

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL, SOCIAL Y
ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN
“SANTIAGO RECICLA”**

INFORME FINAL

TOMO I: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

ANEXO D.2:

**RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE RSD EN COMUNAS DE
LA REGION METROPOLITANA**

TABLA VERSIONES						
Doc	Fecha	Autor	Firma	Aprobador	Firma	Descripción de cambios
EMI B	29/07/11	Mauricio Martínez		MM		Actualización EMI A desde REV C, generación EMI B

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN “SANTIAGO RECICLA”

INFORME FINAL

TOMO I

ANEXO D.2: RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE RSD EN COMUNAS DE LA REGION METROPOLITANA

INDICE

	<i>Página</i>
1 ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	1
1.2 CLASIFICACIÓN RESIDUOS	2
1.3 ORÍGENES Y TIPOS DE RESIDUOS	3
1.3.1 <i>Residuos Sólidos Domiciliarios</i>	4
2 PRESELECCIÓN DE SECTORES DE MUESTREO.....	4
2.1 ELABORACIÓN DE MAPA SOCIOECONÓMICO NSE.....	4
2.2 METODOLOGÍA DE SELECCIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE COMUNAS ELEGIDAS	6
2.3 VALIDACIÓN DE LOS SECTORES DE MUESTREO	7
3 RESULTADOS CAMPAÑA CARACTERIZACIÓN	9
3.1 PRINCIPALES PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS.....	10
3.1.1 <i>Toma de Muestras</i>	10
3.1.2 <i>Cantidad de Muestras</i>	10
3.1.3 <i>Logística utilizada</i>	12
3.2 COMPOSICIÓN GENERAL	13
3.2.1 <i>Contenido Orgánico</i>	14
3.2.2 <i>Materiales Reciclables</i>	16
3.2.3 <i>Residuos Especiales, Inertes y Otros</i>	19
3.2.4 <i>Variación según NSE en Generación RSD</i>	21
3.3 GENERACIÓN PPC A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN RSD.....	24
3.4 CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE RSD.....	25
3.4.1 <i>Análisis de laboratorio</i>	28
4 COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MUESTREO.....	29
5 CONCLUSIÓN.....	32

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN “SANTIAGO RECICLA”

INFORME FINAL

TOMO I

ANEXO D.2: RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE RSD EN COMUNAS DE LA REGION METROPOLITANA

1 ANTECEDENTES GENERALES

Este Anexo tiene por objetivo presentar un resumen de la metodología y resultados obtenidos durante ambas campañas de caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) realizadas en la Región Metropolitana (10/2010 – 04/2011), en la cuales se realizo tanto una separación manual de los residuos y/o por medio de un tamizado mecanizado (Trommel), dentro de los objetivos principales se destaca conocer las distintas fracciones y cuáles son las más representativas de los distintos Niveles Socio Económicos (NSE) que componen las comunas de la RM, identificar variaciones en la composición por sectores representativos por grado urbanidad, entre otros. La identificación de estas variables permitirá comprender el dinamismo en la generación de los RSD, definido por la estacionalidad versus la composición, generación, densidad, NSE, etc. lo que en definitiva, propone las mejores alternativas estratégicas para el manejo de la fracción de residuos reciclables que participan en el total de los RSD de la región.

Cabe destacar que en el ANEXO D CARACTERIZACIÓN, se encuentra las distintas metodologías y resultados obtenidos durante este proceso de caracterización, se consideran además la cuantificación de otros tipos de residuos que son generados en la RM.

1.1 Cuantificación y Caracterización de los Residuos

Uno de los objetivos específicos de realizar estas campañas de caracterización, es la de determinar la composición de los residuos en la conjugación de distintas variables que son representativas de una comuna, como lo son; representatividad de NSE, densidad de habitantes, frecuencia de recolección, etc. Al comprender estas variables que determinan la composición de los RSD y de las distintas fracciones que la componen, es posible identificar los potenciales de reducción del total de residuos que son dispuestos en los tres rellenos sanitarios y vertedero (Popeta, Melipilla) en la RM. Esta reducción que se propone por la aplicación de modelos de reciclaje en el presente estudio, es posible también por la aplicación de técnicas de tratamiento para la categoría de residuos orgánicos y fracciones, como lo son; compostaje casero, compostaje municipal o mancomunado, aplicación de biodigestor, etc. La aplicación de

estas técnicas de tratamiento permite obtener beneficios ambientales, sociales y económicos, ya sea en la reducción de utilización de materia prima (reciclaje), generación de soporte vegetal y abono orgánico (compostaje y variaciones), gases efecto invernadero y ampliación de la vida útil de los rellenos sanitarios existentes, entre otras posibles de mencionar.

Esta campaña contemplo las siguientes actividades:

- Identificación de los NSE representativos en la RM;
- Identificación del sistema de recolección de RSD;
- Definir y corroborar áreas de muestreo;
- Muestreo estratificado de RSD (recolección en vereda).

Dentro de lo objetivos específicos podemos destacar los siguientes:

- Cuantificar el contenido orgánico (potencial de reducción);
- Identificar y cuantificar materiales reciclables (papel, cartón, vidrios, metales ferrosos, latas de Al, PET, otros plásticos);
- Identificar eventuales elementos peligrosos: pilas, químicos de hogar, envases de “spray”, etc.
- Evaluar las diferencias de otros procesos de caracterización realizados para la Región Metropolitana;
- Evaluar diferencias de composición de los RSD, según, densidad, sector de origen o sector territorial y Nivel Socio Económico.

Dentro de los resultados que se considera obtener se destacan; datos de generación de total de RSD, tasas estimadas de generación per cápita, adicionalmente determinar el potencial de reducción (orgánicos, materiales reciclables) y factibilidad de alternativas de tratamiento y reciclaje.

1.2 Clasificación Residuos

Existen diferentes tipos de clasificaciones y grados de detalle al momento de caracterizar residuos sólidos domiciliarios; dependiendo del objetivo de esta, ya sea para una identificación general, posibilidades de reciclaje o segregación, para el diseño de planes de gestión de RSD o minimización. Dentro de los parámetros propuestos se considera analizar la representatividad de las distintas fracciones de residuos generados en las comunas que componen la Región Metropolitana, por lo que se identificaran las siguientes variables para las categorías y fracciones de residuos analizados:

- Composición,
- Tipificación,
- Grado de peligrosidad,
- Propiedades físicas y químicas de los RSD,
- Distribución territorial estimada de los residuos.

Para tal efecto la caracterización de residuos considera analizar las principales categorías y fracciones indicadas en la TABLA D.2.1.

**TABLA D.2.1:
CLASES DE RESIDUOS Y NIVEL DE DIFERENCIACIÓN**

CATEGORÍA	FRACCIONES DE DIFERENCIACIÓN
Orgánico	Restos de comida
	Poda, pasto, restos de jardín etc.
	Madera
Papel	Papel Rechazo
	Diario
	Revistas
	Papel Blanco
	Papel Kraft
Cartón	Cartón
	Cartón Sucio
	Dúplex
Plásticos	PET
	Bolsas (supermercado)
	Plásticos Negro
	Yogurt
	Otros Plásticos
Metales	Aluminio
	Metal Ferroso
Vidrio	Vidrio Transparente
	Vidrio Color
Inertes	Cerámicas, cenizas, piedras
Tetra Pack	Tetra-pack
Especiales	Químicos del Hogar (spray y otros)
	Pilas
	Eléctricos
	Infecioso
Otros	Celulosa Sanitaria
	Textil
	Otros, materiales no clasificables en ninguna de las otras categorías

Fuente: Elaboración propia, en base a "Müllhandbuch", 1991.

1.3 Orígenes y Tipos de Residuos

Los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) considerados en la caracterización realizada para las comunas que componen la Región Metropolitana, considera realizar tomar muestras desde de manzanas representativas de los distintos NSE que componen la región (Ver Punto 2 del presente Anexo), por lo que las muestras provienen de las siguientes fuentes de origen:

- ABC1,
- C2,
- C3,
- D - E,
- RURAL.

1.3.1 Residuos Sólidos Domiciliarios

Como base para el diseño de eventuales proyectos de manejo de residuos sólidos, se establecerán las cantidades actuales de RSD de las comunas en estudio, utilizando:

- Estadísticas disponibles de ingreso de residuos los lugares de disposición (tanto para residuos sólidos domiciliarios como asimilables en el caso que hubiese);
- Estadísticas de potencial disposición de residuos en plantas de tratamiento de residuos (reciclaje, compostaje);
- Estimación de carga y frecuencia de entrega de residuos por el servicio de recolección existente;
- Generación de una tasa de generación por habitante (PPC) de los sectores representativos muestreados, obtenidas mediante por medio de caracterización de RSD en sectores definidos.

Estos elementos descritos permitirán poder comprender cuál ha sido la evolución de los RSD en la región, los que siendo complementados con los antecedentes levantados durante la caracterización permitirán definir la composición actual de los RSD y las tasas de generación per cápita (PPC) para cada una de las comunas de la Región Metropolitana.

2 PRESELECCIÓN DE SECTORES DE MUESTREO

Los antecedentes generales de metodología utilizados para la toma de muestras y proceso actividades de muestreo de RSD son descritas en detalle en el Anexo D.1, no obstante resulta necesario describir los pasos realizados en la selección de los distintos sectores representativos por NSE.

2.1 Elaboración de mapa socioeconómico NSE

Para la preselección de los sectores de muestreo en primer lugar se requería de una clasificación espacializada de la población de la Región Metropolitana. Dicho mapa se elaboró en base a los antecedentes siguientes:

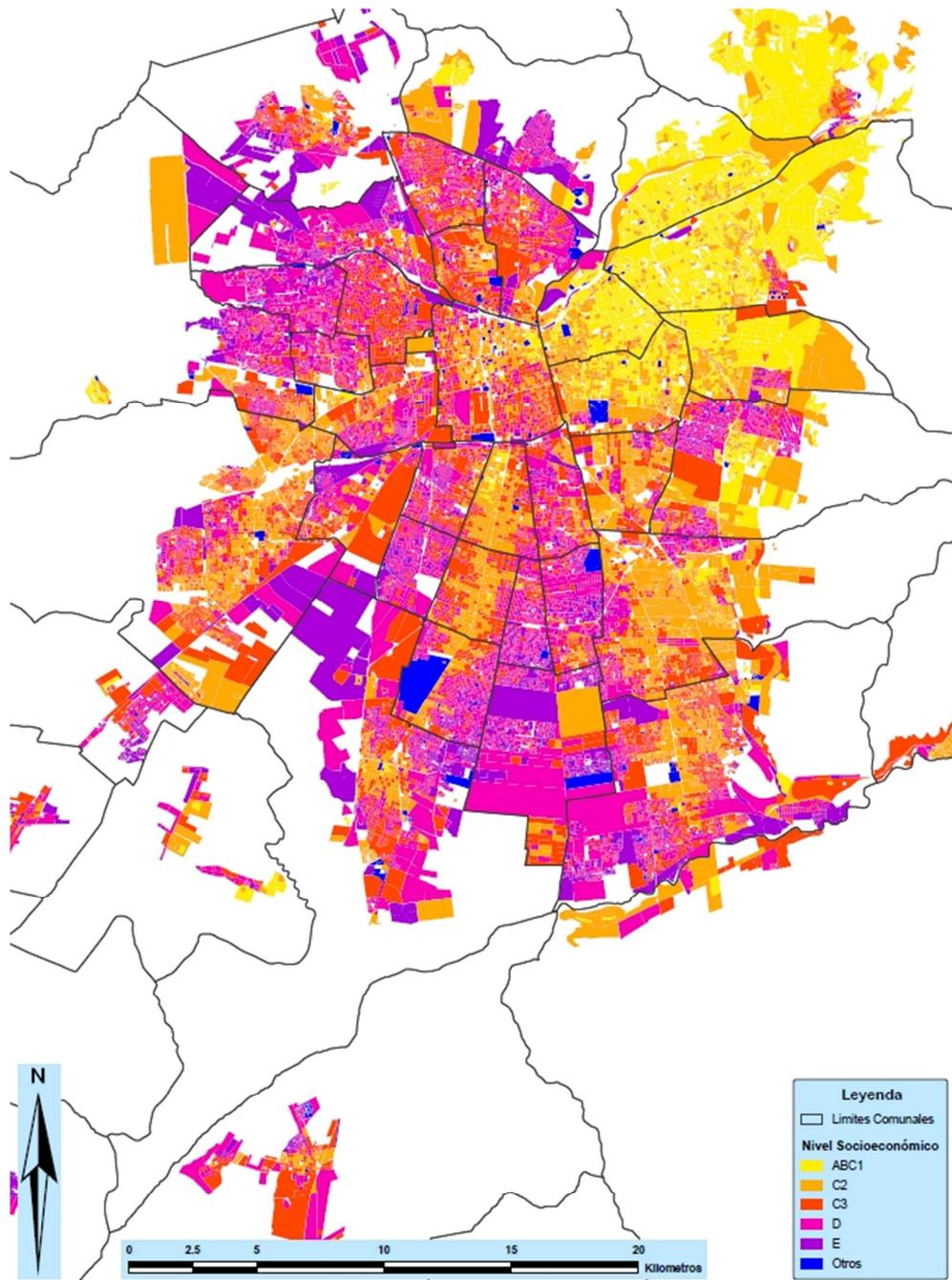
- La cartografía del Observatorio de Ciudades (OCUC);
- Los datos del censo del año 2002 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE);
- Y de la metodología para la clasificación socioeconómica de hogares de la Asociación de Empresas Chilenas de Investigación de Mercado (AIM).

La metodología del AIM utiliza variables disponibles gracias al censo 2002. Por un lado considera el nivel educacional del jefe del hogar como variable de stock y social, y por el otro lado una batería de diez bienes que son una variable de flujo y reflejan el poder de compra. A través de estas variables se otorga puntos que en ambos casos tienen un máximo de 1000, los resultados se promedia.

Cabe mencionar que debido al secreto estadístico solamente se obtiene los datos por manzana y de este modo solamente se obtiene el puntaje por manzana, que entrega un valor promedio de la manzana clasificándola de este modo socioeconómicamente. A través de este puntaje por

manzana y la cartografía del OCUC se elaboró un mapa socioeconómico de la RM, en la FIGURA D.2.1 se presentan los resultados de la proyección de los NSE representativos de la RM.

**FIGURA D.2.1:
MAPA DE DISTRIBUCIÓN NSE EN LA RM**



Fuente: elaboración propia en base a datos INE 2002 y observatorio de ciudades OCUC.

2.2 Metodología de Selección y Estratificación de Comunas elegidas

Por razones de la metodología de caracterización de los residuos sólidos urbanos (RSD) y para un mejor extrapolación de la composición de los RSD de la urbe se decidió elegir para el muestro manzanas representativas de cada NSE.

En primer lugar se pretende distinguir entre la densidad de la urbanización de la manzana diferenciándolas entre densidad alta (edificios de más de tres pisos), densidad baja (viviendas) y zonas rurales. Lo anterior se estima oportuno ya que la experiencia y muchos estudios demuestran que la composición de los residuos muestra grandes diferencias entre estos tipos de urbanización. Por el otro lado se procura tomar en cuenta el nivel socioeconómico de las manzanas.

Finalmente se estimó conveniente elegir los siguientes tipos de manzanas para el muestreo:

- Nivel socioeconómico ABC1 densidad alta, baja y rural;
- Nivel socioeconómico C2 densidad alta y baja;
- Nivel socioeconómico C3 densidad alta y baja;
- Nivel socioeconómico D/E densidad alta, baja y rural.

Se eligió manzanas rurales, de las cuales se determinó una del nivel socioeconómico ABC1 y una del nivel D/E ya que en las zonas rurales predomina el nivel socioeconómico más bajo, y a veces se localiza el estrato socioeconómico más alto.

Para la elección de las manzanas se utilizó el mapa de densidades poblacionales presentado en la FIGURA D.2.1 del presente informe. Para asegurar densidades realmente altas y bajas se pretendió elegir por manzanas que presentan densidades realmente altas (500 habitantes por hectárea y más) y densidades muy bajas (alrededor de 100 habitantes por hectárea y menos). Posteriormente se revisó con Google Earth si en las manzanas efectivamente se encuentran aún los tipos de urbanización identificados con la cartografía del INE, para luego realizar una visita de reconocimiento a cada uno de los sectores preseleccionados, con el fin de validar la información levantada en gabinete. Las imágenes propuestas para cada NSE, son el resultado del análisis cartográfico (SIG), imágenes Google Earth y visitas a terreno de verificación, estas se encuentran en el "ANEXO D CARACTERIZACIÓN", ANEXO D.1 FIGURAS

Con la Contraparte Técnica se acordó considerar en el diseño del programa de muestreo y caracterización a toda la Región Metropolitana (en términos de estratificación de la muestra y representatividad a nivel de una planificación regional); sin perjuicio de que el muestreo estratificado se realice en aprox. 30 comunas o sectores (con alcances equivalentes a las 30 comunas que originalmente formaban parte del Plan Santiago Recicla según los TdR).

Para asegurar la elección correcta del nivel socioeconómico de la manzana se consideró sobre todo manzanas de comunas típicas de este estrato socioeconómico. Lo anterior dio origen a que se eligió las siguientes manzanas.

TABLA D.2.2: COMUNAS DE MANZANAS TIPOS ELEGIDAS

Densidad	ABC1	C2	C3	D/E
Rural	Pirque, Colina	-	-	Paine, Buin
Densidad Alta = > 500 hab./ha.	Las Condes, Providencia, La Reina	Santiago, Las Condes, Santiago	San Miguel, Pedro Aguirre Cerda, Recoleta	La Pintana, Lo Espejo, San Bernardo
Densidad Baja = < 150 hab./ha.	Vitacura, Lo Barnechea, Ñuñoa	Maipú, Huechuraba, Peñalolén	La Florida, Independencia, Quilicura	La Granja, El Bosque, Renca

Fuente: Elaboración propia

En términos generales, se pretende evitar el muestreo en zonas donde la caracterización se pueda ver afectada por la influencia de RSDA y de sectores comerciales (restaurantes, comercios, mini-mercados, supermercados, etc.). La razón es que la generación de RSDA no permite una extrapolación a través del mismo método de análisis per cápita, ya que para tal efectos hay otras formas de cuantificación y caracterización, por ejemplo a través del catastro (ver punto 3.1.12 de nuestra oferta), sin embargo esta fracción no debiera haber sufrido cambios significativos en su composición en los últimos 5 años.

2.3 Validación de los sectores de muestreo

Para validar el nivel socioeconómico y el tipo de urbanización analizado con la cartografía, se efectuó una revisión visual de los sectores elegidos en terreno. Esta última consideró una evaluación a nivel cartográfico y en terreno de cada comuna, el sector y el barrio donde se encuentra la manzana. Este criterio del barrio también es un factor que se considera en otras metodologías de clasificación socioeconómica (como por ejemplo en: Guerrero Herrera, Miguel (2003): "Metodología de Clasificación Socioeconómica de los Hogares Chilenos". Departamento de Estadísticas, INE).

Además se revisó la manzana por indicadores visibles, que se describen a continuación junto a las indicaciones de las comunas típicas de ciertos niveles socioeconómicos. Lo anterior se encuentra también en la metodología del AIM del año 2000, donde se ocupó el así llamado índice visual que se compuso de los tres criterios vivienda, vereda y comuna.

La siguiente descripción estandarizada se encuentra en la metodología del AIM con respeto a las apariencias de las manzanas y su nivel socioeconómico respectivo:

1. AB:

- Comunas: Principalmente en Las Condes, Vitacura, Providencia, La Reina, Lo Barnechea, muy excepcionalmente en otras.
- Barrios: Generalmente homogéneos, cuidados, con grandes áreas verdes, espaciosos y de baja densidad. Aisladas del resto de la ciudad, periferia.
- Exterior de la Vivienda: Casas de gran tamaño, aisladas con amplios jardines y/o parques muy bien mantenidos. Departamentos pent-house, en edificios de lujo. Finas

terminaciones, excelente construcción y mantención. Rejas altas o de fierro. Porteros electrónicos, citófonos, piscinas.

2. C1:

- Comunas: Principalmente en Las Condes, Vitacura, La Reina, sectores de Ñuñoa y de Peñalolén, y Providencia.
- Barrios: Generalmente homogéneos. Áreas verdes bien cuidadas, mantención de exteriores en buen estado. Si pagaran arriendo éste es superior a UF 20. Presencia de guardias privados; poca vida social en las calles.
- Exterior de la Vivienda: Viviendas amplias, no siempre aisladas o departamentos en edificios de lujo o de construcciones nuevas, rodeados de jardines, estacionamiento privado, citófonos. La pintura, detalles en terminaciones son de buen gusto y calidad, en general son casas de más de 150 m².

3. C2:

- Comunas: Principalmente en las comunas de La Florida, sectores específicos de Las Condes, La Reina, Ñuñoa, Providencia, Peñalolén, Maipú y sectores de San Miguel.
- Barrios: Sectores tradicionales de la ciudad. En caso de ser construcción nueva, normalmente son conjuntos de muchas viviendas. Se ubican a distancia del centro. Hay preocupación por el aseo y ornato de calles y veredas. Si pagaran arriendo éste es superior a UF 12.
- Exterior de la Vivienda: Conjuntos habitacionales villas, blocks de departamentos. Fachadas de buena presentación, jardín pequeño, entrada de auto. Vivienda de regular tamaño, 100 m² aprox., pero bien mantenidas, en general pareadas. Habitualmente no tienen dependencias de servicio.

4. C3:

- Comunas: Principalmente se encuentran situados en comunas como: Ñuñoa, Macul, Peñalolén, La Florida, Santiago, Estación Central, Independencia, Recoleta, San Miguel, La Cisterna, San Bernardo, Maipú.
- Barrios: Sectores más bien populares y relativamente modestos, mezclados en algunos casos con C2 en otros con D. Generalmente se agrupan en poblaciones de alta densidad. También corresponden a sectores antiguos de la ciudad. Si pagaran arriendo éste es superior a UF 5. Se nota importante actividad social en las calles: dueñas de casa, jóvenes, niños.
- Exterior de la Vivienda: En barrios modestos corresponden a los hogares de mayor progreso. En barrios en que también existen familias C2 corresponden a los de menor ingreso. Casa de material sólido o semisólido. Viviendas de 70 m² aprox. Si es construcción moderna es pequeña. Fachada y pintura medianamente remozada.

5. D:

- Comunas: Principalmente en las comunas de Recoleta, Renca, Conchalí, Lo Prado, Quinta Normal, Pudahuel, Estación Central, La Granja, La Pintana, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo, San Ramón y Cerro Navía.
- Barrios: Grandes poblaciones de tipo popular. Con pocas áreas verdes, de gran densidad.
- Exterior de la Vivienda: Construcción de tipo económico con ampliaciones y agregados. Casa pequeña, de unos 50 m² aprox. Si es sólida carece de terminaciones o tiende a estar muy deteriorada por falta de mantención.

6. E:

- Comunas: Principalmente en Renca, Quinta Normal, Pudahuel, La Granja, La Pintana, El Bosque, Lo Espejo, San Ramón, Cerro Navia, Conchalí, Pedro Aguirre Cerda.
- Barrios: Sectores muy populosos, calles sin pavimentar. Sin áreas verdes. Barrios pobres de poca urbanización.
- Exterior de la Vivienda: De material ligero, campamentos, conventillos, cités, mediaguas de tablas y/o de material ligero en la construcción. Recintos pequeños, de 30 m², compartidos por más de una familia.

El detalle de los sectores representativos se encuentra en el presente ANEXO D.2 de caracterización, en las FIGURAS D.2.1 hasta la D.2.5 en las que se describe la clasificación de las distintas comunas en las que se realizó la caracterización de RSD, donde se describe el NSE, densidad y ubicación espacial en la Región Metropolitana.

3 RESULTADOS CAMPAÑA CARACTERIZACIÓN

La campaña de caracterización realizada en la región Metropolitana involucro la toma de muestras desde 27 comunas y sus distintos NSE. Las actividades de caracterización se realizaron en las instalaciones facilitadas por la I. Municipalidad de La Pintana, específicamente en el patio de lavados de camiones ubicado en dependencias de la Dirección de Gestión Ambiental DIGA, la campaña de caracterización de RSD se desarrollo en la siguiente cronología:

- 12 al 16 de octubre; campaña piloto en la cual se valido tanto el modelo estadístico como la metodología propuesta ante la contraparte del estudio, durante este periodo se procesaron sobre 800 kg de RSD provenientes de distintos sectores predefinidos de la comuna de La Pintana (distintos NSE y densidades),
- 18 al 31 de octubre de 2010, se desarrollo la primera campaña de caracterización, la cual incluyo la toma de muestras desde 27 comunas y sus NSE respectivamente, en total se caracterizaron 12,3 toneladas de RSD.
- 11 al 21 de abril de 2011, se desarrollo la segunda campaña representativa de la temporada otoño en la región, las muestras son representativas de 16 comunas y sus correspondientes NSE, en total esta según etapa caracterizo en total 6,4 toneladas de residuos.

La campaña de caracterización de RSD realizada para la RM considero en síntesis la toma de muestras desde 27 comunas de la región, las cuales corresponden a los distintos NSE y densidad para cada uno de ellos (Ver TABLA D.2.2 del presente informe). El proceso realizado considero en total el procesamiento manual de 18,7 toneladas y donde el 10% del total fue sometido a un proceso de tamizado mecánico a través de un Trommel. Estos valores no consideran los resultados obtenidos durante la campaña piloto, ya que esta corresponde a un proceso de validación de metodología; toma de muestras, capacitación personal, validación modelo estadístico, calibración equipo mecánico, etc.

3.1 Principales Procedimientos Utilizados

En los siguientes puntos se presentan algunos de los principales puntos previstos a desarrollar en el proceso de desarrollo de las dos campañas de caracterización realizadas, para la determinación de la composición de los RSD de la RM.

3.1.1 Toma de Muestras

Se considero que las muestras de los RSD debían provenir de los distintos NSE representativos en la RM, en el punto 2.2 del presente informe se describe ampliamente las actividades desarrolladas para determinar la representatividad de las muestras por cada NSE y densidad poblacional, cabe destacar que estos valores permiten comprender y extrapolar las variaciones en la composición de los RSD, en un área definida en función del tiempo, además de poder comparar los resultados con estudios anteriores desarrollados en la RM (UCV 2005). La estimación de muestras fue realizada en función de las manzanas tipos elegidas (ver TABLA D.2.2).

La primera campaña considero la toma de muestras desde 10 NSE en distinta densidad y condición de urbanidad, lo cual determina una cantidad de 360 muestras.

- N° sectores por estrato: 3
- Replicados de sectores: 4 muestras por sectores
- Frecuencia de la toma de muestras: 3 x por semana;

Para la segunda campaña se considero tomar muestras desde 10 NSE, necesariamente por los resultados obtenidos durante la primera campaña y la cantidad de muestras requeridas (ver TABLA D.2.4), por lo que se determina tomar 90 muestras.

- N° sectores por estrato: 1
- Replicados de sectores: 3 muestras por sectores
- Frecuencia de la toma de muestras: 3 x por semana;

3.1.2 Cantidad de Muestras

Para brindar un sustento estadístico y por ende asegurar la representatividad de la campaña de caracterización se ha tomado como base la metodología (solicitada TTR) HDT 17, método sencillo del análisis de residuos sólidos, que permite determinar su potencial actualizado de residuos reciclables.¹ Dicha metodología básicamente sienta las bases estadísticas en la determinación de número de muestras a caracterizar, basándose en los estadígrafos tales como; la desviación estándar, promedio, población objetivo, error permisible y nivel de confianza.

En síntesis para la primera campaña de caracterización se consideraron las variaciones de los distintos residuos posibles de reciclar (papel, cartón, plásticos, vidrios, metales y tetra pack) en función de estudios realizados en anterioridad². En la TABLA D.2.3 se estiman las cantidades de muestras necesarias a realizar en función del residuo a estudiar, en vista de estos

¹ Dr. Kunitoshi Sakurai, Asesor Regional en Residuos Sólidos, CEPIS/OPS

² Datos de desviación estándar y media fueron obtenidos del estudio realizado por la UCV en la región metropolitana 2005.

antecedentes se considero tomar la mayor cantidad de muestras (n=360), lo cual permite incorporar las variaciones del resto los residuos con potencial reciclable.

**TABLA D.2.3:
ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS
1era CAMPAÑA**

RESIDUO	V*	E	N Viviendas	n
Papel	7,1	10%	1.500.000	69
Cartón	0,32	10%	1.500.000	5
Plástico	0,14	10%	1.500.000	1
Vidrios	2,07	10%	1.500.000	360
Metales	0,22	10%	1.500.000	5
Tetra pack	0,29	10%	1.500.000	82

*Desviación Estándar

Fuente: Elaboración propia

Para la segunda campaña de caracterización en vista que se conocían las variaciones de los residuos con potencial reciclable del total de los RSD obtenidos en la primera campaña realizada, la cantidad de muestra a realizar se estimo que incorporara a las mayores variaciones de residuos, por lo que se considero en los valores para papel y tetra pack (n=45; n=47 respectivamente), no obstante estos valores se considero realizar 90 muestras de residuos con el fin de observar las variaciones del restos de las categorías de residuos caracterizados, además de ampliar los sectores de NSE a caracterizar, en la TABLA D.2.4 se presentan los resultados para la estimación de muestras.

**TABLA D.2.4:
ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS
2da CAMPAÑA**

RESIDUO	V*	E	N Viviendas	n
Papel	0,03	10%	1.500.000	45
Cartón	0,01	10%	1.500.000	30
Plástico	0,02	10%	1.500.000	14
Vidrios	0,01	10%	1.500.000	37
Metales	0,00	10%	1.500.000	35
Tetra pack	0,00	10%	1.500.000	47

*Desviación Estándar 1era caracterización IASA.

Fuente: Elaboración propia

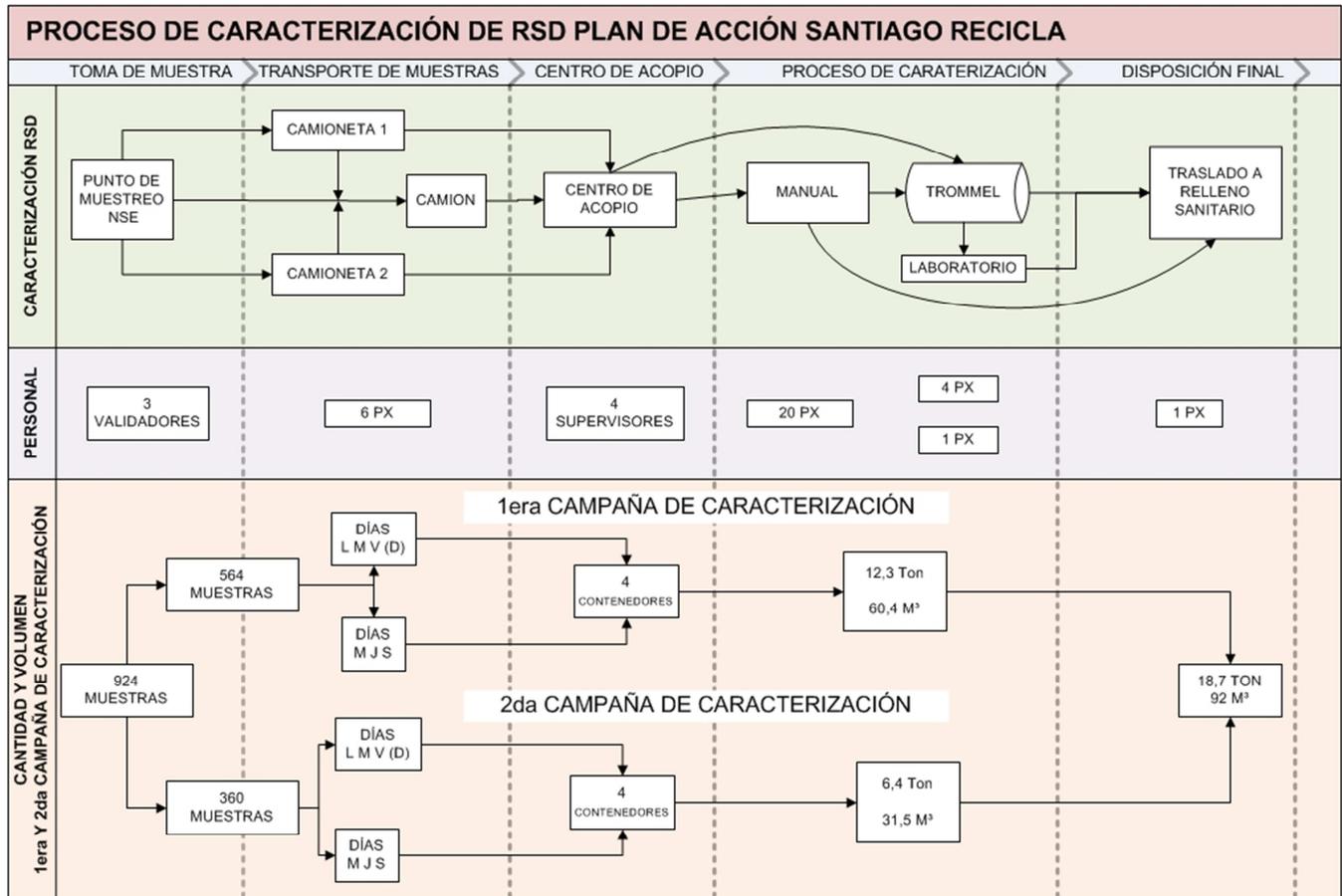
Cabe destacar que este planteamiento estadístico que considera realizar la toma para ambas campañas de caracterización de un total de 450 muestras, fue ampliamente sobrepasado, caracterizando en total 924 muestras (ver FIGURA D.2.2), esto debido principalmente a variaciones en la recolección (frecuencia de más de tres veces por semana), representatividad de un periodo de 8 días en la generación por cada manzana representativa, entre otros.

En el ANEXO D.1 se presenta en detalle la metodología utilizada para determinar el número de muestras a tomar en cada una de las campañas de RSD realizada.

3.1.3 Logística utilizada

En la FIGURA D.2.2 se presenta una síntesis de los distintas estrategias utilizadas en la tarea de determinar la composición de los RSD de la RM, dentro de estos destacamos los aspectos logísticos de recolección y transporte, personal y la cantidad total de muestras y de residuos que fueron procesados manual y mecánicamente.

**FIGURA D.2.2:
SÍNTESIS DE LOGISTICA UTILIZADA EN PROCESO DE CARACTERIZACIÓN**



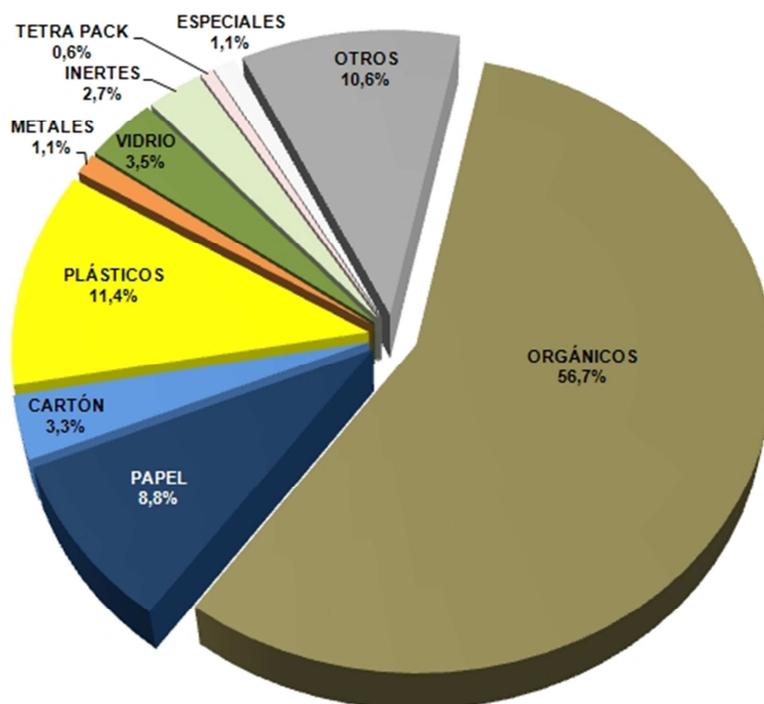
Fuente: Elaboración propia, síntesis campañas de caracterización IASA 2010 - 2011.

La síntesis la FIGURA D.2.2 presenta según área de desarrollo las etapas, recursos y resultados obtenidos en cada uno de ellos, lo cual determina la envergadura del proceso realizado que signifió la toma de muestras de 27 comunas de la RM, este proceso se llevo a cabo en un periodo de 5 semanas (solo caracterización) en dos periodos representativos primavera – otoño, lo cual permite establecer las variaciones en la generación y composición en un año tipo. El periodo descrito considero la validación de distintas variables, como lo son; validación modelo estadístico, logística toma de muestras, capacitación personal, validación de rutas de recolección, entre otras posibles a destacar.

3.2 Composición General

Según caracterizaciones realizadas por IASA en otras comunas del país, señalan una composición tipo que se encuentra dominada por la fracción orgánica, con un aporte representativo cercano al 20 % de material posible de ser reciclado, en el GRÁFICO D.2.1 se puede observar la composición general de los RSD del total de las comunas caracterizadas en la RM para los periodos primavera – otoño (2010-2011), esta grafica presenta un resumen de la composición media de los distintos NSE y densidad de ocupación del territorio.

**GRÁFICO D.2.1:
COMPOSICIÓN GLOBAL DE RSD CARACTERIZADOS DE LA REGIÓN METROPOLITANA
(% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

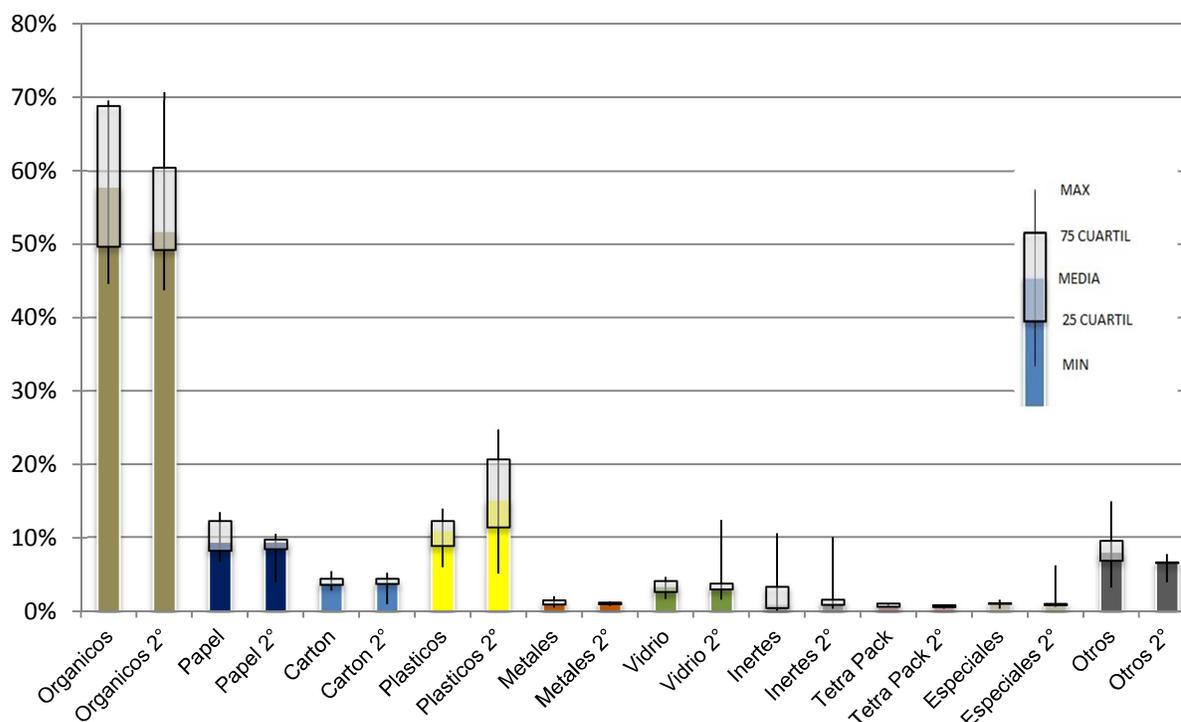
Los resultados de la caracterización realizada en la región, señalan que la fracción más representativa de los residuos corresponde a la categoría de residuos orgánicos con casi un 57% y donde los residuos posibles de ser reciclados alcanzan un total estimado bajo un 25%, valor estimado sin el aporte de fracciones que no son posibles de recuperar, por ejemplo papel de rechazo, cartón sucio, etc.

En el GRAFICO D.2.2 se presenta en síntesis las posibles variaciones en la composición de los RSD medidos en las campañas de caracterización realizadas en las distintas comunas de la RM.

Se observa que las mayores diferencias en la composición se encuentran para las categorías de residuos orgánicos donde la variación por la estacionalidad bajo en un 3%, del total para otoño, destaca además en este periodo que las variaciones respecto a su media son mayores que para el primer periodo, con una variación de un 2% que corresponde mayoritariamente a las variaciones en la fracción de podas y jardín del NSE ABC1, la cual presenta un incremento medio de un 4% respecto a los otros NSE.

Otra de las variaciones importantes corresponden a los residuos plásticos, donde para el segundo periodo de caracterización se vio incrementado en un 5% respecto al periodo primavera, las variaciones respecto a su generación para los distintos NSE, son del orden del 4%.

**GRÁFICO D.2.2:
SÍNTESIS VARIACIÓN COMPOSICIÓN RSD REGIÓN METROPOLITANA (% p/p)**



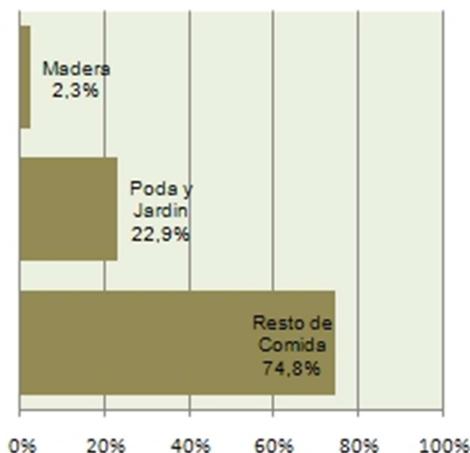
Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.1 Contenido Orgánico

En esta categoría de residuos se puede realizar un aprovechamiento de la materia orgánica, la cual es más del 50% del total de los RSD generados en la RM, para tal caso se requiere la separación de la fracción biodegradable: desechos del jardín (poda de árboles, pasto), restos de comida, madera, entre otros. En el GRÁFICO D.2.3 se presenta un detalle de la composición de los residuos orgánicos medidos en la región, en particular la mayor representación

corresponden a la fracción de restos de comida, con una participación total de un 74,8% de la generación total de la categoría y un 57% del total RSD.

**GRAFICO D.2.3:
COMPOSICIÓN FRACCIÓN ORGÁNICA (% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

En la TABLA D.2.5 se presenta las variaciones en la composición de la categoría orgánicos del total de las muestras caracterizadas durante ambas campañas realizadas, en esta es posible de destacar que para el NSE ABC1 presenta las menor composición en la fracción restos de comida, no así para el caso de restos de jardín, las cuales son un aporte directo desde las residencias de baja densidad poblacional, las diferencias de esta fracción en ambas campañas en promedio es del orden de un 5%, siendo la más alta la registrada en primavera de 2010, no obstante la diferencias entre el peak y el mínimo registrados son cercanas a un 8%.

Destaca que esta categoría es la que posee la mayor variación respecto la media de generación con un 4,1% y corresponde a la fracción de restos de comida, donde claramente desde el NSE ABC1 hasta el D-E hay un incremento en la participación de la fracción cercana al 2% por cada NSE hasta completar una media de 47% para el NSE D-E.

**TABLA D.2.5:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN CATEGORIA ORGÁNICO TOTAL NSE**

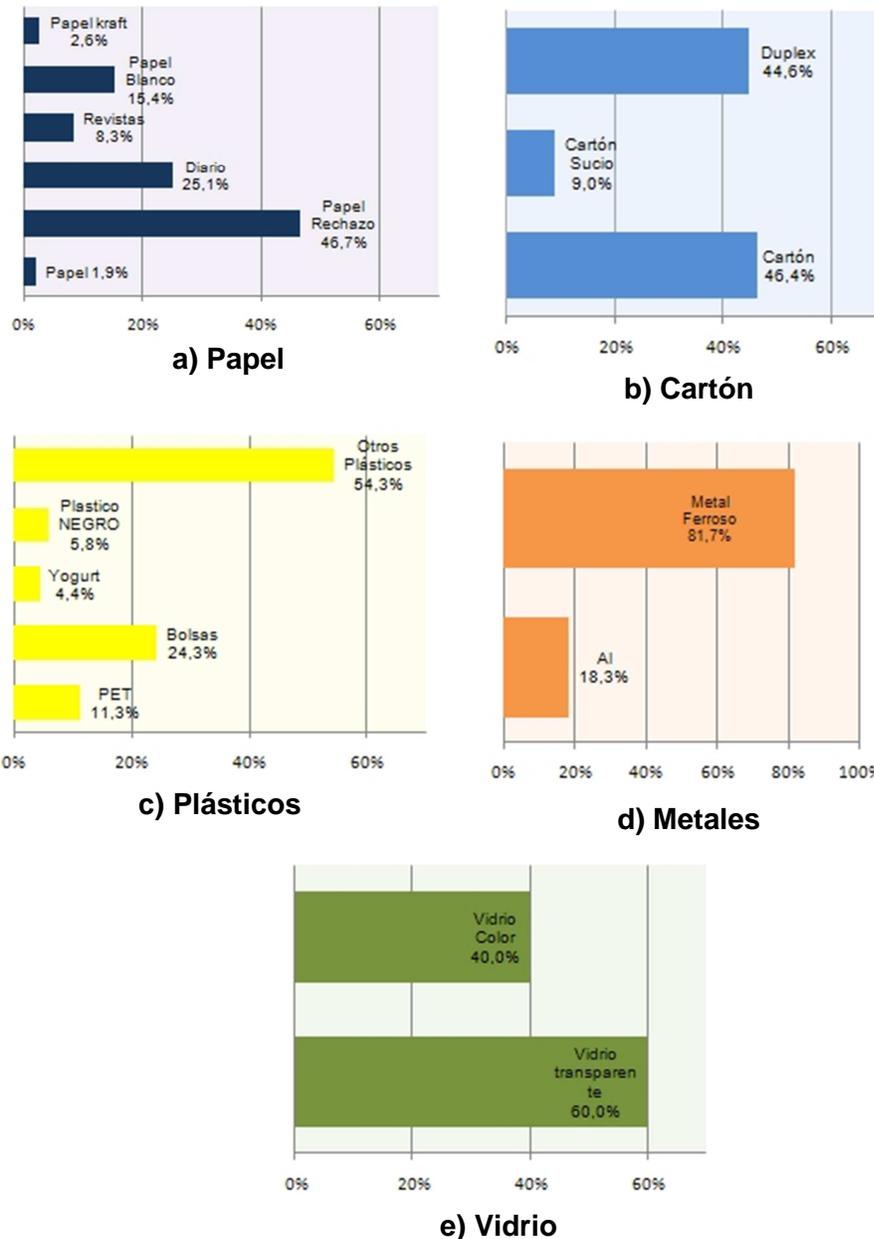
MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
ORGÁNICOS	Resto de Comida	38%	40%	45%	47%	42,3%	42,3%	39,2%	46,6%	38,2%	45,5%	4,1%
	Poda y Jardín	17%	13%	13%	9%	13,1%	13,1%	11,9%	17,0%	9,2%	14,4%	3,2%
	Madera	1%	2%	0%	2%	1,2%	1,2%	0,5%	2,1%	0,4%	1,9%	0,9%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.2 Materiales Reciclables

Asimismo, donde se pretende el reciclaje es necesario conocer la composición específica de cada fracción: Papeles, Cartones, Plásticos, Metales y Vidrio, en el GRAFICO D.2.3, se describe el aporte de cada una de las fracciones, donde la generación de materiales factibles de comercializar (se excluyen de esta estimaciones los componentes de papel rechazo y bolsas).

**GRAFICO D.2.3:
COMPOSICIÓN DE LAS PRINCIPALES FRACCIONES RECICLABLES (% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.2.1 Papel

Dentro de la categoría de papel, los residuos de tipo papel rechazo son los que tienen mayor representatividad dentro de la muestra con casi un 47% de la categoría, posteriormente lo siguen el diario y papel blanco. En términos generales dentro de las fracciones posibles de reciclar, esta categoría es la que presenta mayores variaciones respecto a la estacionalidad, NSE y peak en la generación, las mayores variaciones se observan en los diarios, revistas y papel blanco, las que se concentran en los NSE ABC1 y C2, destaca además la baja variación en la generación producto de la estacionalidad. Sin embargo para el caso del diario se observa variaciones en los días de generación, donde las diferencias entre la mínima y máxima de generación medidas alcanzan un 3%.

**TABLA D.2.6:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN PAPEL TOTAL NSE**

MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
PAPEL	Papel	0%	0%	0%	0%	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%
	Papel Rechazo	5%	4%	4%	4%	4,1%	4,1%	3,8%	4,5%	3,8%	4,4%	0,4%
	Diario	3%	4%	2%	1%	2,4%	2,3%	1,8%	3,9%	1,0%	2,9%	1,2%
	Revistas	1%	1%	1%	0%	0,8%	0,9%	0,7%	1,1%	0,3%	1,0%	0,4%
	Papel Blanco	1%	2%	2%	1%	1,4%	1,5%	1,3%	1,7%	0,9%	1,6%	0,4%
	Papel kraft	0%	0%	0%	0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,4%	0,1%	0,3%	0,1%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.2.2 Cartón

La categoría de residuos cartón en tasas de generación prácticamente similares se encuentran las fracciones cartón y dúplex, tanto las variaciones de generación estacional, como en la composición general siguen un patrón similar sin presentar grandes variaciones.

**TABLA D.2.7:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN CARTÓN TOTAL NSE**

MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
CARTÓN	Cartón	2%	1%	1%	1%	1,5%	1,4%	1,3%	2,1%	1,2%	1,6%	0,4%
	Cartón Sucio	0%	0%	0%	0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,2%	0,3%	0,1%
	Duplex	2%	2%	2%	1%	1,6%	1,7%	1,4%	2,2%	0,8%	1,8%	0,6%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.2.3 Plásticos

Los residuos plásticos presentan un dominio del 54% para la fracción de “otros plásticos”, para el resto de los residuos que es posible de aplicar tratamiento de reciclaje, destaca bolsas de alta densidad con un 24% y PET con un 11% de representación en esta categoría. Sobre la variación estacional se observa una generación prácticamente similar, con una muy baja desviación en la generación. Sin embargo para la fracción “otros plásticos” dominante en la

categoría, posee una mayor generación en los NSE ABC1 y C2 respectivamente, presentando además las mayores diferencias en las máximas registradas con cerca de un 5% y una desviación respecto a la media de generación de un 1,4%.

**TABLA D.2.8:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN PLÁSTICOS TOTAL NSE**

MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
PLÁSTICOS	PET	1%	1%	1%	1%	1,3%	1,3%	1,2%	1,5%	1,1%	1,3%	0,1%
	Bolsas	3%	3%	3%	2%	2,8%	2,9%	2,8%	3,0%	2,5%	2,9%	0,2%
	Yogurt	0%	1%	1%	0%	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,4%	0,6%	0,1%
	Plastico NEGRO	1%	1%	1%	1%	0,7%	0,7%	0,6%	0,8%	0,5%	0,7%	0,1%
	Otros Plásticos	8%	7%	5%	5%	6,2%	6,1%	5,2%	7,8%	4,9%	7,1%	1,4%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.2.4 Metales

En la categoría metales, la representatividad de la categoría se encuentra dominada por la fracción chatarra con una participación del 82%, tanto sobre las variaciones de generación en general y estacionales son prácticamente iguales, salvo pequeñas variaciones en valores máximos de generación de metal ferroso de un 0,4%.

**TABLA D.2.9:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN METALES TOTAL NSE**

MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
METALES	Al	0%	0%	0%	0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%
	Metal Ferroso	1%	1%	1%	1%	0,9%	0,9%	0,9%	1,2%	0,8%	1,0%	0,2%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

3.2.2.5 Vidrio

La categoría vidrios se encuentra levemente influenciada por los vidrios transparentes con una representatividad del 60% del total. Este último presenta las menores variaciones tanto en los NSE, como la estacionalidad. Para el caso del vidrio de color se encuentra mayormente generado en los NSE con una participación del doble en el resto de los estratos medidos, presentada una leve variación respecto a la otra clasificación.

**TABLA D.2.10:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN VIDRIO TOTAL NSE**

MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
VIDRIO	Vidrio transparente	2%	2%	2%	2%	2,1%	2,0%	1,9%	2,5%	1,9%	2,2%	0,3%
	Vidrio Color	2%	1%	1%	1%	1,4%	1,4%	1,2%	1,9%	0,7%	1,6%	0,5%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

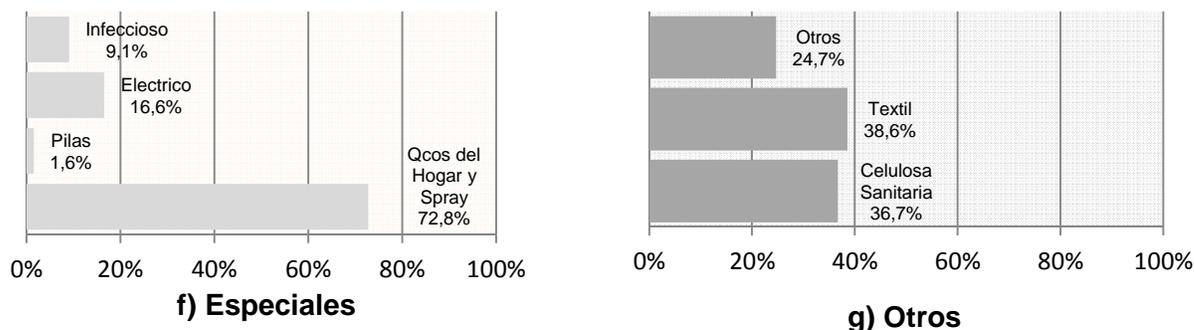
3.2.3 Residuos Especiales, Inertes y Otros

Los residuos Especiales de origen domiciliario incluyen artículos como pilas, medicamentos, químicos del hogar, pinturas, solventes o aceites usados, los que en su mayoría son considerados como residuos del tipo peligrosos, esta fracción de residuos representan el 1,1% de la cantidad de residuos caracterizados, siendo la fracción de Químicos del hogar la más representativa con casi un 73% de participación en esta categoría.

La categoría de residuos Otros representa un 11,1% del total de la muestra, está compuesta por residuos de origen textil, residuos no posibles de ser clasificados y celulosa sanitaria, estos últimos con una participación del 37% del total en la categoría.

En el GRAFICO D.2.4 se presenta la participación de cada uno de los residuos en las diferentes fracciones caracterizadas que componen la categoría.

**GRAFICO D.2.4:
COMPOSICIÓN DE LAS FRACCIÓN ESPECIALES Y OTROS (% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterización de RSD, región Metropolitana IASA, 2010.

En la TABLA D.2.11 se presenta la variaciones medidas para los residuos que no es posible de aplicar un reciclaje aparente, destaca el alto grado de participación de la categoría otros en la composición general con una representatividad de un 11,1% la cual es dominada por los residuos textiles, siendo esta fracción la que presenta las mayores variaciones estacionales, con peak máximos sobre un 4% respecto a su mínima, por lo que presentan las mayores variaciones respecto a la media de generación.

La categoría de residuos especiales no posee variaciones importantes en generación, siendo la única fracción de residuos que destaca del global, los residuos del tipo eléctrico con la mayor participación en el NSE con menos del 1%.

**TABLA D.2.11:
VARIACIÓN COMPOSICIÓN RESTOS TOTAL NSE**

MATRIZ DE % DE CLASE POR NSE												
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1	C2	C3	D - E	PROMEDIO	MEDIA	25 CUARTIL	MAX	MIN	75 CUARTIL	DESVIACIÓN ESTANDAR
ESPECIALES	Qcos del Hogar y Spray	1%	1%	1%	1%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,5%	0,6%	0,1%
	Pilas	0%	0%	0%	0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
	Electrico	1%	0%	0%	0%	0,3%	0,3%	0,2%	0,6%	0,1%	0,4%	0,2%
	Infecioso	0%	0%	0%	0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%
OTROS	Celulosa Sanitaria	4%	5%	4%	6%	4,8%	4,7%	4,2%	5,7%	4,1%	5,4%	0,8%
	Textil	2%	2%	3%	7%	3,4%	2,5%	2,1%	6,6%	2,1%	3,9%	2,1%
	Otros	1%	1%	2%	4%	1,9%	1,5%	1,2%	3,7%	1,0%	2,3%	1,3%

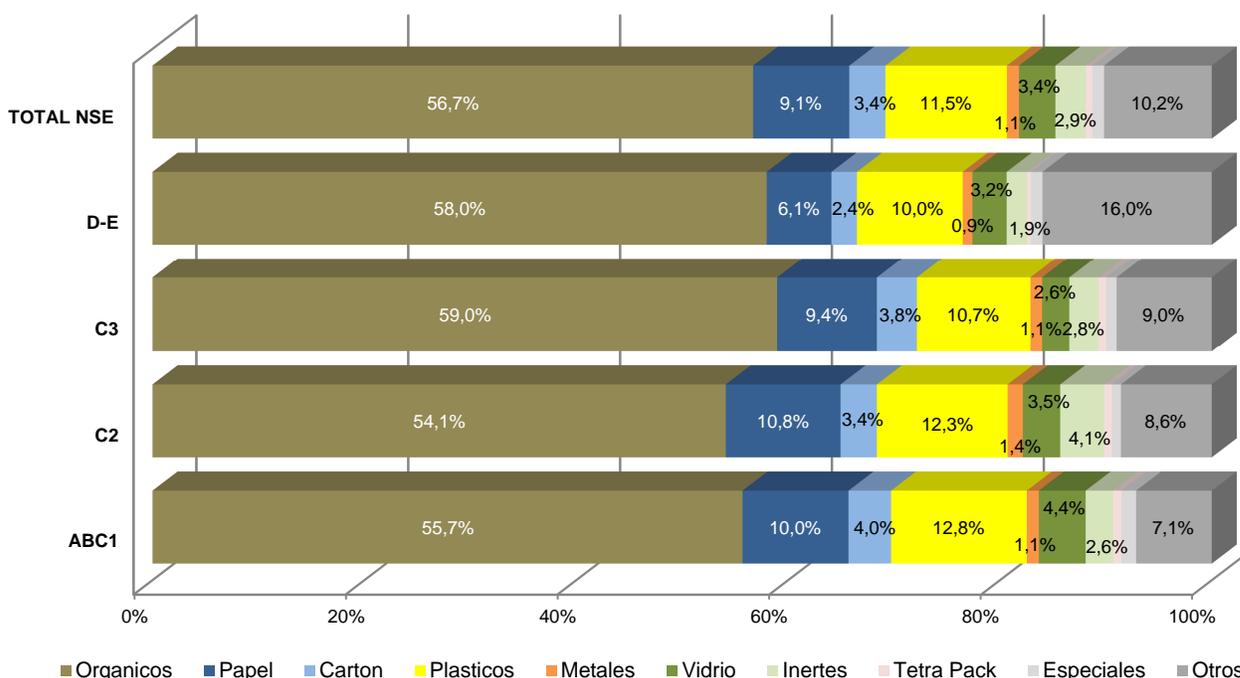
Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM

Resulta necesario destacar que la fracción de residuos Inertes (piedras, cerámicas, etc.) no se represento, debido a que su composición general es posible de ser asumida como residuos del tipo RESCON, no obstante esta fracción aporta solo con una participación global del 2,7% del total de los residuos caracterizados.

3.2.4 Variación según NSE en Generación RSD

En el GRAFICO D.2.5 se observa la variación en la composición de los RSD de los distintos NSE caracterizados para ambos periodos (primavera – otoño), al realizar una comparación en la participación de los distintos NSE en la composición de los residuos, es posible identificar que los NSE más altos poseen la mayor cantidad de residuos posible de ser reciclados, en cambio de los estratos más bajos poseen un mayor contenido de la fracción de restos de comida (categoría orgánicos), donde es posible aplicar otros tipos de técnicas en la minimización y posterior depósito en relleno sanitario, por ejemplo compostaje para los orgánicos.

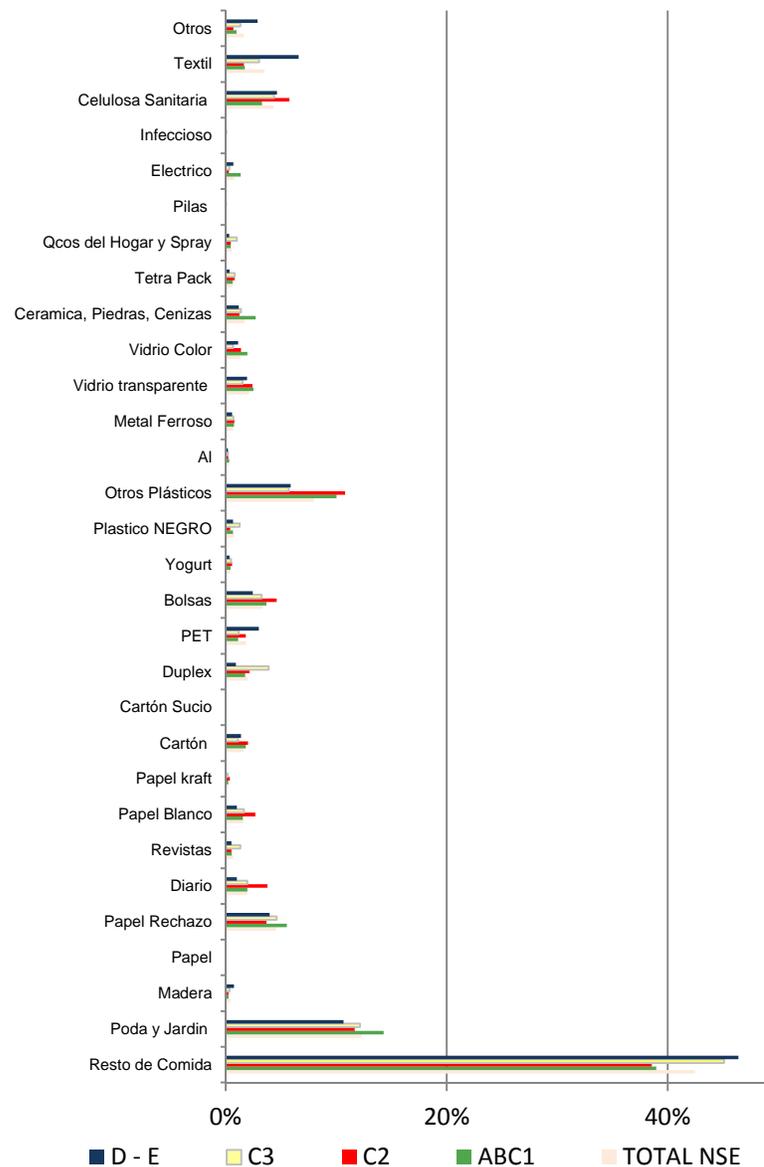
**GRAFICO D.2.5:
COMPOSICIÓN RSD SEGÚN NSE (% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM

En el GRAFICO D.2.6 se presenta una descripción detallada del aporte de los residuos en cada una de las fracciones identificadas. Cabe destacar que la categoría orgánicos se encuentra fuertemente influenciada la fracción de residuos de poda y jardín, donde para el sector más alto tienen una participación de 14% en esta categoría, llegando al sector más bajo con una participación de un 10%. Estas influencias se entiende corresponden a que en los NSE de baja densidad y particularmente ABC1 poseen una mayor cantidad de m² de áreas verdes a diferencia del resto de los estratos que corresponden a esta densidad.

**GRAFICO D.2.6:
REPRESENTATIVIDAD TIPO DE RSD SEGÚN NSE (% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM

En la TABLA D.2.12, se presentan los resultados porcentuales de participación de los RSD caracterizados, para cada uno de los distintos NSE y según participación en cada una de las categorías y fracciones de residuos caracterizados.

TABLA D.2.12: DISTRIBUCION DE RSD CARACTERIZADOS SEGÚN NSE, TOTAL CARACTERIZACIÓN (2010-2011).

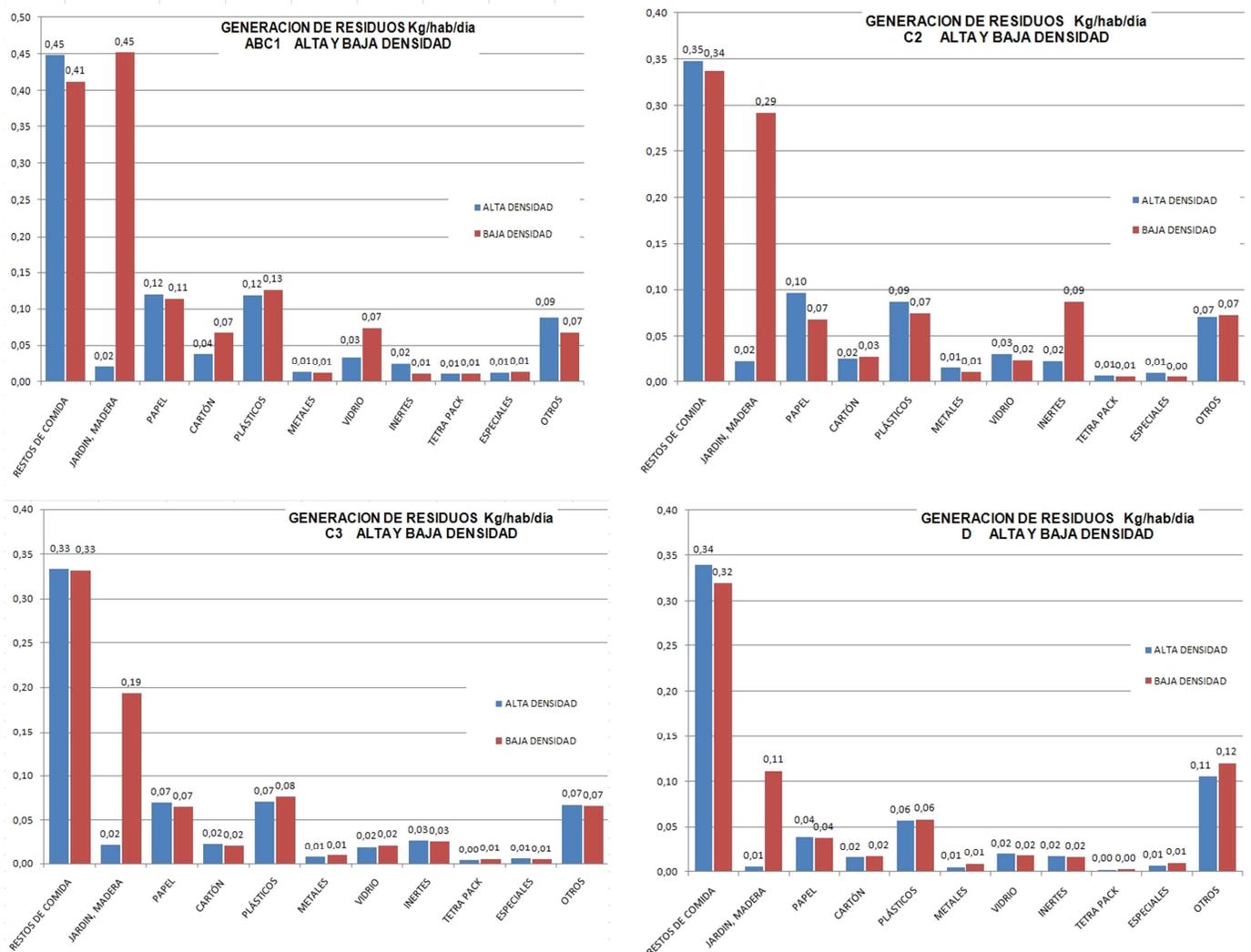
CATEGORIAS	FRACCIONES	ABC1				C2				C3				D - E				TOTAL NSE			
		KG	% por categoria	% participación total	% categoria	KG	% por categoria	% participación total	% categoria	KG	% por categoria	% participación total	% categoria	KG	% por categoria	% participación total	% categoria	KG	% por categoria	% participación total	% categoria
ORGÁNICOS	Resto de Comida	2.061	68,5%	38,2%	55,7%	1.499	73,0%	39,5%	54,1%	1.596	76,5%	45,1%	59,0%	2.760	80,4%	46,6%	58,0%	7.915	74,8%	42,4%	56,73%
	Poda y Jardin	917	30,5%	17,0%		483	23,5%	12,7%		477	22,9%	13,5%		545	15,9%	9,2%		2.423	22,9%	13,0%	
	Madera	31	1,0%	0,6%		72	3,5%	1,9%		14	0,7%	0,4%		126	3,7%	2,1%		242	2,3%	1,3%	
PAPEL	Papel	8	1,5%	0,1%	10,0%	9	2,2%	0,2%	10,8%	9	2,6%	0,2%	9,4%	6	1,6%	0,1%	6,1%	32	1,9%	0,2%	8,82%
	Papel Rechazo	244	45,1%	4,5%		145	35,4%	3,8%		155	46,6%	4,4%		224	62,0%	3,8%		768	46,7%	4,1%	
	Diario	137	25,3%	2,5%		146	35,6%	3,9%		73	21,8%	2,1%		57	15,7%	1,0%		413	25,1%	2,2%	
	Revistas	52	9,6%	1,0%		40	9,7%	1,1%		29	8,7%	0,8%		15	4,3%	0,3%		136	8,3%	0,7%	
	Papel Blanco	78	14,4%	1,4%		60	14,7%	1,6%		61	18,4%	1,7%		54	14,9%	0,9%		253	15,4%	1,4%	
	Papel kraft	22	4,1%	0,4%		10	2,3%	0,3%		6	1,8%	0,2%		6	1,6%	0,1%		43	2,6%	0,2%	
CARTÓN	Cartón	111	51,2%	2,1%	4,0%	56	42,8%	1,5%	3,4%	49	36,4%	1,4%	3,8%	74	51,7%	1,2%	2,4%	289	46,4%	1,5%	3,34%
	Cartón Suicio	18	8,3%	0,3%		10	7,9%	0,3%		7	5,2%	0,2%		21	14,7%	0,4%		56	9,0%	0,3%	
	Duplex	88	40,6%	1,6%		64	49,3%	1,7%		78	58,4%	2,2%		48	33,6%	0,8%		278	44,6%	1,5%	
PLÁSTICOS	PET	59	8,6%	1,1%	12,8%	50	10,6%	1,3%	12,3%	44	11,7%	1,3%	10,7%	86	14,6%	1,5%	10,0%	240	11,3%	1,3%	11,43%
	Bolsas	154	22,3%	2,9%		114	24,3%	3,0%		103	27,0%	2,9%		147	24,8%	2,5%		517	24,3%	2,8%	
	Yogurt	24	3,5%	0,4%		22	4,8%	0,6%		19	5,1%	0,5%		27	4,6%	0,5%		93	4,4%	0,5%	
	Plastico NEGRO	35	5,1%	0,7%		21	4,4%	0,5%		28	7,3%	0,8%		40	6,8%	0,7%		124	5,8%	0,7%	
	Otros Plásticos	419	60,6%	7,8%		262	55,9%	6,9%		186	48,9%	5,2%		291	49,2%	4,9%		1158	54,3%	6,2%	
METALES	Al	13	21,2%	0,2%	1,1%	9	17,2%	0,2%	1,4%	7	18,1%	0,2%	1,1%	9	16,4%	0,1%	0,9%	38	18,3%	0,2%	1,12%
	Metal Ferroso	48	78,8%	0,9%		45	82,8%	1,2%		32	81,9%	0,9%		45	83,6%	0,8%		170	81,7%	0,9%	
VIDRIO	Vidrio	135	56,5%	2,5%	4,4%	78	58,2%	2,1%	3,5%	66	72,9%	1,9%	2,6%	114	59,5%	1,9%	3,2%	393	60,0%	2,1%	3,51%
	Vidrio Color	104	43,5%	1,9%		56	41,8%	1,5%		25	27,1%	0,7%		77	40,5%	1,3%		262	40,0%	1,4%	
INERTES	Ceramica,	140	100,0%	2,6%	2,6%	157	100,0%	4,1%	4,1%	98	100,0%	2,8%	2,8%	114	100,0%	1,9%	1,9%	510	100,0%	2,7%	2,73%
TETRA PACK	Tetra Pack	42	100,0%	0,8%	0,8%	27	100,0%	0,7%	0,7%	24	100,0%	0,7%	0,7%	22	100,0%	0,4%	0,4%	116	100,0%	0,6%	0,6%
ESPECIALES	Qoos del Hogar y	34	45,0%	0,6%	1,4%	19	57,7%	0,5%	0,9%	23	63,7%	0,6%	1,0%	37	57,5%	0,6%	1,1%	113	54,1%	0,6%	1,12%
	Pilas	2	2,3%	0,0%		2	4,8%	0,0%		3	8,0%	0,1%		2	2,7%	0,0%		8	3,8%	0,0%	
	Electrico	33	44,3%	0,6%		4	12,1%	0,1%		7	18,6%	0,2%		21	32,4%	0,4%		65	31,1%	0,3%	
	Infecioso	6	8,4%	0,1%		8	25,3%	0,2%		3	9,7%	0,1%		5	7,4%	0,1%		23	11,0%	0,1%	
OTROS	Celulosa Sanitaria	220	57,0%	4,1%	7,1%	199	61,2%	5,2%	8,6%	148	46,7%	4,2%	9,0%	336	35,6%	5,7%	16,0%	903	45,8%	4,8%	10,6%
	Textil	113	29,3%	2,1%		80	24,6%	2,1%		105	33,2%	3,0%		388	41,0%	6,6%		686	34,7%	3,7%	
	Otros	53	13,7%	1,0%		46	14,2%	1,2%		64	20,1%	1,8%		222	23,4%	3,7%		385	19,5%	2,1%	
Total		5.401	1000%	100%	100%	3.795	1000%	100%	100%	3.538	1000%	100%	100%	5.918	1000%	100%	100%	18.652	1000%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM

3.3 Generación PPC a partir de la Caracterización RSD

La toma de muestras fue tomada desde la vereda de las comuna muestreadas, por lo que con la aplicación de una encuesta tipo en las viviendas en que se retiro las muestras, permite generar un indicar de generación per cápita de residuos (PPC) estimada en, este valor posteriormente se ajusta y contrasta con muestras similares y determina así un indicador provisorio de generación de RSD por cada uno de los NSE muestreados y de distintas densidades.

**GRAFICO D.2.7:
GENERACIÓN PER CÁPITA POR CATEGORÍA DE RSD (KG/HAB/DÍA)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM

Para la estimación de las distintas composiciones de los residuos generados de los NSE descritos, se considero las variaciones medidas durante las caracterizaciones realizadas, con los siguientes valores de generación per cápita:

- 1,35 Kg/hab./día, NSE ABC1,
- 1,0 Kg/hab./día, NSE C2,
- 0,85 Kg/hab./día, NSE C3,
- 0,72 Kg/hab./día, NSE D - E.

Cabe destacar que estas tasas de generación presentan una variación considerable en la fracción de residuos de poda y jardín, lo cual se entiende sea un fenómeno del periodo de toma de la muestra (primavera). La generación de residuos se encuentra en función de kilogramos de residuos generados por cada habitante en un día, por lo que para el caso del sector ABC1 baja densidad, la PPC para restos de comidas es de 450 gr, mientras que para la misma densidad, en el NSE C3 alcanza los 330 gr/hab./día.

Adjuntos al presente ANEXO D.2 se presenta una serie figuras (A, B, C y D) en las cuales se sintetizan las comunas representativas de cada uno de NSE (baja y alta densidad) en los cuales se caracterizaron los residuos de domiciliarios.

Estas FIGURAS describen los siguientes parámetros analizados para cada uno de los NSE:

- Mapa de ubicación comunas caracterizadas;
- Densidades consideradas;
- Composición general de los residuos;
- Descripción de cada una de las categorías de residuos con potencial de reciclaje;
- Variaciones en la composición, considerando las medidas de tendencia central (percentil 25 y 75, media, máximas y mínimas de generación), suma de antecedentes registrados durante ambas campañas de caracterización realizadas.

La FIGURAS se distribuyen en:

- FIGURA A, NSE ABC1;
- FIGURA B, NSE C2;
- FIGURA C, NSE C3;
- FIGURA D, NSE D-E.

3.4 Caracterización mecánica de RSD

Uno de los objetivos planteados en este estudio es poder evaluar la factibilidad técnica y económica de una separación mecánica, tanto la fracción orgánica (“finos”) como también la fracción gruesa (“sobre-tamaño”), sea para la obtención de materiales reciclables, compostables y/o producción de un combustible alternativo.

Para tal efecto, algunas de las muestras de RSD fueron sometidas a un proceso de separación mecánica posterior a la clasificación manual, homogenizadas y tamizadas con un tamiz rotatorio tipo "batch".

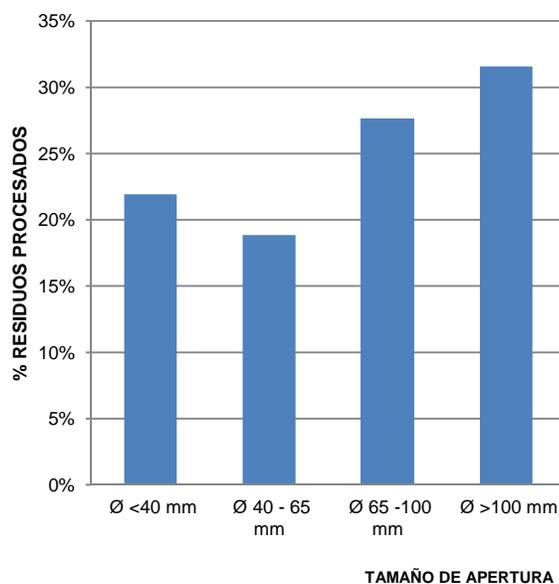
En principio se midieron los siguientes parámetros:

- Apertura de tamiz (<40 mm, 40 a 65 mm, 65 a 100 mm y > 100 mm); donde se estimó el tamaño de partícula v/s la composición de la fracción bajo tamiz, el % de mezcla, la eficiencia en tiempo del sistema;
- Composición de la fracción fina y sobre-tamaño: % total orgánicos, % de las principales fracciones reciclables y del resto; y

La clasificación mecánica por medio del Trommel, considero la toma de muestras para ser clasificadas por tamiz rotatorio desde 24 comunas, distintos estratos y densidades.

En el GRAFICO D.2.8 se aprecia la cantidad de residuos separados en cada etapa de tamizado.

**GRÁFICO D.2.8:
CANTIDAD DE RESIDUOS TOTALES PROCESADAS POR
APERTURA TAMIZ (FINOS Y SOBRETAMAÑO)**

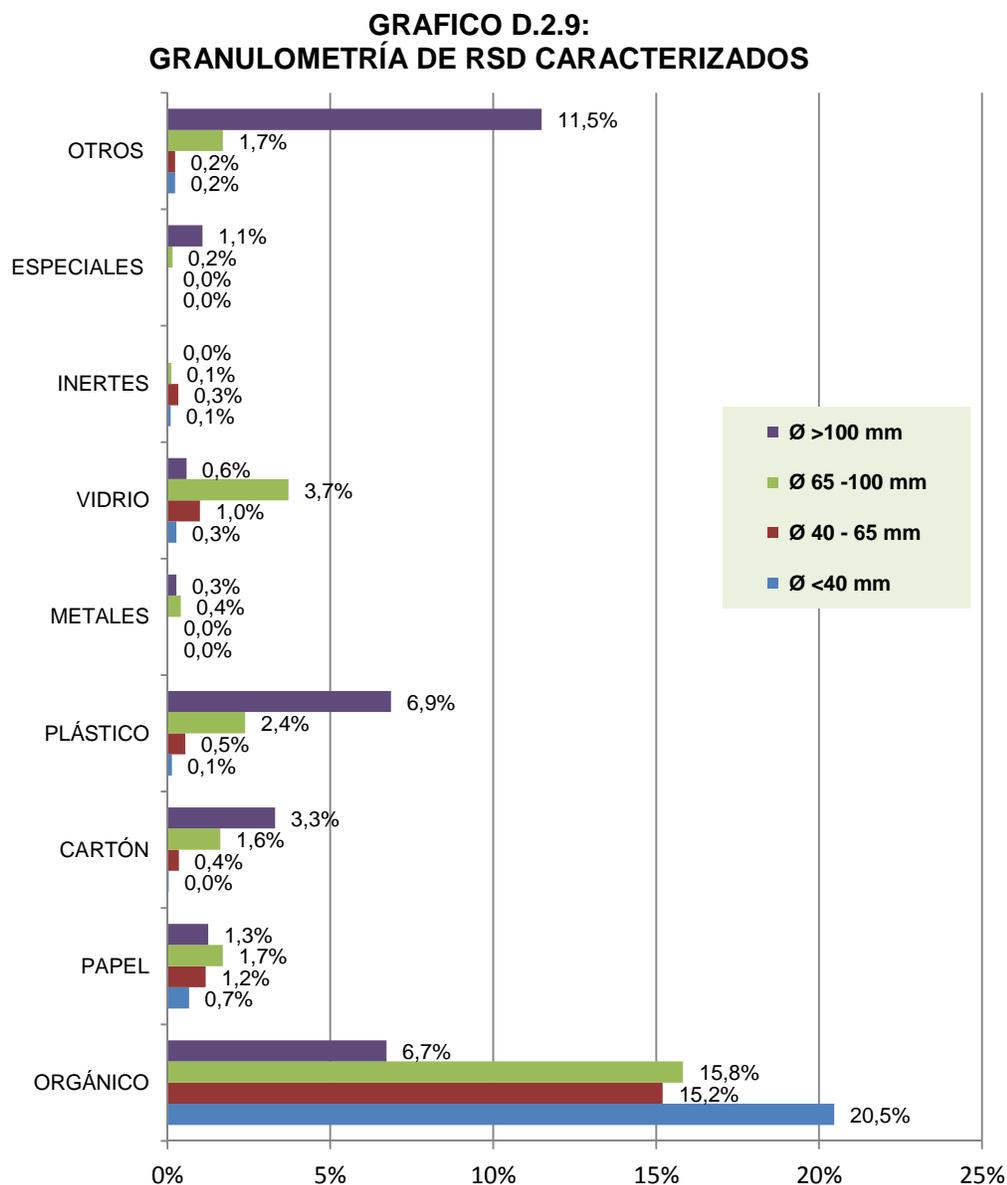


Fuente: Elaboración propia, caracterización de RSD, región Metropolitana IASA, 2010.

Se observa que en la fracción inferior a 65 mm se obtiene o se tamiza aproximadamente el 40% p/p del total de RSD a clasificar.

Dentro de la fracción de sobre-tamaño, el 27% p/p del total de los residuos tiene un tamaño entre 65 mm y 100 mm y el 33% restante sobre 100 mm.

En el GRAFICO D.2.9 se presenta la curva de granulometría de los RSU, es decir el porcentaje de cada fracción con un tamaño menor a la apertura del tamiz (en mm):



Fuente: Elaboración propia, caracterización de RSD, región Metropolitana IASA, 2010.

De este gráfico se puede interpretar que casi dos tercios de la materia orgánica poseen un tamaño menor a 65 mm, un 53% p/p de papeles, un 34% p/p de vidrios, y un 51% p/p de materiales inertes.

En síntesis el 40% p/p total de los residuos es tamizado bajo los 65 mm, donde principalmente se encuentra dominada por los residuos orgánicos, papeles y vidrios. En la fracción siguiente de

inferior a los 100 mm de apertura del tamiz se procesa en total el 70% p/p de la muestra donde se obtiene una mezcla pareja de los residuos a excepción del cartón y plásticos. Finalmente los residuos que no son posibles de tamizar, son representativos de las fracciones de cartón, plásticos, metales y especiales, este último representado por los residuos del tipo textil y pañales, con un aporte representativo del 30%, destaca que esta fracción es la que posee los valores más altos referidos a poder calorífico en los residuos domésticos.

3.4.1 *Análisis de laboratorio*

Con el fin de establecer las propiedades de Físicas-Químicas de los residuos y evaluar sus potencialidades para alternativas distintas a la disposición final en rellenos sanitarios, como lo es por ejemplo la generación de combustible, se realizaron análisis a muestras representativas de cada uno de los NSE de la RM, las muestras de RSD de estas comunas, fueron tomadas desde un Trommel, el cual es un equipo que provoca la separación de los residuos por medio de 4 tamices de los siguientes diámetros, que permiten tamizar los residuos en: “< 40mm, 40mm a 65mm, 65 mm a 100mm y >100 mm, siendo en esta última etapa en donde que los residuos que no son posibles de ser tamizados por estas aperturas. En base a ello, se tomaron muestras representativas de cada uno de estos tamices y se realizaron los análisis antes mencionados.

Se efectuaron análisis en cuanto a las características químicas y/o físicas de dichos residuos, realizándose mediciones de poder calorífico (PC), humedad (%H), % de azufre (%S), %cloro (%Cl) y de %cenizas (Cen), para 4 de las comunas caracterizadas por medio de un tamiz rotatorio (trommel), mas una muestra representativa de una de las categorías de estudio.

La clasificación es el primer tratamiento que deben sufrir los residuos para facilitar su recuperación ya que la correcta separación de los materiales permite un mayor y más rentable aprovechamiento de los mismos.

Dentro de los principales resultados y según la clasificación de grupos socioeconómicos, las comunas de análisis correspondían a los estratos; ABC1, C2, D – E y RURAL. Los resultados de los análisis realizados a estos estratos son agrupados según el proceso de tamizado del trommel. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas descritas a continuación:

TABLA D.2.13: RESULTADOS TOTAL NSE

NSE ABC1					
Tamiz/análisis	%Humedad	Poder Calorífico [Kcal/kg]	%Cenizas	%S	%CL
Tamiz <40mm	59,33	2.032	8,10	0,11	0,23
Tamiz 40mm a 65mm	63,84	2.671	5,47	0,04	0,13
Tamiz 65mm a 100mm	51,61	2.545	4,24	0,04	0,29
>100mm (sin tamizar)	20,62	4.965	4,78	0,06	0,15

Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM

En la TABLA D.2.13 se presenta en síntesis los resultados obtenidos del análisis físico-químico a los que se sometieron los RSD tamizados, destaca que los residuos resultantes en la primera separación mecánica posean los mayores % de humedad, lo cual ratifica los resultados de segregación mecánica la cual establece que los mayores % de residuos orgánicos (< 60%) resultan en los primeros tamices (< 40mm-<65mm).

Otro de los antecedentes relevantes que ofrece este estudio, es referido a la potencialidad calorífica que poseen los residuos sobre tamaño, aquellos que presentan un diámetro medio mayor a 100mm, los cuales presentan en promedio un poder calorífico de 4.965 Kcal/kg, valores que se encuentran dentro de la media de similares estudios realizados por IASA en otras comunas del país.

El detalle de los resultados obtenidos en laboratorio se encuentra descrito en el ANEXO D.3 del presente estudio.

4 COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MUESTREO

Un gran trabajo en cuanto a la caracterización de RSD es “Estudio Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana”, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (UCV) 2005; dicho estudio efectúa la caracterización considerando también factores económicos de la población muestreada. La el estudio se basa en los niveles socioeconómicos del método de calificación socioeconómica ESOMAR (Asociación Europea de Investigación de Mercado). El trabajo mencionado eligió de las comunas de la región 11 para el muestreo, representativas en su totalidad para los distintos niveles socioeconómicos, específicamente:

- ABC1: Vitacura y Providencia;
- C2: Santiago y La Florida;
- C3: Quinta Normal, Estación Central y Puente Alto;
- D: La Pintana, Peñalolén y San Ramón;
- E: Alhué.

De estas comunas se tomó las muestras asociando los resultados al nivel socioeconómico representado por la comuna en cuestión.

Comparando las metodologías en cuanto a la selección de lugares de toma de muestras cabe destacar que el estudio de la UCV tomó 11 sectores para que representen los niveles socioeconómicos. Solamente se escogió las comunas que tienen la mayor representatividad del nivel socioeconómico en cuestión. Las manzanas que se analizó fueron tomadas de acuerdo al nivel socioeconómico que representaba la comuna. Lo anterior se basó en datos del ICCOM (también con respecto a los datos del INE del Censo 2002) y una elaboración georeferenciada a nivel manzana por Mapcity. Esta metodología considera el nivel de estudio del jefe de hogar como también una batería de 10 bienes, ambos factores representan un indicador social y económico respectivamente.

Como descrito en los subcapítulos anteriores y apreciable en la FIGURA 2.3 del presente informe, el consultor elaboró un mapa que entrega la misma información. Se basó en la metodología del AIM del año 2008 que considera los mismos factores.

En el presente estudio se realizó un análisis del NSE de la población a nivel manzana en casi todas las comunas participantes. De este modo no solamente se podía seleccionar manzanas en comunas representativas, sino en mucho más comunas con un nivel socioeconómico parecido. Además se procuró que el sector de la manzana en cuestión fue del nivel socioeconómico requerido.

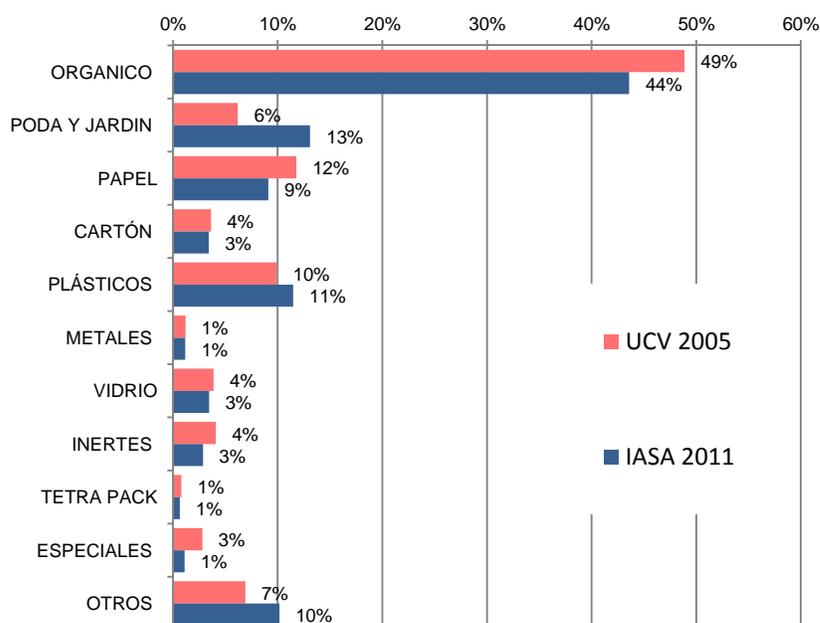
Finalmente cabe mencionar que el estudio de la UCV extrapoló los resultados obtenidos para el resto de las comunas con similar situación socioeconómica. En el estudio del presente informe se extrapolará los resultados para las comunas según el porcentaje de cada NSE que tienen y la composición y el PPC de los NSE en cuestión.

Vale resaltar que más allá de lo planteado anteriormente con respecto a factores económicos, se consideró también el nivel de urbanización, es decir densidad alta, baja y rural, dato que se obvió en el estudio de la UCV.

Resumiendo se puede destacar que los dos metodologías de selección de muestreo tienen la misma base cartográfica y nivel de análisis de los estratos socioeconómico. Igualmente se eligieron manzanas del nivel socioeconómico correspondiente, sin embargo IASA realizó una validación de cada una de las manzanas de NSE en terreno, ya que la base de datos más fidedigna es del año 2002 (INE). Lo anterior se estima conveniente ya en las comunas a muestrear han variado como mínimo en su composición tanto social, como en la densidad desde el último censo realizado. La UCV no considera la densidad como factor de diferencia, solamente realiza el muestreo en 11 comunas y extrapola los datos a nivel comuna. Lo anterior se estima reduce la representatividad de los resultados y su posibilidad de ser extrapolados a otras comunas del resto de la Región Metropolitana.

No obstante las observaciones descritas, se presenta una comparación realizada por la UCV durante el año 2005 y la realizada por IASA durante el 2010 - 2011, resulta necesario destacar que la caracterización de RSD realizada por la UCV contempló la toma de muestras para dos periodos representativos (primavera – otoño) por lo que los siguientes gráficos de la UCV presenta una síntesis de ambas temporadas.

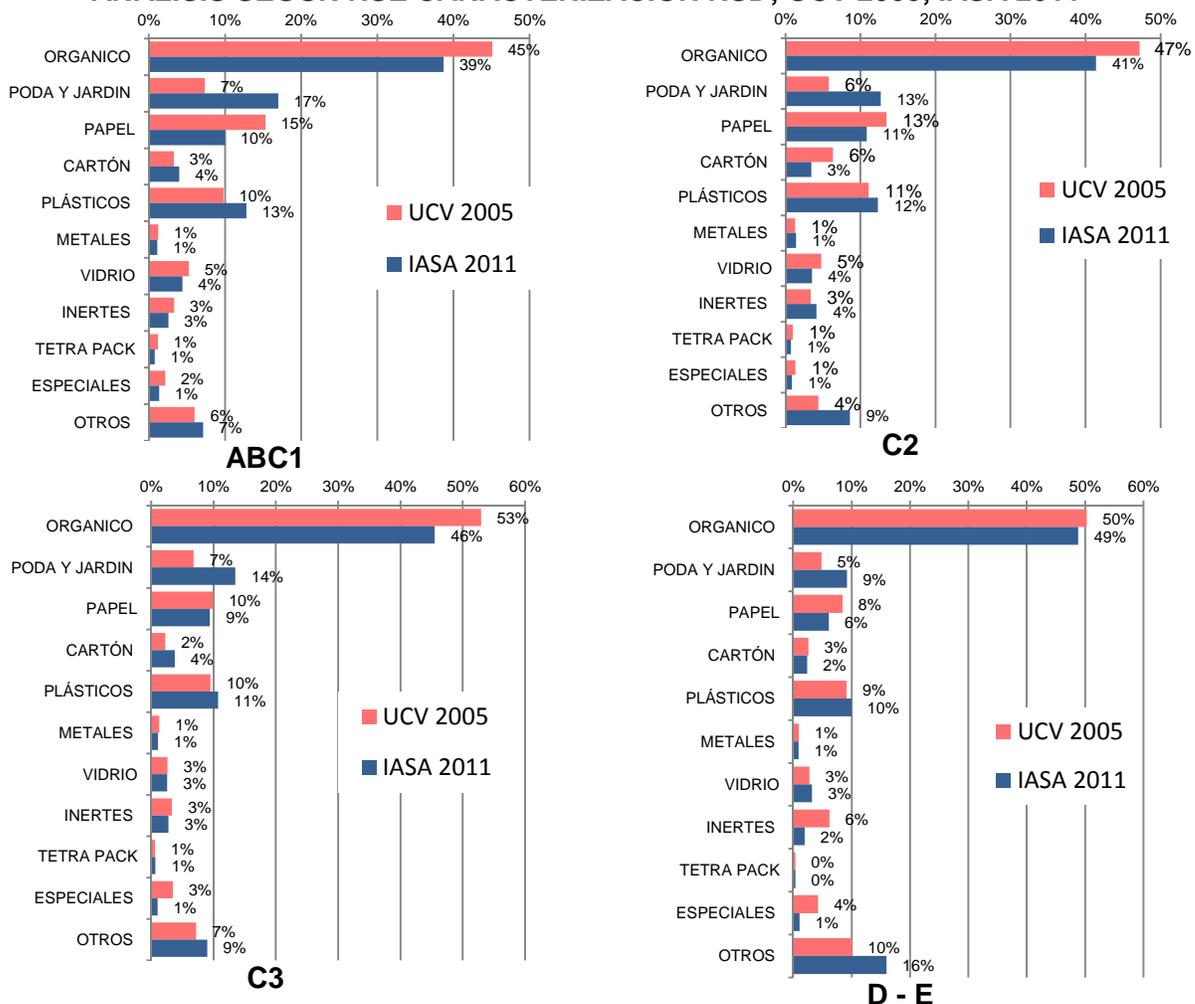
**GRAFICO D.2.10:
ANALISIS GLOBAL CARACTERIZACIÓN RSD UCV 2005, IASA 2011**



Fuente: Elaboración propia, caracterización de RSD UCV 2005, IASA 2011.

En el GRAFICO D.2.10 se presenta una síntesis comparativa de las últimas caracterizaciones de RSD que se han realizado en la Región Metropolitana, dentro de los puntos necesarios a destacar se presenta la separación de la fracción residuos de poda y jardín, ya que si bien corresponden a orgánicos influyen demasiado el total de la categoría. Tal como se observa en promedio para los NSE medidos hay una disminución del 5% en la fracción orgánica y un aumento de un 7% promedio para la fracción de poda y jardín, este aumento corresponde mayoritariamente al aporte de los NSE altos y de baja densidad poblacional. De no considerar estos antecedentes se podría decir ligeramente que la fracción orgánica para la región es de un 57% sin comprender el aporte específico de los residuos de poda y jardín. A su vez resulta necesario destacar el dinamismo que poseen dentro de la composición general de la región estas dos fracciones, siendo las que presentan mayores variaciones de total, tanto para las mediciones totales del estudio de referencia, como para las variaciones estacionales medidas por IASA.

**GRAFICO D.2.11:
ANALISIS SEGÚN NSE CARACTERIZACIÓN RSD; UCV 2005, IASA 2011**



Fuente: Elaboración propia, caracterización de RSD UCV 2005, IASA 2010-2011.

Como síntesis a los gráficos de particulares de los NSE en estudio, se observa que en general para el 2011 en la categoría de orgánicos, hay una disminución en las cantidades de las fracciones de restos de comida con un 6% aprox. para todas a excepción del NSE D-E donde la variación es de un 1%. La otra de fracción de la categoría se ve incrementa al doble, a excepción del NSE ABC1 donde el crecimiento de un 150% aprox.

Otra de las variaciones significativas esta en los residuos con potencial reciclable, donde cada una de las fracciones tiende a la disminución en la generación, con un 5% para el NSE ABC1. No obstante hay una leve tendencia de 1% en el incremento de la categoría papel y cartón.

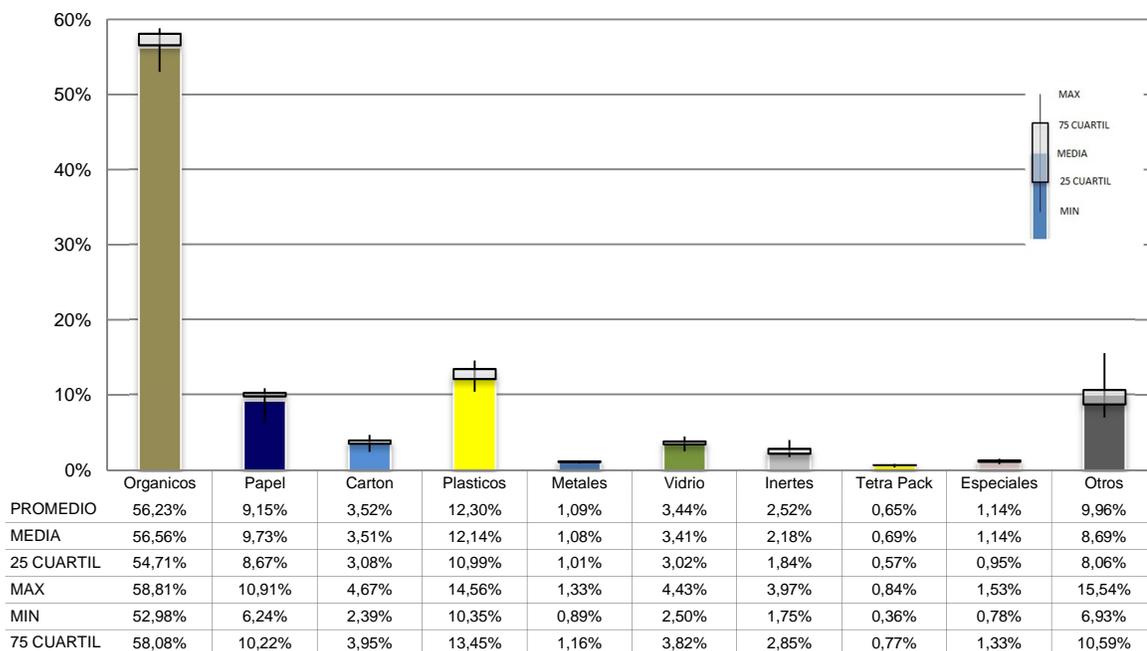
Una de las categorías que posee un crecimiento del orden del 4% del total la generación de RSD corresponde a "Otros", donde el aumento de textil en los NSE más bajos significa el aumento y en los otros el aporte de celulosa sanitaria.

5 CONCLUSIÓN

La caracterización efectuada para 30 sectores de los distintos NSE que componen las 27 comunas en las que se realizó la caracterización de RSD, fue desarrollada en tres etapas; piloto (validación metodología), primavera (2010), otoño (2011), siendo las dos últimas representativas de distintos periodos en la región, con lo cual se representa tanto la composición y generación de residuos en lapsos de generación opuestos entre sí, destacando las influencias propias de cada temporada, En el GRAFICO D.2.12 se presenta en síntesis las variaciones en la composición de los RSD medidos en las campañas de caracterización realizadas en las distintas comunas de la RM.

Las mayores diferencias en la composición se encuentran para las categorías de residuos orgánicos donde la variación por la estacionalidad son del 3%, otra de las más importantes variaciones con un 2% corresponde a la fracción de podas y jardín para el total año (periodos de primavera y otoño), corresponde en casi su totalidad al NSE ABC1 y C2 de baja densidad, con un incremento medio de un 4% respecto a los otros NSE.

**GRÁFICO D.2.12:
SÍNTESIS VARIACIÓN COMPOSICIÓN RSD REGIÓN METROPOLITANA (% p/p)**



Fuente: Elaboración propia, caracterizaciones de RSD 2010-2011 RM.

Una síntesis comparativa con la última caracterización de RSD que se han realizado en la R M (UCV 2005), los hitos más importantes a destacar corresponden a la fracción de residuos de poda y jardín, ya que si bien corresponden a orgánicos influyen demasiado la categoría. Entre ambos estudios se observa en promedio para los NSE medidos una disminución de un 5% en la fracción orgánica y un aumento de un 7% medio para la fracción de poda y jardín, la cual corresponde mayoritariamente al aporte de los NSE altos y de baja densidad poblacional. De no considerar estos antecedentes se podría decir ligeramente que la fracción orgánica para la región es de un 57%. Resulta necesario destacar el dinamismo que poseen estas fracciones dentro de la composición general de la región, siendo las que presentan mayores variaciones tanto en el estudio de comparación, como de los periodos medidos por IASA.

Del análisis mecánico realizados a los RSD de la RM, se observa que en los primeros tamices (<65mm) se obtiene cerca del 60% del total de los residuos orgánicos con un % de humedad estimada en un 60%. La fracción de residuos sobre tamaño >100mm, poseen un elevado poder calorífico cercano a las 6.000 Kcal/kg con un % de humedad del 20% y un bajo contenido de Cl. Antecedentes que determinan las potencialidades como combustible alternativo coprocesable.

Para ambos periodos de de muestreo se realizo un análisis en la composición tanto por caracterización manual, como mecanizada (trommel), en total la cantidad de residuos analizados de las 27 comunas fue de 18,7 toneladas de Residuos Sólidos Domiciliarios, clasificadas en 30 fracciones y 9 categorías de residuos.