaurant	SI	SI
Santino	Restaurant	SI	SI
Sottovento	Restaurant	SI	SI
Subway	Comida Rápida	SI	NO
Tributo	Restaurant	SI	NO
York	Resto Bar	SI	NO
Zeta Alem	Restaurant	SI	NO

Anexo 3: Ordenanza N° 15698 "Normativa para áreas gastronómicas en veredas del espacio público de la ciudad"

Título: Normativa para áreas gastronómicas en veredas del espacio público de la ciudad

Expediente H.C.D.: 1414-2009

Expediente M.B.B.: 418-10059/2009

Fecha de Sanción: 10 de junio de 2010

Fecha de Promulgación: 30 de junio de 2010

Decreto de Promulgación Nª: 834/2010

Derogada por la Ordenanza:

Modificada por la Ordenanza:

Artículo 1º: La presente normativa, será de aplicación para las zonas del Código de Planeamiento Urbano:

C1 (Microcentro Direccional)

C2 (Macrocentro Direccional)

C3 (Centro Ejes de Crecimiento)

R 1 Area Especial Avenida Alem (Ordenanza 10.672)

A (Anillo)

Artículo 2º: Frente a los establecimientos habilitados como bares, cafés, confiterías, heladerías, pizzerías y restaurantes y todo otro servicio del sector gastronómico que posean local debidamente habilitado para tal fin, se autorizará la delimitación sobre la acera de un área gastronómica, dentro de la cual estará permitido instalar mesas, sillas y sombrillas.

A los efectos de control, los responsables de los establecimientos, deberán demarcar el área gastronómica respectiva de manera clara, visible y adecuada al paisaje urbano circundante, presentando a la Dirección de Planeamiento Urbano, documentación técnica que modelice en términos funcionales, morfológicos y tecnológicos, dependencia que deberá autorizar dicha demarcación.

Artículo 3º: Las mesas, sillas y sombrillas que se instalen en la acera, deberán armonizar entre sí y estar dispuestas de modo tal que garanticen la circulación peatonal entre ellas.

El Departamento Ejecutivo por vía reglamentaria, establecerá las características que deberá reunir el mobiliario a instalar, a fin de garantizar el cumplimiento de los recaudos de armonía requeridos.

Artículo 4º: Sólo se admitirá un área gastronómica en aceras cuyo ancho sea igual o mayor

a 2,50 metros. Las mediciones dispuestas, se computarán desde la arista externa del cordón hasta la Línea Municipal de Edificación y se observará una trocha peatonal de 1,50 metros libres, medido desde la Línea Municipal de Edificación. El área gastronómica deberá disponer de un espacio libre de 0,50 metros de ancho inmediatos al cordón de la acera.

Artículo 5º: En aceras de ancho igual o mayor a 4 metros, se autorizará un área gastronómica, dejando una trocha peatonal de 1,70 metros libres, medido desde la Línea Municipal de Edificación, además del espacio libre de 0,50 metros de ancho inmediatos al cordón de la acera.

Artículo 6º: Las marquesinas y toldos concebidos para generar un espacio tipo recova para albergar estas mesas y sillas, deberán garantizar estabilidad y condiciones de seguridad en un todo de acuerdo a lo normado por el Código de la Edificación de Bahía Blanca, cuyo diseño será evaluado y autorizado por la Dirección de Planeamiento Urbano.

Artículo 7º: El área gastronómica no podrá ubicarse:

a) Fuera de los límites de la acera correspondiente al local habilitado, salvo que cuente con la autorización de los propietarios de los inmuebles o titulares de los comercios linderos. En este caso la superficie a autorizar no podrá extenderse más allá del frente de ambos sectores linderos al comercio habilitado. El titular del comercio deberá entregar a la Dirección de Planeamiento Urbano, la autorización otorgada por los vecinos linderos, dictándose, si correspondiera, acto administrativo autorizando la utilización de dicha superficie como área gastronómica.

b) En las partes de las aceras de las esquinas, comprendidas entre las líneas imaginarias perpendiculares al cordón que pasa por los vértices de la ochava.

Artículo 8º: Los responsables de los establecimientos que posean permiso para la colocación de mesas y sillas en la acera, están obligados a mantener el aseo e higiene de los espacios que ocupan y debiendo colocar recipientes para la disposición de los residuos.

Artículo 9º: El área gastronómica autorizada, deberá estar suficientemente iluminada.

Artículo 10º: Deberá respetarse el arbolado urbano, en un todo de acuerdo a lo normado por la Ordenanza 15523, manteniendo intacta su estructura libre de cualquier tipo de vínculos.

Artículo 11º: Las transgresiones a la presente Ordenanza serán penadas, conforme determine el Juzgado de Faltas interviniente en relación a la gravedad de la falta. El Juzgado de Faltas, podrá graduar la multa entre un monto similar al de un salario mínimo del Personal Municipal y el máximo que fija el Artículo 6º, de la Ley 8751.

Artículo 12º: Comuníquese al D. Ejecutivo para su cumplimiento.-

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE DE BAHIA BLANCA, A LOS DIEZ DIAS DEL MES DE JUNIO DE DOS MIL DIEZ.

Anexo 4: Ordenanza - Modificación Código de edificación

Artículo 1° - Modifícase el artículo 3.12.3.0. del Código de la Edificación de la ciudad de Bahía Blanca, el que quedará redactado según el siguiente texto:

3.12.3.0 – SEPARACION EN ORIGEN DE RESIDUOS NO RECICLABLES Y RECICLABLES.

3.12.3.1. Para el tratamiento de residuos domiciliarios a ser depositados en la vía pública para su retiro por el servicio de recolección, se estará de acuerdo a las determinaciones que a continuación se detallan, quedando expresamente prohibido en el Partido de Bahía Blanca la instalación y funcionamiento de incineradores. En el caso de colocar compactadores deberá presentarse una memora descriptiva de instalación la que deberá ser aceptada por la Dirección de Planeamiento Urbano.

I) En los edificios existentes a la fecha de promulgación de esta ordenanza, (considerando como tales a los que se hallaren concluidos con proyecto aprobado y ejecutado).

1. En uso Multifamiliar y para edificios de más de cuatro (4) plantas, por cuerpo, será obligatoria la previsión de lugares de acopio para ordenar la separación en origen de residuos NO RECICLABLES Y RECICLABLES.

Deberá materializarse, piso por piso, un lugar para el depósito de los residuos separados en bolsas de 30 Kg. (residuos NO RECICLABLES) y bolsa de 30 Kg. (Residuos RECICLABLES), en espera para su traslado a la planta baja. El recinto tendrá como lado mínimo 0,75 metros y superficie mínima de 0,65 metros cuadrados, coincidiendo con medidas reglamentarias normalizadas en reglamentaciones vigentes a la fecha.

Deberá materializarse en la Planta Baja o en el Subsuelo un recinto de lado mínimo dos metros (2 mts.) y área mínima de cuatro metros cuadrados (4 ms.2) para depósito en espera de residuos NO RECICLABLES y Residuos RECICLABLES de bolsas de treinta (30) kilogramos de capacidad ya cerradas listas para su traslado a la vía pública.

2. El uso Multifamiliar y para edificios de hasta cuatro (4) plantas y que tengan más de diez (10) unidades, por cuerpo, deberá materializarse en la Planta Baja o en el

Subsuelo un recinto de lado mínimo dos metros (2 mts.) y área mínima cuatro metros (4 mts.) para depósito re resiguos NO RECICLABLES y residuos RECICLABLES de bolsas de treinta (30) kilogramos de capacidad ya cerradas listas para su traslado a la vía pública.

3. En uso No destinado a la vivienda con más de tres (3) unidades de uso independiente y supeficie mayor o igual a quinientos metros cuadrados (500 mts.) en total, será obligatorio materializar el lugar necesario cuya ubicación puede ser Planta Baja o Subsuelo con dimensión lado mínimo 2 (dos) metros y superficie mínima cuatro (4) metros, para bolsas de 30 (treinta) Kilogramos (residuos NO RECICLABLES) y bolsas de 30 (treinta) Kilogramos (residuos RECICLABLES), en espera al horario de recolección en la vía pública.

4. Los recintos obligatorios normalizados en a), b) y c) contemplarán los muros revestidos en toda su altura con azulejos blancos o de colores claros lisos sin dibujos, los pisos serán materiales cerámicos graníticos o similares, los zócalos serán de los mismos materiales que el piso o del tipo sanitario en cuanto a su conformación, los cielorrasos serán pintados de color blanco, pudiendose utilizar otros materiales distintos a los indicados, siempre que sean aceptados por la Dirección de Planeamiento Urbano.

5. Los recintos obligatorios normalizados en a), b) y c), considerados como locales de cuarta categoría, serán ventilados por conducto de acuerdo a lo especificado en el presente código. La cara interior de la puerta será de material impermeable.

La adecuación a la presente norma deberá realizarse en las condiciones que fije la reglamentación y de acuerdo a un informe técnico realizado por un profesional matriculado con incumbencia donde indique su factibilidad. Los edificios existentes tendrán doce (12) meses a partir de la reglamentación de la presente para presentar el proyecto de adecuación y un plazo máximo de veinticuatro (24) meses para materializarlo.

6. Los recintos obligatorios normalizados en a), b) y c), no computarán para el cálculo de FOT.

II) En los edificios nuevos, deberá cumplirse:

– En uso Multifamiliar y para edificios de más de cuatro (4) plantas, por cuerpo, será

obligatoria la previsión de lugares de acopio para ordenar la separación en origen de residuos NO RECICLABLES y residuos RECICLABLES.

Deberá materializarse , piso por piso, un recinto de lado mínimo un (1) metro y área mínima uno con veinte metros cuadrados (1,20 mts.2) para depósito en espera de residuos NO RECICLABLES y residuos RECICLABLES que contemple dos recipientes contenedores de bolsas de treinta (30) Kg. de capacidad ya cerradas, listas para su traslado a la planta baja.

Deberá materializarse en la planta baja o en subsuelo un recinto de lado mínimo dos (2)metros y área mínimo cuatro metros cuadrados (4 mts.2) para depósito en espera de residuos NO RECICLABLES y residuos RECICLABLES de bolsas de treinta (30) kilogramos de capacidad ya cerradas listas para su traslado a la vía pública.

- En uso Multifamiliar y para edificios de hasta cuatro (4) plantas y que tengan más de diez unidades, por cuerpo deberá materializarse en Planta Baja o Subsuelo, un recinto de lado mínimo de dos metros (2 mts.) y área mínima de cuatro metros cuadrados (4 mts.2) para depósito en espera de residuos NO RECICLABLES y residuos RECICLABLES de bolsa de 30 Kg. de capacidad ya cerradas para su traslado a la vía pública.

- En uso No destinado a vivienda, con más de tres (3) unidades de uso independiente y superficie mayor o igual a quinientos metros cuadrados (500 mts.2) en total, será obligatorio materializar el lugar necesario, cuya ubicación puede ser Planta Baja o Subsuelo, con dimensiones lado mínimo: dos (2) metros; superficie mínima cuatro metros cuadrados (4 mts.2) para bolsas de 30 kg. (residuos NO RECICLABLES y bolsas de treinta (30) kg. residuos RECICLABLES) en espera al horario de recolección en la vía pública.

- Los recintos obligatorios normalizados en a), b) y c), contemplaran los muros revestidos en toda su altura con azulejos blancos o de colores claros lisos sin dibujos, los pisos serán de materiales cerámicos graníticos o similares, los zócalos serán de los mismos materiales que el piso o del tipo sanitario en cuanto a su conformación, los cielorrasos serán pintados de color blanco, pudieńdose utilizar otros materiales distintos a los indicados, siempre que sean aceptados por la Dirección de Planeamiento Urbano.

- Los recintos obligatorios normalizados en a), b) y c), considerados como locales de

cuarta categoría, serán ventilados por conductos de acuerdo al especificado en el presente código. La cara anterior de la puerta será de material impermeable.

- Los recintos obligatorios normalizados en a), b) y c), no computarán para el cálculo de FOT.

Artículo 2° - Comuníquese al D. Ejecutivo para su conocimiento y demás efectos.

DADA EN LA SALA DE SESIONES EXTRAORDINARIAS DEL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE, A LOS ***DOCE DIAS DEL MES DE FEBRERO DE DOS MIL CATORCE***.

Sublínea 3.3. Diseño de un sistema para el manejo y/o reducción de los residuos especiales provenientes de los envases vacíos de agroquímicos.

1. Hipótesis

Con la participación de todos los actores involucrados en el circuito de generación y utilización de productos agroquímicos (desde el ámbito privado y público) es posible diseñar una propuesta de manejo adecuado y reducción en la disposición de estos envases para el SOB (Sudoeste Bonaerense) que permita mitigar los efectos que actualmente tiene esta problemática sobre el medio ambiente y la salud de la población.

2. Metodología Específica

El trabajo se ha desarrollado comenzando por una extensa revisión bibliográfica, orientada tanto a reconocer trabajos similares o que podrían resultar de utilidad para el desarrollo del tema en cuestión como al análisis de la normativa nacional, provincial y municipal existente. A partir de dichos resultados, presentados en el Informe de Avance, puede verse que la misma resulta el marco posible para el diseño de una propuesta de minimización y manejo adecuado de los residuos peligrosos generados tras el consumo de agroquímicos.

Se han realizado entrevistas con referentes de la ciudad y la región a fin de analizar las distintas formas de participación actualmente existentes en relación al manejo de los envases, tanto de proveedores, asociaciones de productores (Sociedades Rurales, Asociación de Productores de Siembra Directa, entre otros) como aplicadores de los productos. También se ha realizado un cuestionario a los referentes de las áreas de Medio Ambiente de la mayor parte de los Partidos del SOB, para conocer la situación de los mismos en relación con los sitios de disposición transitoria de los envases vacíos de agroquímicos. Se llevaron a cabo también un gran número de entrevistas con productores de la región, ya que con el objeto de aproximarse con mayor precisión se ha avanzado en un trabajo de relevamiento estadístico (utilizando encuestas diseñadas específicamente) que será culminado en la próxima fase del trabajo de investigación. A partir de los resultados obtenidos hasta el momento, se realizan finalmente un conjunto de propuestas para ejecutar a futuro.

3. Resultados obtenidos

Tal como se ha presentado en el informe de avance, se ha realizado en análisis del Sistema de Legalidad Ambiental, interpretando las relaciones que en este marco se

establecen en los diferentes niveles de la jurisprudencia, para identificar los roles y responsabilidades de los actores involucrados en todo el circuito de generación, manejo y disposición de los residuos especiales y así estar en condiciones de avanzar en el diseño futuro de un Sistema de Gestión adecuado,

A partir del análisis realizado aparece como de vital importancia conocer, además de las condiciones legales, la situación real de la etapa de disposición transitoria de los envases vacíos de agroquímicos en el SOB. En este marco, vale la pena mencionar que los municipios de la provincia firmaron un convenio con el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, OPDS, con el fin de realizar campañas locales para concientizar acerca de la adecuada gestión de envases que hayan contenido agroquímicos. En el marco de estos convenios, además, cada Municipio podrá habilitar su Centro de Acopio Transitorio (CAT) respetando la normativa vigente para ello[7], (Anexo 1 de esta sección). Además, el gobierno de la provincia, por medio de una resolución, los exime del pago de tasa anual como generador de residuos especiales y autoriza el transporte desde el sector agropecuario hasta el CAT en vehículos no habilitados para el transporte de residuos especiales.

Es importante destacar que la entrada en vigencia de la resolución será de forma progresiva en tanto se habiliten los mencionados CATs en cada jurisdicción local.

Formaron parte de este relevamiento los municipios de: Adolfo Alsina, Adolfo González Chavez, Bahía Blanca, Benito Juárez, Coronel Rosales, Coronel Dorrego, Coronel Pringles, Coronel Suárez, Daireaux, General La Madrid, Guaminí, Laprida, Monte Hermoso, Carmen de Patagones, Pellegrini, Puan, Saavedra, Salliquelo, Tornquist, Tres Arroyos, Tres Lomas y Villarino. Estos municipios constituyen políticamente la Sexta Sección Electoral de la provincia de Buenos Aires, y son el área de influencia natural de la Universidad Nacional del Sur.

A los responsables del Área de Medio Ambiente de cada municipio se les consultó acerca de tres aspectos: existencia o no del convenio entre su municipio y el OPDS, estado de la normativa municipal en el tema, disponibilidad de un CAT de acopio, y condiciones de entrega/manejo de los envases por parte del productor/manipulador.

Específicamente, las preguntas que se les formularon son:

- *¿El municipio ha firmado el convenio con el OPDS? ¿En qué instancia está el acuerdo?*

[7] Norma IRAM 12.069 establece el procedimiento de triple lavado o lavado a presión para los envases vacíos de agroquímicos.

- *¿El municipio ha emitido una ordenanza específica para el manejo, disposición y gestión de los envases agroquímicos en el distrito?*
- *¿Disponen de centro de acopio transitorio de envases de agroquímicos?*
- *¿Se sigue algún procedimiento conjunto (municipio – productor) para el tratamiento de los envases de agroquímicos o cada productor lo hace individualmente? ¿Cómo opera el productor con los envases?*

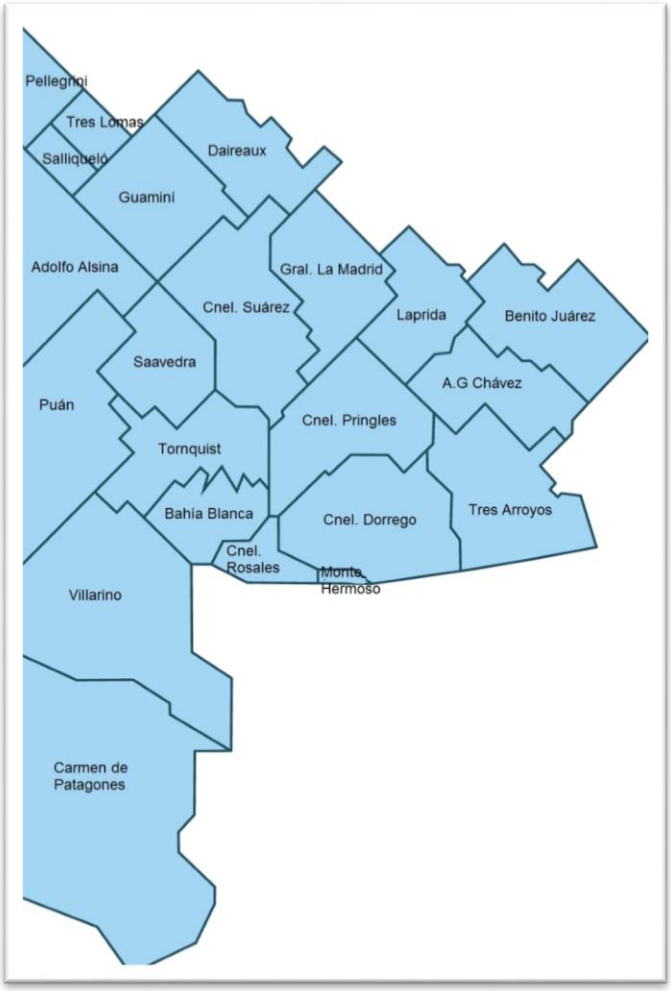


Figura 33. Municipios que conforman la Sexta Sección Electoral de la provincia de Buenos Aires

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

- *¿El municipio ha firmado el convenio con el OPDS? ¿En qué instancia está el acuerdo?*

De un total de 22 municipios, 11 respondieron afirmativamente, 9 no han firmado el convenio y al distrito de Monte Hermoso no le afecta en forma directa la problemática de la disposición de los envases agroquímicos.

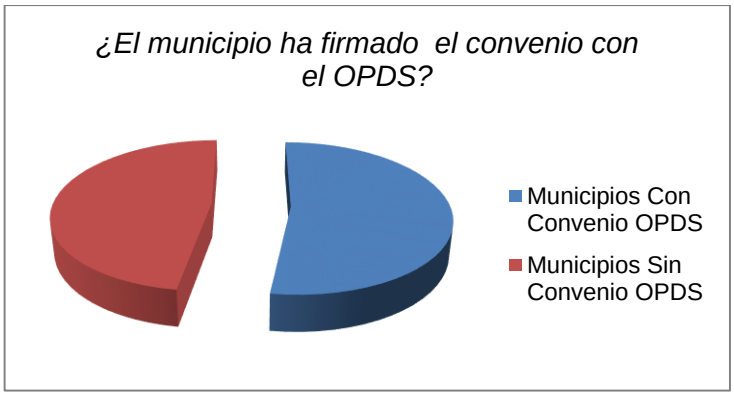


Figura 34. Proporción de municipios que han firmado convenio con el OPDS

- *¿El municipio ha emitido una ordenanza específica para el manejo, disposición y gestión de los envases agroquímicos en el distrito?*

Los 22 municipios disponen de una normativa propia general y con restricciones mínimas. Los municipios de Pellegrini y Coronel Pringles han promulgado además, ordenanzas que refieren al manejo y uso responsable de agroquímicos así como al tratamiento de los envases. El municipio de Guaminí cuenta también con una ordenanza recientemente sancionada que demandó un diseño de tres años.

- *¿Disponen de centro de acopio transitorio de envases agroquímicos?*

De los municipios que han firmado el convenio con el OPDS, sólo el distrito de Pellegrini dispone de un centro de acopio transitorio en funcionamiento. Los distritos de Tornquist y Villarino, no han firmado sendos convenios con el OPDS, pero disponen de CATs. En el caso de Tornquist, la construcción fue a partir de la iniciativa de la Secretaría de Producción y Medio Ambiente. En el caso de Villarino, no sólo dispone de centros de acopio sino también un sistema de incentivos para que los productores trasladen los envases. Los restantes municipios que han firmado el convenio tienen los planos aprobados y el lugar asignado para su construcción pero no disponen de los fondos que demanda ejecutar la construcción de los centros de acopio. Algunos se encuentran en la etapa de adquisición de los materiales.

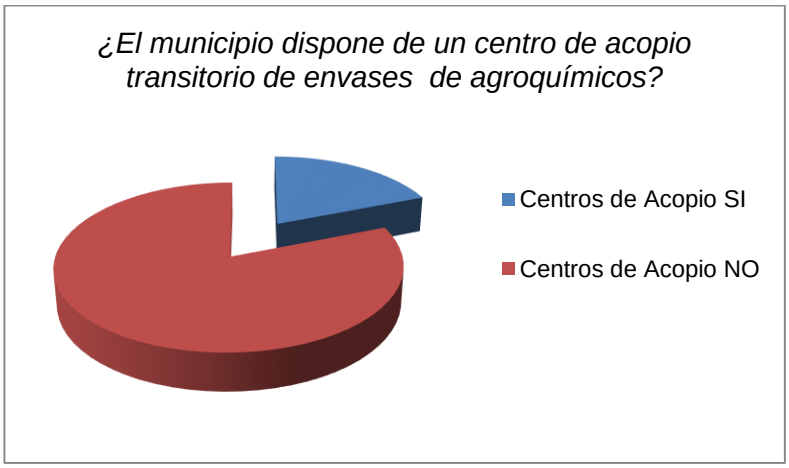


Figura 15. Proporción de municipios que disponen de un centro de acopio transitorio de envases de agroquímicos

- *¿Se sigue algún procedimiento conjunto (municipio – productor) para el tratamiento de los envases de agroquímicos o cada productor lo hace individualmente? ¿Cómo opera el productor con los envases?*

Sólo los distritos Villarino y Tornquist realizan una labor conjunta con los productores para el tratamiento de los envases de agroquímicos y su posterior acopio.

El Municipio de Bahía Blanca implemento desde el 2007 hasta el 2010 el Programa Municipal de Gestión de Envases de Agroquímicos para el Corredor Hortícola. En el mismo participaron un importante número de productores hortícolas de Bahía Blanca y Villarino, relevándose una situación análoga a la existente en el resto del sudoeste (Anexo 2 de esta sección).

En los partidos de Tres Arroyos, Coronel Pringles y A. G. Chávez, las grandes empresas agropecuarias aplicadoras, tienen sus convenios con las firmas que les venden, y cuentan con depósitos transitorios propios. Sólo existen unos pocos campos certificados con "buenas prácticas" que venden los envases a empresas habilitadas de Junín y Mar del Plata, pero no es un procedimiento habitual ni supervisado desde el Estado.

De acuerdo al relevamiento de información brindada por los responsables de la mayoría de los municipios, estos coinciden en que los pequeños productores proceden de manera aislada con el tratamiento de los envases y el acopio, sin control ni registro por parte del estado municipal. Si bien los municipios han asumido el compromiso de la capacitación para la concientización acerca del correcto manejo de los envases, cumplir con el procedimiento de triple lavado o lavado a presión de los envases vacíos de agroquímicos que se generen de los mismos no es una práctica regular ni sistemática puesto que lo habitual es que se entierran o queman o se venden en el mercado informal.

Pasando ahora a los resultados vinculados con el trabajo de relevamiento que se está ejecutando en el Partido de General La Madrid, el mismo se encuentra en plena ejecución en el marco de un Proyecto de Investigación financiado por la UNS. Se está realizando una encuesta diseñada específicamente para obtener información acerca del tipo y cantidad de aqroquímicos utilizados, sus envases, sus formas de manejo, la situación acerca de la información que recibe quien manipula y/o aplica, las consecuencias directas sobre la salud y la percepción de peligrosidad que tienen los actores vinculados al manejo y sus familias, la capacitación recibida por los mismos, entre otras cosas. Esta información cuantitativa y cualitativa será de gran utilidad para alcanzar los objetivos propuestos, pero aún no se ha finalizado.

Con fines ilustrativos, se presenta en la Tabla V la composición de un muestreo estratificado basándonos en la información de la cantidad de hectáreas de cada establecimiento. En cada estrato se selecciona una muestra aleatoria mediante afijación proporcional: la muestra se distribuye proporcionalmente al número de unidades.

Tabla V. Composición del muestreo estratificado basado en la información de la cantidad de hectáreas de cada establecimiento

Número de Establecimientos Agropecuarios					
	Distrito				
Superficie	General La Madrid	Pellegrini	Salliqueló	Tornquist	**TOTAL**
Menos de 50 has	23	15	28	16	**82**
Entre 50 y 199 has	69	48	84	85	**286**
Entre 200 y 499 has	117	60	59	157	**393**
Entre 500 y 999 has	88	27	20	125	**260**
Entre 1000 has y 1499 has	35	13	5	47	**100**
Entre 1500 y 1999 has	18	12	5	28	**63**
2000 y más	39	18	8	34	**99**
TOTAL	**389**	**193**	**209**	**492**	**1283**

A pesar de no haberse concluido con este trabajo, se han realizado más del 90 % de las encuestas en el Partido de General La Madrid, y se perciben algunos resultados cualitativos, que coinciden con los obtenidos a partir de las entrevistas con los referentes locales de Medio Ambiente.

4. Conclusiones Generales

La normativa vigente en relación a los residuos especiales no permitiría un manejo sencillo de los envases vacíos de agroquímicos, ya que aún no fue aprobada por la Legislatura la nueva Ley de Envases Vacíos de Agroquímicos. Aún en este contexto, la existencia de acuerdos específicos con el OPDS facilita este manejo, al menos desde el punto de vista del marco legal.

Además, la delicada situación económica de los municipios del SOB ha dificultado la construcción de los CATs requeridos como punto de partida para el Diseño de un sistema de gestión de envases vacíos. El año 2015, no ha resultado sencillo en términos de gestión política, lo que ha añadido una problemática adicional en los Concejos Deliberantes que deciden las cuestiones presupuestarias. A pesar de este contexto, hay una fuerte intención por parte de los agentes locales ocupados de la cuestión ambiental de trabajar la problemática de los envases de agroquímicos, por lo que aparece un panorama favorable para los próximos anos.

Hay diversidad entre los municipios del SOB respecto de la situación en normativa y gestión ambiental.

Una de las mayores problemáticas asociadas a la gestión de envases está vinculada por la escasa percepción de peligro que el manejo de estos envases tiene para los manipuladores.

5. Líneas de trabajo a futuro

Los resultados obtenidos hasta el momento confirman la información disponible informalmente acerca de la necesidad de firmes acciones educativas y de sensibilización dirigidas a todos los actores involucrados en el manejo de estos envases (aplicadores, productores agropecuarios, referentes de organizaciones de productores, familias del sector agropecuario, empleados municipales afectados a áreas de residuos de los municipios, entre otros.). Existe muy escasa conciencia acerca de la importancia de los cuidados en el manejo de los agroquímicos sobre la salud individual de los manipuladores y su efecto sobre el entorno cercano. Por ello parece fundamental trabajar en el diseño y la ejecución de actividades de sensibilización y capacitación de los actores involucrados directamente e indirectamente con el manejo de los envases, realizar campañas de

divulgación gráfica y talleres educativos en las asociaciones rurales y obra social de los empleados vinculados al sector agropecuario (Obra Social del Personal Rural y Estibadores de la República Argentina).

Además, con el objeto de llegar a la mayor cantidad de hogares posibles, se diseñarán actividades semejantes para realizar en las escuelas rurales de los partidos del SOB. Como adelanto de los elementos de comunicación que se prevé utilizar, se ha diseñado un isologotipo que se utilizará como imagen para todos los elementos de comunicación visual. El mismo se presenta en el Anexo 3 de esta sección, con las explicaciones correspondientes.

Además, y dada la situación de los potenciales CATs, parece importante trabajar a futuro en conjunto con los gobiernos locales municipales para obtener un mapa de CATs que permitan disponer de estos residuos en puntos establecidos y en las condiciones deseables para abastecer un Sistema de Gestión Integral de Envases vacíos de Agroquímicos.

Será necesario además trabajar en el diseño de un sistema de incentivos para propiciar el transporte de los envases a los CATs.

Deberá culminarse además el relevamiento que se ha comenzado para disponer de información completa respecto del tipo y cantidad de envases a tratar para finalmente trabajar en el Diseño del sistema de gestión de los envases. Se estudiarán alternativas de sistemas móviles para la recolección, lavado y escamado del material.

Anexos de la Sublínea 3.3:

Anexo 1: Norma IRAM 12069

NORMA IRAM
ARGENTINA 12069
Primera edición

2003-12-30

Plaguicidas

Procedimiento para el lavado de envases rígidos de plaguicidas miscibles o dispersables en agua

o INTRODUCCIÓN

El lavado de los envases vacíos, para reducir considerablemente los residuos de plaguicidas contenidos en ellos, es una práctica absolutamente indispensable para lograr una disposición final correcta y segura.

El lavado múltiple manual o el lavado a presión, prácticas extremadamente simples, ya están normalizados en la mayor parte de los países desarrollados.

La normalización de la técnica del lavado múltiple manual o del lavado a presión, tiene por objeto brindar seguridad en el transporte y el almacenamiento de esos envases, desde el usuario final del producto hasta el destino final del envase, en forma segura y ecológica.

La experiencia realizada a nivel internacional permite establecer que con un triple lavado manual se reducen significativamente las concentraciones residuales de plaguicidas hasta niveles aceptables para la mayoría de los productos miscibles o dispersables en agua.

Pero el objeto principal de esta norma es definir procedimientos seguros para la disposición final de 'estos envases en el medio rural, donde en las condiciones actuales representan un riesgo para la salud y para el medio ambiente en que vive la población de esas zonas del país.

1 ***OBJETO***

Esta norma establece un procedimiento para el lavado en laboratorio y un procedimiento de lavado en campo de envases rígidos de plaguicidas que hayan contenido formulaciones miscibles o dispersables en agua, para su posterior manejo, transporte, almacenamiento y disposición final.

Se establecen dos tipos de métodos, donde se determina el número de lavados manuales y el tiempo de lavado a presión.

Método I: Lavado múltiple manual,
y Método II: Lavado a presión.

2 ***NORMAS PARA CONSULTA***
Para la aplicación de esta norma no es necesario la consulta de ninguna otra.
3 ***DEFINICIONES***
Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones.

3.1 **centro de acopio de envases.** Sitio destinado a recibir los envases rígidos vacíos lavados de plaguicidas para ser enviados a su destino final.
3.2 **generado.** Agente rural que este en posesión de los envases vacíos de plaguicidas.

3.3 **lavado adecuado.** Procedimientos establecidos en los capítulos 8 y 9 para el lavado múltiple manual o lavado a presión, realizados inmediatamente después de vaciar el envase, de manera de reducir significativamente remanentes.
3.4 **lavado a presión.** Lavado interno de los envases con equipos especiales de emisión de agua a presión, en el interior del envase, en el que el líquido generado se recolecta y se envía al tanque del equipo pulverizador.
3.5 **origen de los envases.** Establecimiento rural de donde provienen los envases rígidos de plaguicidas, lavados.
3.6 **triple lavado.** Lavado interno de envases por tres veces consecutivas, vertiendo el líquido generado en cada lavado, en el tanque de la máquina pulverizadora.

4 ***RESUMEN***
Mediante el procedimiento en laboratorio y según el tipo de plaguicida, se determina el número de lavados necesarios para reducir la concentración del ingrediente activo hasta un valor que se considere no peligroso, para luego realizar el mismo número de lavados en el campo.
Se realiza un número determinado de lavados manuales según el nivel de información que se quiera obtener (ver capítulo 5) sobre la concentración residual del plaguicida, luego de los diferentes lavados.
Cuando se utilice lavado a presión se determina el tiempo de lavado necesario y suficiente para reducir la concentración remanente de plaguicida en el envase.

5 ***NIVELES DE INFORMACiÓN DE LOS LAVADOS EN LABORATORIO***
Se establece el nivel de Información que se quiere obtener de este ensayo: Nivel 1 (aceptable)
Nivel 2 (bueno)
Nivel 3 (preferido)
Estos niveles difieren en el número de determinaciones analíticas que es necesario realizar.

5.1 **Análisis de muestras del lavado múltiple manual.**
En el nivel 1 (aceptable), se deben realizar cuatro lavados y recoger y analizar individualmente las aguas resultantes del tercer y cuarto lavado.

En el nivel 2 (bueno), se deben realizar también cuatro lavados y recoger y analizar individualmente las aguas resultantes del tercer y cuarto lavado.

En el nivel 3 (preferido) se deben realizar cinco lavados y recoger y

analizar individuamente las aguas resultantes del segundo, tercer, cuarto y quinto lavado.

5.2 **Análisis de muestras del lavado a presión.**

En el nivel 1 (aceptable), se debe realizar el lavado a presión durante 30 s y recoger y analizar las aguas de lavado generadas entre los 29 s y 30 s.

En el nivel 2 (bueno), se debe realizar el lavado a presión durante 30s y recoger y analizar las aguas de lavado generadas entre los 19 s y 20 s y entre
29 s y 30 s.

Se miden y registran los volúmenes recolectados de las aguas de lavado.

En el nivel 3 (preferido), de debe realizar el lavado a presión durante 30 s y recoger y analizar las aguas de lavado generadas entre los 9s y 10 s, entre los 19s y 20 s, y entre los 29s y 30 s.

Se miden y registran los volúmenes recolectados de las aguas de lavado.

6 ***PRECAUCIONES DE SEGURIDAD***

Para la ejecución de los procedimientos descriptos en los capítulos 8 y 9, se deben utilizar equipos de protección individual adecuados recomendados en las etiquetas de los envases.

7 ***CONDICIONES DE LAVADO***

En el procedimiento de laboratorio, se determina, según el tipo de plaguicida, el número de lavados manuales o el tiempo de lavado a presión necesaria para reducir la concentración del Ingrediente activo en las aguas de lavado del envase hasta un valor que se considere no peligroso. Generalmente, es suficiente un triple lavado manual o un periodo de 30 s para el lavado a presión. Luego se realiza el mismo número de lavados manuales o el mismo tiempo de lavado a presión en el campo.

8 ***PROCEDIMIENTO EN EL LABORATORIO***

8.1 **Instrumental**

8.1.1 **Dispositivo para el lavado a presión.** Pico aspersor conectado, por medio de una manguera flexible, a la línea de abastecimiento de agua que sirve al laboratorio, provisto de un gatillo que permita liberar o interrumpir el flujo de agua a presión.

8.1.2 **Recipientes de recolección.** Recipientes limpios y descontaminados para incluir, por separado, la formulación contenida en el envase y las aguas resultantes de los lavados, para los análisis.

8.2 **Selección de envases**

De cada plaguicida seleccionado, se toman tres envases cerrados (precintados), con capacidad de hasta 20 L, con el mismo número de lote de producción.

8.3 **Preparación del envase**

Se selecciona un envase lleno, se agita durante 1 min. y se abre cuidadosamente. Se Invierte el envase en el recipiente de recolección, manteniéndolo en una posición que maximice la cantidad de líquido que fluye en un periodo mínimo de tiempo.

Se deja drenar el envase durante 30 s, este periodo comienza a contarse después de que el flujo del líquido que cae de la boca del envase deja de ser continuo.

Cuando el envase posea un asa no cerrada, se debe tener especial cuidado en la limpieza, para evitar que quede formulado retenido en su interior.

8.4 **Lavado**
Se establecen dos métodos para efectuar el
lavado: Método I: Lavado múltiple manual
Método II: Lavado a presión
8.4.1 **Método I: Lavado múltiple manual**
8.4.1.1 Se coloca agua limpia en el envase vacío, hasta completar el 25 % de su volumen y se registra el volumen agregado.
8.4.1.2 Se coloca la tapa del envase y se agita en forma vigorosa, manualmente, durante 30 s, en la siguiente forma: se toma el envase con la tapa hacia arriba, y se agita hacia delante y hacia atrás unos 10cm - 15cm, durante 10s. Luego se repite el procedimiento girando el envase 90°(boca hacia el costado) Y 180° (boca hacia abajo).
8.4.1.3 Se drena como se indica en 8.3.
8.4.1.4 Se repite este procedimiento dos veces más o el número de veces necesario según el nivel de información seleccionado, utilizando cada vez, recipientes limpios de recolección y agua limpia para el lavado del envase.
8.4.1.5 Se miden Y registran los volúmenes de las aguas resultantes de los diversos lavados retirados del envase.
Se determina el volumen por procedimientos volumétricos o gravimétricos y con una precisión de: + -: 1 %.
8.4.2. **Método II: Lavado a presión**
8.4.2.1 La presión del agua de la línea de abastecimiento del laboratorio, se debe ajustar a aproximadamente 300 kPa (3bar).
8.4.2.2 Se debe medir y registrar la cantidad de agua descargada por el dispositivo del lavado a presión durante los 30 s de descarga.
8.4.2.3 Se extrae la tapa del envase y se invierte sobre el recipiente de recolección de capacidad suficiente para recoger el volumen entre el envase y el recipiente para permitir recoger la muestra del agua de lavado.
8.4.2.4 Se introduce el pico aspersor dentro del envase para maximizar el lavado de las superficies internas.
Una vez realizado esto, se acciona el gatillo para liberar el agua en el interior del envase.
Se prefieren aspersores que giren en todas las direcciones, para asegurarse que todas las superficies internas del envase reciban chorros directos de agua a presión. Se lava el envase internamente durante 30 s.
8.4.2.5 Se recogen las fracciones de agua del lavado según el nivel de información seleccionado. Se mide y registra el volumen total de agua de lavado generado en los 30 s.
8.5. **Análisis de las aguas seleccionadas**
Se analizan las aguas del lavado por procedimientos analíticos de identificación y cuantificación aprobadas y adecuadas para el análisis de residuos del producto diluido en agua. El método adoptado debe tener un límite de cuantificación adecuado. Si las muestras de agua requieren un procedimiento de extracción o concentración, se debe registrar en el informe, como así también si el agua utilizada en el lavado necesita tratamiento físico y/o químico para asegurar la estabilidad de sus componentes antes del análisis.
Es importante asegurar que cualquier residuo de plaguicida sea mantenido

en suspensión durante todo el proceso del ensayo.
Las aguas de lavado remanentes de las muestras, recogidas en este ensayo se deben desechar, siguiendo procedimientos aprobados de disposición final, de acuerdo con la legislación vigente.

8.6 **Informe**

Se informa:

a) la determinación realizada y el número de esta norma.
b) La identificación completa de la muestra.
c) El nivel de información seleccionado, la sensibilidad y limite de detección del métodos, si se utilizaron procedimientos de extracción o concentración.
d) La concentración, en miligramos por mililitros, de las aguas de lavado.
e) El numero de lavados manuales o el tiempo de lavado a presión necesaria para considerar no peligroso el residuo remanente en el envase.
f) Cualquier observación de interés.
g) La fecha de ensayo.

9 ***PROCEDIMIENTO EN EL CAMPO***

9.1. **Envases con capacidad hasta 20L**

Se establecen dos métodos para efectuar el lavado: Método I: Lavado múltiple manual
Método II: Lavado a presión

9.1.1.1 Inmediatamente después del vaciado del envase, se mantiene invertido sobre la boca del tanque de la maquina pulverizadora en posición vertical, durante aproximadamente 30 s, hasta que el flujo del líquido que cae de la boca del envase deja de ser continuo.
9.1.1.2 Se agrega agua limpia en su interior, hasta completar el 25 % del volumen.
9.1.1.3 Se cierra el envase con la tapa original y se ajusta lo suficiente para evitar pérdidas durante la agitación.
9.1.1.4 Se agita el envase en todos los sentidos durante 30 s.
9.1.1.5 Se abre el envase y se vierte el agua del lavado en el tanque de la maquina pulverizadora esperando durante aproximadamente 30 s desde que el flujo del líquido que cae de la boca del envase deja de ser continuo.
9.1.1.6 Se repiten los procedimientos de 9.1.1.2 a 9.1.1.5 por dos veces más o el número de veces necesario según lo determinado en el capítulo 8.

9.1.2 **Método II: Lavado a presión**

9.1.2.1 **Con equipo independiente**

9.1.2.1.1 Inmediatamente después del vaciado del contenido original del envase, se lo mantiene invertido sobre la boca del tanque de la maquina pulverizadora, en posición vertical durante aproximadamente 30 s, desde que el flujo del líquido que cae de la boca del envase deja de ser continuo.
9.1.2.1.2 Se mantiene el envase en esa posición, se introduce el aspersor del equipo de lavado a presión por la boca del envase y se acciona el gatillo para liberar el agua del equipo durante 30 s, moviendo el envase de modo que el chorro alcance toda la superficie interna del envase. El agua de lavado se debe enviar directamente al tanque de la maquina pulverizadora.

9.1.2.2. **Con equipo montado sobre tractor**
Inmediatamente después del vaciado del contenido del envase, se coloca este sobre el dispositivo automático de lavado y se acciona, por 30 s, la válvula de liberación del chorro de lavado. El agua de lavado generada es automáticamente enviada al interior del tanque del equipo pulverizador.
9.2 **Envases con volumen superior a 20 L**
Se establece solo un método para efectuar el lavado: lavado a presión.
9.2.1. **Lavado a presión**
Se sigue el procedimiento indicado en
9.1.2. 9.3 **Inutilización del envase**
Cualquiera que haya sido los procedimientos para el lavado de los envases vacíos y para evitar su reutilización, estos se deben inutilizar, agujereando el fondo de los envases metálicos o plásticos.
Las etiquetas se deben mantener intactas.
Los envases de vidrio se rompen directamente en un recipiente destinado para recibirlos.
9.4 **Identificación de envases**
Los envases sometidos a los procedimientos descriptos en el capítulo 9 se deben entregar al centro de acopio para ser inspeccionados, identificados y preparados para su disposición final.

Anexo 2: PROGRAMA MUNICIPAL DE GESTION DE ENVASES DE AGROQUIMICOS MUNICIPALIDAD DE BAHÍA BLANCA[8]

Documento 1: El uso creciente de agroquímicos en la actividad hortícola, tiene como consecuencia la generación de envases y su disposición final es crítica, debido a que pueden contener en su interior restos de agroquímicos que provocarían contaminación en el agua, el suelo y el aire cuando no se los dispone adecuadamente o que pueden afectar en su manipuleo a la salud.

El **Programa de Gestión de Envases de Agroquímicos**, comenzó a desarrollarse como una experiencia piloto con productores del Cinturón Hortícola de Bahía Blanca (asociado al Río Sauce Chico, que comprende quintas ubicadas en los Partidos de Bahía Blanca y Villarino) en el ámbito del Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca – Subcomisión de Agroquímicos.

La problemática fue planteada, a fines de 2005, por un grupo de productores que tenían envases con Agroquímicos vencidos y otros envases sin rótulo, surgiéndoles la inquietud de cómo disponer estos residuos en un lugar seguro. Ante tal requerimiento se conforma en el ámbito de la Subsecretaría de Gestión Ambiental la **Subcomisión de Agroquímicos**, integrada por distintos profesionales que representan a diversos sectores de la ciudad (Promoción del Cinturón Hortícola de Bahía Blanca, INTA - Estación Experimental Hilario Ascasubi, INTA – Cambio Rural y Departamento de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Bahía Blanca).

Previo a la implementación del Programa, la disposición de los envases de agroquímicos se realizaba según se muestra en la Tabla I, que resume las encuestas realizadas en la zona del Cinturón Hortícola de Bahía Blanca. Se entrevistaron a 40 productores (33 de Bahía Blanca y 7 de Villarino) de un total de 51 (37 de Bahía Blanca y 14 de Villarino).

Disposición final	**%**
Entierran	36
Queman	54.5
Acumulan	9.5
Relleno Sanitario	-

Tabla I – Producción de envases Productores Cinturón Hortícola de Bahía Blanca.

Posteriormente se desarrollaron acciones de capacitación y concientización en el manejo seguro de estos envases destinadas a los productores del lugar.

Objetivos del programa

Llevar a cabo el Programa de recuperación de envases de Agroquímicos no sólo intenta gestionar correctamente los mismos, sino también lograr un cambio de conducta de la población respecto de los cuidados del medio ambiente.

El Programa tiene como objetivos:

1. Dar una solución ambientalmente sustentable a la problemática de la disposición final de los envases de agroquímicos.
2. Desarrollar una estrategia que coordine de manera integral la disposición final y posterior

[8] Fuente: www.**bahiablanca**.gov.ar/

recuperación de los envases de agroquímicos y que esté consensuada por todos los actores intervinientes.

3. Evitar la quema a cielo abierto y el enterramiento de los envases de agroquímicos, evitando así la contaminación.
4. Evitar la reutilización inapropiada de estos envases.
5. Desarrollar un Programa de Educación Ambiental dirigido a aquellas personas que de manera directa o indirecta están en contacto con envases de agroquímicos.
6. Lograr la toma de conciencia de la población involucrada en el correcto manipuleo de los envases de agroquímicos.

El objetivo último es multiplicar esta experiencia a nivel regional de manera tal que permita minimizar los efectos de las prácticas de siembra directa asociadas a la utilización de herbicidas cada vez más difundida y que ponen en riesgo la calidad de los recursos hídricos de las cuencas.

Campañas de recolección

Previo a realizar la recolección se visitaron todas las quintas del sector, se entregaron bolsas para que los productores depositen los envases a los que la hayan realizado el triple lavado, folletos indicativos de cómo realizar esta técnica y se les comunicó en qué momento se pasaría a recolectar los envases.

Se realizaron 4 recolecciones en el año 2007, 3 en el año 2008, 4 en el 2009 y 3 en el 2010 sumando la cantidad de envases que se muestran en la Tabla II.

Año	Envases	Productores
2007	595	32
2008	510	30
2009	520	28
2010	474	24
Total	**2099**	

Tabla II – Recolección de envases

Con el objetivo de conocer qué tipo de productos se utilizan en el sector, en todas las recolecciones realizadas se clasificaron los envases de acuerdo al producto que contenían (insecticidas, funguicidas, herbicidas, coadyuvantes, fertilizantes), lo que se puede observar en las Figura 1 y la Figura 2.

La Tabla III muestra el tipo de productos recepcionados.

Año	2007	2008	2009	2010
Insecticidas	233	246	237	194
Funguicidas	58	50	62	37
Herbicidas	57	64	58	81
Coadyuvantes	14	46	51	50
Fertilizantes	34	38	50	47

Otros	199	66	62	65
Total	**595**	**510**	**520**	**474**

Tabla III – Tipos de productos que se usan en el sector

Por otra parte, la Técnica del Triple Lavado de los envases es una de las mayores preocupaciones y en lo que se hace mayor énfasis al momento de concientizar a los productores en las buenas prácticas. En la Figura 3 se puede observar cómo a través de los años ha aumentado la cantidad de envases limpios entregados y en contrapartida ha disminuido la cantidad de envases que no se encuentran en las condiciones óptimas.

En el año 2010, se realizaron campañas de concientización con los distintos productores del sector, con el objetivo de lograr el uso de los elementos de seguridad al momento de la aplicación de los productos.

Destino Final

Luego de recolectados los envases, se disponen los mismos en el relleno de seguridad de la empresa IPES S.A, ubicado a pocos kilómetros de la ciudad (ruta 33, kilómetro 18).

Responsables del programa

- Ing. Agr. Andrea Mairosser - INTA – Estación Experimental Ascasubi
- Ing. Agr. Jorge Lusto – Promoción del Cinturón Hortícola de General Cerri
- Lic. Rossana Epulef – Departamento Saneamiento Ambiental

PROGRAMA MUNICIPAL DE GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS DOMICILIARIOS MUNICIPALIDAD DE BAHÍA BLANCA (Documento 2)

La cantidad de residuos que se generan en una ciudad ocasionan problemas ambientales y complicaciones en la gestión de los mismos. La diversidad de actividades que se realizan en el hogar requiere el uso de productos que contienen sustancias peligrosas, las que a su vez generan residuos peligrosos, una problemática importante a la hora de su disposición final.

El **Programa de Gestión Residuos Peligrosos Domiciliarios** se lleva a cabo desde el año 2007, donde se firmó entre la **Municipalidad de Bahía Blanca** e **Ipes S.A.** un convenio de colaboración para la concreción del Programa. Colaboran en el mismo la empresa de transportes **Romano** y pasantes del **Instituto Juan XXIII**.

Los objetivos del Programa de Gestión de Residuos Peligrosos Domiciliarios son:

- Proveer a la comunidad una solución segura y conveniente, por medio de un Programa de Recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios (RPD).
- Concientizar al vecino respecto de los beneficios del Programa y de su responsabilidad frente al cuidado del Medio Ambiente.
- Producir un cambio superador respecto de la gestión de los Residuos Peligrosos Domiciliarios.
- Disponer en un lugar seguro y apropiado los Residuos Peligrosos Domiciliarios.
- Maximizar el funcionamiento y prolongar la vida útil del relleno sanitario.
- Evitar la contaminación del aire, el suelo y el agua con la mala disposición de Residuos Peligrosos Domiciliarios.

Hasta el comienzo del Programa, los ciudadanos sólo podían depositar los RPD junto con los residuos domiciliarios comunes o los que acumulaban en algún lugar de sus hogares.

Dentro del Programa se reciben los siguientes productos:

- Envases vacíos de productos de limpieza, herbicidas, pesticidas o pinturas.
- Baterías de autos
- Pilas alcalinas
- Medicamentos vencidos
- Cartuchos de impresoras
- Computadores e impresoras
- Termómetros de mercurio

En las distintas Campañas de Recolección realizadas desde el año 2007, las cuales se organizan en determinados días del año que son difundidos por la Municipalidad de Bahía Blanca, se recolectaron los siguientes residuos, los cuales fueron transportados a lpes S.A. para su correcta disposición final:

Campaña	**Año 2007**		**Año 2008**			**Año 2009**		**Año 2010**	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fecha	20/10	15/12	12/04.	05/06	15/11	30/05	28/11	28/08	27/11
Personas que acudieron	57	65	88	144	177	124	403	722	328
Elementos de computadoras e impresoras (m^3)	4,5	10	5	6	10,5	15	40	21	13
Cartuchos de impresora (kg)	50	20	20	65	42	600	650	150	160
Envases Vacíos (m^3)	4	4	3	2	3,5	4	6	6	5
Medicamentos vencidos (kg)	3	75	150	15	15	15	150	180	200
Pilas (kg)	65	150	300	60	105	300	320	700	400
Baterías (kg)	130	320	80	85	95	400	1080	400	150
Termómetros de Mercurio (unidades)	230	15	30	8	3	2	15	20	4

Anexo 3: Logo del triple lavado

– PROPUESTA DE IDENTIDAD VISUAL –

– DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA PROPUESTA DE IDENTIDAD –

Conclusiones Generales, Estado Actual y Trabajos Futuros

A la fecha de emisión del presente informe, 1/2/2016 el equipo continúa trabajando Ad-Honorem. Se prevé presentar los resultados en la Municipalidad de Bahía Blanca para que puedan usufructuar de los mismos.

Las conclusiones técnicas parciales de cada línea y sublínea se plantearon en cada sección. Es claro que se avanzó mucho en el análisis específico de la ciudad y de las metodologías globales de minimización, valorización combinada y análisis de corrientes específicas de residuos y su recolección. Sin embargo, las propuestas son tan amplias, novedosas y numerosas que a partir de este estudio se abren múltiples frentes de trabajo, quedando el equipo responsable de este proyecto a disposición del CIECTI para discusiones posteriores y/o ampliaciones de los datos, metodologías, resultados etc.

ANEXO AL PRESENTE INFORME:

I. Análisis Estadístico de los Residuos Sólidos Domiciliarios de Bahía Blanca - Feb. 2013

Análisis Estadístico de los Residuos Sólidos Domiciliarios de Bahía Blanca

Febrero 2013

Ejecutor: **PLAPIQUI (UNS-CONICET)**

Aportante: **Dow Argentina**

Adoptante: **Municipalidad de Bahía Blanca**

Equipo Técnico del Estudio

Dirección y Coordinación General – PLAPIQUI (UNS-CONICET)

Dra. Silvia E. Barbosa

Investigadores

Dr. Mariano Asteasuain
Dra. Luciana Castillo

Pasantes

Karina Alvarez
Rodrigo Coria

Colaboradores

Dra. Nora Pizarro
Federico Barragán

Administración y Gestión - FUNDASUR

Ing. José Festa

Equipo de Recolección - Dirección de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Bahía Blanca

Julio Reyes (Coordinador)
Lic. Mirna Damiani

RECOLECTORES
Carlos Ferreira
Juan Carlos Albarran
Luis Puente
José Diaz
Juan Cabrera

CHOFERES
Marcelo Carrera
Daniel Lauman

Equipo de Separación - Ecoplanta de Gral Cerri

GRUPO 1
Silvana Viana (coordinadora)
Irene Rubilar
Federico- Vega
Laura Castro
Verónica- Zarazábal
Leandro- Villagrán
Mercedes- Pelo

GRUPO 2
Silvina Geldres (coordinadora)
Norma Guenemil
Susana Navarrete
Vilma Cartajena
Daniela Monsalve
Nicolás Ávila
Gustavo Villagrán

Agradecimientos

La concreción de este estudio fue posible gracias a la colaboración estrecha de un gran grupo de personas e Instituciones, sin las cuales no hubiese sido posible obtener los resultados en tiempo y forma. El grupo de trabajo involucró la participación directa de 30 personas y la colaboración de aproximadamente 20 más.

En tal sentido, se quiere hacer público el agradecimiento a:

- La empresa Dow Argentina, patrocinante y aportante de los fondos necesarios para financiar este proyecto. Particularmente, al Sr Gerente de Operaciones de Dow Bahía Blanca, Ing. Hersen Porta, a la Sra. Gerente de Asuntos Públicos, Lic. Marcela Guerra y al Líder del Programa de Auditorías Corporativas, de Seguridad, Salud y Medio Ambiente para Latinoamérica, Lic. Martín Ballestero.
- La Municipalidad de Bahía Blanca por el apoyo logístico y el aporte de personal para las tareas de recolección.
- La Universidad Nacional del Sur, en especial al Departamento de Ingeniería Química por la selección y facilitación de los pasantes.
- El Sr. Secretario de Medio Ambiente de la Municipalidad de Bahía Blanca, Lic. Sebastián Serra.
- Los integrantes del Comité de GIRSU y particularmente a la Srta. Mariana Zubieta, facilitadora del mismo.
- La empresa Covelia S.A. particularmente al Sr. Alejandro Piromalli.
- El personal de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la MBB, particularmente a la Lic. Mirna Damiani y al Sr. Julio Reyes.
- Los integrantes de la Cooperativa de Desarrollo de Empleo Local, encargados de la recolección de los RSU.
- El personal de la Ecoplanta de Cerri, encargados de la separación.

Marco de Referencia

A mediados de 2010, un conjunto de instituciones de la ciudad de Bahía Blanca y la Municipalidad, fueron convocadas por la empresa DOW Argentina a fin de comenzar a elaborar un plan para la *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos* (GIRSU) de la ciudad[1]. En tal sentido, se formó un comité ejecutivo que se planteó los siguientes objetivos, plasmados en un acuerdo multisectorial.

- ✓ Realizar una línea de base integral que incluya el conjunto de dimensiones clave para la GIRSU como la cantidad y calidad de los residuos que se generan en la ciudad; la diferencia de generación y recolección, etc.
- ✓ Evaluar la Ecoplanta de Cerri para definir su potencial tecnológico, económico y de generación de empleo.
- ✓ Desarrollar una campaña de concientización ciudadana
- ✓ Promover la minimización y separación en origen en todos los sectores productores: domicilios, escuelas, hospitales, supermercados, etc.
- ✓ Desarrollar un Observatorio Ambiental dentro de la página del Municipio
- ✓ Revisar las ordenanzas municipales y explorar la legislación existente.

De los objetivos listados, es claro que el primero de ellos, la determinación de la cantidad y calidad de los residuos sólidos urbanos, y su relación con los aspectos socioeconómicos de los diferentes barrios de la ciudad, es el punto de partida que permitirá identificar y cuantificar las corrientes de residuos que actualmente se disponen en el relleno sanitario, a fin de:

- ✓ Diseñar un sistema de separación en origen que facilite el reciclado de los mismos.
- ✓ Analizar, en función de la corriente de residuos reciclables, la capacidad instalada para la separación y procesamiento (Ecoplanta), su optimización y/o ampliación, así también como posibles instalaciones nuevas.
- ✓ Analizar la localización de futuras instalaciones de separación, análogas a la Ecoplanta, en función de la relación cantidad de residuos separada/distancia al punto de generación.
- ✓ Analizar y redefinir los circuitos actuales de recolección con un criterio económico que balancee el número de días de recolección, el recorrido de los camiones con la cantidad y calidad de residuos generados y/o separados en origen.
- ✓ Analizar la factibilidad de instalación de plantas específicas de reciclado, que son dependientes de la cantidad y calidad de los residuos generados.

[1] Roitstein F, Berger G. "El rol de Dow Argentina en la promoción de acuerdos multisectoriales para el desarrollo sustentable: El caso de GIRSU en Bahía Blanca". Caso descriptivo. Universidad de San Andrés, Mayo 2011. http://www.udesa.edu.ar/files/ResponSocial/Publicaciones/Caso%20DOW-B%20Bca%2009-06-11mp.pdf

- ✓ Analizar la factibilidad de ampliar las instalaciones de compostaje actuales.
- ✓ Analizar la posibilidad de instalación de plantas de reciclado para obtención de energía para disponer residuos que se presentan en grandes concentraciones pero no son fácilmente reciclables por reprocesado, como absorbentes y pañales descartables.
- ✓ Diseñar campañas de concientización tanto generales como particulares en cada barrio de acuerdo al tipo de residuo generado, su minimización, su disposición y su posible reciclado. La particularización podría llevarse a cabo a través de las organizaciones barriales, a partir de datos precisos de ese barrio.
- ✓ Elaborar una base de datos que aporte información sobre usos, costumbres y hábitos de consumo de la población diferenciada por zonas. Este tipo de bases de datos son de suma importancia en la toma de decisiones acerca de aspectos socioeconómicos de la sociedad y puede ser útil tanto para entes gubernamentales como privados.

Objetivo

El objetivo general de este trabajo es determinar la cantidad y calidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios de Bahía Blanca y relacionarlos con el nivel sociocultural de la población. Para alcanzarlo se plantea como un trabajo conjunto de un grupo de estudio, un grupo de recolección y otro de separación de los residuos.

Los estudios comenzaron con un análisis socioeconómico de la población a fin de determinar cinco circuitos de recolección representativos de la población de la ciudad. Se entiende por circuito de recolección, al camino que hace el camión recolector en función de la logística actual de recolección municipal. Con estos datos se trabajó en dos líneas paralelas, íntimamente relacionadas denominadas Análisis Estadístico y Trabajo de Campo. A partir del Análisis Estadístico se diseñaron las experiencias de muestreo, tanto de recolección como de toma de muestra luego de la separación.

Antecedentes

La contabilización y análisis de la cantidad y calidad de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Bahía Blanca no se ha hecho en forma sistemática con anterioridad. De la búsqueda de información previa, el único trabajo en este sentido que se encontró fue una tesis doctoral del Departamento de Geografía de la UNS sobre "Calidad de vida urbana y gestión de residuos sólidos domiciliarios como parámetros de sustentabilidad en ciudades intermedias argentinas", realizada en 2001[2]. En ella se realiza un análisis general en seis ciudades: Azul, Bahía Blanca, Mar del Plata, Olavarría, Tandil y Zárate. El tamaño del muestreo es extremadamente pequeño, lo que hace difícil la extrapolación de los datos. Dependiendo del tamaño de la localidad, se muestrea el 0,2% ó el 0,1% de las viviendas. En Bahía Blanca se realizan 81 muestras puntuales a fines del año 2000, analizándose 196,63 Kg. de residuos, dando como resultado 2,428 kg. de residuos por vivienda ocupada. La composición es: 51,43% de residuo orgánico de rápida descomposición, 33,54% de residuo orgánico más estable e inorgánicos. Lo que no se puede reciclar: 7,79% y residuos peligrosos 0,10%. La menor muestra analizada: 0,390 kg. La mayor: 10,790 kg. El Índice de Calidad de vida se confecciona por Grupos de Calidad de Vida Homogéneos.

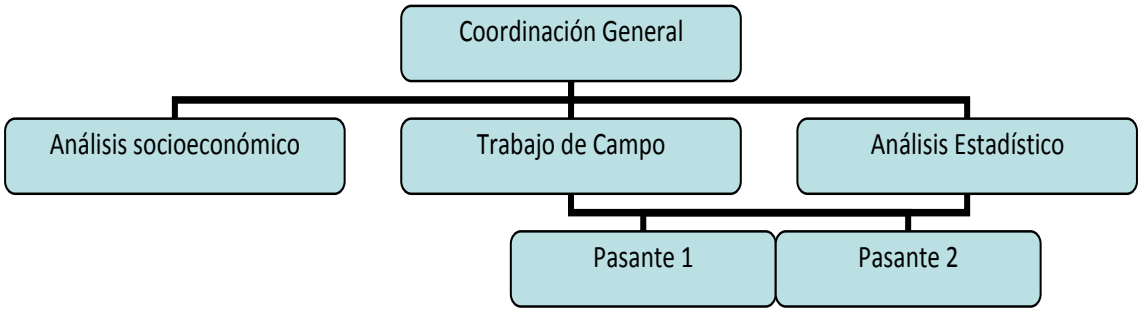
Lamentablemente este trabajo no puede usarse como referencia comparativa porque incluye un análisis muy pequeño y puntual. Las principales diferencias con el presente estudio radican en que no analiza la continuidad en el tiempo y las muestras son extremadamente pequeñas. El estudio llevado a cabo en este trabajo toma circuitos de distintos niveles socioeconómicos y en la muestra se incluye un edificio como Punto de control, el cual se analiza todo el periodo. Estas características del muestreo permiten extender las conclusiones a toda la ciudad.

Respecto de antecedentes de estudios similares al propuesto en otras ciudades, la referencia más significativa y actual, encontrada en nuestro país es el "Estudio de la Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires (CABA)" llevado a cabo por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y el CEAMSE en 2009[3]. El estudio se plantea con objetivos similares a los presentados en este trabajo, pero teniendo en cuenta la estación climática, dado que estudios similares se llevan a cabo en la CABA desde 1972, lo que permite analizar la evolución histórica y la estacionalidad de los mismos.

[2] García, María Celia. Tesis Doctoral UNS, 2001
[3] FIUBA - CEAMSE. "Estudio de la Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires" Resumen Ejecutivo - Marzo 2009.

Metodología

Los estudios se llevaron a cabo en tres áreas bajo una Coordinación General según el siguiente organigrama de trabajo:



Comenzaron con un análisis socioeconómico de la población a fin de determinar la calidad de vida de la población y con esos cálculos seleccionar cinco circuitos de recolección representativos de la población de la ciudad y un edificio "control" que se considere representativo de la media poblacional de la ciudad. Siguieron con un diseño experimental de la recolección en cada uno de ellos para determinar la cantidad y frecuencia de recolección de bolsas. Paralelamente se diseño el trabajo de campo relativo a la forma de separación y toma de muestras de residuos separados. Posteriormente se clasificaron los residuos por tipo y dentro de ellos se los clasificó por naturaleza. Los datos de cantidad y calidad se tomaron diariamente y con estos datos se llevó a cabo el análisis estadístico.

La logística de trabajo de campo incluyó la recolección y toma de datos diariamente, una semana por circuito tomando una muestra de 500 kg cada día, seis días por semana. Los días son coincidentes con los de la empresa recolectora. Se incluye además un edificio que será tomado como muestra "control", del cual se analizan todos los residuos generados durante las cinco semanas. Los muestreos se llevaron a cabo consecutivamente, para situar toda la toma de muestra en igual período de tiempo. Esto implica que los días que por imprevistos no se llevó a cabo la toma de muestra, se reemplazó por otro análogo la semana siguiente. Cabe destacar que sólo se reemplazaron tres días en la totalidad de la toma de muestra y fue por malas condiciones climáticas.

La descripción detallada de la metodología y el trabajo efectuado en cada área se describe a continuación:

➢ Análisis Socioeconómico

El análisis socioeconómico de la población se llevó a cabo con dos objetivos principales, determinar cinco circuitos de recolección representativos de la población de la ciudad de Bahía Blanca y relacionar la cantidad y calidad de RSU con el nivel socioeconómico de la población.

Se seleccionó, además un edifico que, en función de los datos recopilados se considera representativo de la media de la población de la ciudad.

El parámetro que se consideró para la comparación y la descripción del nivel socioeconómico es lo que se denominará **Índice de Calidad de Vida (ICV)**. Este parámetro, se confeccionó con los datos de población y vivienda, por radio fracción censal, del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del 2001 provistos por el INDEC, ya que los datos discriminados correspondientes al Censo 2010 aún no están disponibles.

Los indicadores[4] seleccionados para el cálculo del índice son:

- ✓ porcentaje de analfabetos
- ✓ porcentaje de extranjeros
- ✓ porcentaje de población que concurrió a la escuela
- ✓ porcentaje de población que no completó un determinado nivel educativo (el INDEC no discrimina el nivel)
- ✓ porcentaje de población que tienen obra social
- ✓ porcentaje de población que no posee agua dentro de la vivienda
- ✓ porcentaje de población cuyas viviendas no tienen baño o letrina
- ✓ índice CALMAT, referido a la calidad de los materiales de construcción de las viviendas
- ✓ porcentaje de población que cumple al menos una condición de índice NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas)
- ✓ porcentaje de Hacinamiento (tres o más personas por dormitorio)

Para la obtención del ICV se utilizó la construcción lineal. Los indicadores se transformaron a unidades homogéneas directamente integrables siguiendo el método estándar de los "puntos de correspondencia"[5]. También se tiene en cuenta la dirección positiva o negativa de cada indicador, de acuerdo con su naturaleza. Se considera dirección positiva de una variable cuando un mayor valor de la misma indica una situación mejor y por el contrario, adquiere dirección negativa, la variable que a mayor valor indica una peor situación.

Las fórmulas utilizadas para normalizar los indicadores, dependiendo de la dirección positiva o negativa fueron:

Indicadores positivos (mayor valor del indicador = mejor situación)

$$ind_x = \frac{x - MIN_x}{MAX_x - MIN_X} \times 100 \qquad (1)$$

Indicadores negativos (mayor valor del indicador = peor situación)

$$ind_x = \frac{MAX_x - x}{MAX_x - MIN_x} x\ 100 \qquad (2)$$

[4] CENSO NACIONAL DE POBLACION, HOGARES Y VIVIENDAS 2001. Base de Datos. Definiciones de la base de datos. http://www.indec.gov.ar/redatam/CPV2001ARG/docs/Definiciones%20CD%20Base%20CNPHV2001_d.pdf

[5] Método desarrollado en la década de 1970 por el United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD). Fuente: Leva, Germán. (2005) Indicadores de Calidad de vida urbana. Teoría y Metodología. Universidad Nacional de Quilmes.

donde indx es cualquiera de los indicadores seleccionados, MINx y MAXx son el mínimo y máximo posible respectivamente que puede alcanzar el indicador seleccionado, y 100 es el máximo valor posible de alcanzar en la nueva escala.

Esta transformación permite que los valores de los indicadores utilizados para el cálculo del ICV varíen entre 0 y 100, siendo el valor más alto el deseable para cada indicador; y a su vez sean directamente sumables o promediables. Cabe aclarar que los mayores puntajes se asumen como mejor calidad de vida, al menos en lo que respecta a la variable cuantificada.

La construcción lineal del ICV es la más sencilla y rápida de arribar a un resultado "cuantificable" sobre la calidad de vida. Básicamente consiste en la suma simple de los puntajes obtenidos, consecuentemente, el valor más alto da una mayor calidad de vida. Este método asume que todos los indicadores tienen la misma importancia para la definición de la calidad de vida. De esa forma, si se tienen n indicadores, el Índice de Calidad de Vida lineal (ICVlin) estará expresado como:

$$ICV_{lin} = \sum_{i=1}^{n} ind_i = \sum_{ind_1}^{ind_n} ind_1 + ind_2 + ind_3 + ind_n \qquad (3)$$

Aplicando este método se obtiene como resultado un ICV que tendrá como máximo puntaje posible n x 100 puntos (en donde n son la cantidad de indicadores evaluados). Para normalizarlo, aplica el método de puntos de correspondencia explicado anteriormente. Asi el ICV se calcula como:

$$ICV = \frac{ICV_{lin} - MIN}{MAX - MIN} \times 100 \qquad (4)$$

De esa forma, el ICV toma valores de 0 a 100 puntos (al igual que los indicadores que lo componen). Finalmente, se asignan rangos en la escala de 0 a 100 puntos para darle mayor poder de síntesis al ICV, trasformando la variable cuantitativa en información cualitativa.[6] Se generan los cinco rangos de calidad de vida, con distintas calificaciones, que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Relación entre los rangos de ICV y la cuantificación de la calidad de vida

Rango de ICV	Calificación	Abreviatura
0-19.9	muy mala	MM
20-39.9	mala	M
40-59.9	regular	R
60-79.9	buena	B
80-100	muy buena	MB

[6] Leva, Germán. (2005) Indicadores de Calidad de vida urbana. Teoría y Metodología. Universidad Nacional de Quilmes. pg. 50-52

La cartografía que permite un análisis más acabado de los datos se construyó utilizando el software ArcGis 9.3. Para su realización se articularon las entidades geométricas compuestas por el catastro [7] y los radios censales de la ciudad de Bahía Blanca[8] con la digitalización de información de interés como los recorridos realizados por la empresa recolectora de residuos y base de datos alfanumérica que contiene el valor del ICV calculado en este estudio.

Esto permitió la representación cartográfica de las variables por medio de gráficos y del ICV con la escala colorimétrica que se presenta en la Figura 3 y se utiliza en todos los mapas que se presentan en la sección de resultados

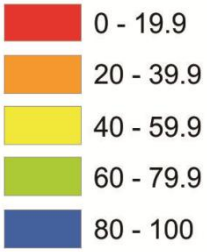


Figura 1: Escala colorimétrica relacionada con el índice de calidad de vida (ICV)

La selección definitiva de circuitos de toma de muestras se llevó a cabo a partir del análisis del ICV calculado y dentro de las rutas de recolección municipal vigentes en setiembre de 2012. Se consideró además la inclusión de circuitos dónde la incidencia de recolectores informales fuese mínima. Cabe destacar que ese tipo de trabajos se lleva a cabo mayoritariamente en el centro de la ciudad de Bahía Blanca. Esto permitió minimizar errores experimentales y facilitó la logística de toma de muestra y la extrapolación de datos a posteriori. Las rutas fueron provistas por la empresa Covelia S.A. Se entiende por ruta/circuito de recolección, al camino que hace el camión recolector en función de la logística de diseñada por la empresa. Se cubren alrededor de cinco barrios por ruta. Se distinguen 26 circuitos, 13 nocturnos y 13 diurnos. La recolección nocturna (rutas numeradas del 1 al 13) se lleva a cabo entre las 22 hs y las 5 hs del día siguiente, en tanto que la recolección diurna entre las 6 y las 14 hs. Cabe destacar que la empresa proveyó, además el diagrama de recorrido callejero dentro de cada ruta para facilitar las tareas de trabajo de campo.

La Figura 2 muestra el área y barrios, cubiertos por cada circuito, graficados sobre el plano de la ciudad de Bahía Blanca. Se incluyen las calles y la denominación de los barrios.

[7] www.iaiva.com.ar/ (2012)
[8] www.openstreetmap.org (2012)

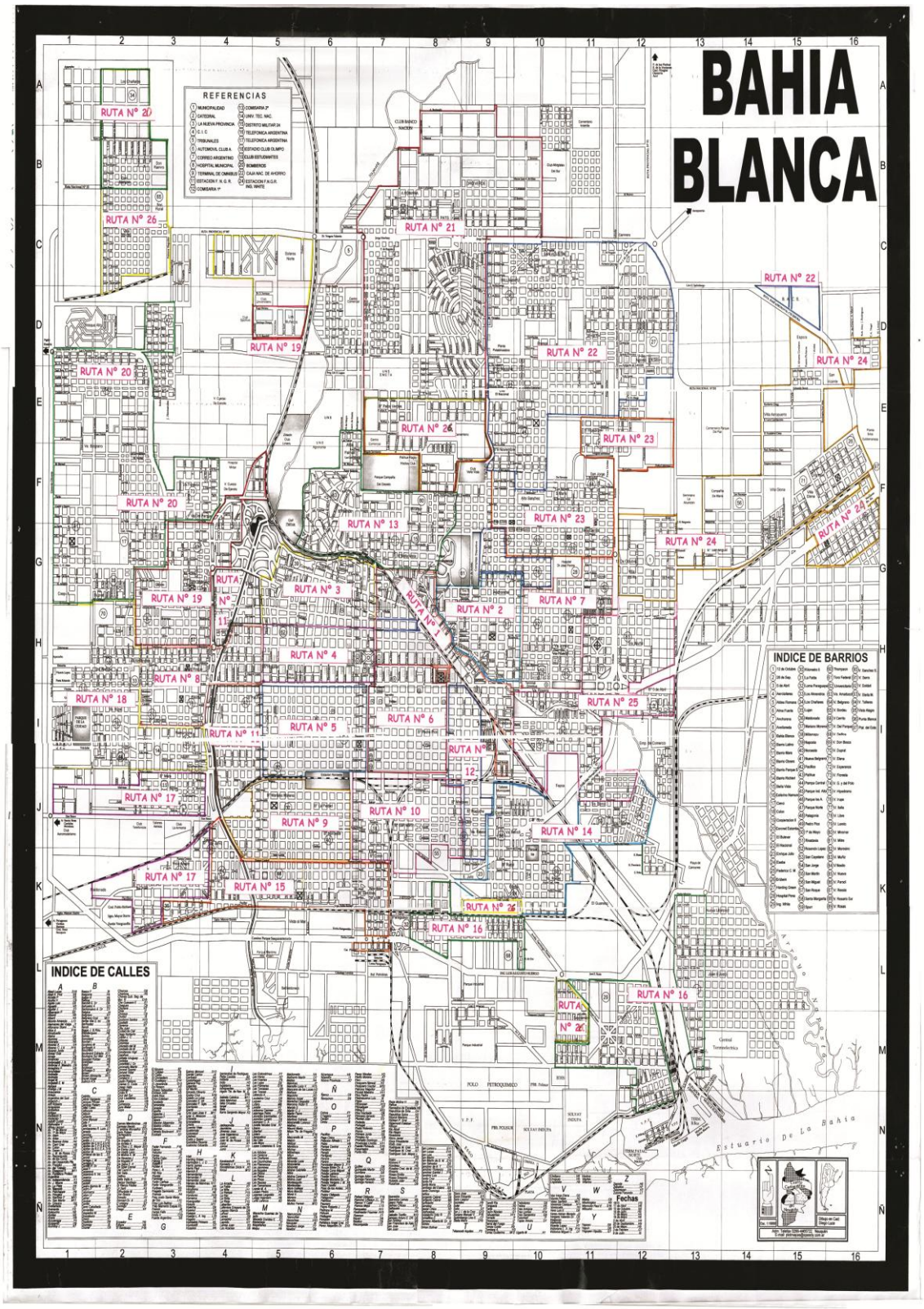


Figura 2: Plano de la ciudad de Bahía Blanca con las rutas/circuitos de recolección al 1/09/2012 (provisto por la empresa Covelia SA)

➢ Trabajo de Campo

Dentro de la metodología asociada a este trabajo se distinguen dos grupos de trabajo, el de recolección y el de separación.

a) Recolección de RSU: Este trabajo estuvo a cargo de la dirección de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Bahía Blanca. Lo llevó a cabo un grupo de 8 personas integrado por un coordinador, dos choferes y cinco recolectores. Inicialmente se llevó a cabo una recolección exploratoria a fin de diseñar el experimento de recolección, que abarcase toda la superficie del circuito y no incluyese más de 400 kg de muestra. Para evitar introducir errores y dificultar la separación, se recogieron directamente las bolsas en grandes bolsones y no se las compactó. El peso de RSU recolectado se controlaba in-situ en el camión usando una balanza para tal fin. Con la recolección de aproximadamente 2 bolsas por cuadra se logró recolectar 500 kg por circuito. La Figura 3 muestra fotos del sistema de recolección y de la recolección en sí misma.

Cabe destacar que para tener una muestra representativa de los residuos de cada circuito, la recolección se llevó a cabo una hora antes que pasara el camión de la empresa recolectora y se seguía exactamente la misma ruta que ellos. Se comenzaba a las 21 hs en los circuitos nocturnos y a las 5 hs en los diurnos. Se respetó, además el tiempo de recolección de la empresa para ir siempre una hora antes. Esto aseguraba que la mayoría los vecinos hubiesen sacado los residuos. Además, todos los días que duró el trabajo de campo, a las 19 hs de recogían los residuos del edificio en su totalidad. Estos sumaban aproximadamente 200 kg y se almacenaban en un bolsón separado y debidamente nomenclado.

Al finalizar el recorrido, los RSU separados en bolsones de aproximadamente 200 kg cada uno, más los del edificio, se trasladaban directamente en el mismo camión a la Ecoplanta de Cerri, dónde se volvían a pesar.

Figura 3: Recolección de RSU por parte de personal de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la MBB.

Figura 3 (cont.): Recolección de RSU por parte de personal de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la MBB.

b) Separación de los RSU por tipo: Este trabajo estuvo a cargo de personal de la Ecoplanta de Cerri supervisados por dos pasantes de la UNS. Trabajaron alternativamente (semana por medio) dos grupos de seis personas coordinados por una séptima. Inicialmente se llevaron a cabo reuniones y capacitaciones tendientes a discernir y diferenciar el tipo de separación que se necesitaba llevar a cabo. Cabe aclarar que el personal de la Ecoplanta está muy capacitado en ello, pero el tipo de residuos que normalmente separan es distinto al que se quería separar para este trabajo. Los residuos a separar se resumen en el cuadro de la Figura 4.

Por "orgánicos" se entiende todo aquel tipo de residuos biodegradables típicos de los RSU, básicamente residuos de comida, plantas, etc. En el rubro "híbridos" se incluyen los que en algunos otros estudios se denominan "otros", pero en este caso se diferencian también los RSU que contienen múltiples materiales y pueden ser reciclables como el caso de los tetrapak. Los pañales y absorbentes se diferencian porque se quiere analizar la potencial valoración especial de los mismos. El resto de los rubros es claro.

La metodología de separación propiamente dicha que se usó en la Ecoplanta constaba de los siguientes pasos:

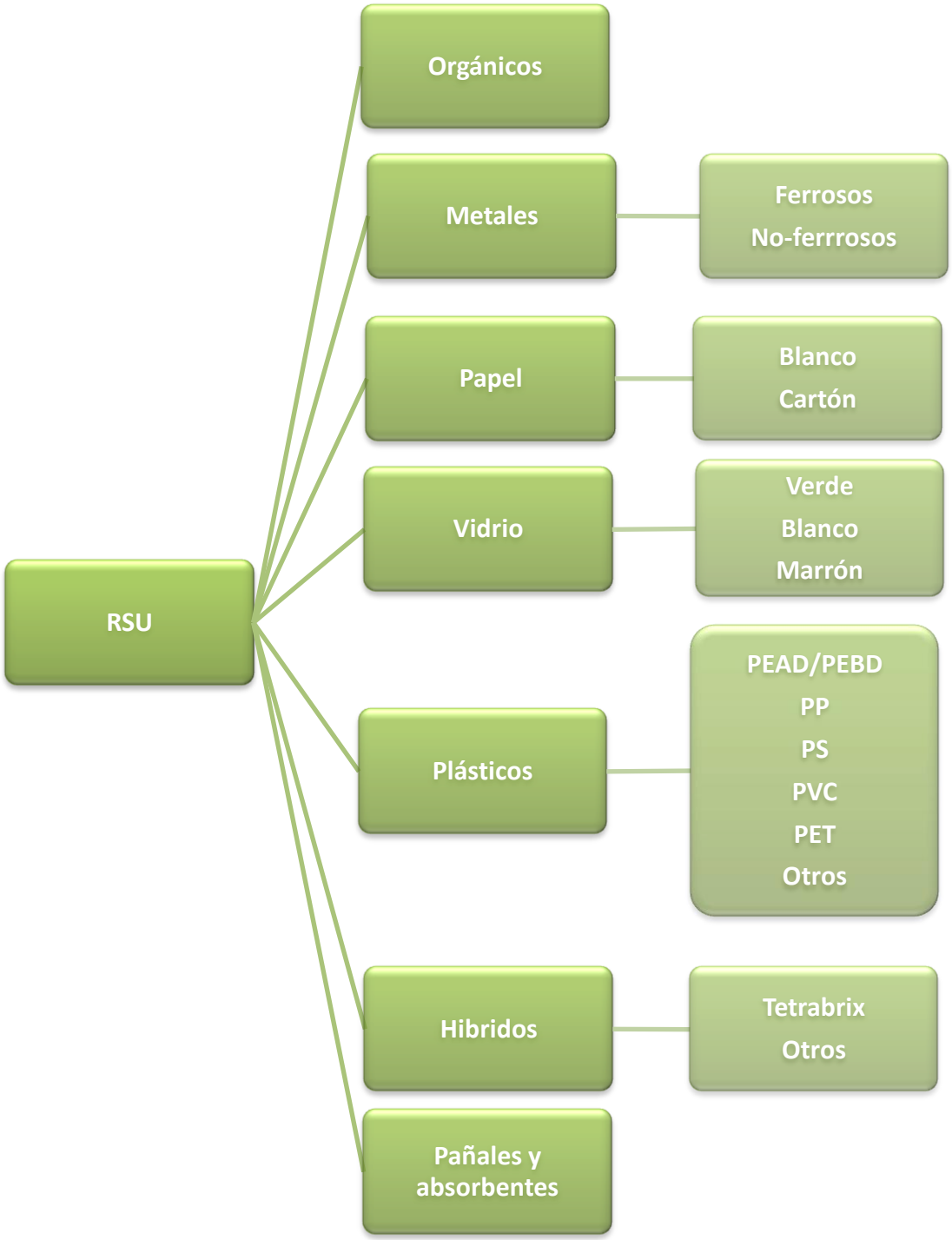


Figura 4: Esquema de separación propuesto para los RSU de la ciudad de Bahía Blanca.

Diariamente:

- Cuando llegaba el camión se pesaba la cantidad total de residuos ingresados.

- Antes de comenzar la separación propiamente dicha se pesaba cada bolsón para minimizar errores. Sobre este peso se calculaban los porcentajes (Figura 5).

- Los RSU se transportan hasta una cinta dónde un grupo de 6/7 personas separan los residuos en la primera categoría, generando 6 bolsones y dejando pasar lo orgánico (Figura 6).

- Cada bolsón se pesa para calcular los porcentajes en peso húmedo (Figura 7).

- Los datos se volcaron diariamente en planillas para ser compilados posteriormente en Excel.

Los bolsones con los distintos materiales, menos los orgánicos y los pañales, se acopiaban durante la semana correspondiente a cada circuito y el último día de recolección se mezclaban, se hacía un cuarteo y se muestreaba para calcular el porcentaje de cada tipo de material dentro del rubro (Figura 8).

Los pasantes tomaban los datos de pesos, cuarteaban y muestreaban los distintos materiales. Cabe destacar que en el caso dónde la diferenciación de los materiales no es obvia, como en el caso de los vidrios por color, las muestras debidamente limpias y acondicionadas se analizaron en los laboratorios de PLAPIQUI.

- La variación de peso entre los materiales sucios y limpios, húmedos y secos, se analizó sistemáticamente, notándose, como era esperable que las variaciones significativas se daban en papel y plástico. Por lo que en el cálculo de porcentajes se tomó el peso húmedo, pero en las cantidades de material se hizo en base seca.

- Los materiales se lavaron y secaron en la Ecoplanta.

- Los bolsones del Edificio se muestrearon durante las 5 semanas.

Figura 5: Transporte de bolsones con RSU a separar y contenedores. Pesada inicial en Ecoplanta.

Figura 6: Separación primaria de residuos en cinta transportadora. La descarga final es de residuos orgánicos.

Figura 7: Pesaje de los residuos separados por tipo.

- Los envases tetrapak, dentro de los híbridos, a su vez se separaron en tres tipos de acuerdo a su contenido: vino, leche y salsa/jugos. Este dato es importante para contrastarlo con el nivel socioeconómico de la población.

- De los pañales y absorbentes se calculó el peso limpio y sucio por diferencia de peso a partir de la contabilización de los mismos.

- Los metales se diferenciaron en ferrosos y no ferrosos haciendo uso de la propiedad magnética del hierro.

Figura 8: Acopio y muestreo.

<u>Análisis experimental específico para determinar el tipo de plásticos</u>: A pesar de las normativas vigentes que dicen que los materiales plásticos deben estar nomenclados, la mayoría no lo está y su diferenciación no es obvia. Para poder discernir qué tipo de plástico es, se llevaron a cabo análisis calorimétricos y espectrográficos.

La calorimetría diferencial de barrido (DSC) es una técnica termoanalítica en la cual se mide la diferencia de la cantidad de calor requerida para incrementar la temperatura de una muestra respecto de una referencia en función de la temperatura. En polímeros se la utiliza para medir entalpías y temperaturas de fusión, cristalización y de transición vítrea. Tanto la muestra como la referencia se mantienen a una temperatura muy cercana a través del experimento. Generalmente, la temperatura se programa de tal forma que aumente linealmente en función

del tiempo (rampa). La muestra de referencia debe tener una capacidad calorífica bien definida en todo el rango de temperaturas que será barrido. El principio básico de esta técnica consiste en que, cuando la muestra pasa a través de una transformación física tal como una transición de fase, se necesita entregar mayor o menor cantidad de calor (dependiendo si el proceso es exotérmico o endotérmico), en comparación con la muestra de referencia, para mantener a ambas a la misma temperatura. Mediante la observación de la diferencia en el flujo de calor entre la muestra y la referencia se determina la temperatura a la cual ocurre la transición de fase y la cantidad de energía absorbida o liberada durante la misma.

Para las mediciones se utilizó un calorímetro Perkin Elmer Pyris I. Las muestras fueron ensayadas entre temperaturas de 20 y 250 ^{o}C (rangos dónde tienen sus transiciones los polímeros típicos de los RSU) con una rampa de temperatura de 10 ºC/min. Se trabajó con aproximadamente 10 mg de muestras y todas las curvas fueron normalizadas con el peso de las muestras para fines comparativos.

Cabe destacar que cuando se encontraban comportamientos atípicos o se sospechaba que los materiales eran combinación de múltiples plásticos, sobre las muestras se llevaban a cabo ensayos de espectroscopía infrarroja a transformada de Fourier (FTIR), dónde las vibraciones de los enlaces permite una completa identificación del material, complementaria con los estudios de calorimetría. Se utilizó un equipo Nicolet 520, en modo transmisión. En todos los casos, los espectros se realizaron a partir de películas de 1 mm de espesor, preparados por compresión en prensa hidráulica calefaccionada.

Con estos análisis se pudo discernir entre los tipos de plásticos que componen mayoritariamente los RSU.

Resultados

1) Selección de los circuitos de recolección

En la Figura 9 se muestran los resultados de de ICV por circuito de recolección volcados sobre un mapa de la ciudad de Bahía Blanca. Sobre la misma se marcan los cinco circuitos de recolección seleccionados cuyas características se resumen en la Tabla 2.

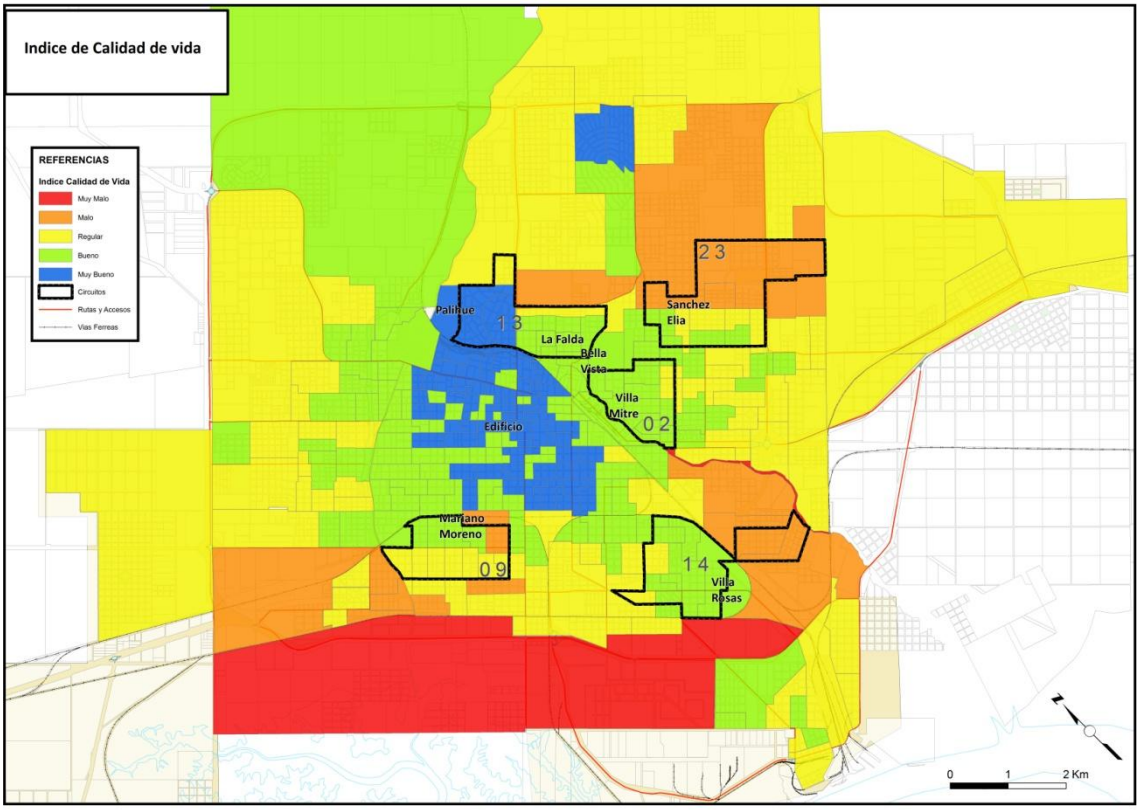


Figura 9: Distribución cartográfica de la población de Bahía Blanca, según el ICV, con los circuitos de recolección seleccionados.

Tabla 2: Circuitos seleccionados incluyendo los principales barrios involucrados y su correspondiente ICV.

Circuito/Horario	Barrios Principales	Rango de ICV
02 / nocturno	Villa Mitre	B
09 / nocturno	Mariano Moreno	B - R - M
13 / nocturno	Palihue/La Falda/Bella Vista	MB-B-R
14 / diurno	Villa Rosas/Spurr	B - R - M - MM
23 / diurno	Sanchez Elia	B - R - M

A fin de tener un "grupo control" con ICV que representase la media de la población de Bahía Blanca se eligió un edificio de 200 viviendas ubicado en Barrio Universitario (ver en Figura 9 la ubicación geográfica del mismo). Este edificio está habitado por gente con un nivel de calidad de vida medio y a través de los resultados de los estudios, se analiza si la hipótesis de trabajo, consistente en la representatividad del mismo de la media poblacional de la ciudad, es válida, particularmente para la generación de los RSU. Cabe destacar que para una mayor representatividad de los resultados, la contabilización de los RSU se llevó a cabo durante todo el período de análisis.

2) Determinación de la cantidad y calidad de residuos sólidos urbanos por circuito

El muestreo se llevó a cabo durante octubre/noviembre de 2012. Los gráficos incluidos en la Figura 9 muestran los resultados de los porcentajes de cada tipo de residuo para cada circuito/barrio analizado y del edificio. En tanto que en la Figura 10 se resumen estos datos comparativamente. Cabe destacar que se utilizó el nombre del barrio a fin de hacer un análisis más directo. La correspondencia de los barrios con los circuitos se presenta en la Tabla 2. Sólo en el circuito 13 se diferenció en tres barrios Palihue, La Falda y Bella Vista a fin de hacer un estudio más sistemático.

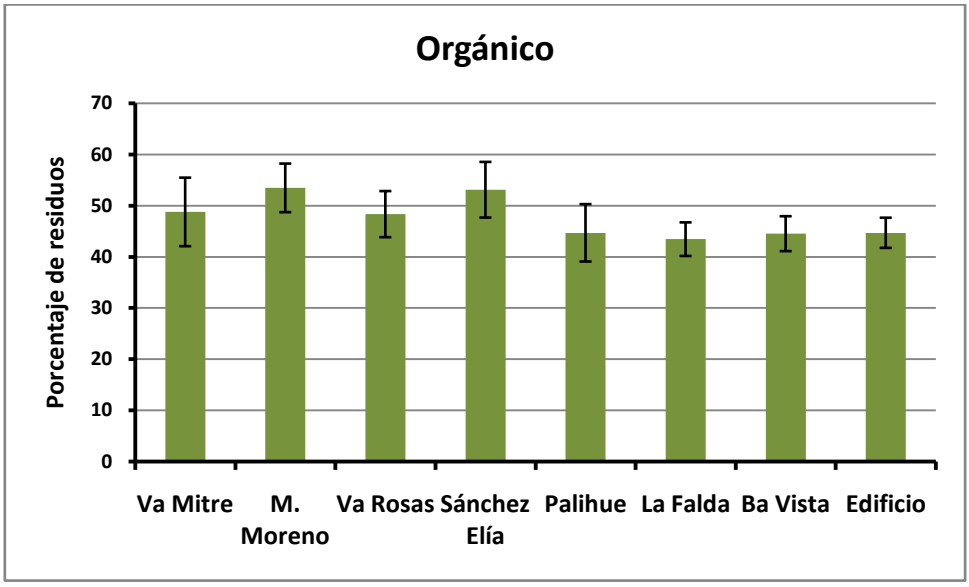


Figura 9: Variación porcentual de cada tipo de residuo en función del barrio analizado.

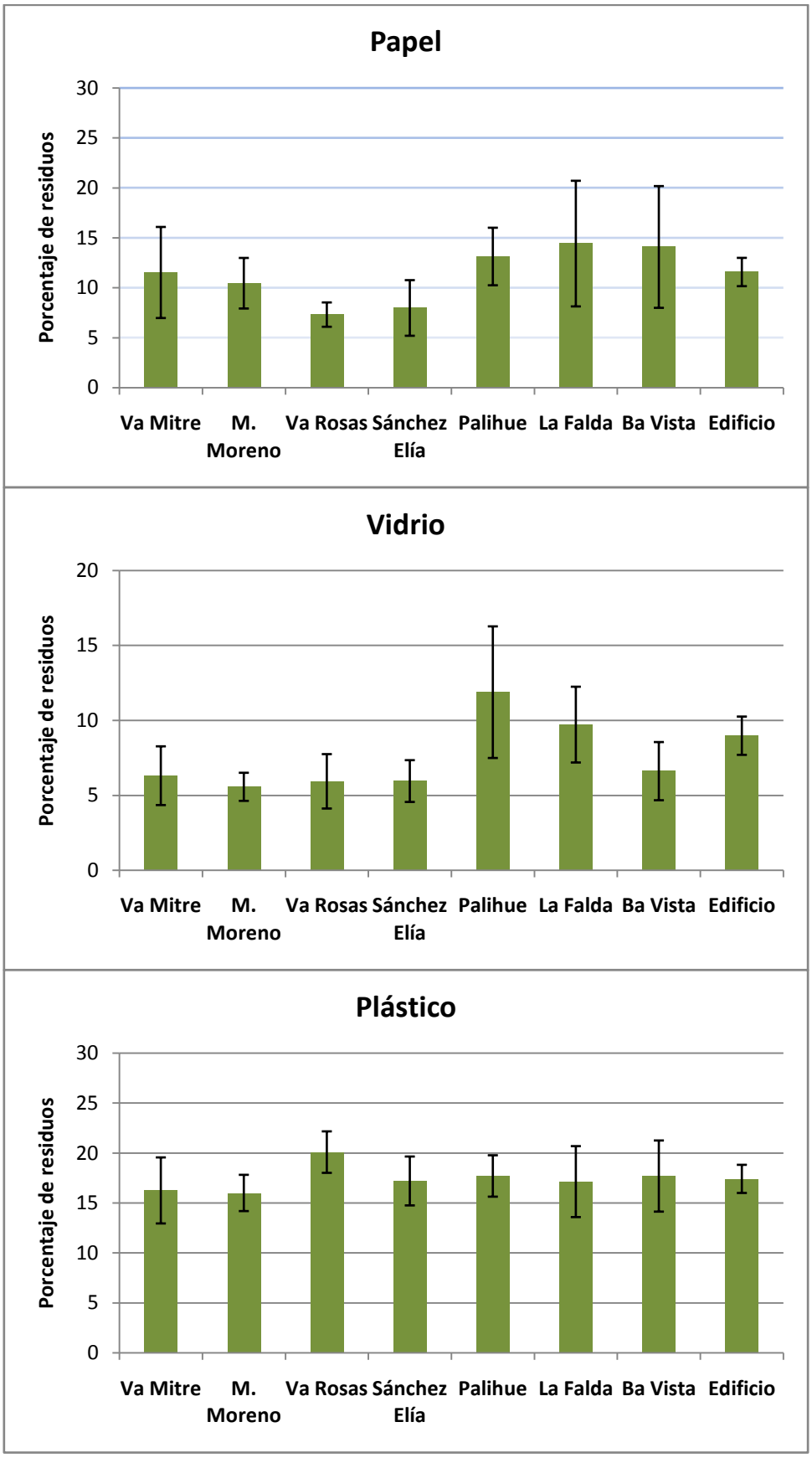


Figura 9 (cont.): Variación porcentual de cada tipo de residuo en función del barrio analizado.

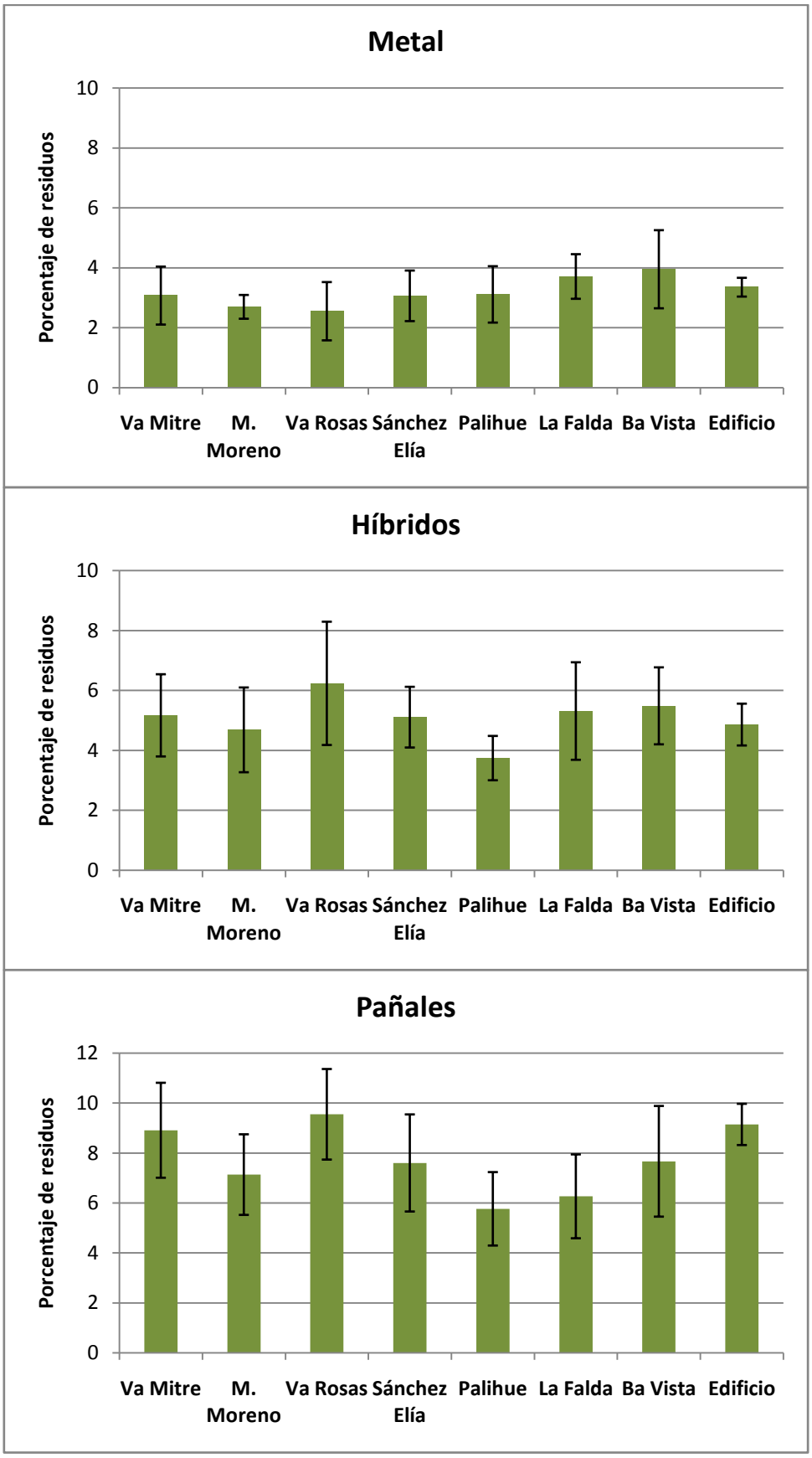


Figura 9 (cont.): Variación porcentual de cada tipo de residuo en función del barrio analizado.

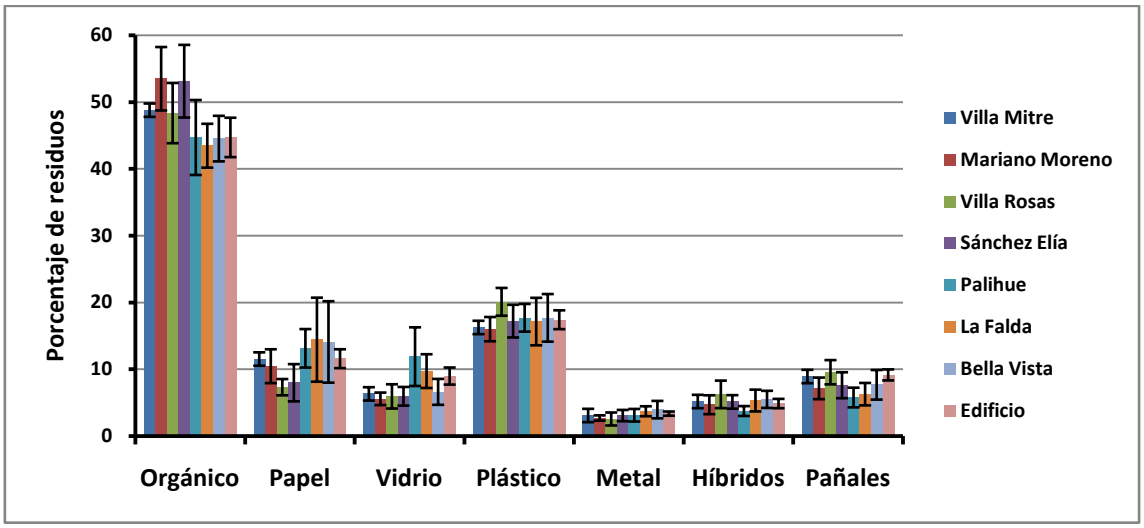


Figura 10: Composición porcentual de los distintos tipos de RSU en función de los circuitos/barrios.

Es notable la pequeña variación porcentual que existe en las medias de cada uno de los barrios para cada tipo de residuo y las variaciones quedan mayoritariamente dentro de los errores de medición dados por las barras en el gráfico. Los que presentan una mayor variabilidad son los residuos orgánicos y los de papel. Las razones de estas variaciones se analizarán en relación al análisis socioeconómico más adelante en este informe.

Las medias de los residuos en la ciudad pueden resumirse en el gráfico de torta que muestra la Figura 11. Cabe destacar que si se comparan estas medias con las medias nacionales publicadas por en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo de Sustentable de la Nación[9] los valores son similares. Las variaciones encontradas en este estudio radican en la separación más exhaustiva que se ha hecho por tipo de residuos. La típica categoría "otros", en este estudio no aparece, porque se distinguieron categorías como "Híbridos" dónde se los incluye, pero se analiza detalladamente su composición. Además se distingue la categoría "pañales" que no es menor en cuanto a porcentaje en peso. Esta categoría se incluye normalmente en "otros". Una particularidad del estudio viene dada por un aumento notable en la cantidad de plásticos separadas en Bahía Blanca, 4% más que lo que reporta Nación, sin considerar el plástico incluido en los pañales y absorbentes. Este resultado fue re-chequeado y es notable la constancia de la media del valor en los barrios, tal como se muestra en la Figura 9. La otra diferencia notable es en el rubro papel y cartón, en Nación es 6% mayor. Las razones pueden ser que en otros estudios se hayan incluido en este rubro los papeles plastificados (acá se incluyeron en híbrido) y/o que en la ciudad de Bahía Blanca haya sido reemplazado el papel por plástico en envases y embalajes, lo que justificaría también el aumento del rubro "plásticos". Las otras categorías se mantienen dentro de la media nacional.

[9] http://www.ambiente.gov.ar

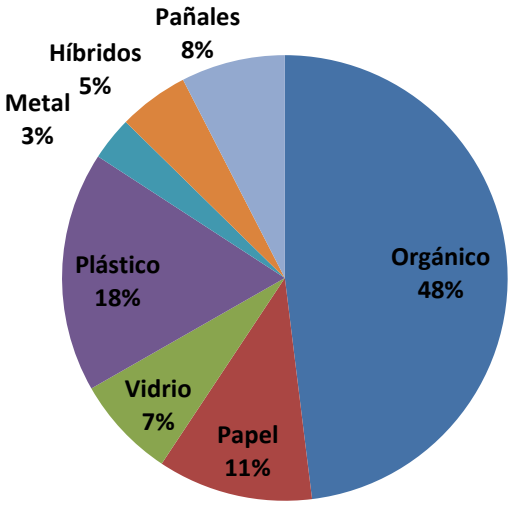


Figura 11: Composición media porcentual de los RSU en la ciudad de Bahía Blanca.

La separación por tipo de residuos fue muy sistemática y cuidadosa. Los datos fueron tomados en base húmeda. La **corriente de orgánicos** contabilizada contiene básicamente restos de comida, a los que se les separó las películas plásticas que los contenían. No se encontraron residuos de poda, lo que es compatible con el período dónde se tomaron los datos, octubre /noviembre 2012. Un único dato curioso respecto de esta corriente fue que en un barrio, sistemáticamente se recogió una bolsa con excrementos humanos. Tema que será retomado en el punto siguiente. Los valores en peso húmedo de esta corriente están dentro de la media nacional para una ciudad con las características de Bahía Blanca [10] y de los datos internacionales. Normalmente son del orden del 50% en peso de la corriente total de los RSU. Cabe destacar que estos valores dependen también de la forma de toma de muestra y de la división en corrientes que se haga. En este estudio, los pañales descartables, que contienen aproximadamente un 80% en peso de material orgánico fueron considerados en un rubro separado.

Respecto de la **corriente de papel**, en la Figura 12 se muestra la variación porcentual en la clasificación por tipo de papel. Estos valores están tomados en base limpia y seca, como se explicó en la metodología. Es importante destacar esto porque las medias son directamente extrapolables a su aprovechamiento directo en caso de una separación en origen. Los valores medios en la ciudad son 31% de papel blanco y 69% de papel marrón. Es claro que predomina éste último en todos los barrios menos en Mariano Moreno.

[10] http://www.ambiente.gov.ar

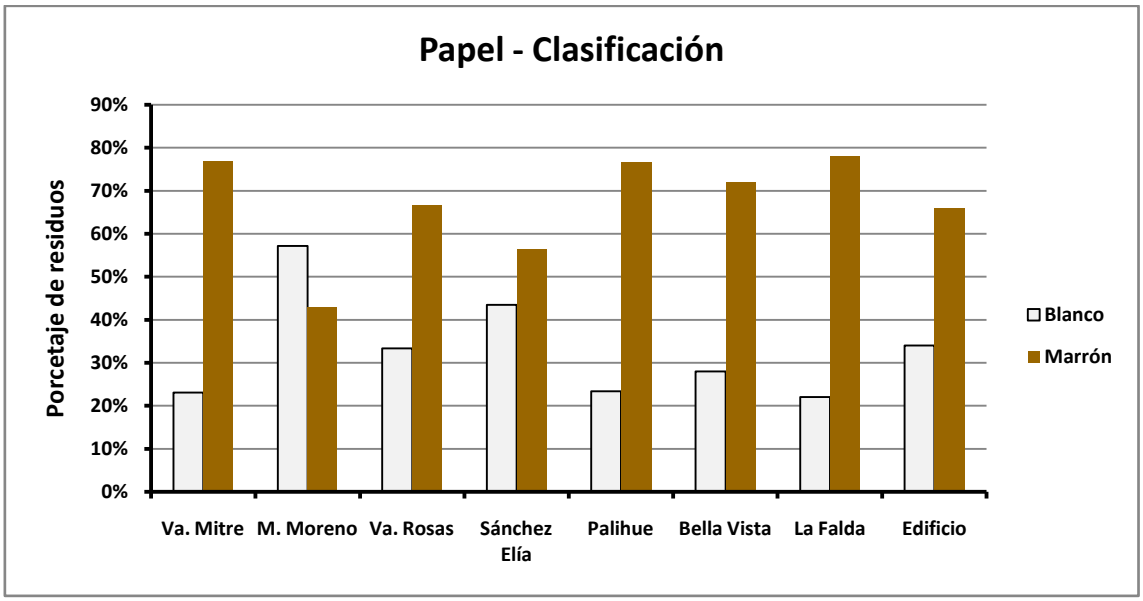


Figura 12: Composición de la corriente de papel en los distintos barrios de Bahía Blanca.

La **corriente de vidrio** de clasificó principalmente por colores en los tres tipos más frecuentes blanco, marrón y verde (Figura 13). La mayoría de esta corriente está formada por botellas, aunque se encuentran frascos y algo de vidrio plano. Es notable que la cantidad de vidrio marrón es mucho menor que las otras a pesar de que es uno de los más "consumido" pero es usado principalmente en envases retornables como los de cerveza. Respecto del vidrio blanco, los varios dónde se encontró más era básicamente vidrio plano y/o proveniente de frascos de conserva más que de botellas. Las medias ciudad son: 32% de vidrio blanco, 4% de marrón y 64% de verde.

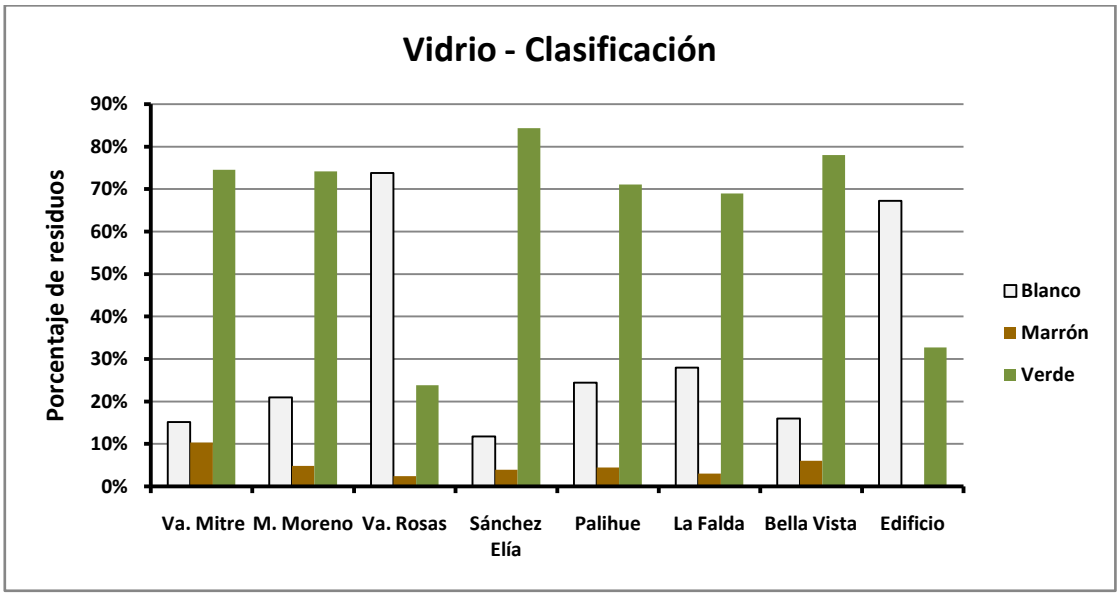


Figura 13: Composición de la corriente de vidrio en los distintos barrios de Bahía Blanca.

La **corriente de plásticos** se clasificó en polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP), poliestireno (PS), policloruro de vinilo (PET) y otros, dónde se incluyen todos los otros tipos de plásticos encontrados. Debido a que se llevó a cabo un exhaustivo análisis fisicoquímico de los mismos fue posible detectar que los plásticos incluidos en otros son mayoritariamente poliuretanos, policarbonatos y teflón. Se encontraron cantidades muy pequeñas de nylon, caucho, goma EVA, ABS y polímeros de siliconas Es importante notar que los plásticos que más contribuyen a esta corriente son los provenientes de embases y embalajes en general y de botellas de agua y gaseosas en particular. La primera está integrada mayoritariamente por polietilenos de ambos tipos, polipropileno y poliestireno y la segunda por PET. La corriente de PVC provenía principalmente de restos de juguetes y caños. La Figura 14 presenta un resumen de la clasificación de los plásticos en los distintos barrios considerados. La corriente de plásticos en cuanto a cantidad fue una de las mas constantes entre los barrios, pero se diferencia mucho en la composición de la misma.

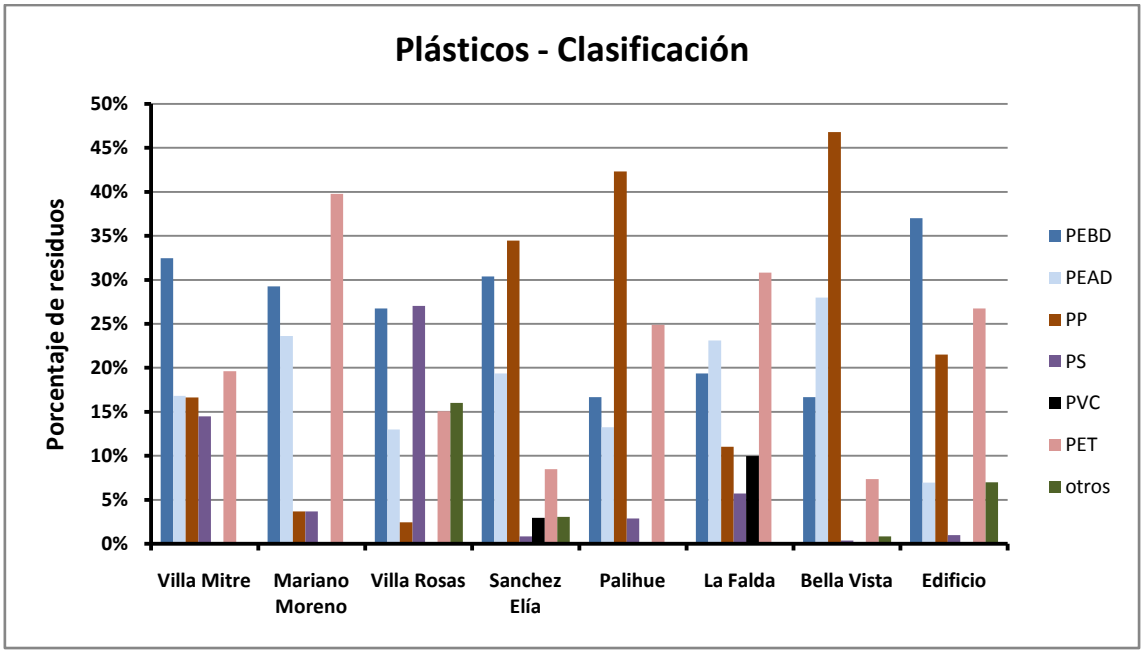


Figura 14: Composición de la corriente de plásticos en los distintos barrios de Bahía Blanca.

Los valores medios ciudad por tipo de plástico son: PEBD: 26 %, PEAD: 18.01%, PP: 22.36%, PS: 7.00%, PVC: 1,62%, PET: 21,59%, otros: 3,36%. El PE constituye aproximadamente el 44% del total de los residuos.

Respecto de la **corriente de metales**, la clasificación se hizo en tres subcorrientes, ferrosos, no ferrosos-latas y otros no ferrosos. La principal motivación de esta clasificación es la cantidad diferencial de latas que se encontró en todos los sectores. La Figura 15 muestra la variación por barrio analizado. Es notable que en algunos de ellos sólo se encontró latas en esta corriente. Respecto de los otros residuos noferrosos encontrados se correspondían básicamente con aluminio proveniente de bandejas y/o "papel de aluminio" y muy poco broce o cobre.

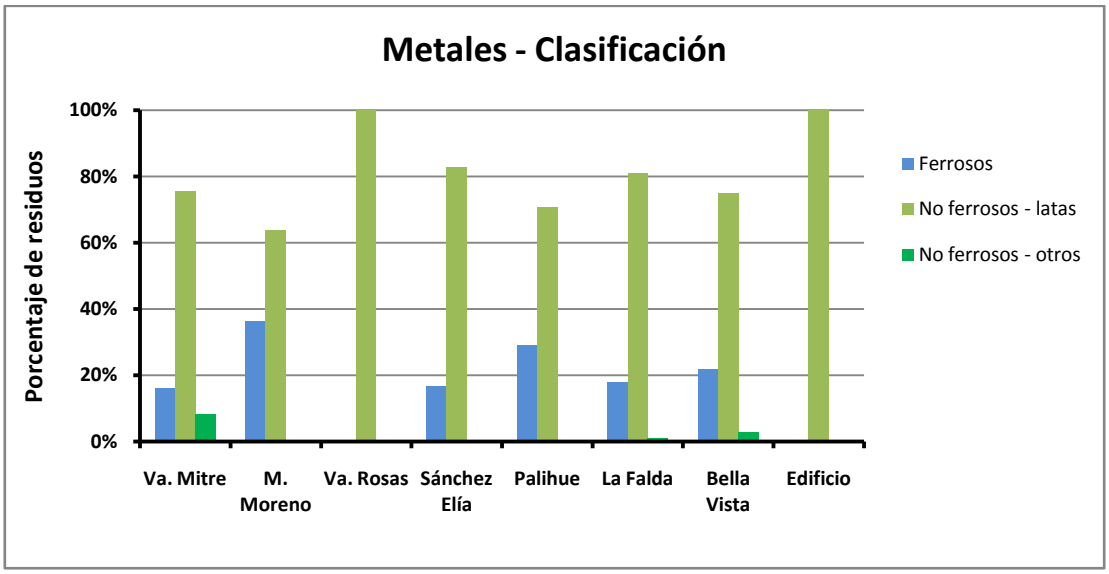


Figura 15: Composición de la corriente de metales en los distintos barrios de Bahía Blanca.

La **corriente de híbridos** está compuesta por residuos que contienen más de un material y no son sencillos de separar en la etapa de separación primaria y por todo otro tipo de material que no entre en la clasificación anterior. En esta corriente se consideró por ejemplo cartones plastificados, multilaminados tetrapak, telas vinílicas, objetos de plástico con insertos metálicos, textiles en general, etc. Teniendo en cuenta que los envases tetrapak son reciclables y contribuían mayoritariamente como "tipo" de material híbrido, se llevó a cabo una clasificación de la corriente en tetrapaks y otros (Figura 16). A su vez, dentro de los envases de tetrapak se analizó si provenían de vino, leche y jugos/salsas a fin de analizar la relación de esto con el nivel socioeconómico de la población. Los envases tetrapak representan en media un 13% del total de la corriente de híbridos.

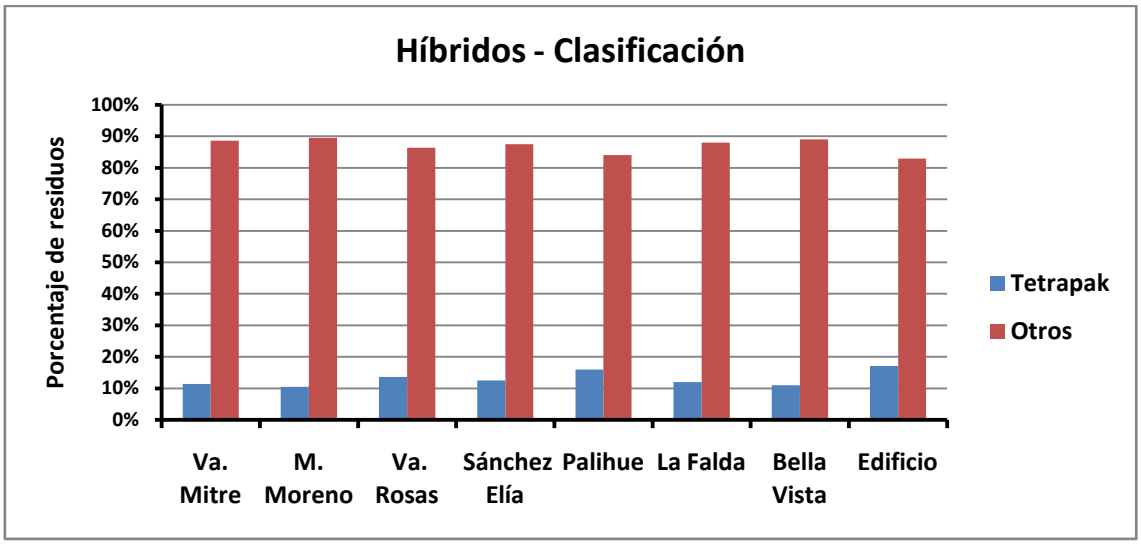


Figura 16: Composición de la corriente de híbridos en los distintos barrios de Bahía Blanca.

Respecto de la Clasificación de los envases tetrapak por tipo, los resultados se presentan en la Figura 17. Las medias ciudad son envases de leche: 50%, de vino 13% y de jugo y salsa 37%. En esta clasificación es notable la diferencia entre barrios, que se analizará más adelante.

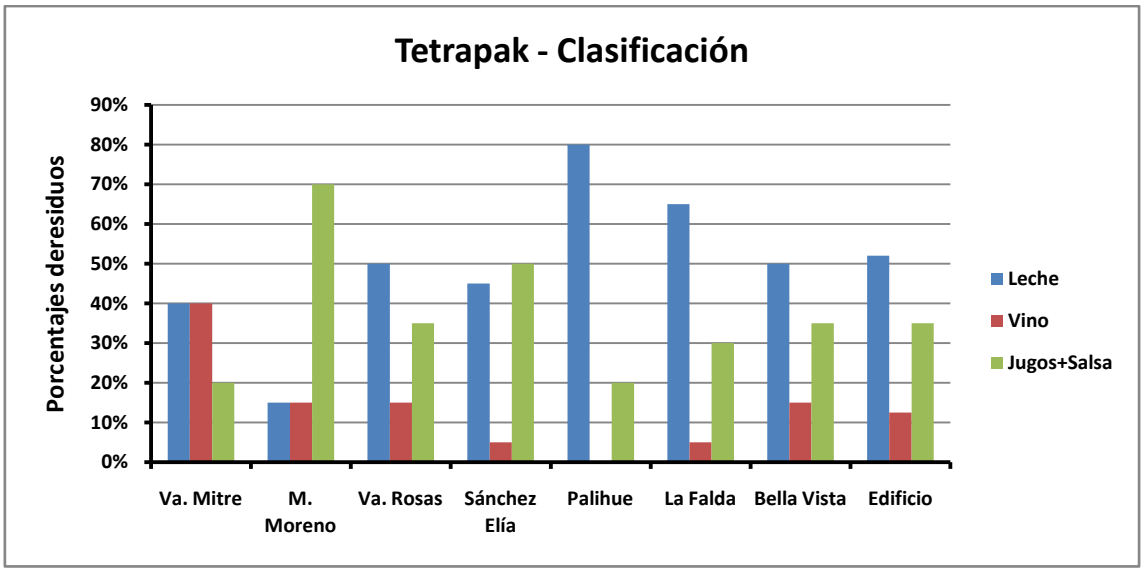
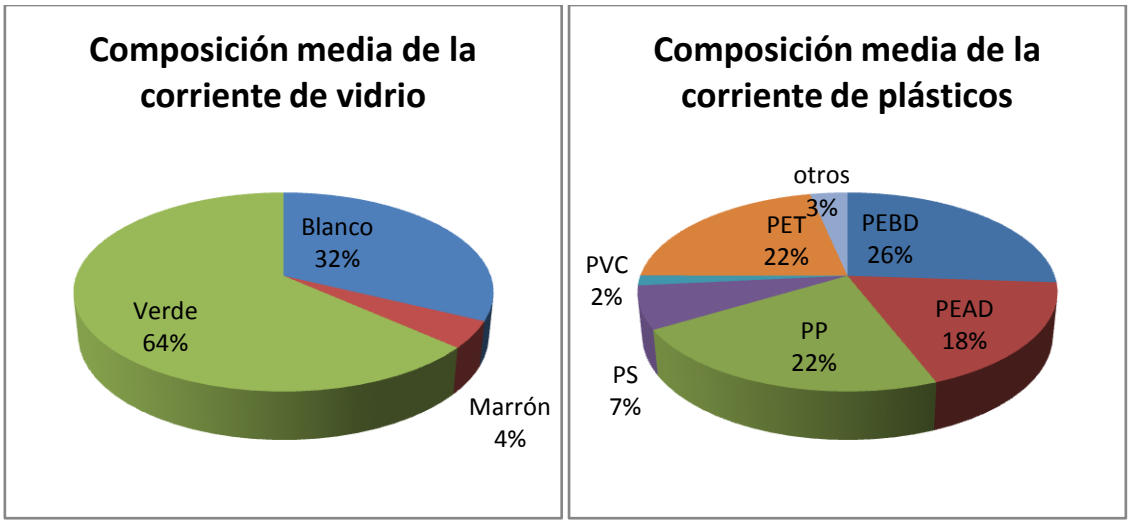


Figura 17: Clasificación de los envases tetrapak, por tipo de envase, en los distintos barrios de Bahía Blanca.

La **corriente de pañales** constituye un porcentaje importante en la corriente total de los RSU de la ciudad de Bahía Blanca, del orden del 8% de media en la ciudad. Es importante aclarar que el material del mismo, principalmente plástico contribuye con un 20% del peso, en tanto que el agua y la materia fecal constituyen el otro 80%.

A modo de resumen de la clasificación de los materiales por tipo se incluyen en la Figura 18, los gráficos de tortas de las media en la ciudad



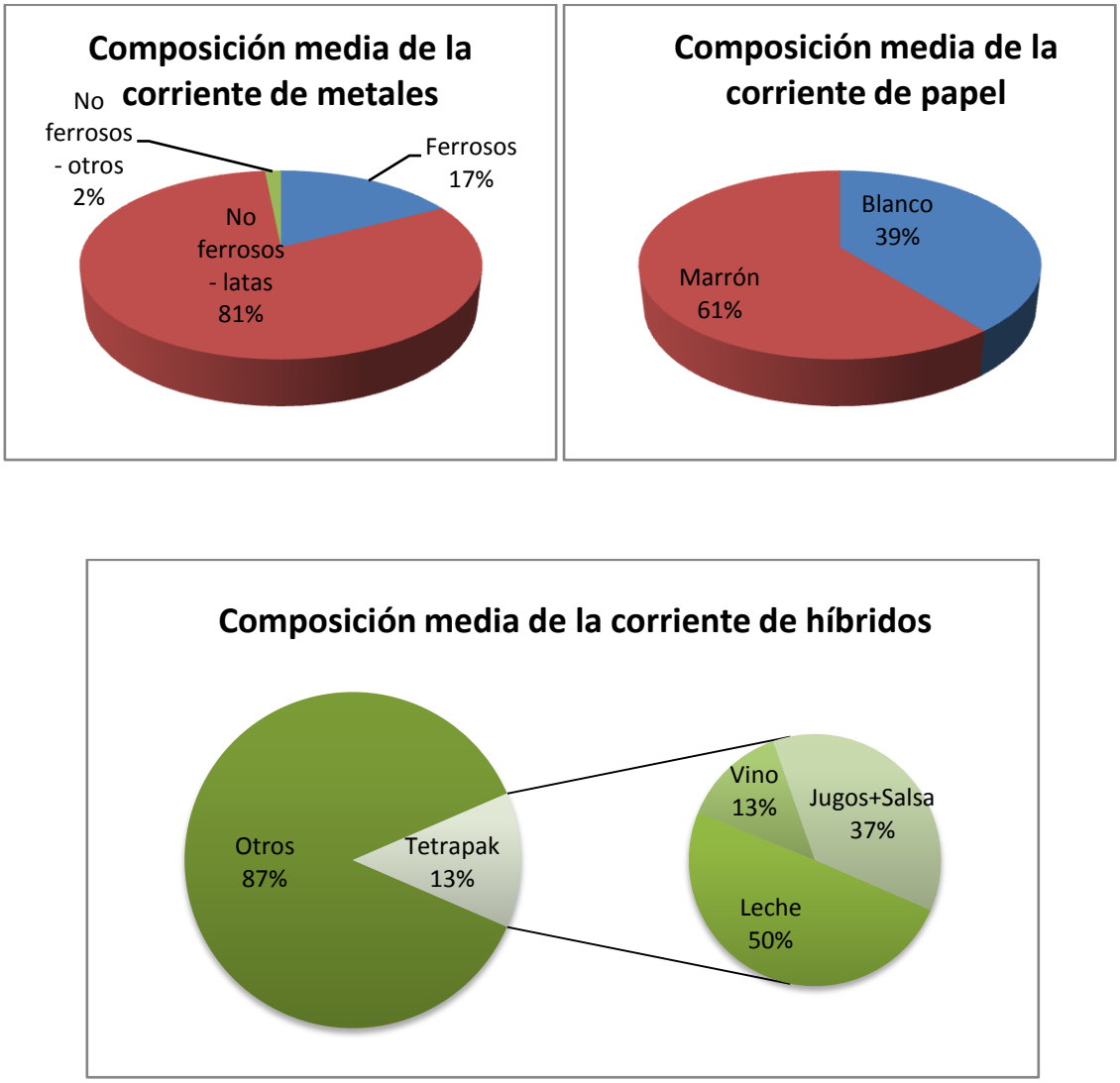


Figura 18: Resumen de la composición media de las distintas corrientes de RSU de la ciudad de Bahía Blanca.

Es importante destacar que la hipótesis inicial de considerar el edificio como representativo de la media de la ciudad de Bahía Blanca fue corroborada tal como se muestra en la Figura 19. En todos los casos, para todos los tipos de residuos considerados, la media de los RSU a disponer en el edificio representa la media de la ciudad de Bahía blanca y es más consevativa pues su intervalo de error es menor. Esto permite, a futuro acotar el estudio al edificio y llevarlo a cabo durante más tiempo, lo que permitiría analizar otro tipo de datos como posibles variaciones estacionales generales y por tipo de residuo, incidencia de la realidad socieconómica, incidencia de la publicidad, etc.

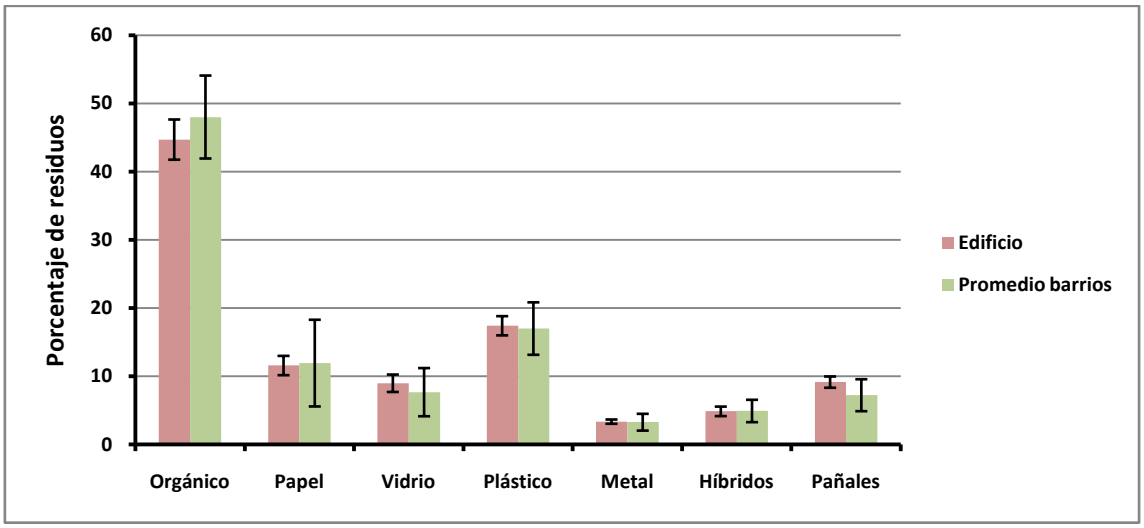


Figura 19: Comparación de la composición media de los RSU de Bahía Blanca con la composición del edificio "control".

3) Validación de la generalización de los datos obtenidos

Para validar los datos obtenidos y poder extrapolarlos a la ciudad, es importante verificar como influyen factores como la estacionalidad en los mismos. Para llevar a cabo ese estudio de trabajó con datos provistos por la empresa Covelia, que reporta desde enero de 2009 hasta octubre de 2012 los datos diarios de los RSU ingresados al relleno para cada uno de los circuitos seleccionados. En los gráficos de la Figura 20 se presentan los datos de la cantidad mensual de residuos en función del mes para cada circuito durante los años analizados

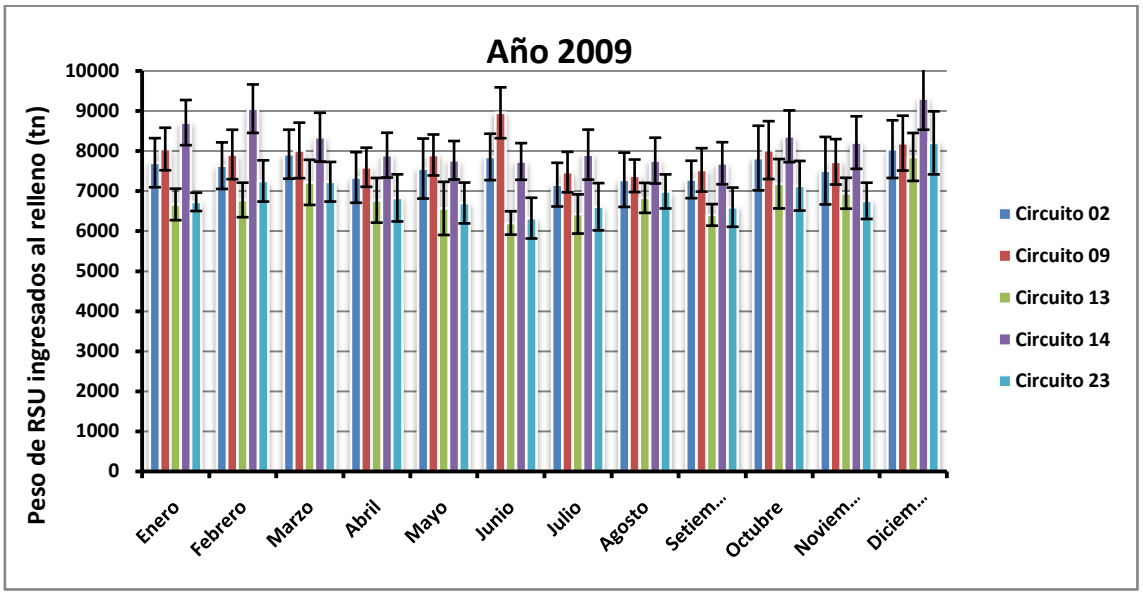


Figura 20: Variación anual de la cantidad de RSU ingresados al relleno sanitario de la ciudad de Bahía Blanca.

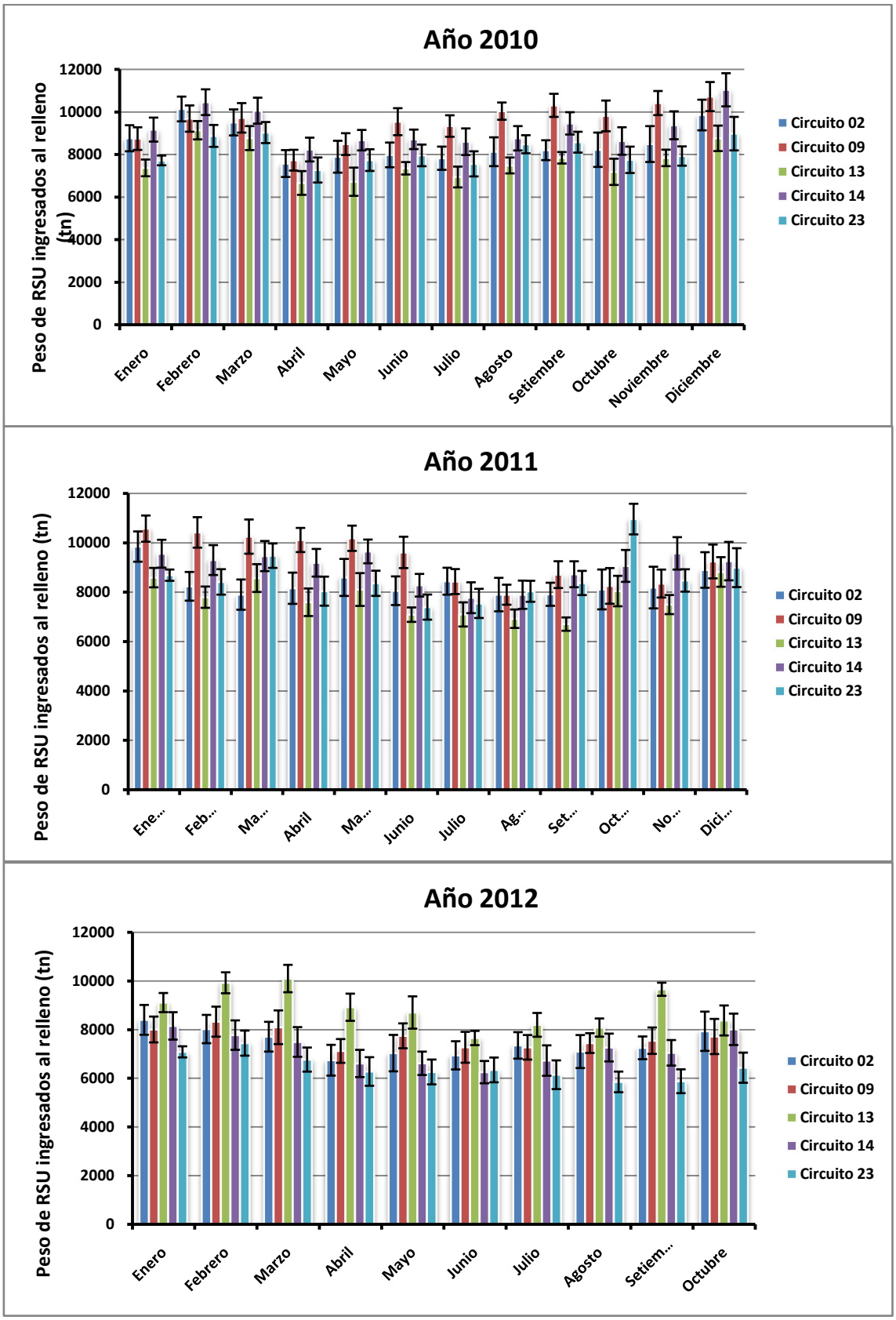


Figura 20 (cont.): Variación anual de la cantidad de RSU ingresados al relleno sanitario de la ciudad de Bahía Blanca.

En estos últimos cuatro años, los datos de los circuitos no presentan una variación significativa por estacionalidad. Todas las variaciones caen dentro de las barras de error, independientemente del año y/o de del circuito considerado, por lo que los datos tomados en una muestra de 45 días pueden extrapolarse al año completo.

4) Relación RSU - estándar de vida

La Figura 21 resume los resultados de la separación de residuos en los distintos barrios de Bahía Blanca, y los compara con el ICV de cada uno.

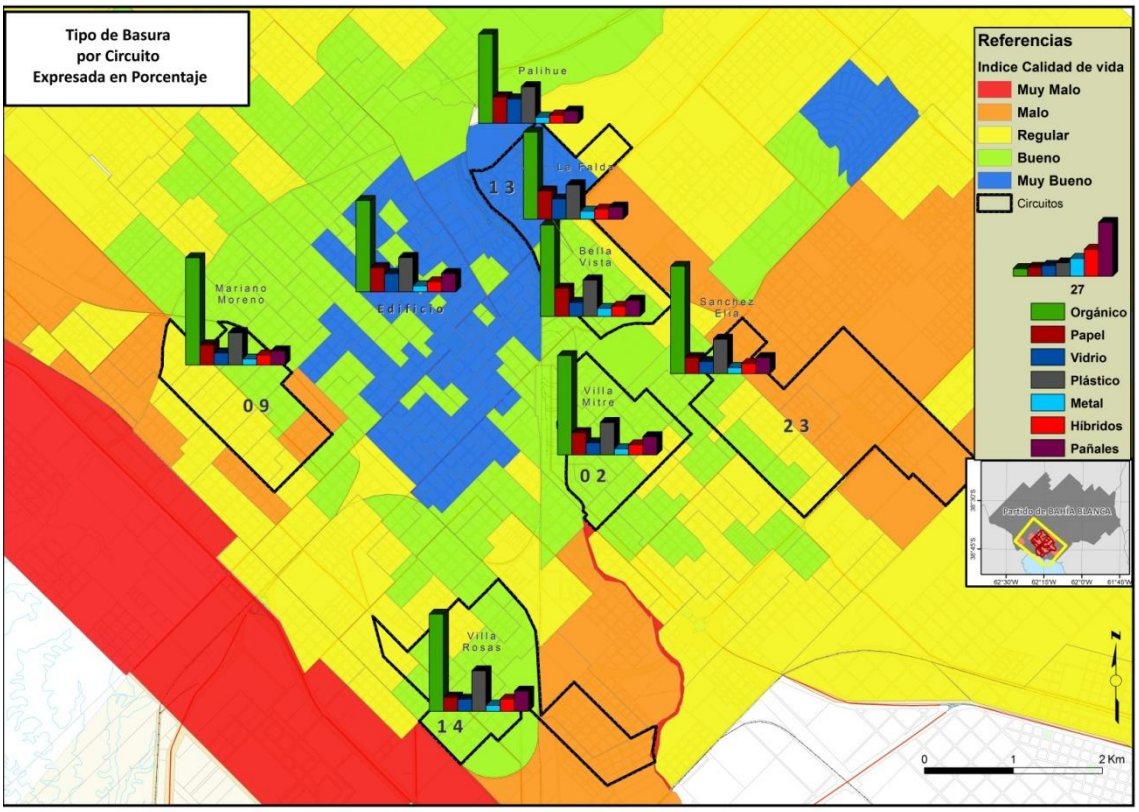


Figura 21: Distribución cartográfica del ICV con la composición de RSU para los barrios seleccionados.

Las principales conclusiones que pueden extraerse son:

- La generación de residuos orgánicos es similar en toda la ciudad, aunque hay un relativo aumento de la media con la disminución del ICV.

- Un comportamiento contrario presentan los residuos de la corriente de papel, lo que puede asociarse a que los barrios con mayor ICV, poseen mayor nivel adquisitivo y por ende desechan más papel proveniente de empaques y embalajes. Esto puede corroborarse con los datos de la

Figura 13, dónde en los barrios con mayor ICV se desecha mayor cantidad de papel marrón y/o cartón, que de papel blanco.

- Respecto de la corriente de vidrios, es notable la diferencia en los barrios de mayor ICV de Bahía Blanca respecto del resto. Básicamente el contenido tiene que ver con botellas de vino de mayor calidad, como se evidencia en la clasificación de los vidrios por color (Figura 13).

- La corriente de plásticos es casi constante en cuanto a cantidad, pero no a composición. Lo notable es que en el barrio con menor ICV se ponían en evidencia muchos envases de leche, bolsas de distinto tipo, pero mayoritariamente camiseta y relativamente pocos envases rígidos. Por el contrario éstos predominaban en los barrios de mayor ICV. En ellos la corriente de PP relativamente más alta que en los otros. Una particularidad a remarcar es la cantidad de envases de PET y de bandejas de delivery en el barrio Mariano Moreno, con un ICV bueno a regular.

- La corriente de metales estaba en todos los barrios compuesta particularmente de latas de latón proveniente de conservas, siendo totalmente compuesta por este tipo de residuos en el circuito con menor ICV. Una de las causas posibles es el aprovechamiento del aluminio, cobre y otros metales que se hace dentro de las casas. Por otra parte las bebidas en latas de aluminio son más costosas y normalmente no se notó una proporción significativa de las mismas en el consumo domiciliario.

- La información de la corriente de híbridos, particularmente de la subcorriente que incluye los tetrapak, da una información concluyente de los hábitos de consumo de la población de Bahía Blanca respecto de su ICV. En los circuitos de mayor poder adquisitivo no se consume vino en tetrabrik y el consumo del mismo es inversamente proporcional al ICV. Respecto de la leche en cajas, que es la de mayor precio se observa una tendencia proporcional al ICV, aunque debe ponerse de manifiesto que fueron encontradas muchas cajas provenientes de planes sociales en los circuitos de menor ICV, lo que puede enmascarar una tendencia en el consumo. Los residuos provenientes de cajas de jugos y salsas parecen tener más que ver con la composición etaria media de la población. Esta corriente fue mayoritaria en un barrio de poder adquisitivo medio a regular.

Respecto de la generación de pañales enviados a disposición final, la tendencia encontrada parece tener una relación más directa con la distribución etaria de la población que con el ICV. Barrios como Palihue tiene una población de mucha mayor edad que Villa Rosas o Villa Mitre. En éstos últimos, el número de niños por cantidad de habitantes es notablemente superior[11].

Otras observaciones que fueron hechas durante el estudio y que merecen ser evidenciadas son:

- En el circuito 14 se recogió diariamente, durante todo el muestreo una bolsa con excrementos humanos, lo que inicialmente no parecía tener relación dado que en

[11] www.indec.gov.ar

principio el ICV daba evidencia de casas con baño. Sin embargo ese circuito incluye los galpones del ferrocarril que constituyen casas tomadas y no tienen baño.

- La presencia de medicamentos o material patógeno es mínima. Lo más frecuente son las jeringas para insulina y las descartables comunes para medicamentos inyectables. En todos los casos habían sido incluidas en los RSU sin cuidado ni protección alguna.
- Se encontró ropa y calzado en buen estado dentro de la basura, así como juguetes.

5) Análisis de datos estadísticos de RSU en la ciudad de Bahía Blanca desde 2005

La Figura 22 muestra los datos de pesos de RSU ingresados al relleno sanitario de Bahía Blanca desde el primer semestre de 2005 hasta el primer semestre de 2011. Estos datos históricos fueron provistos por la empresa Covelia y contrastados con los de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Bahía Blanca. Cabe destacar que en estos valores se considera SOLO los residuos provenientes de la recolección domiciliaria. No se incluyen datos de poda, de empresas privadas, de particulares ni de volquetes o materiales de construcción. Este tipo de datos no son pertinentes con el objetivo del estudio. Por otra parte, el análisis se llevó a cabo con la totalidad de datos con los que se cuenta, tanto en la empresa como en la MBB.

De la Figura 22, es claro que la cantidad de residuos que ingresaron al relleno fue incrementándose en el tiempo. Así, la variación de peso en 7 años fue de aproximadamente 10200 tn. Este crecimiento es casi constante, notándose un pequeño escalón en el primer semestre de 2010.

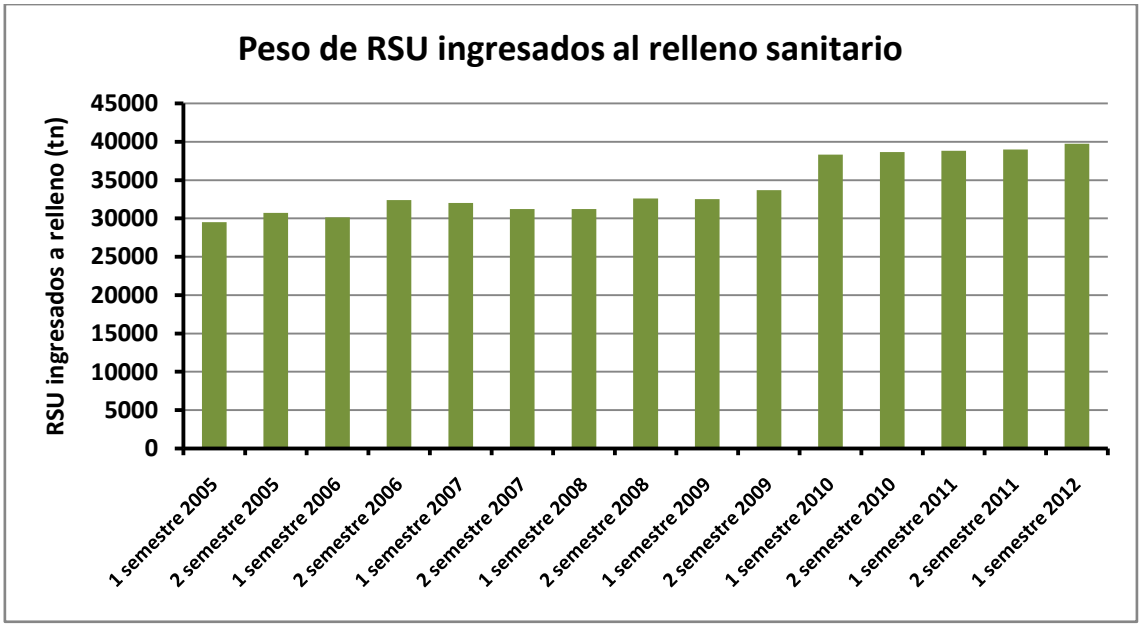


Figura 22: Variación semestral de la cantidad de RSU ingresados al relleno sanitario de la ciudad de Bahía Blanca en los últimos 7 años.

Una de las posibles causas de esta variación puede ser el incremento poblacional. Teniendo en cuenta que la variación de población en la ciudad de Bahía Blanca, en función de los datos del INDEC[12], es de aproximadamente 1800 personas/año, se puede calcular la generación de residuos por persona y por día, valores que se presentan en la Figura 23.

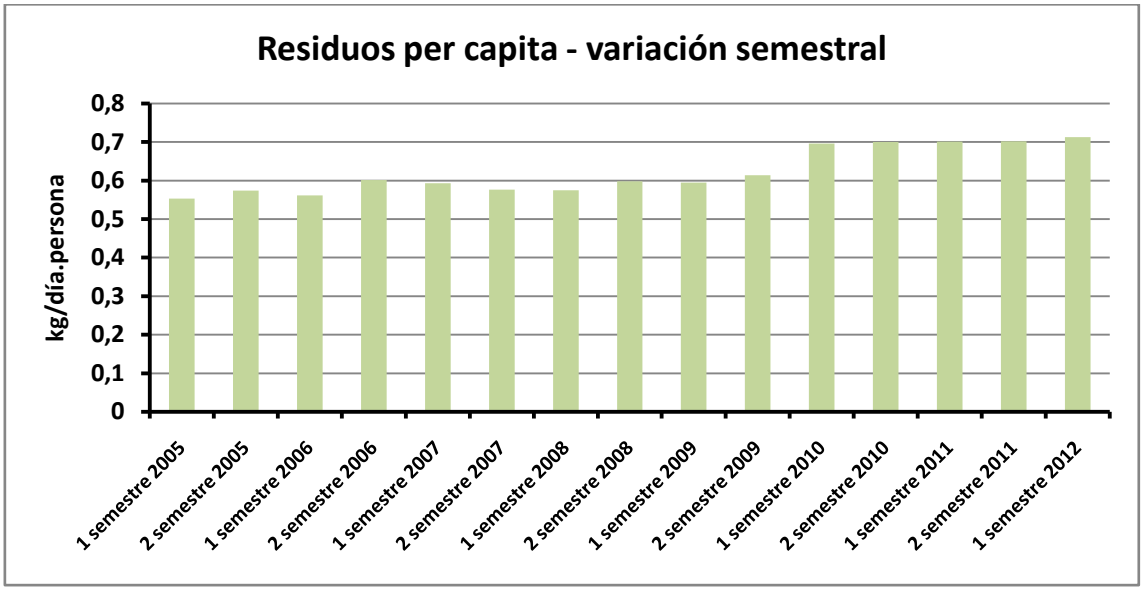


Figura 23: Variación semestral de la cantidad de RSU generados per cápita en la ciudad de Bahía Blanca en los últimos 7 años.

La generación creciente y casi constante de RSU per cápita es notable. En términos de 7 años un habitante de Bahía Blanca pasó de generar 550 gr de RSU/día a 715 gr, 165 gramos más. Es importante destacar que las razones de este aumento son directamente atribuibles al incremento del consumo y del consumismo de la población porque en este dato se tuvo en cuenta el crecimiento demográfico. La cantidad de residuos en 7 años creció un 34.67 %, en tanto que la población sólo un 4.5%, lo que justifica el incremento encontrado. Los valores de cantidad de RSU per cápita están dentro de los previsibles en la actualidad para una ciudad del tamaño de Bahía Blanca, según datos de la Secretaría de Desarrollo Sustentable.

6) Consideraciones finales

A modo de ejemplo ilustrativo, en función de los datos recabados en este trabajo se llevaron a cabo algunos cálculos conservativos de la cantidad de materia prima que podría ser reciclada si se la separase adecuadamente. Estos datos se resumen en la Tabla 3, para el año 2011. Se incluye el valor de máxima que se corresponde con la totalidad del material que se envía a relleno sanitario y un valor más conservativo considerando que se recupera sólo el 60% en condiciones de ser valorizado y reciclado.

[12] www.**indec**.gov.ar

Tabla 3: Cantidad de material que podría valorizarse y/o reciclarse y actualmente es enviado al relleno sanitario. Valores calculados en base al año 2011.

Material	Dispuesto en relleno sanitario (tn)	Hipótesis: recuperar aprox 60% (tn)
Papel blanco	6662	4000
Papel marrón	10419	6200
Vidrio verde	10870	6500
PEBD	7267	4400
PEAD	5031	3000
PP	5808	3500
PS	2112	1300
PVC	264	160
PET	5808	3500
Laminados tetrapak	1009	600
Pañales descartables	12423	7500

A fines comparativos, en la Tabla 4 se presentan datos de producción y consumo en Argentina en 2010 de los plásticos de Tabla 3[13]:

Tabla 4: Producción y consumo de plásticos en Argentina para el año 2010 según el Instituto Petroquímico Argentino[13].

Material	Producción (tn)	Consumo Aparente (tn)
PEBD	87292	168112
PEAD	229168	255483
PP	260752	308806
PS	78269	90056
PVC	171493	129958
PET	159010	224218

[13] IPA. Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina. -31 edición - 2011

Los resultados de la comparación son evidentes. Sólo en la ciudad de Bahía Blanca, podría recuperarse por reciclado del orden del 2% del consumo aparente de PEBD de todo el país o el 1.5% del PET, si se separase del orden del 60% de los RSU que se envían actualmente al Relleno Sanitario.

Por otra parte, es conocido que para reciclar por reprocesado es necesaria una buena limpieza del material, por lo que los pañales descartables no pueden ser valorizados de esa manera. Una alternativa posible, que se está usando ampliamente en países europeos[14] y Japón es la valorización de los mismos "reciclándolos en energía". Este tipo de reciclado implica la incineración con recuperación de energía y control de emisiones. En tal sentido y conociendo la capacidad calorífica de los materiales que componen a los pañales descartables "sucios", se puede hacer una estimación primaria de la cantidad de energía que se obtendría de su incineración completa.

Tabla 4: Valores aproximados que permiten estimar el calor generado por la incineración de pañales. Cálculos basados en valores de 2011.

	Calor de Fusión (Kcal/Kg)	Composición porcentual	Peso de pañales (Kg)	Calor generado (Kcal)
PP	11109	0,19	2360299	26219289996
Agua	-1	0,73	9068520	-9068521
Materia Orgánica	28,7	0,08	993810	28502485
Total			12422631	26238723961

El calor generado en 2011, en unidades de energía, es del orden de 30 GWh. Este valor es sumamente optimista, dado que se asume una eficiencia del 100% en el incinerador. Sin embargo, permite tener una idea de la cantidad de energía que se desperdicia cuando los pañales, aún húmedos (acá se consideró la totalidad del agua contenida), se disponen en el relleno sanitario. Estos resultados son muy preliminares, pero promisorios y alientan a realizar un estudio mas sistemático y de mayor alcance.

[14] Comisión Europea "Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para Incineración de Residuos" http://eippcb.jrc.es

Conclusiones

En este trabajo se consiguió determinar la cantidad y calidad de los RSU de la ciudad de Bahía Blanca y relacionarlos con el ICV de la población mediante un muestreo estadístico que se validó en cuanto a la no estacionalidad en los últimos siete años.

Del análisis planteado queda claro que la cantidad de RSU potencialmente recuperables, mediante una adecuada separación, es grande y pueden ser recuperados por reciclado y/o reprocesado. Se analizó además la posibilidad de recuperar y valorizar energéticamente una corriente importante de RSU como los pañales descartables, con resultados preliminares muy promisorios.