

CASA PLAN PILOTO

YO RECICLO

MIS RESIDUOS, MI RESPONSABILIDAD



DIAGNÓSTICO GESTIÓN RECOLECCIÓN SEGREGADA DE RESIDUOS EN LA RM





DIAGNÓSTICO GESTIÓN RECOLECCIÓN SEGREGADA DE RESIDUOS EN LA RM



“DIAGNÓSTICO GESTIÓN RECOLECCIÓN SEGREGADA DE RESIDUOS EN LA RM”

La publicación de este documento ha sido posible gracias al financiamiento otorgado por el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (GORE), en el contexto del Convenio Mandato suscrito entre el GORE y la Subsecretaría del Medio Ambiente, en Octubre del 2016.

Contraparte Técnica

SEREMI del Medio Ambiente
Región Metropolitana de Santiago
Gobierno Regional Metropolitano de Santiago
Ministerio del Medio Ambiente

Consultor

Gestión de la Calidad Ambiental S.A (GESCAM)

Diseño y Diagramación

Portada y Tapa Carolina Durán
Diseño y Diagramación Viviana Ramírez

Tiraje

650 ejemplares
Primera edición, noviembre 2019.
Impreso por Gonsa S.A.

Revisión de textos

Ministerio del Medio Ambiente y SEREMI del
Medio Ambiente RM

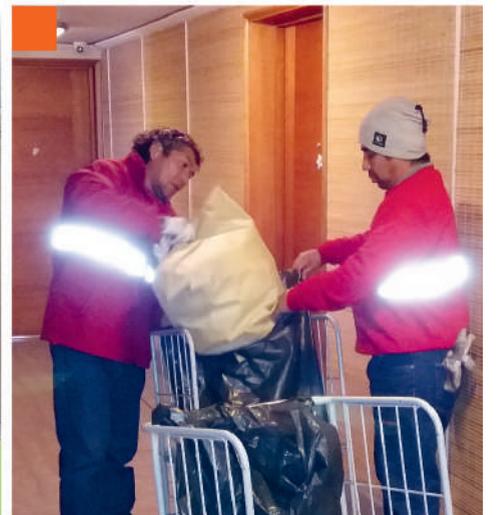
Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento, mencionando la fuente.



ÍNDICE

•	Prólogo.....	7
•	Presentación del Proyecto.....	8
•	Objetivos del Proyecto.....	11
•	Diagnóstico de la Experiencia existente en Recolección Segregada de Residuos “Casa a Casa”.....	12
•	Generación de Residuos de Envases y Embalajes, y Pilas en la RM.....	14
	A. Estimación y Proyección Residuos de Envases y Embalajes (EyE).....	14
	B. Estimación y Proyección de Residuos de Pilas.....	17
•	Descripción de la Población y Definición de los Territorios para implementar los Pilotos de Recolección Segregada “Casa a Casa”.....	19
•	Propuesta Metodológica e Implementación de los Pilotos.....	27
•	Sistematización de Información Generada en los Pilotos.....	36
	A. Encuestas de Satisfacción a los Usuarios del Piloto.....	36
	B. Modelo de Negocio: Empresa Privada (Veolia), Total Residuos y Caracterización.....	37
	C. Modelo de Negocio: Recicladores de Base, Total Residuos y Caracterización.....	43
	D. Registro Estacional de Generación Residuos de EyE, y Pilas.....	47
	E. Tasa de Participación de los Vecinos en la Recolección Segregada.....	49
	F. Indicadores de Producción Per Cápita (PPC) de Residuos de EyE, y Pilas.....	50
	G. Indicadores de PPPC de Residuos de EyE, por tipo de Material.....	51
	H. Densidad de los Residuos Retirados en Modalidad Recolección Segregada.....	51
	I. Nudos Críticos y Variables del Modelo de Negocio y Modelo de Gestión.....	52
	1. Nudos Críticos que condiciona la Viabilidad de un Programa de Recolección Segregada “Casa a Casa (RSCaC).....	52
	2. Infraestructura y Logística de Retiro.....	53
	3. Capacitación Recolectores.....	53
	4. Capacitación Vecinos.....	53
	5. Otras Acciones Necesarias.....	53
	J. Ingresos Asociados a la Venta de los Residuos de EyE.....	54
	K. Gastos Totales Asociados a Implementación de los Pilotos.....	55
	L. Indicadores de Eficiencia Técnica y Económica.....	57
•	Análisis de la Información Generada y Propuesta de Instrumentos de Gestión.....	60
	A. Análisis FODA de las Experiencias Piloto en los tres escenarios.....	60
	B. Propuesta de Modelos de Negocios y Gestión.....	60
	C. Impacto Socio-Ambiental de la Recolección Segregada de EyE.....	63
	D. Aplicación de Instrumentos de Incentivo Económico a la Gestión de Residuos de Envases y Embalajes.....	66
•	Lineamientos para Recolección Segregada de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.....	71
•	Seminario de Discusión y Difusión de Resultados.....	73







PRÓLOGO

El año 2016 se publicaron los resultados de la Segunda Evaluación de Desempeño Ambiental de la OCDE y de la Tercera Encuesta Nacional de Medio Ambiente realizada por nuestro Ministerio, donde se indicaba -por una parte- que la generación de residuos en Chile aumentó en un 30% en la década del 2000, que nuestro país no contaba con una industria del reciclaje y que el segundo problema ambiental en Chile según los ciudadanos era “la basura y la suciedad en las calles”. Por otra parte, se señalaba que las personas no reciclaban porque: no existían lugares donde reciclar (26,9%); por falta de costumbre (32,7%); por falta de información (9,6%); y por comodidad (12,4%).

Ante estos resultados, el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago decidió fortalecer la “Estrategia Regional de Residuos Sólidos de la Región Metropolitana” y el “Programa Santiago Recicla”, ambos elaborados por la Seremi del Medio Ambiente RM, a través del financiamiento de 3 iniciativas en torno al manejo de residuos sólidos: Un Programa de Educación y Sensibilización, la Construcción de una Red de Puntos Limpios en 19 comunas de Santiago y un Estudio de Diagnóstico sobre la gestión de residuos.

El documento que tiene hoy en sus manos es el trabajo de un año de terreno del Estudio de “Diagnóstico Modelo de Gestión de Recolección Segregada de Residuos Domiciliarios Valorizables Casa a Casa en la RM”.

Este Estudio -ejecutado por la Consultora Gescam y monitoreado por el Área de Economía Circular y Evaluación Ambiental de nuestra Seremi- buscaba obtener información real técnico-económica sobre la implementación de un Modelo de Gestión de Recolección “Casa a Casa” de Envases y Embalajes (EyE), y Pilas en comunas de la RM.

Los datos obtenidos permitirán fortalecer las políticas públicas que nuestro Ministerio está impulsando en materia de residuos, así como la Ley N°20.920 que “Establece un Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje”, conocida como Ley REP.

Somos optimistas al pensar que de las experiencias recogidas en las mil viviendas participantes de las cuatro comunas del Estudio: María Pinto, Vitacura, Macul e Independencia, podremos establecer las bases de un Modelo de Gestión

de Recolección Segregada que podría ser implementado con éxito en las zonas urbanas y rurales de la Región Metropolitana.

De esta manera, estaríamos dando forma al nuevo desafío institucional de aumentar la tasa de reciclaje en la región, fomentando entre sus habitantes el cambio de visión de los residuos, de verlos como algo inservible a contemplarlos como recursos que pueden ser valorizados como nuevos materiales.

La experiencia internacional nos indica que solo cuando se comparte con los ciudadanos la responsabilidad en la gestión de los residuos se logra el éxito en el reciclaje, por ello -cuando conocemos los estragos que está provocando el calentamiento global en el Planeta- apelamos a que desde el hogar y las escuelas se fomente el cambio de ciertos hábitos de consumo y se impulsen nuevas iniciativas de valorización.

Hoy más que nunca, cuando sabemos que el Cambio Climático nos acecha fuertemente tenemos que adoptar hábitos de consumo más sustentables, como el utilizar un transporte más limpio, reducir el uso de la electricidad, eliminar los plásticos de un solo uso, reutilizar los materiales, disminuir nuestra huella hídrica, así como nuestra huella de carbono.

El éxito en la gestión de residuos se logrará solo si somos capaces de entender que es de todos la responsabilidad, y que los hábitos de reciclaje no se logran en un día, requieren de constancia, dedicación y convicción, además del acompañamiento de las autoridades, mediante la entrega de lugares de disposición de residuos y métodos más adecuados para su separación.

Y en eso estamos trabajando como autoridad, prueba de ello es la entrega de este Estudio, además de las campañas de educación y sensibilización sobre gestión de residuos y la construcción de la Red de Puntos Limpios más grande del país, Santiago Recicla, instalaciones que ya están siendo inauguradas en varias comunas de la región. Ahora, solo esperamos que los ciudadanos se sumen.

Diego Riveaux Marcet

Seremi del Medio Ambiente
Región Metropolitana de Santiago



PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El objeto de la Ley N°20.920 de Fomento al Reciclaje, tal como se menciona en su artículo 1º, es "(...) disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente". A partir de este nuevo enfoque, los residuos se consideran potenciales recursos, posibles de reintegrar al ciclo de consumo, aprovechándolos como materia prima secundaria o valorizándolos energéticamente, lo cual permite además reducir el uso de energía y agua en los procesos industriales, contribuyendo al desarrollo sustentable al posibilitar el uso racional de los recursos naturales en la actividad económica.

De acuerdo a estadísticas disponibles de recepción de residuos sólidos domiciliarios (RSD) en los diferentes rellenos sanitarios de la Región Metropolitana¹ en el año 2013 y en base a datos del INE respecto a la población comunal², se pudo establecer que la Producción Per Cápita (PPC) promedio de la RM es de 1,19 kg-día/hab.

Por otra parte, en base al estudio realizado por Ingeniería Alemana en el año 2011, se estima que la fracción potencialmente valorizable de los RSD es de un 27,7%, lo que corresponde a residuos de papel, cartón, plástico, vidrio y metales, sin embargo, al contrario de lo que ocurre en países desarrollados, en Chile se recicla un porcentaje muy bajo de dichos residuos, estimándose en un 12%³.

Por lo tanto, en base a los Censos 2002 y 2017 respecto a la población comunal de la Región Metropolitana⁴ y su distribución por estratos socioeconómicos, y a partir de las proyecciones realizadas en este estudio en base a los factores MIDESO de generación de RSD e IASA de composición por tipo de residuo, se pudo proyectar que la Producción Per Cápita (PPC) de EyE más papeles es de 0,3 kg-día/hab para el año 2019, sin embargo esta cifra contempla todos los residuos asociados a esta categoría y no sólo los valorizables.

En virtud de lo anterior, existe la necesidad de conocer en detalle qué, cómo y cuánto de estos residuos se generan en la Región Metropolitana, y la disposición de la población a colaborar en un modelo de Recolección Segregada "Casa a Casa" (RSCaC), a objeto de analizar la factibilidad técnica y económica de incorporarlo a la gestión municipal.

El Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con el Gobierno Regional adjudicaron a la empresa GESCAM S.A. el desarrollo de este estudio con el objeto de generar información técnica económica respecto a la implementación de un modelo de este tipo y desarrollar los lineamientos para aplicar este mismo tipo de recolección a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Luego de levantar información relativa a experiencias de recolección segregada en Chile y a nivel internacional, que permitió conocer las principales variables a tener en consideración en proyectos de este tipo, se clasificó la población de la Región Metropolitana en base a sus características demográficas, socioeconómicas, perfiles de viviendas (casa/edificio) y comportamiento de generación de residuos de EyE y Pilas, permitiendo generar una propuesta de 22 comunas con alta representatividad de la realidad urbana y rural.

Luego de aplicar varios criterios de selección, cuidadosamente estudiados, y un análisis multicriterio, se seleccionaron cuatro territorios de 250 viviendas cada uno, para implementar pilotos de recolección segregada "Casa a Casa", en tres escenarios diferentes: Dos en escenario Urbano con estratos socioeconómicos distintos (Vitacura-ABC1 e Independencia-C3), uno en María Pinto para un escenario Rural y otro en Macul, representativo de un escenario de Unidades Habitacionales (edificios).

¹ RSSM: Relleno Sanitario Santa Marta; RSSP: Relleno Sanitario Santiago Poniente; RSLLC: Relleno Sanitario Loma Los Colorados; VCP: Vertedero Controlado de Popeta.

² INE, "Comunas: Actualización población 2002-2012 y proyecciones 2013-2020".

³ Ministerio del Medio Ambiente, Estudio de Factibilidad Técnico Ambiental, Económico y Social del Plan de Acción Santiago Recicla, Ingeniería Alemana S.A., Santiago, Chile, 2011.

⁴ INE, Censo de Población y Vivienda 2002 y Censo de Población y Vivienda 2017, y "Comunas: Actualización población 2002-2012 y proyecciones 2013-2020".



A partir de lo anterior se define una propuesta metodológica que incluye el desarrollo de una campaña gráfica de difusión, y la definición de dos modelos de negocio y de gestión para implementar los cuatro Pilotos de recolección segregada con la participación de una empresa privada (VEOLIA) y un grupo de Recicladores de Base (RdeB), con el objeto de evaluar su desempeño en los distintos escenarios. Por otra parte, se realizan múltiples reuniones con los principales actores relacionados con la ejecución de los Pilotos, esto es, Encargados Municipales, Juntas de Vecinos, Comité de Administración, siempre coordinados con la Contraparte Técnica del Gobierno Regional y la SEREMI del Medio Ambiente. Posterior a esto, se desarrollan campañas “puerta a puerta” en los cuatro territorios para informar a la comunidad e invitarla a participar de los Pilotos, entregándole el kit de materiales y registrando sus datos para determinar los indicadores de generación de residuos de EyE y Pilas per cápita, entre otros muchos indicadores que fue posible obtener a través de este estudio.

Una vez empadronados los vecinos participantes de los Pilotos, se entregan las listas con direcciones a los recolectores, 50% de cada territorio a cada uno, con excepción de Vitacura que fue atendido sólo por el modelo privado (VEOLIA). A partir de lo anterior, se definen las rutas de recolección, las características de los vehículos para realizar la recolección, la frecuencia de retiro, el centro de acopio donde serían trasladados los residuos para su clasificación y pre-tratamiento y el personal requerido.

Los Pilotos se iniciaron el 11 de junio de 2018 y finalizaron el día 7 de junio de 2019, dando origen a una base de datos con el registro de los residuos de EyE y Pilas caracterizados por tipo de material, origen y fecha. Los residuos que fueron recolectados por VEOLIA eran clasificados y pre-tratados en el Punto Limpio de Av. La Paz de la I.M. de Recoleta, mientras que aquellos recolectados por los RdeB llegaban a dicho Punto Limpio previamente clasificados y sólo para ser sometidos a los procesos de compactación, enfardado y acopio. En consideración a que la Administración de Puntos Limpios de este municipio trabaja en convenio con tres Cooperativas de Recicladores de Base, bajo procedimientos estandarizados en todas sus instalaciones, la información obtenida a partir de los residuos recolectados por VEOLIA pudo ser más detallada, puesto que era controlada en todas sus etapas, estableciéndose relaciones de volumen y peso, caracterización de los materiales de descarte, indicadores de productividad del personal de clasificación y pre-tratamiento, entre otros.

Como resultado de la implementación de un año completo de recolección segregada en los cuatro Pilotos, se lograron recuperar 94.685 kilos de residuos valorizables lo que incluye residuos de EyE además de revistas, diarios y papel blanco, que posterior a su reciclaje, permitieron su reintegración a la cadena productiva como materia prima secundaria; y 208

kilos de Pilas, evitando su depósito incorrecto en relleno sanitario. De estas cifras, un 86% de los residuos recuperados correspondió a la gestión de la empresa VEOLIA (80.961 kilos), mientras el 14% restante a los Recicladores de Base (13.724 kilos). Esta diferencia entre ambos modelos se debe principalmente a que el modelo privado atendió en exclusiva el piloto de Vitacura, representando un total de 60.694 kilos de residuos respecto del total. En relación a las pilas, un 49,5% fueron recuperadas por VEOLIA y un 50,5% por los RdeB, permitiendo su depósito en relleno de seguridad.

A partir del total de residuos recolectados, se determinó la composición en peso promedio de los residuos de EyE y papeles valorizables en la basura domiciliaria, correspondiendo un 44% a vidrio, 20% cartón, 20% papeles, 7% PET, 3% hojalata, 3% cartón para bebidas, 2% a envases rígidos de polietileno, 1% a latas de aluminio y 0,4% a bolsas plásticas.

En relación con la densidad bruta de los residuos, se logró establecer que es de 72 kg/m³ al momento de la recolección y que el material de descarte, una vez separado de los residuos valorizables, tienen una densidad promedio de 50,1 kg/m³. Este material que representa un 13% en peso de los residuos totales recolectados, genera un importante costo adicional de eliminación en relleno sanitario y corresponde a residuos de todo tipo, incluso orgánicos, que eran incorporados en las bolsas de reciclaje.

Es importante destacar que forman parte de esta corriente de materiales de descarte, un gran volumen de residuos de EyE no factibles de valorizar a la fecha, tales como envases de PET para envasar alimentos (tortas, comida para llevar, etc.) contaminados con aceite y grasas, y envases de poliestireno para yogurt, los cuales no pueden ser reciclados porque tienen adherida una etiqueta adhesiva que hace inviable su reciclaje. Se estima que estos residuos deberán ser ecodiseñados para apoyar el cumplimiento de las metas de valorización de residuos de EyE durante los próximos años.

Para efectos de mantener informada a la comunidad y conocer la evaluación que tenían del proyecto de recolección segregada, se realizaron tres encuestas, cada una de las cuales iba precedida de un reporte informativo con los resultados en cada barrio. La evaluación en general fue muy positiva, puesto que en promedio, un 79,7% de las personas calificó el proyecto con nota entre 6 y 7.

Otro importante resultado obtenido a partir de este estudio fue constatar el interés de la comunidad por participar de este tipo de iniciativas. En los Pilotos atendidos por el modelo de gestión privado, Vitacura alcanzó un promedio de 61% de participación semanal, mientras que en Independencia y María Pinto la participación semanal llegó al 43% y 39%, respectivamente. En Macul, la participación se dividió en dos retiros semanales, puesto que los vecinos podían entregar



sus residuos los lunes y/o jueves, alcanzando un 17% y 11% respectivamente, lo cual podría configurar un 28% semanal, si se suman ambos indicadores. Respecto a la participación alcanzada en el modelo atendido por los RdeB, destaca Independencia con un promedio semanal de 60%, seguida por María Pinto con un 20% y Macul con un 14%, durante el primer semestre.

Por lo tanto, en base a la generación de residuos y a la participación semanal promedio, se obtuvieron indicadores de Producción per Cápita (PPC) de EyE y Pilas por Piloto y por tipo de material. El PPC promedio de EyE valorizable obtenido es de 0,122 kg-día/hab, mientras que el de Pilas es de 0,37 gr-día/hab. Se debe notar que en el caso de los EyE este valor es inferior al valor teórico estimado en base a las proyecciones de la población y los factores MIDESO e IASA de generación de residuos, puesto que este PPC se obtuvo como resultado de un ejercicio real de Recolección Segregada, donde sólo se considera la fracción de EyE valorizable hoy en día en el mercado.

En relación con los costos de este proyecto, se puede señalar que se gastaron 37 UF/ton de residuo valorizado, considerando todos los costos operacionales de recolección, clasificación, eliminación del descarte y supervisión en terreno. Es importante considerar que este costo no refleja el óptimo de esta modalidad de recolección puesto que, en ambos casos, los recolectores iban puntualmente a atender un sector acotado de domicilios, lo cual no es eficiente si el camión no se retira a plena capacidad. Por otra parte, las 37 UF/ton tampoco reflejan los costos del proceso de pre-tratamiento de los residuos (compactación y enfardado) lo cual era asumido por personal de la Administración de Puntos Limpios de la Municipalidad de Recoleta al igual que otros gastos de tipo administrativo y servicios básicos.

Sin embargo, si se estiman dichos gastos para calcular un costo real de este tipo de recolección, se tiene que la recolección segregada alcanza un costo 3,5 veces superior a la recolección tradicional con camión compactador. Los factores que contribuyen a elevar su costo es el retiro segregado sin compactación, el mayor tiempo invertido en la devolución de las bolsas reutilizables por parte de los recolectores, la mala segregación en origen que hace más lenta la clasificación en el Punto Limpio, lo cual junto al bajo precio que alcanza la venta de estos residuos en el mercado, contribuyen a esta brecha en los costos.

El retiro segregado sin compactación, es fundamental para mantener la segregación de los residuos hasta su llegada al punto limpio para su clasificación y posterior reciclaje. La compactación contaminaría excesivamente los residuos, reduciendo ostensiblemente el porcentaje de recuperación de materiales valorizables.

Por lo tanto, en función de todos los antecedentes recopilados durante los Pilotos, se identificaron los principales nudos críticos con que se enfrenta un proyecto de recolección segregada "Casa a Casa", siendo los más importantes los bajos precios ofrecidos en el mercado por los residuos de EyE lo que no permite compensar los costos de la recolección ni su pre-tratamiento; escasa educación en la separación en origen por parte de la comunidad para la entrega los residuos de EyE limpios y secos; y la insuficiente cantidad de Centros de Acopio o Puntos Limpios disponibles para realizar clasificación de residuos y pre-tratamiento lo que hace inviable en este momento la implementación de proyectos masivos de este tipo.

En función de todos estos antecedentes y análisis FODA realizados para los tres escenarios estudiados, se redefinen los principales aspectos del Modelo de Negocio y Modelo de Gestión Base, aplicable a todos los escenarios, sólo con diferencias de logística, pero casi idéntico en todo lo demás. Es importante señalar que se estima clave en el éxito de cualquier programa de recolección segregada y en cualquier escenario, la entrega correcta de la Propuesta de Valor, la cual debe estar centrada en otorgar un buen servicio al vecino, cumpliendo los protocolos de recolección, días y horarios de retiro, previamente establecidos.

En base a lo anterior, se proyecta la recuperación y valorización de residuos de envases y embalajes desde los residuos domiciliarios, para efectos de estimar la brecha existente entre la situación actual y futura para el cumplimiento de las metas que serán establecidas durante los próximos meses.

Para contextualizar, durante el 2018 en Chile se produjeron 1,25 millones de toneladas de residuos de envases y embalajes a nivel domiciliario⁵, de estos, sólo un 12,5% se habría reciclado, lo cual es equivalente a 156.250 toneladas. Por lo tanto, para lograr las metas propuestas al 2023, se deberían realizar proyectos de RSCaC en 700.000 domicilios, lo que equivale aproximadamente a 2.500.000 personas, para que en base a una participación promedio de 40%, se logren recuperar las 65.326 toneladas de residuos de EyE adicionales.

El logro de estas metas significa un gran esfuerzo por parte de todos los actores, estimándose fundamental la aplicación de instrumentos de incentivo, tanto de regulación (normativa), económicos y de persuasión (educación, capacitación y difusión); lo cual involucra el ecodiseño de EyE, modificando el diseño, composición y función de los mismos para que puedan ser reutilizados o bien reintegrados a la cadena productiva como materia prima secundaria, siguiendo la ruta de la economía circular.

⁵ Ver en: <http://www.santiagorecicla.cl/comberplast/>, revisado en agosto 2019.



OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del estudio es generar información técnica económica respecto a la implementación de un modelo de gestión de recolección “Casa a Casa” de Envases y Embalajes (EyE) y Pilas, en comunas representativas de la realidad urbana y rural de la Región Metropolitana, considerando la Ley N° 20.920, “Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje”.

Los objetivos específicos orientados a alcanzar dicho objetivo principal son:

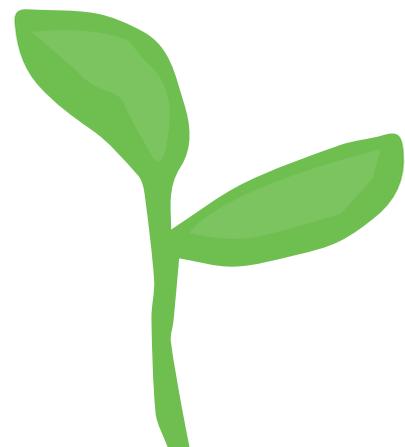
Objetivo Específico 1. Levantar información relativa a las experiencias existentes relacionadas con la recolección segregada “Casa a Casa” de Envases y Embalajes (EyE) y Pilas.

Objetivo Específico 2. Describir la población de sectores urbanos y rurales en base a sus características demográficas, socioeconómicas, perfiles de viviendas (casa/edificio) y comportamiento de generación y manejo de Envases y Embalajes (EyE), y Pilas.

Objetivo Específico 3. Proponer 22 sectores representativos de la realidad urbana y rural de la Región Metropolitana donde sea factible implementar pilotos de recolección segregada “Casa a Casa”.

Objetivo Específico 4. Implementar 4 pilotos de recolección segregada “Casa a Casa” de Envases y Embalajes (EyE) y Pilas, en sectores urbanos y rurales de la Región Metropolitana.

Objetivo Específico 5. Procesar la información generada in situ, estableciendo lineamientos y recomendaciones que sienten las bases de un modelo de gestión de recolección “Casa a Casa” de Envases y Embalajes (EyE) y Pilas, que pueda ser implementado en zona urbana y rural de la Región Metropolitana.





DIAGNÓSTICO DE LA EXPERIENCIA EXISTENTE EN RECOLECCIÓN SEGREGADA DE RESIDUOS “CASA A CASA”

Con el objeto de conocer el estado del arte en esta materia, se estudian diversas experiencias nacionales e internacionales, con el fin de establecer las ventajas y desventajas de cada modelo utilizado.

La recolección selectiva o segregada de residuos ha sido definida en la Ley de Fomento al Reciclaje, como un tipo de recolección en que los residuos han sido separados en origen, configurando un sistema de recogida en función de sus distintas fracciones y que supone un plan de gestión con destinos diversos, según el tipo de residuo: orgánicos/inorgánicos, reciclables/no reciclables, residuos de poda y otros residuos sólidos domiciliarios.

Aun cuando la separación de residuos reciclables de aquellos no reciclables podría ser posterior a la recogida a través de métodos tecnológicos o manuales, la consideración de factores de eficiencia en la recuperación, conciencia ciudadana y participación de los usuarios, eleva a la recolección selectiva con separación en origen como una opción deseable⁶.

Los objetivos que debe alcanzar un proyecto de recolección selectiva son⁷:

- Integración a la estructura y dinámica urbana.
- Aceptación de la ciudadanía.
- Coherencia con las posibilidades efectivas de reciclaje disponibles en el territorio.
- Compatibilidad con los recursos disponibles.
- Maximización de la recuperación, minimización de la disposición final.
- Integración en el sistema general de gestión de residuos.
- Soportado por un plan de comunicación.

Dado que lo tradicional es la eliminación de los residuos mezclados y que esta modalidad implica un esfuerzo adicional por parte del usuario, un programa de recolección

segregada se debiera apoyar en la aplicación de incentivos⁸. Un tipo de incentivo económico negativo sería encarecer el sistema de eliminar residuos a través de disposición final, lo cual implicaría elevar los costos de recolección para los usuarios, aplicando tarifas diferenciadas proporcionales a la cantidad producida. Un tipo de incentivo económico positivo sería pagar a los usuarios por los residuos reciclables, ya sea por la vía directa o a través de descuentos en servicios o premios⁹.

Un tipo de incentivo de persuasión sería profundizar las estrategias de participación utilizando plataformas a través de las cuales los usuarios de los sistemas de recolección segregada se “sientan parte” involucrada de la iniciativa, con perfiles por familia o vivienda, retroalimentación sobre rendimiento individual, información actualizada del avance del programa, avisos, reportes e información práctica sobre el reciclaje, puesto que una buena identificación de los usuarios con el programa, mejora la participación y los logros.

Como se puede observar, existen muchos incentivos posibles pero las soluciones siempre serán de tipo mixto. Hay algunos incentivos más complejos de implementar, como la modificación del sistema de tarifas de aseo. Otros más sencillos, como las plataformas virtuales de participación, pero no hay mejor incentivo que un programa robusto, técnica y socialmente bien diseñado, con los recursos necesarios para su adecuada implementación, que se construya con la comunidad como corresponsable de los resultados.

La Ley N°20.920 de Fomento al Reciclaje que establece la responsabilidad extendida del productor para hacerse cargo de los residuos asociados a los productos que coloca en el mercado, define seis Productos Prioritarios: Aceites Lubricantes; Aparatos Eléctricos y Electrónicos; Baterías; Envases y Embalajes; Neumáticos; Pilas.

Para efectos de este estudio, serán relevantes los Envases y Embalajes (EyE), las Pilas y los Aparatos Eléctricos y

⁶ Álvarez, Lourdes y otros, Manual De Recogida Selectiva Puerta A Puerta, Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta, Actuación subvencionada por: la Agencia de Residuos de Cataluña, California, Estados Unidos, septiembre 2010, pp 316.

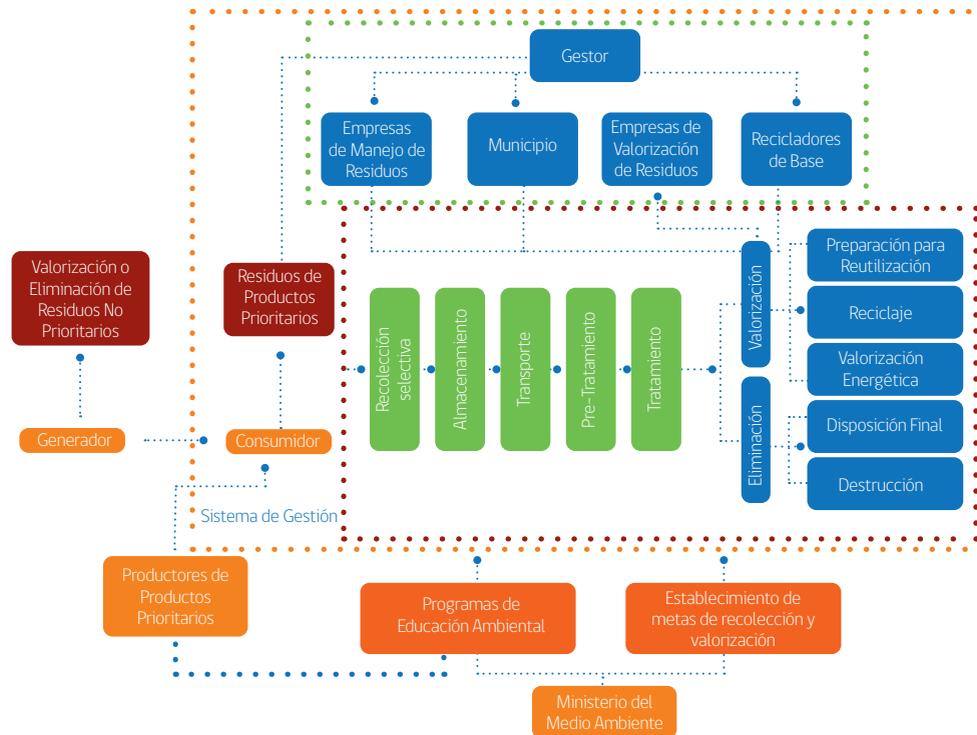
⁷ Álvarez, Lourdes y otros. Op Cit.

⁸ Labarca, Andrés, Instrumentos Económicos para Incentivar el Reciclaje en los Hogares de la Región Metropolitana, Seminario de Título, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile, 2013.

⁹ Rondón, Estéfani y otros. 2016. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. CEPAL.



Figura 1.
Mapa de actores y su interacción con la cadena de valorización



Fuente: Elaboración propia en base a lo señalado en la Ley de Fomento al Reciclaje.

Electrónicos (AEE), siendo claves los actores involucrados en el ciclo de vida de dichos productos. La Figura 1 muestra el mapa de actores asociados a un Sistema de Gestión que incluye entre sus procesos, la Recolección Segregada de Residuos “Casa a Casa”, en el marco de la Ley de Fomento al Reciclaje.

La cadena de valorización se inicia con los productores que colocan sus productos en el mercado. Estos productos luego de ser adquiridos por los Consumidores, son desechados convirtiéndose en Residuos de Productos Prioritarios, factibles de valorizar, los cuales son responsabilidad del productor a través de su Sistema de Gestión.

En base a la experiencia nacional e internacional revisada se puede concluir que para el correcto funcionamiento de los programas de recolección segregada es fundamental el apoyo a través de campañas publicitarias y la concientización de la comunidad. Por otra parte, el apoyo por parte del Estado es un pilar fundamental, ya que estos programas tienen mejor acogida cuando son presentados como parte de una política pública. En ninguna de las experiencias nacionales revisadas se entregaron incentivos económicos positivos, al contrario, en María Pinto se desarrollaron incentivos negativos, puesto que de acuerdo a la ordenanza municipal dictada, los habitantes que no segregan sus residuos, quedan expuestos a posibles multas.

Es relevante notar que existe otro tipo de incentivos que movilizan a las personas a participar de este tipo de programas.

Es el caso del Proyecto de Reciclaje de La Reina donde el mayor incentivo fue la conciencia ambiental ciudadana, o en el caso de Peñalolén, donde fue la ayuda social prestada a los recicladores de base, pues los materiales recuperados iban en directo beneficio de aquellos que participaban del proyecto. En este sentido, la sensibilización de la comunidad por todos los medios posibles, es un aspecto muy importante para lograr la participación efectiva de la ciudadanía.

Otros componentes que se repiten en prácticamente todos los modelos son la colaboración Público/Privada y la existencia de vínculos comerciales con el sector privado para la comercialización de los reciclables.

Un aspecto al que se debe prestar atención y que explica la razón de que muchas iniciativas de reciclaje no se han sostenido en el tiempo –especialmente las basadas en Puntos Verdes– es que estos programas requieren de una infraestructura adecuada que ha estado ausente en varias de estas experiencias. Los reciclables separados en la fuente o en Puntos Verdes requieren de procesos de selección fina, limpieza, enfardado y/o compactación, chipeado o trituración, para ser reincorporados a una economía circular. En incontables iniciativas se ha embarcado a las personas en procesos de separación de residuos que terminan en la disposición final al no tener en consideración que para su reciclaje deben cumplir ciertas condiciones mínimas de clasificación y limpieza y, más relevante aún, que los costos de transportar reciclables en densidades bajas por distancias largas, terminan con el valor de los productos recuperados.



GENERACIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES Y EMBALAJES Y PILAS EN LA RM

A. ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN RESIDUOS DE ENVASES Y EMBALAJES (EyE)

Para efectos de estimar la generación de EyE en las comunas de la Región Metropolitana, se proyecta la población, según estrato socioeconómico. Una vez realizado lo anterior, se aplican factores de generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, para luego aplicar factores específicos que permitan establecer la proporción de residuos de Envases y Embalajes y Pilas dentro de este total de residuos domiciliarios.

La proyección de la población se realiza a partir de tres métodos distintos, dependiendo del comportamiento de la población comunal. Esto es [Crecimiento Geométrico](#) para todas aquellas comunas en que la diferencia entre la

población 2017 y la proyectada al 2030 fue menor a 50%; [Mínimos Cuadrados Ordinarios](#)¹⁰ en aquellos casos donde se observó que la proyección de su población disminuía con el transcurso de los años; y en base a un [Análisis Especial](#) en aquellas comunas donde la población proyectada al 2030 superaba en 50%¹¹ la población del año 2017.

Para proyectar la generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) se aplican los factores MIDESO por estrato socioeconómico y las tasas de crecimiento anual de dicha Producción Per Cápita (PPC)¹².

Tabla 1.
PPC de RSD y Tasa de Crecimiento Media Anual por Estrato Socioeconómico, 2013

Estrato Socioeconómico	Grupo Socioeconómico	Nivel de ingreso del hogar (\$/mes)	PPC Generación Residuos (kg/hab/día)	Tasa de crecimiento media anual (%)	Tasa sugerida de crecimiento media anual (%)
Nivel Alto	ABC1	Mas de \$1.800.00	1,38	0-1	0,5
Nivel Medio	C2	Entre \$850.000 \$1.800.000	1,05	1-2,5	1,8
	C3				
Nivel Bajo	D	Menos de \$850.000	0,88	2,5 - 4,5	3,5
	E				

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social "Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables" 2013.

En el caso de la población urbana se aplica la distribución por estrato socioeconómico a partir de las manzanas censales 2002, puesto que dicha información no estuvo disponible en el Censo 2017. En el caso rural no existen las manzanas censales, por lo que para efectos de este estudio, se le asocia un estrato socioeconómico bajo con una tasa de crecimiento anual de 2,5% que es el límite con el estrato medio, en vista que la población rural presenta dos perfiles, uno típicamente rural campesino (estrato bajo), y otro de parcelas de agrado (estratos medio y alto).

¹⁰ Estimación realizada en base a Minuta Estimaciones de Población Comunal 2021 - 2030, SEREMI de Desarrollo Social Metropolitana, Área de Estudios, marzo 2015.

¹¹ Se consideró dicho porcentaje porque la media de crecimiento de las comunas entre los años 2002 - 2017 es menor a dicho porcentaje, entendiéndose este hecho como un factor de ajuste de las proyecciones.

¹² Ministerio de Desarrollo Social, Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables, Gobierno de Chile, 2013.



Por lo tanto, en base a la distribución de la población urbana por estrato socioeconómico, de acuerdo al Censo 2002, y la población rural que se asume con un estrato socioeconómico bajo, se proyecta la generación de RSD.

Tabla 2.
Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios 2017-2030 en la Región Metropolitana

Año	Generación RSD [ton/año]			
	Bajo	Medio	Alto	Total
2017	1.118.192	1.137.070	425.847	2.681.109
2018	1.171.905	1.172.678	434.415	2.778.997
2019	1.228.306	1.209.551	443.208	2.881.066
2020	1.287.544	1.247.732	452.235	2.987.510
2021	1.349.774	1.287.274	461.503	3.098.551
2022	1.415.164	1.328.239	471.020	3.214.423
2023	1.483.889	1.370.687	480.797	3.335.373
2024	1.556.139	1.414.684	490.840	3.461.664
2025	1.632.113	1.460.299	501.161	3.593.574
2026	1.712.023	1.507.605	511.770	3.731.398
2027	1.796.098	1.556.677	522.675	3.875.450
2028	1.884.577	1.607.597	533.888	4.026.062
2029	1.977.718	1.660.449	545.421	4.183.588
2030	2.075.796	1.715.322	557.284	4.348.402

Fuente: Elaboración propia en base a Censos 2002 y 2017, PPC MIDESO por estrato socioeconómico.

A partir de la generación de residuos sólidos domiciliarios se estiman los residuos de Envases y Embalajes, tomándose en consideración tres estudios:

- CyV Ambiente Ltda. "Diagnóstico de producción, importación y distribución de envases y embalajes y el manejo de residuos de envases y embalajes", 2010, Ministerio del Medio Ambiente.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), "Estudio Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana", 2006.
- Ingeniería Alemana S.A. (IASA), "Estudio de factibilidad técnico ambiental, social y económica para la implementación del plan de acción Santiago Recicla, 2011.

En primer lugar, se desestima el de la empresa CyV Ambiente Ltda. porque entrega factores de generación per cápita de residuos de EyE, sin distinción de Grupo Socioeconómico (GSE) y a nivel nacional, no así los estudios de la Universidad Católica de Valparaíso e Ingeniería Alemana, los cuales estiman una composición promedio a partir de campañas residenciales en la Región Metropolitana, por estrato socioeconómico.

Para comparar ambos estudios, se distribuyó la población de la Región Metropolitana por grupo socioeconómico y se obtuvieron los PPC promedio ponderado por GSE, por tipo de material, tal como se observa en las Tablas a continuación.



Tabla 3.
Distribución de la Población por GSE en la Región Metropolitana, 2018

Región Metropolitana	Grupo Socioeconómico (GSE)							Total
	AB	C1A	C1B	C2	C3	D	E	
	2,8%	8,8%	7,9%	14,1%	27,3%	31,3%	7,9%	100%
	19,5%		41,4%		39,2%			

Fuente: Asociación de Investigadores de Mercado (AIM), "Nueva metodología de segmentación y clasificación socioeconómica", 2018.

Tabla 4.
Composición Promedio Ponderado de Residuos de EyE, por GSE en la Región Metropolitana, PUCV vs. IASA, 2018

Residuo de EyE	PUCV	IASA	Promedio
	Composición Promedio (Ponderado por GSE)		
Papel	10,5%	8,4%	9,5%
Cartón	3,1%	3,2%	3,2%
Plásticos	9,7%	11,1%	10,4%
Cartón para bebida	0,7%	1,1%	0,9%
Vidrio	3,6%	3,3%	3,5%
Metales	1,4%	0,6%	1,0%
TOTAL	29,1	27,7%	28,4%

Fuente: Elaboración propia.

En base a este ejercicio se identifican algunas diferencias de PPC por tipo de material, siendo significativas las que se refieren a papel y plástico. IASA presenta una composición de 2,1 puntos porcentuales menos para papel y 1,4 puntos porcentuales superior para los plásticos.

Se observa que una mayor presencia del plástico en los residuos de EyE es consistente con la tendencia internacional, según lo señalado por el Centro de Envases y Embalajes de Chile, CENEM, que advierte que en los mercados de packaging, lo que más crece a nivel mundial es el sector plástico en la categoría envases flexibles¹³, utilizándose cerca del 80% de este tipo de envases en la industria de alimentos, por su versatilidad en materiales, por su costo, protección, facilidad de transporte.

En virtud de lo anterior, se estima recomendable utilizar los resultados del informe de IASA pues recoge de mejor manera la evolución de las tendencias de consumo que redundan en la generación de residuos de EyE, lo cual es consistente porque se trata de un estudio más reciente. El cambio de tendencias de generación de residuos que la dictación de la Ley de Fomento al Reciclaje pueda tener en el futuro, deberá ser revisado más adelante; sin embargo, para efectos de este estudio que tiene por objetivo seleccionar territorios representativos de la realidad urbana y rural de la RM, la tendencia en la generación actual es la que resulta relevante.

Por lo tanto, a continuación, se proyecta la generación de los residuos de EyE en base a los factores entregados por el estudio de IASA, ponderados por la distribución 2018 de GSE en la Región Metropolitana¹⁴.

¹³ Economía y Negocios, "En los envases flexibles la innovación es permanente". Mariana Soto Urzúa, Gerente General de CENEM, 14 de diciembre 2017.

¹⁴ Asociación de Investigadores de Mercado (AIM), "Nueva metodología de segmentación y clasificación socioeconómica", 2018.



Tabla 5.
Proyección de Residuos de EyE, 2017-2030 en la Región Metropolitana

Año	Generación (ton/año)						Total Total
	Papel	Cartón	Vidrio	Metal	Plástico	Cartón para bebidas	
2017	226.023	86.804	88.898	16.156	296.836	28.554	743.270
2018	234.275	89.973	92.143	16.746	307.674	29.596	770.407
2019	242.880	93.277	95.527	17.361	318.974	30.683	798.703
2020	251.853	96.724	99.057	18.003	330.759	31.817	828.212
2021	261.214	100.319	102.739	18.672	343.053	33.000	858.996
2022	270.982	104.070	106.581	19.370	355.882	34.234	891.118
2023	281.179	107.986	110.591	20.099	369.272	35.522	924.649
2024	291.825	112.075	114.778	20.860	383.255	36.867	959.660
2025	302.945	116.346	119.152	21.655	397.859	38.272	996.228
2026	314.564	120.808	123.722	22.485	413.118	39.739	1.034.437
2027	326.708	125.472	128.498	23.353	429.067	41.274	1.074.372
2028	339.405	130.348	133.492	24.261	445.741	42.878	1.116.125
2029	352.685	135.448	138.715	25.210	463.182	44.555	1.159.795
2030	366.579	140.784	144.180	26.203	481.429	46.310	1.205.486

Fuente: Elaboración propia en base a Estudio de factibilidad técnico ambiental, social y económica para la implementación del plan de acción Santiago Recicla de Ingeniería Alemana S.A. (2011), y Nueva metodología de segmentación y clasificación socioeconómica de AIM (2018).

B. ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN DE RESIDUOS DE PILAS

Los distintos tipos de pilas se suelen subdividir en dos grupos principales: primarias o de un solo uso (desechables), y secundarias o recargables. Según la Circular N°B32/09 del Ministerio de Salud clasifica como "residuos peligrosos" a las pilas o baterías que contengan Plomo (Pb), Cadmio (Cd) o Mercurio (Hg), siendo éstas las pilas tipo botón y las baterías recargables que contengan los componentes antes citados¹⁵. Por su parte, clasifica como "residuos no peligrosos" a las pilas comunes y baterías¹⁶ de corta duración, habitualmente compuestas por Zinc-Carbono, así como las de larga duración (alcalinas) compuestas por Zinc y Dióxido de Manganeso (MnO₂).

Para estimar la generación de residuos de pilas en la RM, se revisaron los estudios de la consultora CyV y de la PUCV, sin embargo, en este caso se decide usar el estudio de CyV porque aun cuando no distingue por GSE, determina un factor en gramos por habitante-año y caracteriza los residuos por tipo de pila y compuesto, permitiendo estimar la cantidad de residuos con contenido peligroso que estaría siendo depositada junto a la basura domiciliaria.

¹⁵ Amphos21, "Evaluación de Impactos Ambientales, Sociales y Económicos de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile aplicadas a Pilas y Acumuladores", MMA (2014).

¹⁶ El MINSAL clasifica las baterías en tres categorías; botón, recargables y húmedas. El término "baterías" establecido en el DS 148 se asimila al término "acumuladores".



Tabla 6.
Factores de Generación de Residuos de Pilas

Estudio	CyV generación per cápita (g/hab-año)	PUCV Porcentaje peso respecto al total de RSD		
		Alto 0,04%	Medio 0,05%	Bajo 0,07%
Total Pilas	253,751			
Total Primarias	250,377	-	-	-
Dióxido de Manganeso	209,984	-	-	-
Zinc Carbono	32,845	-	-	-
Litio	2,523	-	-	-
Zinc - Aire	0,456	-	-	-
Óxido de Mercurio	0,002	-	-	-
Óxido de Plata	0,351	-	-	-
Otros	4,216	-	-	-
Total Secundarias	3,375			
Acumulador Ni Cd	1,451			
Acumulador Ni MH	0,252			
Acumulador Ión Li	1,671			

Fuente: Elaboración propia en base a: "Diagnóstico de producción, importación y el manejo de residuos de pilas" de CyV Ambiente (2010), "Estudio Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana" de PUCV (2006).

Tabla 7.
Generación y Proyección de residuos de Pilas en la Región Metropolitana

Año	Generación Total (Población Urbana y Rural) (ton/año)		
	Pilas Primarias	Pilas Secundarias	Total
2017	1.781	24	1.805
2018	1.804	24	1.829
2019	1.828	25	1.853
2020	1.853	25	1.878
2021	1.878	25	1.903
2022	1.903	26	1.929
2023	1.929	26	1.955
2024	1.956	26	1.982
2025	1.983	27	2.010
2026	2.011	27	2.039
2027	2.040	28	2.068
2028	2.070	28	2.097
2029	2.100	28	2.128
2030	2.131	29	2.159

Fuente: Elaboración Propia en base a CyV Ambiente, "Diagnóstico de producción, importación y distribución de envases y embalajes y el manejo de residuos de envases y embalajes" y tasas de crecimiento poblacional.



DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS TERRITORIOS PARA IMPLEMENTAR LOS PILOTOS DE RECOLECCIÓN SEGREGADA “CASA A CASA”

Para efectos de definir los potenciales territorios donde se implementarán los cuatro Pilotos de Recolección Segregada, se caracteriza la población en términos demográficos, socioeconómicos, perfil de vivienda y su comportamiento en generación de residuos domiciliarios y de envases y embalajes y pilas, de manera de configurar un marco de referencia para la selección de los veintidós territorios entre los cuales se elegirán cuatro para la implementación de los pilotos de Recolección Segregada. De acuerdo al Censo 2017, la población de la Región Metropolitana se distribuye según sexo y rango etario de la siguiente forma.

Tabla 8.
Distribución de la Población por Sexo, Región Metropolitana, 2017

Provincia	Hombres	Mujeres	Total	Índice de Masculinidad (%)
Chacabuco	136.227	131.326	267.553	103,7
Cordillera	298.437	314.379	612.816	94,9
Maipo	244.614	251.464	496.078	97,3
Melipilla	93.110	92.856	185.966	100,3
Santiago	2.541.870	2.708.695	5.250.565	93,8
Talagante	148.009	151.821	299.830	97,5
Total Regional	3.462.267	3.650.541	7.112.808	94,8

Nota: El Índice de Masculinidad es un índice demográfico que expresa la razón de hombres por mujeres en un determinado territorio, expresada en tanto por ciento. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo 2017, INE.

Para efectos de comparar la estructura etaria de las 52 comunas de la RM se utiliza el modelo Location Quotient¹⁷, que permite identificar la concentración de un rango etario en comparación con la región.

Tabla 9.
Distribución de la Población por Rango Etario, Región Metropolitana, 2017

Rango etario	Provincia													
	Chacabuco		Cordillera		Maipo		Melipilla		Santiago		Talagante		Región Metropolitana	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Total	267.553	100%	612.816	100%	496.078	100%	185.966	100%	5.250.565	100%	299.830	100%	7.112.808	100%
0 a 19	89.473	33,4%	178.644	29,2%	149.813	30,2%	51.810	27,9%	1.312.500	25,0%	88.410	29,5%	1.870.650	26,3%
20 a 39	85.462	31,9%	190.475	31,1%	153.475	30,9%	55.080	29,6%	1.730.263	33,0%	90.279	30,1%	2.305.034	32,4%
40 a 59	67.030	25,1%	167.491	27,3%	127.541	25,7%	48.330	26,0%	1.351.731	25,7%	79.100	26,4%	1.841.223	25,9%
60 a 79	22.492	8,4%	66.614	10,9%	56.104	11,3%	25.793	13,9%	706.525	13,5%	35.854	12,0%	913.382	12,8%
80 o más	3.096	1,2%	9.592	1,6%	9.145	1,8%	4.953	2,7%	149.546	2,8%	6.187	2,1%	182.519	2,6%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo 2017, INE.

¹⁷ Economic Modeling Specialists Inc. (EMSI), Resource Library, Understanding Location Quotient. Revisar en: http://www.economicmodeling.com/wp-content/uploads/2007/10/emsi_understandinglq.pdf



Se observa que todas las provincias de la Región Metropolitana presentan una distribución bastante similar entre los rangos de 0-19, 20-39 y 40-59 años, siendo el promedio regional de 26,3%, 32,4% y 25,9% respectivamente. El rango etario de 60-79 años representa en promedio el 12,8%, mientras que los adultos de 80 y más, conforman el 2,6% del total de la población regional.

Cabe señalar que este análisis se realizó para todas las comunas de la Región Metropolitana, identificando los rangos de edad predominantes. Este indicador será utilizado junto a los análisis territoriales, para la selección de territorios aptos para la implementación de los cuatro pilotos de recolección segregada.

Con respecto a la densidad de la población, se tiene lo siguiente:

Tabla 10.
Densidades Poblacionales, 2017, Región Metropolitana

Provincia	Población (hab) 2017	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [hab/km ²]	Total de Viviendas	Densidad poblacional [hab/vivienda]
Chacabuco	267.553	2.076	129	83.304	3,2
Cordillera	612.816	5.528	111	186.745	3,3
Maipo	496.078	1.148	432	153.456	3,2
Melipilla	185.966	4.066	46	66.896	2,8
Santiago	5.250.565	2.030	2.586	1.791.719	2,9
Talagante	299.830	582	515	96.322	3,1
Total	7.112.808	15.430	461	2.378.442	3,0

Fuente: Elaboración propia en base a resultados Censo 2017, INE.

Se puede observar que la Provincia de Santiago presenta la mayor densidad poblacional por superficie (2.586 hab/km²) siendo 5,6 veces superior a la densidad poblacional promedio de la Región Metropolitana (462 hab/km²). La provincia que presenta la menor densidad poblacional por superficie corresponde a la Provincia de Cordillera con una densidad igual a 24% respecto de la RM.

Por otra parte, al analizar la densidad poblacional por vivienda, la Provincia Cordillera es la que presenta un mayor indicador con 3,3 hab/vivienda, mientras que la provincia con menor densidad es Melipilla con 2,8 hab/vivienda.

Para el análisis socioeconómico, se extrajo información de la base de datos de manzanas censales del Censo 2002 puesto que el censo 2017 no incluye este antecedente.

A partir de lo anterior, todas las comunas de la Provincia de Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla y Talagante

presentan el mayor porcentaje de su población en el estrato socioeconómico Bajo, específicamente en el estrato D. En la Provincia de Santiago, también se observa la misma tendencia, con excepción de las comunas de Vitacura, Las Condes, La Reina, Lo Barnechea, donde el mayor porcentaje de la población se encuentra en el grupo ABC1, mientras que las comunas de Macul, Maipú, Ñuñoa, Providencia, San Miguel y Santiago presentan el mayor porcentaje de su población en el estrato socioeconómico Medio.

En cuanto al nivel educacional, se observa que sólo el 18% de la población presenta Educación Media Completa, mientras que el 27% de las personas tienen un nivel educacional de Básica Incompleta y un 5% Sin Estudios. También se observa que un 10% presenta Educación Técnica Completa, Universitario Incompleto o bien Universitario Completo o Superior. Esta tendencia se repite para todas las provincias de la Región Metropolitana, encontrándose este factor ligado fuertemente al estrato socioeconómico.



Distribución de la Densidad Poblacional Urbana por Nivel Socioeconómico

Las características básicas de los territorios donde se deben implementar los cuatro Pilotos de Recolección Segregada Casa a Casa son las siguientes:

Tabla 11.
Características Básicas de los Pilotos

Piloto	GSE	Tipo de Casa	Sector
Piloto 1	ABC1	Casa	Urbano
Piloto 2	-	Edificio > 20 pisos	Urbano
Piloto 3	C3	Casa	Urbano
Piloto 4	-	Casa	Rural

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para efectos de identificar las zonas urbanas donde se implementarán los Pilotos 1 y 3, se realiza un análisis de densidad poblacional por nivel socioeconómico en las 32 comunas urbanas del Gran Santiago, más las comunas de Puente Alto y San Bernardo. Este análisis no aplica para el Piloto urbano de Unidades Habitacionales donde no existe filtro Urbano por GSE, ni tampoco para el Piloto Rural que se desarrollará en alguna de las 18 comunas rurales restantes.

Las comunas con mayor presencia ABC1 son Vitacura y La Reina con 95% y 68% respectivamente y con densidades habitacionales bajas de 32 y 42 viviendas por hectárea respectivamente, mientras que en Las Condes la predominancia ABC1 es de 83% pero con densidad media de 50 viviendas por hectárea, esto último debido a la mayor presencia de edificios.

En relación al GSE C3, las comunas con mayor predominancia son Quinta Normal con 65% y densidad de 51 viviendas por hectárea, Independencia con 64% y 69 viviendas por hectárea, y La Cisterna con 52% y 47 viviendas por hectárea.

Distribución por Perfil de Vivienda

En relación a los Pilotos a realizar en el tipo de vivienda "casa" en zona urbana, se observa que en el 72% de las comunas tiene preponderancia este tipo de vivienda. En relación al Piloto de Unidades Habitacionales (edificio), las comunas con predominancia de Manzanas Censales (MZC) con presencia de edificios de 20 pisos o más, son la comuna de Santiago (21%), seguido de Independencia (9%), Estación Central, San Miguel (8%) y Ñuñoa y Macul con 4% y 3%, respectivamente.

Análisis Territorial

Una vez realizadas las caracterizaciones a nivel comunal por GSE, densidad poblacional y distribución por perfil de vivienda, se realiza un análisis territorial a través del cruce de diversas cartografías y aplicación de filtros para establecer cuáles son los territorios más aptos para desarrollar cada piloto. Es importante señalar que cada Piloto debe aplicarse a un mínimo de 250 viviendas, por lo tanto, se seleccionan territorios que cuenten con 500 viviendas o más.

Para estos efectos se utiliza el concepto de Unidad Territorial Homogénea (UTH) la cual en general, puede ser una región, provincia, comuna, ciudad, pueblo, aldea, caserío, distrito censal, zona censal o manzana censal, la que alberga distintas cantidades de viviendas con características similares u homogéneas, tales como tipo de vivienda, densidad poblacional, tipo de agrupamiento poblacional (casas aisladas, condominios, etc.), viviendas en altura, entre otras.

En este caso, para el sector urbano, el análisis territorial se realiza a nivel de manzanas censales (MZC), debido a que esta UTH contiene información relevante para la selección de los pilotos (GSE, tipo de vivienda), sin embargo, como esta UTH no cumple el criterio de restricción de presentar más de 500 viviendas, se define como escala de trabajo la UTH Zona Censal (ZC), la que presenta en promedio 1.636 viviendas. Por lo tanto, para la selección de los pilotos se analiza a nivel de MZC, y si esta unidad cumple con los criterios GSE y tipo de vivienda, se selecciona la ZC a la que pertenece y por consiguiente la cantidad de viviendas de dicha unidad.

En el sector rural se definió como UTH de interés, Pueblos y Aldeas, también con un mínimo de 500 viviendas, ya que no existe definición de MZC para este caso.

A partir de lo anterior, se aplican los siguientes tres criterios de selección:

i. Tipo de Crecimiento (Crecimiento horizontal, Crecimiento vertical, Crecimiento homogéneo, Decrecimiento homogéneo y Crecimiento mixto). En el caso del sector rural, se proyectó la cantidad de viviendas rurales en función al Crecimiento Homogéneo Rural, en donde, sólo se aplica el factor de relación urbano-rural. Cabe señalar, que se aplicó este factor sólo a las entidades rurales con más de 500 viviendas.

ii. Aptitud Territorial en base a la Densidad de viviendas por hectárea y Conectividad, lo que para estos efectos se define por la distancia a puntos limpios.

iii. Criterio de Selección Socioeconómico: Preferencia GSE. Sólo para seleccionar MZC aptas para los Pilotos 1 y 3. Este filtro no se aplica a los Pilotos 2 y 4.



Tabla 12.
Listado de comunas para aplicar la Evaluación Multicriterio

COMUNAS	"Piloto 1: ABC1"	"Piloto 2: C3"				"Piloto 3: Edificios > 20 pisos"	"Piloto 4: Rural"
	Lo Barnechea	Recoleta	El Bosque	La Reina	San Ramón	Santiago	Colina
	Peñalolén	Peñalolén	Cerro Navia	San Joaquín	Lo Espejo	Recoleta	María Pinto
	Vitacura	Independencia	Renca	Estación Central		Independencia	Lampa
	La Reina	Maipú	La Granja	Pedro Aguirre Cerda		La Florida	Calera de Tango
	Providencia	Puente Alto	La Pintana	Ñuñoa		Quinta Normal	Melipilla
	La Florida	La Florida	Lo Prado	Las Condes		Estación Central	Paine
	Las Condes	Lo Barnechea	San Bernardo	La Cisterna		Las Condes	Pirque
	Ñuñoa	Santiago	Quinta Normal	Macul		Ñuñoa	Buin
	San Miguel	Quilicura	Pudahuel	San Miguel		San Miguel	San José de Maipo
Macul	Cerrillos	Huechuraba	Conchalí		Macul	Til Til	

Fuente: Elaboración propia en base a aplicación de filtros territoriales, demográficos y abundancia GSE.

En base a este ordenamiento, se aplica una Evaluación Multicriterio, seleccionando las cinco comunas más aptas para implementar los Pilotos 1 y 2, y las seis más aptas para los Pilotos 3 y 4, es decir, un total de 22 comunas.

Evaluación Multicriterio

En términos generales, los métodos Multicriterio de toma de decisión se emplean en una amplia gama de problemas en donde es necesario la obtención de una solución consensuada y en donde todos los actores participan de manera transparente, expresando sus preferencias. Los problemas tratados bajo este método tienen en común variables multidimensionales e incorporan una gran gama de personas y/o grupos de opinión. Por lo tanto, el proceso de decisión implica, necesariamente, la comparación entre alternativas, realizando mediciones que permitan aplicar criterios de comparación para establecer una jerarquía.

Para los pilotos 1 y 2 se aplican cuatro variables multicriterio y para los pilotos 3 y 4, tres variables, las cuales fueron definidas en conjunto con la contraparte técnica.

Tabla 13.
Análisis Multicriterio para los Pilotos 1 y 2

Análisis Multicriterio			
Variable	%	Atributos	Rangos
Quinquenio de Edad	0,201	Comuna joven mayor y mayor	0,33
		Comuna joven	0,66
		Comuna intermedia	1
Experiencia segregada en origen y puntos limpios	0,35	Sin experiencia	0,33
		Experiencia en puntos limpios	0,66
		Experiencia en puntos limpios y segregación en origen	1
Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)	0,249	Sin certificación	0,33
		Certificación Media y Baja	0,66
		Certificación Alta	1
Abundancia GSE	0,201	Baja	0,33
		Media	0,66
		Alta	1

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 14.
Análisis Multicriterio para los Pilotos 3 y 4

Análisis Multicriterio			
Variable	%	Atributos	Rangos
Quinquenio de Edad	0,26	Comuna joven mayor y mayor	0,33
		Comuna joven	0,66
		Comuna intermedia	1
Experiencia segregada en origen y puntos limpios	0,327	Sin experiencia	0,33
		Experiencia en puntos limpios	0,66
		Experiencia en puntos limpios y segregación en origen	1
Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)	0,413	Sin certificación	0,33
		Certificación Media y Baja	0,66
		Certificación Alta	1

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de lo anterior, se obtiene el siguiente listado de comunas elegibles para la realización de los pilotos de recolección segregada "Casa a Casa" de EyE y Pilas. En base a la evaluación multicriterio, comunas como Peñalolén, Independencia y Recoleta presentan condiciones que para ser seleccionadas en más de un piloto.

Tabla 15.
Comunas Seleccionadas Evaluación Multicriterio

Piloto 1 GSE: ABC1	Puntaje	Piloto 2 GSE: C3	Puntaje	Piloto 3 Edificios > 20 pisos	Puntaje	Piloto 4 Entidades Rurales (pueblos y aldeas)	Puntaje
Lo Barnechea	0,137	Recoleta	0,042	Santiago	0,139	María Pinto	0,157
Vitacura ^{1/}	0,119	Peñalolén	0,039	Recoleta	0,139	Colina	0,157
Peñalolén	0,119	Independencia ^{2/}	0,038	Independencia	0,124	Lampa	0,138
La Reina	0,11	Maipú	0,037	La Florida	0,115	Calera de Tango	0,138
Providencia	0,11	Puente Alto	0,037	Quinta Normal	0,099	Melipilla	0,099
				Estación Central	0,085	Paine	0,089

Notas: 1/ Mayor Abundancia GSE que Peñalolén. 2/ Igual abundancia GSE que Recoleta y mayor abundancia GSE que Peñalolén.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los puntajes obtenidos, se selecciona para cada Piloto la comuna que alcanza alguno de los mayores puntajes y que además cumple con que las UTH preseleccionadas en cada una, son accesibles para realizar los Pilotos. El mecanismo utilizado para tomar esta última definición es la identificación de las MZC con Alta Aptitud Territorial (valor 1 de preferencia o más cercano a 1).

Piloto 1: Urbano-Casa-ABC1

Para el caso del Piloto 1 se seleccionó la UTH de mayor aptitud territorial que pertenece a la comuna de Vitacura. Sin embargo, una vez realizada la reunión con los encargados ambientales de la Municipalidad, se determina realizar el Piloto en otro territorio para el que no se llegó a acuerdo con las Juntas Vecinales, en virtud de lo cual se selecciona una tercera alternativa de similares características.

Piloto 2: Urbano-Casa-C3

Para el caso del Piloto 2 se seleccionó la UTH de mayor aptitud territorial que pertenece a la comuna de Independencia.

Piloto 3: Urbano- Unidades Habitacionales

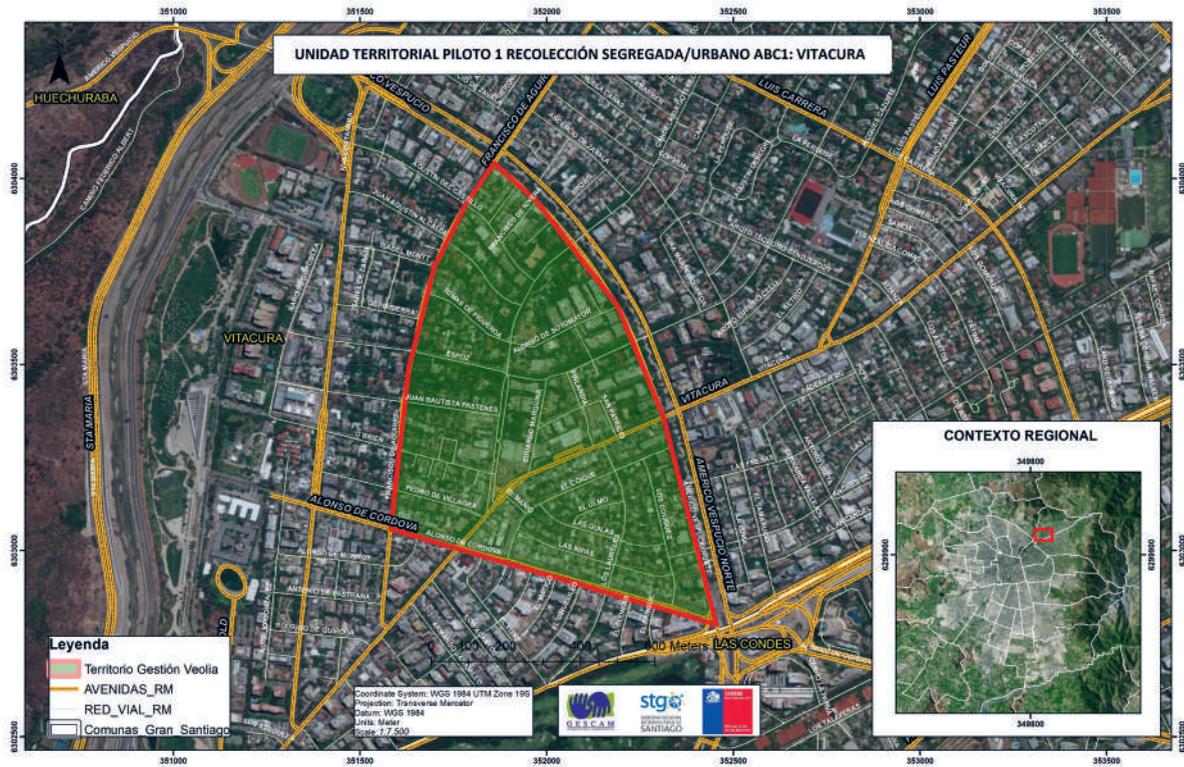
Para el caso del Piloto 3 (edificio de más de 20 pisos) se optó por la comuna de Macul que aunque no se encontraba entre las primeras seis seleccionadas, alcanza un puntaje de 0,065, apenas inferior en dos centésimas a Estación Central, pero que es seleccionada por la contraparte por ser una comuna que presenta buenas alternativas para este piloto, cumpliendo todos los criterios de selección.

Piloto 4: Rural

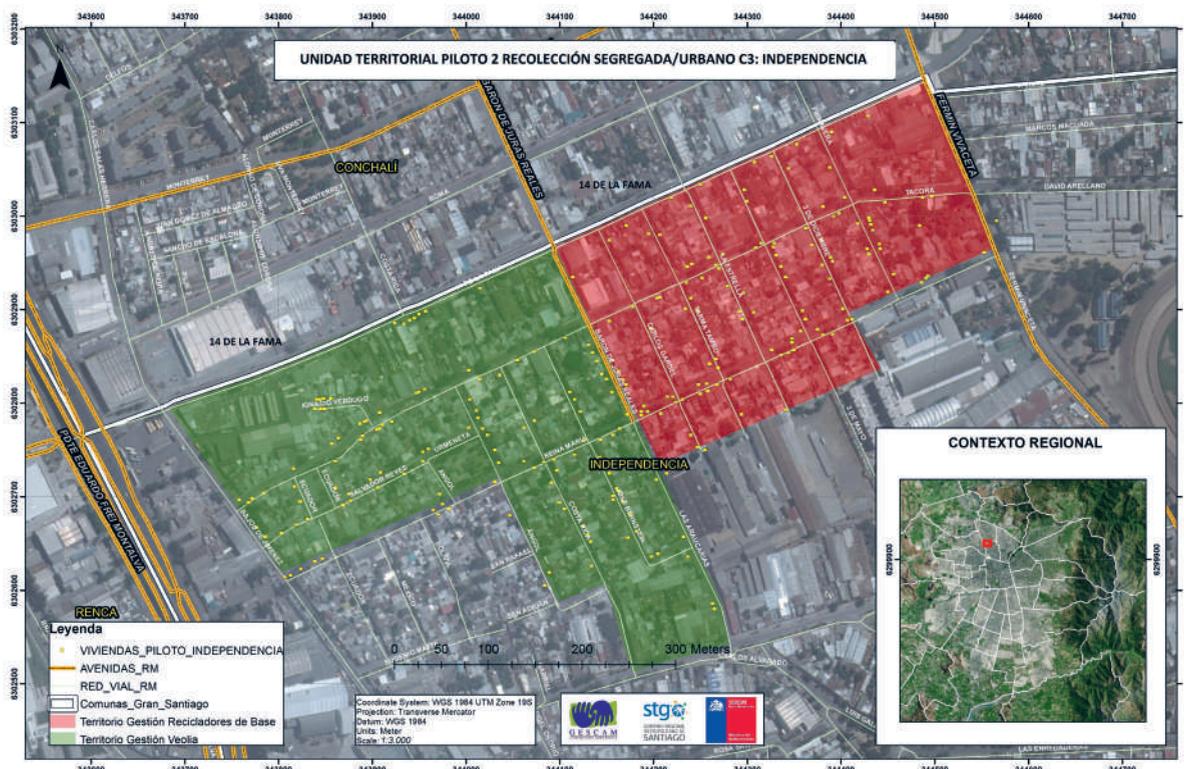
Para el caso del Piloto 4 se seleccionó la comuna de María Pinto, la cual presenta el mayor puntaje junto a Colina.



Figura 2.
Unidades Territoriales Homogéneas (UTH) seleccionadas para la implementación de los Pilotos



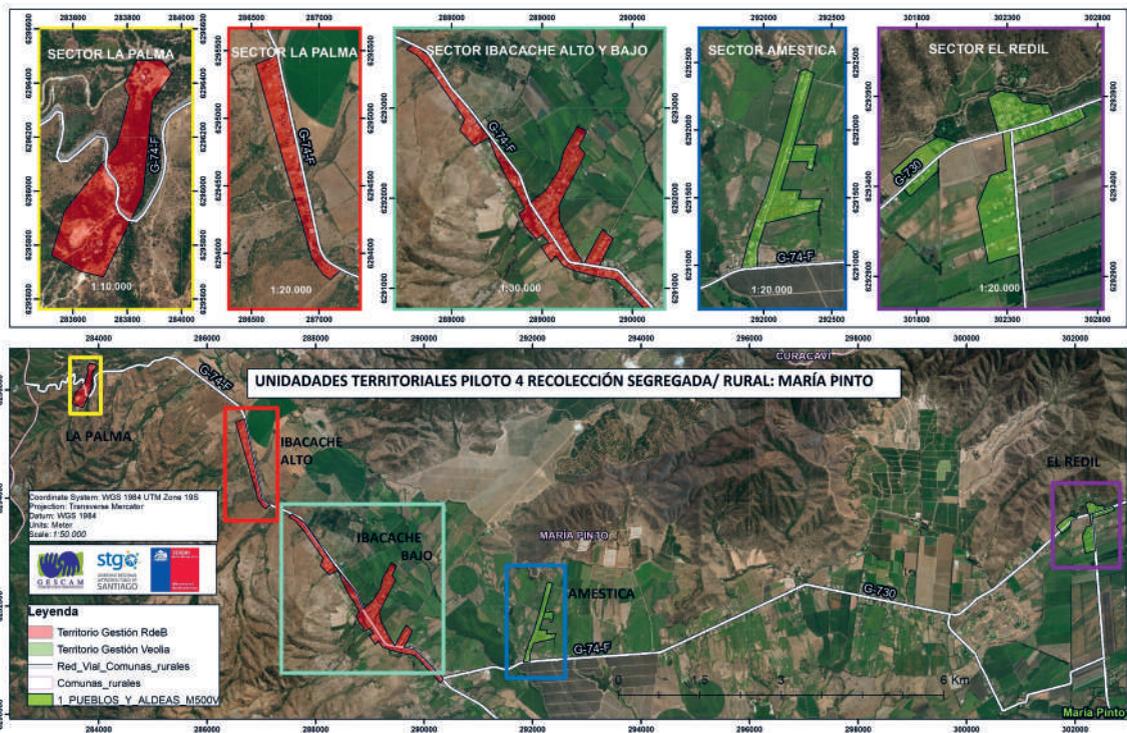
Piloto1: Vitacura (Urbano - Casa - ABC1)



Piloto 2: Independencia (Urbano - Casa -C3)



Piloto 3: Macul (Urbano - Unidades Habitacionales)



Piloto 4: María Pinto (Rural)

Fuente: Elaboración propia.



Punto de Prensa y Lanzamiento Planes Piloto

En el marco del Día Mundial del Reciclaje, el día 17 de mayo de 2018, la Intendente de la Región Metropolitana, Karla Rubilar, en conjunto con el Seremi del Medio Ambiente RM, el alcalde de Independencia y el Secretario Nacional de los Recicladores de Base, realizaron un Punto de Prensa con objeto de dar inicio al pilotaje de Recolección Segregada “Casa a Casa” de EyE y Pilas. La actividad fue realizada en el Barrio de la Plaza Reina María de la comuna de Independencia, donde las autoridades hicieron entrega del Kit de Reciclaje a las familias que se enrolaron para participar en este estudio en el marco del Programa Santiago REcicla. La actividad tuvo cobertura periodística de varios medios de comunicación, entre ellos destaca CNN, Mega y Chilevisión.

Figura 3.
Punto de Prensa en comuna de Independencia



De izq. a der.: Donatella Fuccaro, Encargada de Medio Ambiente I.M. Independencia; Ana Luz Durán, Jefe Proyectos GESCAM; Washington Pavuif, JJVV Barrio Reina María-Independencia; Karla Rubilar, Intendente Región Metropolitana; Exequiel Estay, Secretario Nacional del MNRCh; Paola Cofré, Jefe Área Economía Circular y Evaluación Ambiental; Gonzalo Durán, Alcalde I.M. Independencia.

Entrega de kit por parte de las autoridades a una vecina, Karla Rubilar, Intendente Región Metropolitana y Gonzalo Durán, Alcalde I.M. Independencia.

Posteriormente, el 23 de mayo de 2018, el Gobernador Provincial de Melipilla en conjunto con el Seremi del Medio Ambiente RM y la alcaldesa de María Pinto realizan el Lanzamiento oficial del Proyecto, en el Centro Cultural Flor de Maíz de la comuna de María Pinto. La actividad contó con presencia de varias autoridades regionales, locales y representantes de las familias que participarán del estudio, quienes recibieron un Kit de Reciclaje.

Figura 4.
Lanzamiento Planes Piloto, Centro Cultural Flor de Maíz, comuna de María Pinto



De izq. a der.: Javier Ramírez, Gobernador de Melipilla; Jessica Mualim, Alcaldesa de María Pinto; Hernán Durán, Gerente General GESCAM.

Jessica Mualim, Alcaldesa de María Pinto y Javier Ramírez, Gobernador de Melipilla junto a un grupo de vecinos de la comuna de María Pinto.

Fuente: Registro fotográfico Actividad de Lanzamiento Plan Piloto.



PROPUESTA METODOLÓGICA E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PILOTOS

Para la implementación de los Pilotos de Recolección Segregada “Casa a Casa” se aplicaron dos modelos de negocio diferentes, el primero asociado a una empresa privada de recolección y transporte de residuos, en este caso VEOLIA; y otro asociado a un grupo de recicladores de base.

En términos generales, un modelo de negocio describe la lógica de cómo una organización crea, entrega y captura valor, siendo fundamental la Propuesta de Valor que cada modelo de negocio entrega a sus clientes, en este caso, a los vecinos o la comunidad.

Para efectos de caracterizar dichos modelos de negocio, se utiliza el modelo de Canvas de Osterwalder¹⁸, el cual a través de nueve bloques o módulos, cubre las cuatro áreas principales de cualquier negocio o proyecto: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad financiera. En este caso, el “negocio” sería el servicio de Recolección Segregada de residuos de Envases y Embalajes y Pilas; los “clientes” son los vecinos, puesto que es a ellos a quienes se les realiza el

servicio de la recolección segregada de sus residuos que ellos deben separar en bolsas diferenciadas; la “infraestructura” serían los activos asociados para que el “negocio” funcione (camioneta, camión, triciclo, centro de acopio, etc.) y la “viabilidad financiera” debiera evaluarse a través de los costos versus ingresos que se obtengan del proyecto, sólo en términos económicos o en términos económicos y sociales, dependiendo del tipo de proyecto que se trate (público o privado).

De acuerdo al modelo de Canvas, la parte fundamental de cualquier modelo de negocio es su Propuesta de Valor, es decir, lo que hace la diferencia entre un modelo u otro y “seduce” al cliente (vecino) para “comprar o contratar” un producto o servicio. Por lo tanto, la Propuesta de Valor que cada modelo ofrezca al vecino es fundamental y tanto o más importante, es cómo la misma se entrega al “cliente”, es decir los Canales de Distribución que posibilitan la recepción de dicha propuesta en plazo y forma.

Figura 5. Interrelaciones del Modelo de Negocios de Canvas



Fuente: Alexander Osterwalder & Yves Pigneur, “Generación de Modelos de Negocio”, 2011.

¹⁸ Alexander Osterwalder & Yves Pigneur, “Generación de Modelos de Negocio”, 2011.



En base a los Modelos de Negocio identificados para cada Recolector y con objeto de comparar cuál modelo se desempeña mejor según el escenario atendido, se distribuye cada territorio entre ambos Recolectores, con excepción de Vitacura donde la Junta de Vecinos involucrada, en conjunto con la municipalidad respectiva, no permitieron la participación de RdeB argumentando falta de confianza en la prestación regular de los servicios. En virtud de lo anterior, la distribución inicial fue la siguiente.

Tabla 16.
Distribución Inicial de Pilotos por Recolector

PILOTO	RECOLECTOR				TOTAL Domicilios Enrolados Asignados
	RECICLADORES DE BASE		VEOLIA		
	Sub-Territorio Asignado	Domicilios Asignados	Sub-Territorio Asignado	Domicilios Asignados	
P1: VITACURA (1 retiro semanal: Viernes)	---	0	Cuadrante Américo Vespucio Norte/Alonso de Córdova / Francisco de Aguirre	267	267
P2: INDEPENDENCIA (1 retiro semanal: Martes)	Cuadrante Barón de Juras Reales / 14 de La Fama / Avda. Vivaceta / Coronel Alvarado	124	Cuadrante Barón de Juras Reales / 14 de La Fama / Bajos de Jiménez / Coronel Alvarado	128	252
P3: MACUL (2 retiros semanales: Lunes y Jueves)	Torre A + Torre B (jueves)	255	Torre A + Torre B (lunes)	255	255
P4: MARÍA PINTO (1 retiro semanal: Miércoles)	Sector La Palma – Sector Ibacache (Alto y Bajo)	155	Sector El Redil – Sector Améstica	97	252
	TOTAL RdeB	534	TOTAL VEOLIA	747	1.026

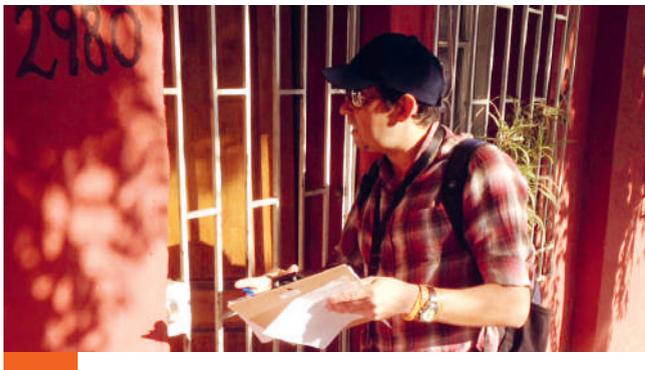
Fuente: Elaboración propia

Metodología aplicada con Municipios y Comunidad

Para efectos de conseguir el apoyo de las autoridades locales y las organizaciones vecinales de los cuatro territorios seleccionados, se coordinan reuniones informativas con los Encargados Municipales, las Juntas de Vecinos y Comité de Administración del Condominio del Piloto de Macul.

Con el objeto de informar a la comunidad, se constituyen equipos de trabajo para realizar campañas “casa a casa”, donde se explica el proyecto y se aplica una encuesta a los

Figura 6.
Registro Fotográfico Actividad de Enrolamiento



Piloto Independencia



Equipo GESCAM, grupo enroladores y Pdte. Junta de Vecinos Independencia

vecinos para capturar los datos básicos del domicilio, junto a su número de celular o correo para mantenerlo informado de la evolución del mismo. Además, se le entrega una carta informativa del SEREMI del Medio Ambiente y del Alcalde correspondiente, junto con un instructivo de cómo segregar sus residuos.



Piloto Macul



Piloto María Pinto

Fuente: Registro fotográfico GESCAM.

A aquellos domicilios que aceptan participar del Piloto, se les entrega una Carta Compromiso de Participación y un kit compuesto por los siguientes elementos:

- Distintivo adhesivo “Logo Casa Plan Piloto” para ser pegado en la puerta de su domicilio.
- Magneto instructivo, con las instrucciones básicas de cómo segregar los residuos.
- Dos bolsas de TNT, una impresa en azul para residuos “blandos” (EyE de papel, cartón, plástico y cartón para líquidos), y otra impresa en verde para residuos “duros” (vidrio y metales).
- Caja de cartón rectangular para residuos de pilas, impreso en color rojo.

La campaña de difusión informativa que se diseña para estos efectos cuenta con elementos gráficos que aplican la nomenclatura y los colores definidos según la NCh 3322:2013 “Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos”.

A continuación, se presenta el kit de materiales entregados a cada participante.

Figura 7. Kit de Materiales



Diseño: Carolina Durán



Figura 8.
Entrega de Kits



Instalación de Logo adhesivo en Piloto de Vitacura



Entrega de kit en Piloto de Macul



Entrega de Bolsas de TNT en Piloto de Independencia



Entrega de Kit en Piloto de María Pinto

Fuente: Registro fotográfico GESCAM



Recolectores

A cada recolector se le entrega una lista de direcciones con los domicilios asignados de cada Piloto. Una vez que el recolector identifica el domicilio, le debe solicitar al vecino las bolsas con residuos para su descarga segregada en el camión recolector y realizar su devolución inmediata. Las pilas se retiran la primera semana de cada mes o a solicitud de cada participante.

En el caso de las Unidades Habitacionales o departamentos del Piloto de Macul, el modelo aplicado es similar, puesto que en base a los acuerdos tomados con el Comité de Administración del Condominio, se autorizó el ingreso de los RdeB y de la empresa VEOLIA para que realicen el retiro de los residuos directamente desde los shafts de reciclaje en cada piso, puesto que es en ese lugar donde los vecinos depositan sus bolsas (previamente identificadas con el número de departamento para que no se confundan entre los vecinos).

Para la definición de la Rutas Óptimas de retiro, en este caso no fue necesario el uso de herramientas informáticas sofisticadas, ya que al ser pequeños los territorios sólo se requirió de un análisis de terreno para identificar las avenidas y calles principales, el sentido del tránsito y la amplitud de las calles para el ingreso del camión recolector.

Con respecto a la frecuencia de retiro, se consideraron los siguientes aspectos:

- Número de personas por vivienda y generación de residuos per-cápita.
- Tipo de residuos a retirar y estimación de peso.
- Densidad de los residuos recuperados para estimación del volumen.
- Capacidad del contenedor o bolsa de almacenamiento.

Considerando el tamaño de la bolsa a utilizar (63 cm de ancho por 76 cm de alto), se dispone de una capacidad de almacenamiento aproximada de 40 litros útiles (58 litros totales), lo que indica que cada bolsa puede contener en promedio hasta 7,2 kilos de residuos de envases y embalajes, siendo éste un peso perfectamente maniobrable para un adulto en casa, considerando una densidad promedio de 180 gr/L, en base a la experiencia de la empresa VEOLIA en la estimación de volúmenes para efecto del transporte de residuos.

Para los envases catalogados de "duros" (vidrio y metales), este peso equivale a unas 12 botellas de vidrio vacías, 10 latas de atún, 10 latas de conservas de 185 cc más 30 latas de cerveza. En términos de volumen, la bolsa sirve para acumular 21 botellas de vidrio de 1 litro, 14 latas de atún, 14 latas de conserva de 185 cc y 50 latas de cerveza aplastadas.

En lo que respecta a envases catalogados de "blandos" (papel, cartón, plástico y cartón para líquidos), este peso se alcanza con aproximadamente unas 110 botellas de PET de 1 litro, 110 cajas de leche o jugo de 1 litro y 6 envases de shampoo de 500 cc. En términos volumétricos, para envases "blandos" la capacidad máxima de la bolsa se alcanza con 20 botellas de PET de 1 litro, 2 botellas de shampoo de 500 cc y 18 cajas de leche o jugo de 1 litro. En función de lo anterior, es posible deducir que la capacidad tanto volumétrica como en peso de las bolsas es suficiente para una frecuencia de retiro semanal.

En el escenario de Unidades Habitacionales la frecuencia debiera ser la misma (semanal), sin embargo, como el espacio disponible en los departamentos es reducido y los vecinos están acostumbrados a sacar sus residuos al shaft de reciclaje, se define a petición del Comité de Administración, una frecuencia de retiro bisemanal para no generar acumulación de residuos dentro de sus domicilios o en los shafts ecológicos.

Por su parte, para la recolección de pilas usadas, la frecuencia de retiro en cada piloto es de una vez por mes (la primera semana de cada mes).

En virtud de lo anterior, se sistematiza para cada escenario y tipo de recolector, las fechas de inicio y término de los pilotajes, frecuencia y día de retiro.



Entrega segregada de residuos de PET en Piloto de María Pinto



Tabla 17.
Resumen por piloto de variables de operación

Piloto	Escenario	GSE	Fecha		Frecuencia Retiro		Día de Retiro	
			Primer retiro	Último retiro	EyE	Pilas	VEOLIA	RdeB
P1: Vitacura	Urbano Vivienda: Casa	ABC1	15-06-18	07-06-19	Semanal	Mensual	Viernes	-
P2: Independencia	Urbano Vivienda: Casa	C3	12-06-18	04-06-19	Semanal	Mensual	Martes	Martes
P3: Macul	Urbano Vivienda: Departamento	-	11-06-18	06-06-19	Bi-Semanal	Mensual	Lunes	Jueves
P4: María Pinto	Rural	-	13-06-18	05-06-19	Semanal	Mensual	Miércoles	Miércoles

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los vehículos utilizados, en el caso de la empresa VEOLIA corresponde a una camioneta Kia, modelo Frontier 2.5, año 2017, con carro de arrastre de 25 m³ y 3.200 kg de capacidad de carga. En el caso de los Recicladores de Base, el vehículo utilizado es una camioneta marca DFSK, modelo Truck DCAB 1.5, año 2016 con barandas de 0,6 m de alto y capacidad de 1.200 kg.

En relación al personal requerido, en ambos casos corresponde a un chofer y dos peonetas a cargo de la recolección.

Figura 9.
Vehículos de Transporte de Residuos para ambos Recolectores



Empresa VEOLIA



Recicladores de Base

Fuente: Registro fotográfico GESCAM S.A.

Una vez finalizada la recolección desde los domicilios, durante el primer mes, tanto los Recicladores de Base como la empresa VEOLIA, transportan los residuos recolectados al Punto Limpio Estadio, ubicado en Recoleta N°3005 de 400 m². Sin embargo, a partir de julio 2018, una vez abierto el Punto Limpio ubicado en Av. La Paz 1021, se empiezan a trasladar a esta instalación de mayores dimensiones (640 m²). Ambos Puntos Limpios cuentan con todas las autorizaciones sanitarias para realizar los procesos de selección, clasificación y pre-tratamiento de los residuos y son administrados por la Municipalidad de Recoleta. Los residuos recolectados por la empresa VEOLIA son trasladados al Punto Limpio para clasificación y pesaje por tipo de



material, cuyo registro es informado por la Administración de Puntos Limpios de la Municipalidad de Recoleta. Esta labor de clasificación y pesaje es realizada por dos asociados de la cooperativa Jatún Newén, en convenio con el Municipio, y un tercer operario contratado directamente por GESCAM. El proceso de clasificación de los residuos recolectados por la empresa VEOLIA se realiza manualmente revisando cada uno de los contenedores y sacas entregadas al Punto Limpio luego de cada retiro, separando y distribuyendo los mismos en otras sacas o contenedores destinados al acopio de cada material. Finalizada la clasificación, se registra su peso por Piloto y fecha de retiro. Posteriormente, funcionarios del Punto Limpio, compactan y enfardan los residuos para luego acopiarlos hasta lograr un volumen mínimo que haga viable el retiro y compra por parte de alguna empresa valorizadora.

Los residuos recolectados por los Recicladores de Base, en cambio, llegan al Punto Limpio previamente clasificados, sólo para ser sometidos a los procesos de compactación, enfardado y acopio. El registro de sus retiros es informado directamente por ellos a GESCAM.

El registro consolidado de todos los materiales que llegan al Punto Limpio es enviado diariamente al Administrador de Puntos Limpios de la Municipalidad de Recoleta.

Figura 10.
Recepción, Descarga y Equipo de Trabajo en Punto Limpio Av. La Paz



Llegada camión de VEOLIA al Punto Limpio



Descarga de residuos en Patio del Punto Limpio



Equipo de trabajo de clasificación de residuos (derecha a izquierda: Sami Hadwah, Segundo Chuña y Jaime Cofré), junto a Hernán Durán, Gerente General de GESCAM.



Equipo de trabajo de Clasificación de Residuos y Recolectores VEOLIA (derecha a izquierda: Daniel Aguirre y Sami Hadwah; Ana Luz Durán, Jefe Proyectos GESCAM; chofer y peoneta VEOLIA; Segundo Chuña.

Fuente: Registro Fotográfico GESCAM, 2018.



A continuación, se presentan imágenes de los residuos clasificados, compactados y enfundados luego de la separación y clasificación en el Punto Limpio.

Figura 11.
Acopio de residuos de EyE clasificados en Punto Limpio Av. La Paz, 2018



Residuos clasificados



Residuos enfundados

Fuente: Registro fotográfico GESCAM S.A.

Figura 12.
Clasificación y Pesaje de Pilas para Traslado a Punto Limpio autorizado



Pilas comunes



Pilas de botón

Fuente: Registro fotográfico GESCAM S.A.

El 50% de los ingresos resultantes de la venta de los residuos valorizables recolectados por VEOLIA va en beneficio de la cooperativa Jatún Newén con lo que paga el 50% de las remuneraciones de los dos asociados a cargo de la clasificación. El otro 50% va como aporte al Punto Limpio para contribuir a solventar sus gastos operacionales.

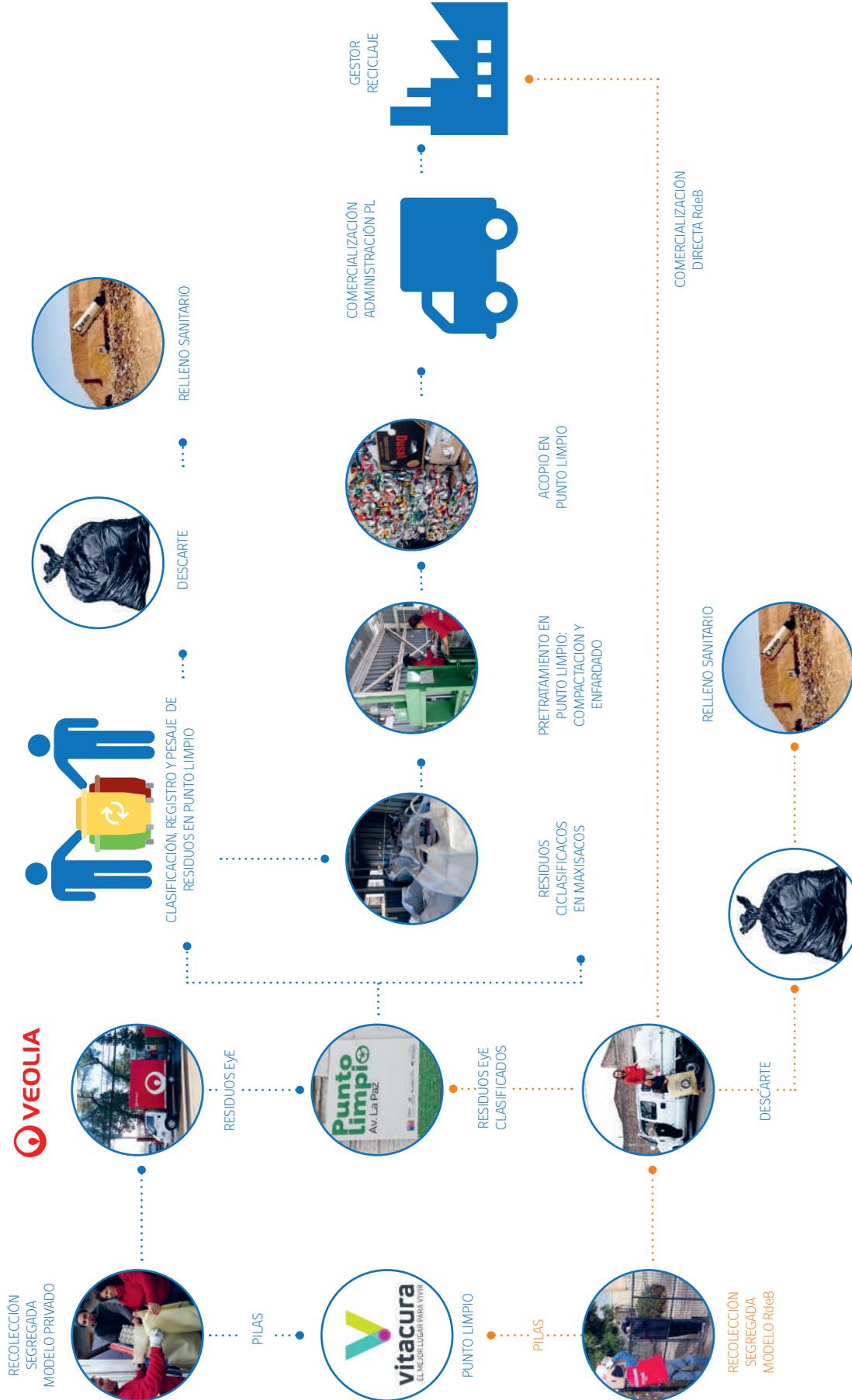
El material descartable resultante del proceso de clasificación de los residuos de envases y embalajes descrito anteriormente, es eliminado en Relleno Sanitario. Es importante notar que existe una buena proporción de residuos de envases y embalajes que actualmente son considerados material de descarte (basura), porque no existen alternativas en el mercado para su valorización.

Por su parte, las pilas recolectadas son clasificadas, pesadas y registradas según su tipo y origen, siendo posteriormente trasladadas al Punto Limpio de Vitacura, el cual gestiona su eliminación con la empresa Hidronor, la que cuenta con todas las certificaciones para efectuar dicho proceso de forma segura.

El siguiente es el flujo que siguen los residuos desde su recolección segregada hasta su valorización en caso de tratarse de materiales reciclables; o su eliminación, en caso de tratarse del descarte o residuos de pilas.



Figura 13
Flujo de Residuos EyE y Pilas, Modelo Privado-VEOLIA y Modelo RdeB



Fuente: Elaboración propia.



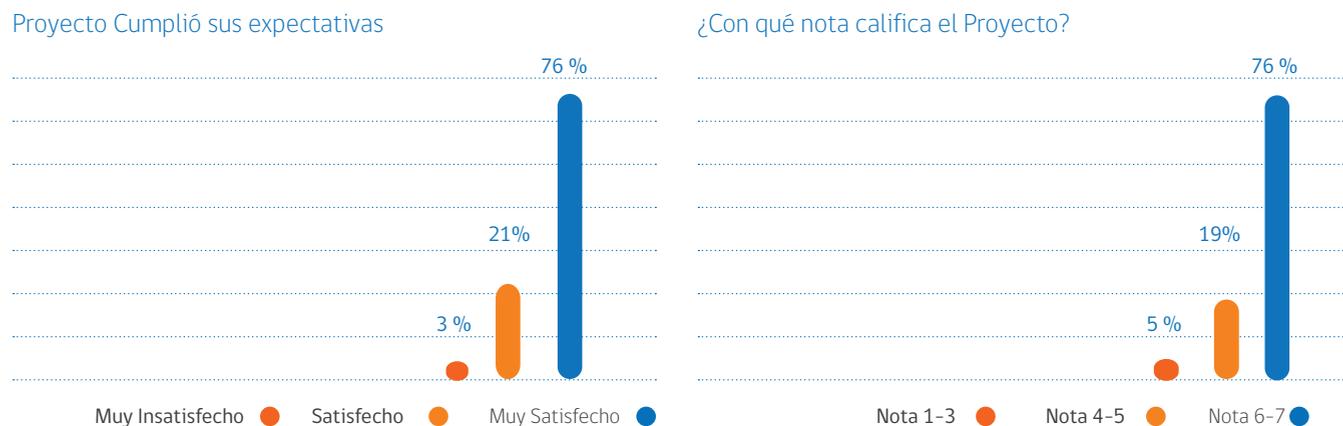
SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN GENERADA EN LOS PILOTOS

Para evaluar la recepción de la comunidad al proyecto de Recolección Segregada se realizaron tres encuestas a los vecinos y durante todo el proyecto, se sistematizó la información recopilada para la construcción de indicadores económicos en base a la caracterización del material recolectado, incluyendo el descarte, la densidad de los residuos, estacionalidad de generación, precios de venta, costos del proceso, entre otros.

A. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN A LOS USUARIOS DEL PILOTO

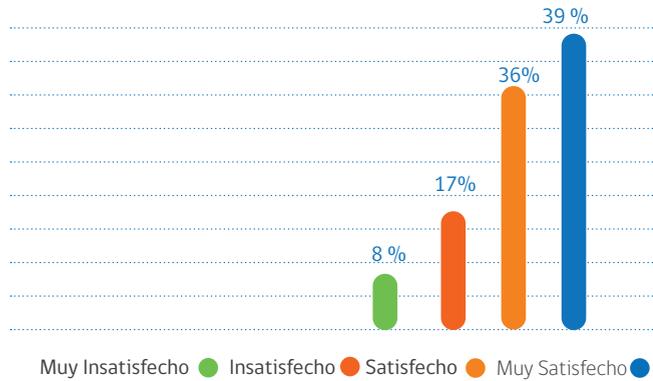
Para efectos de medir el grado de satisfacción de los usuarios de los cuatro Pilotos implementados, se diseñó una encuesta que evaluaba los diferentes aspectos asociados a la operación de los Pilotos de Recolección Segregada “Casa a Casa”. La encuesta se aplicó en tres oportunidades, siendo respondida por un total de 190 personas, el 22 de agosto de 2018 (83 personas), el 9 de noviembre del 2018 (76 personas) y el 5 de julio del 2019 (31 personas). En términos generales las personas participantes de los Pilotos se sintieron muy satisfechas con el proyecto como se observa en las siguientes gráficas.

Figura 14.
Encuestas de Satisfacción; Resultados Promedio

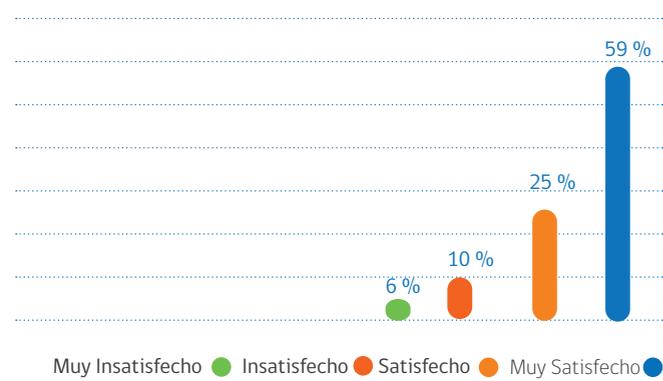




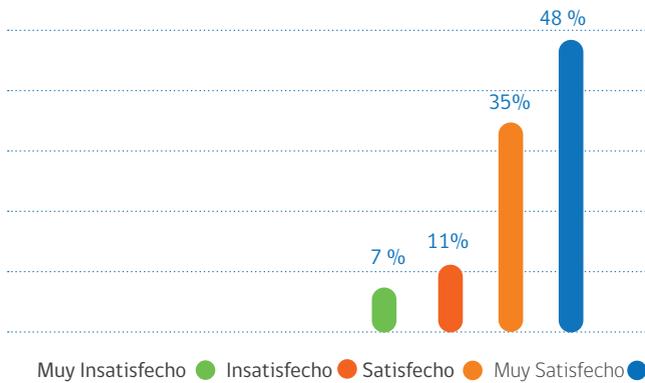
El camión era apropiado para la recolección de residuos



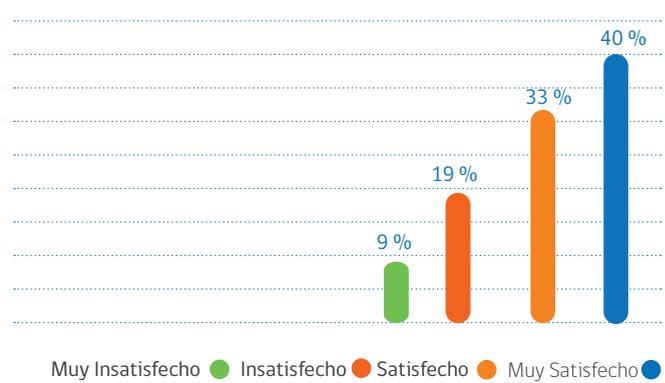
El sistema de recolección le dio confianza que aporta al reciclaje



Evaluación respecto a: "Separar los residuos y entregarlos limpios y secos"



Evaluación respecto a: Facilidad de acopio en dos bolsas y caja para pilas.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la sistematización de los resultados de un año de operación de los cuatro Pilotos de Recolección Segregada de Residuos de EyE y Pilas, atendidos por ambos modelos de negocio.

B. MODELO DE NEGOCIO: EMPRESA PRIVADA (VEOLIA), TOTAL RESIDUOS Y CARACTERIZACIÓN

Como ya se señaló anteriormente, los residuos recolectados por VEOLIA eran trasladados al Punto Limpio para clasificación y pre-tratamiento.

Como se observa en las Tablas y Gráficos siguientes, en general la recuperación de residuos de EyE en todos los Pilotos atendidos por esta empresa tuvo una evolución estable y positiva, con importantes alzas en enero, atribuibles a las fiestas de fin de año, seguido de bajas importantes en febrero por vacaciones. Si se consolidan los cuatro pilotos atendidos por esta empresa, la recuperación total alcanzó las **81 toneladas de residuos valorizables**, lo que incluye EyE y papeles, evitando que tuvieran por destino final un relleno sanitario. De igual manera, se recolectaron **103 kilos de Pilas** que de otra forma hubieran sido eliminadas junto a la basura domiciliaria.

Se debe observar que la estadística muestra todos los residuos valorizables de papel (revistas, diarios, etc.) y no solo los asociados a EyE de la subcategoría Mix Papel (cajas de cereal, bolsas de tiendas, etc.), puesto que las personas participantes de los pilotos los segregaban y entregaban de forma natural, aun cuando no fueron solicitados. La Tabla a continuación los incluye para efectos de representar su importancia dentro de la basura domiciliaria, puesto que en caso de VEOLIA representan un 16% en peso.



Tabla 18.
Total Residuos Recolectados por empresa privada - VEOLIA [kg]

RESIDUO	1º Trimestre Jun-Ago	2º Trimestre Sep-Nov	3º Trimestre Dic-Feb	4º Trimestre Mar-May	TOTAL AÑO Jun 2018-May 2019 [kg]	Composición Porcentual [%]
Papel Blanco 2, Revistas y Diarios	3.839	4.249	2.140	2.606	12.834	15,9%
Total Residuos de Papel (no corresponde a EyE)	3.839	4.249	2.140	2.606	12.834	15,9%
Mix Papel	684	355	371	407	5.090	6,3%
Cartón	3.664	4.261	3.830	4.294	16.050	19,8%
Cartón Bebidas	566	578	559	642	2.345	2,9%
PET	1.056	1.410	1.730	1.478	5.674	7,0%
PE Rígido	176	410	588	496	1.670	2,1%
Total Residuos Envases Blandos	6.146	7.014	7.078	7.317	30.828	38%
Vidrio	7.680	9.623	9.165	7.911	34.380	42,5%
Latas Alum	233	288	273	292	1.086	1,3%
Hojalata	357	493	513	470	1.833	2,3%
Total Residuos Envases Duros	8.271	10.404	9.951	8.673	37.299	46%
TOTAL VALORIZABLE	18.256	21.667	19.169	18.596	80.961	100,0%
TOTAL DESCARTE	2.537	3.246	3.265	2.677	11.724	
Porcentaje Descarte	12%	13%	15%	13%	13%	
Pilas	34,3	26,9	21,9	19,4	102,5	99,6%
Pilas de Botón	0,1	0,2	0,2	0,04	0,4	0,4%
Pilas	34	27	22	19	102,9	100%

Nota: Los Pilotos iniciaron la segunda semana de Junio 2018 y terminaron la primera de Junio 2019, por lo tanto, para efectos de completar el 1º trimestre, los registros de la última semana del proyecto fueron incorporados al mes de junio 2018.
Fuente: Elaboración propia en base a registros de Administrador de PL de IM Recoleta.

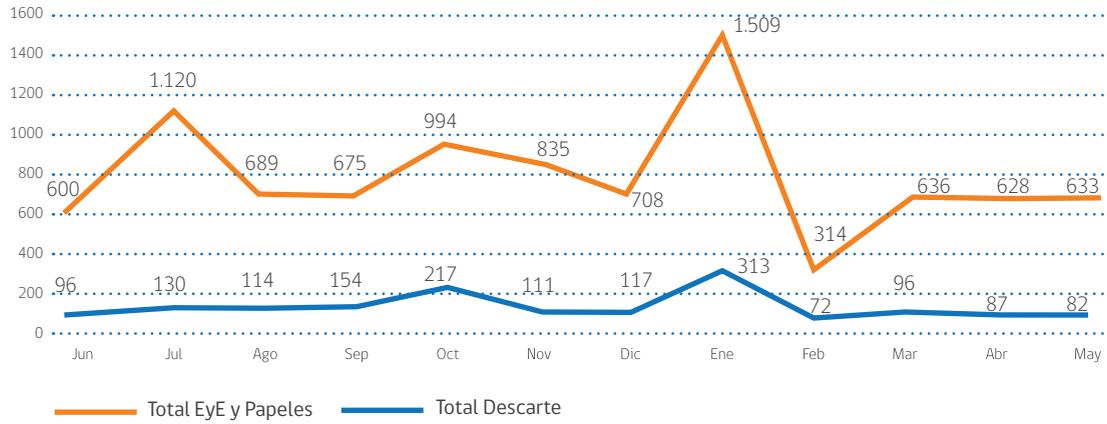
Las gráficas a continuación, muestran el comportamiento en la generación de residuos para cada uno de los Pilotos durante el año de ejecución.

Figura 15.
Evolución Mensual Recuperación Residuos Valorizables de EyE y de Papel, por Piloto. Total Período - VEOLIA (kg)

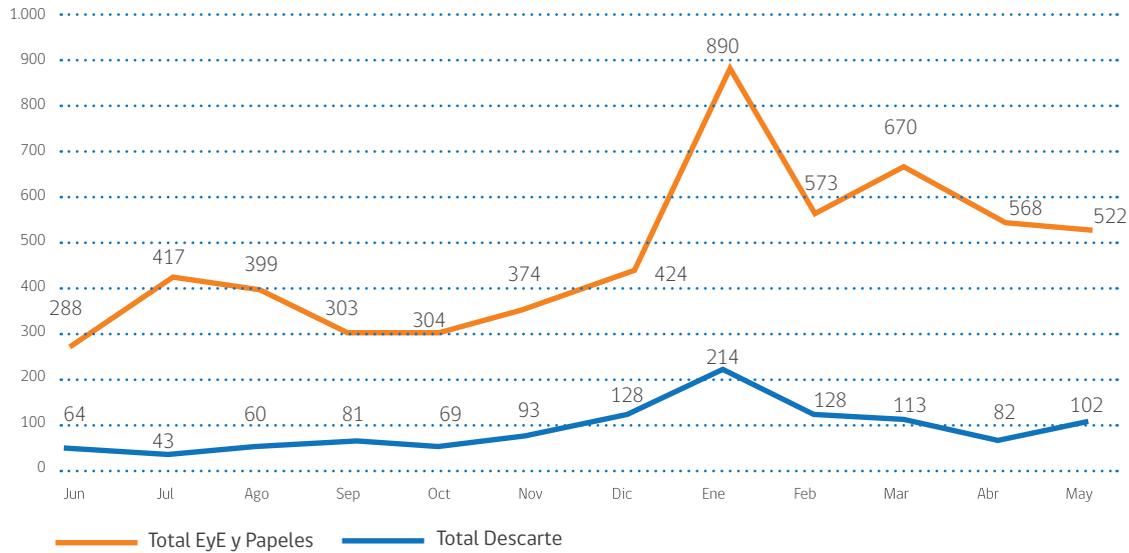




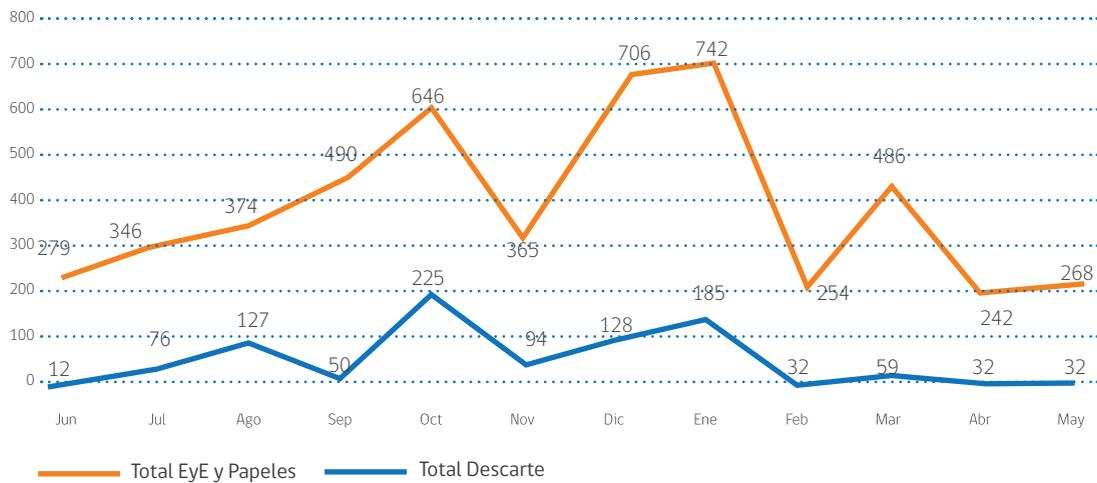
VEOLIA - Independencia (Kg.)



VEOLIA - Macul (Kg.)



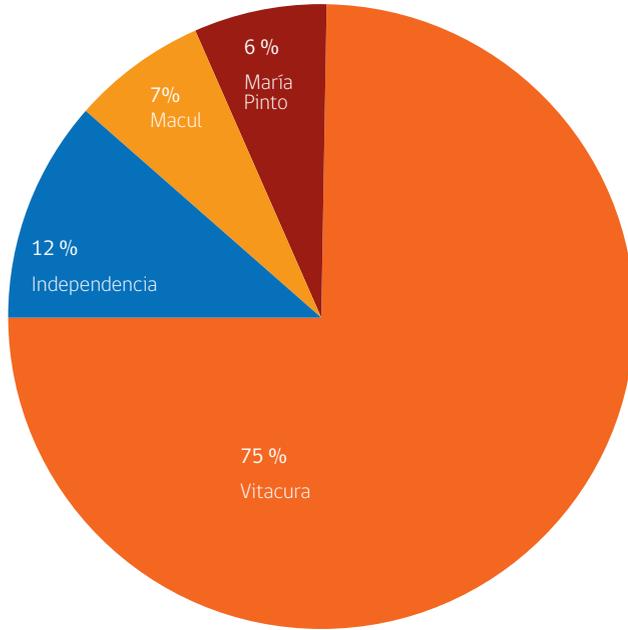
VEOLIA - María Pinto (Kg.)



Fuente: Elaboración propia en base a registros de Administrador de PL de IM Recoleta.



Figura 16.
Participación de los Pilotos en la Generación de residuos valorizables, VEOLIA



Fuente: Elaboración propia en base a registros de Administrador de PL de IM Recoleta.

Como se observa, el Piloto de Vitacura aportó el 75% de los residuos valorizables, lo cual se atribuye al estrato socioeconómico de los vecinos y a que proporcionalmente este Piloto tenía el doble de participantes que el resto, pues era atendido exclusivamente por VEOLIA. Además, en esta comuna existía una alta participación (61% promedio anual) porque previo a este proyecto, ya operaba un Programa de Reciclaje Municipal. Sin embargo, en dicho programa no se distinguía entre categorías de residuos, acopiando todo en una misma bolsa plástica desechable que entregaba la empresa recolectora, no existiendo tampoco condición de limpieza asociada a la entrega. Esta modalidad de acopio, a la que estaban acostumbrados los vecinos, trajo algunos problemas iniciales porque en las bolsas de reciclaje se incluía mucha basura, por lo tanto, fue necesario capacitar a los peonetas de VEOLIA para que distinguieran y extrajeran in situ, aquellos residuos que no correspondían a EyE, evitando así su traslado al Punto Limpio. En retiros masivos como los que ocurrían en este Piloto, sin embargo, es imposible extraer todo aquello que no corresponde desde las bolsas de reciclaje, dada la enorme cantidad recolectada (entre 20 y 25 m³/retiro), por lo tanto, de igual forma llegaban al Punto Limpio restos de comida, papeles sucios, juguetes en desuso, y otros residuos peligrosos del tipo infeccioso, como sondas endovenosas y jeringas con sangre, sin protección alguna.

Para tratar de evitar este tipo de situaciones, que colocaron en riesgo la integridad de recolectores y personal de clasificación, se enviaron mensajes al grupo de WhatsApp creado para cada Piloto, y se distribuyó material informativo a todas las casas del cuadrante.

Figura 17.
Basura contenida en las bolsas de Recolección Segregada



Bolsa de basura común en contenedores de Reciclaje Vitacura



Residuos Orgánicos



Jeringa con sangre sin protección



Juguetes, bolsos, teclado

Fuente: Registro fotográfico GESCAM, 2018-2019.



En los cuatro Pilotos atendidos por VEOLIA, el descarte promedio osciló entre 12% y 17% promedio en peso, siendo el Piloto de Vitacura el que presentó la menor proporción con un 12% promedio, seguido de Independencia con un 15%; mientras que Macul y María Pinto presentaron un 17% promedio. Este material de descarte está compuesto por residuos que al día de hoy no tienen valor económico ni factibilidad de valorización, correspondiendo mayoritariamente a papeles y cartones contaminados y residuos de todo tipo que equivocadamente las personas incluían en las bolsas, pero además una gran cantidad de envases plásticos de yogur, envases de PET contaminados con alimentos, botellas de aceite, entre otros, residuos muy livianos pero de gran volumen.

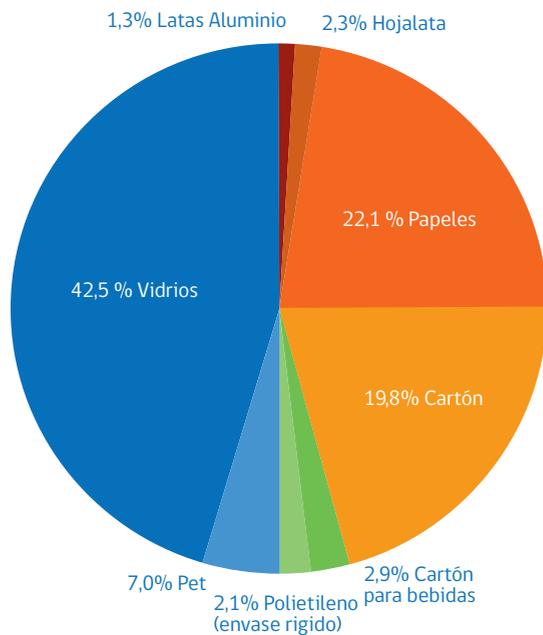
Caracterización de Residuos Valorizables

Al realizar un análisis respecto de la composición de los residuos valorizables, la mayor proporción en peso la tiene el vidrio, seguido del papel, cartón y plásticos.

En relación a los plásticos, el PET es el que tiene mejor opción de venta. Las bolsas de polietileno y polipropileno, en cambio, no se comercializan porque no existen gestores interesados en este tipo de material debido a su bajísima densidad lo cual exige grandes volúmenes junto a un muy buen nivel de clasificación y limpieza, condición difícil de alcanzar en la basura domiciliaria. En relación con los envases rígidos de polietileno (envases de champú, jabón, detergente, etc.), a partir de la segunda semana de agosto 2018, se comenzaron a pre-tratar y acopiar para vender a un gestor interesado con el cual se hizo contacto.

El cartón para bebidas es un residuo con altos y bajos de comercialización, puesto que cuando se satura el mercado,

Figura 18. Composición de Residuos Valorizables. Todos los Pilotos - VEOLIA



Fuente: Elaboración propia en base a registros de Administrador de PL de IM Recoleta.

los valorizadores no lo reciben, obligando a los gestores a acopiarlo mientras la situación se normaliza. Actualmente (2019) no existe un mercado nacional que valore este material quedando sujeto a condiciones internacionales.

La hojalata por su parte, tiene un mercado relativamente activo, pero al igual que las latas de aluminio, requieren de alto volumen de acopio para su venta. Este último residuo sin embargo, es el que alcanza el mejor precio del mercado de los residuos de EyE.

Caracterización de Residuos de Pilas

En relación con las Pilas, el 99,6% corresponde a Pilas comunes, mientras que sólo el 0,4% en peso corresponde a Pilas de Botón.

Caracterización del Material de Descarte

El material de descarte incluido en las bolsas de recolección retiradas por VEOLIA, alcanzó en promedio un 13% en peso, consolidando los cuatro pilotos. Este material genera un impacto negativo en toda la cadena de recolección y clasificación pues se invierte el mismo tiempo y espacio en segregarlo, transportarlo y clasificarlo que para los residuos valorizables.

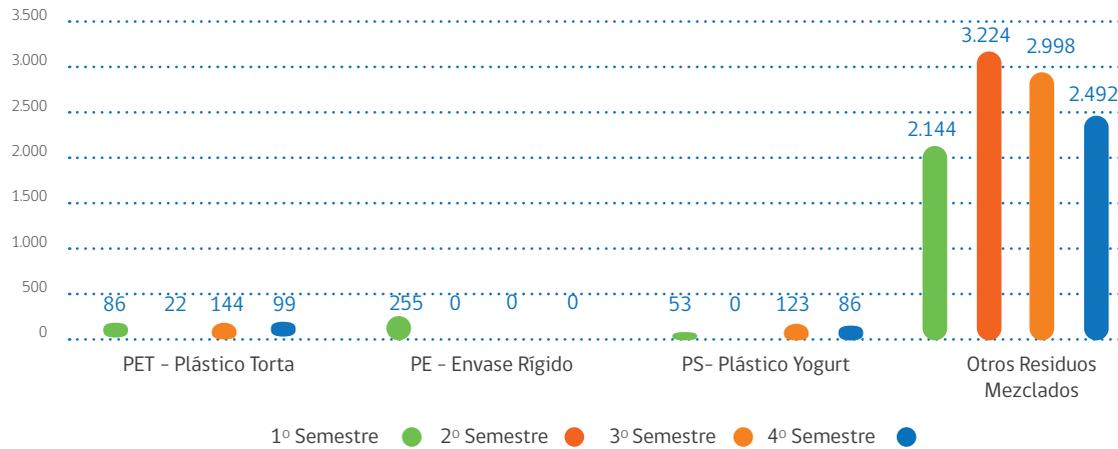
Por otra parte, considerando que los contratos de retiro de basura establecen sus tarifas en unidades de volumen, es decir litros, se registró la cantidad de contenedores donde se depositó semanalmente el descarte que debió ser retirado desde el Punto Limpio, alcanzando un volumen total aproximado de 241 m³ durante el año de operación del proyecto. En base a lo anterior, se pudo además determinar la densidad promedio de este material que alcanzó los 50,1 kg/m³, por ende, aun cuando el porcentaje en peso fue 13%, en volumen fue el equivalente a un 22%. Considerando que el costo de eliminación de los desechos se mide en litros, se hicieron esfuerzos de compactación para minimizar su volumen, alcanzando de todas formas un costo total aproximado de UF 200.

Es importante señalar que el proyecto de recolección segregada que tiene contratado la Municipalidad de Vitacura con la empresa KDM, tiene un 30% de pérdida en la planta de clasificación en Til Til, según lo informado por dicho municipio, es decir, más del doble que el alcanzado en este proyecto. Las causas que podrían explicar la mayor efectividad en la recuperación de residuos recolectados en los Pilotos de este proyecto serían la segregación de los residuos en dos bolsas para evitar la contaminación, la instrucción a los vecinos de entregar residuos limpios y secos, el traslado segregado de residuos hasta el Punto Limpio y la clasificación manual llevada a cabo en el mismo. El Programa de Reciclaje de Vitacura en cambio, contempla una sola bolsa de acopio, el retiro se realiza con camión compactador y la clasificación de residuos es realizada con apoyo de un trommel y un grupo de operarios dedicados a esta tarea.

Para efectos de conocer la composición del descarte por Piloto, éste se caracterizó en cada retiro, obteniéndose los siguientes resultados consolidados.



Figura 19.
Evolución Trimestral Material Descarte - VEOLIA, Consolidado Pilotos [kg]



Fuente: Elaboración propia en base a registros Punto Limpio La Paz, IM Recoleta.

De la figura se desprende que el 93% en peso se asocia a la categoría Otros Residuos Mezclados lo cual corresponde a:

- Restos de comida incluidos por error en las bolsas de reciclaje
- Papeles y cartones sucios
- Residuos que no corresponden a envases y embalajes

El 7% restante del material de descarte corresponde a envases y embalajes actualmente no factibles de valorizar, los cuales prontamente estarán sujetos al cumplimiento de metas de valorización, tales como:

- EyE contaminados con pegamento (envases de yogurt de poliestireno con etiquetas o sellos adhesivos)
- EyE contaminados con residuos orgánicos, aceite, grasa u otras sustancias no aceptadas por los valorizadores (envases de PET para envasar alimentos).
- Envases elaborados con mezclas de materiales que dificultan o impiden su valorización (bolsas laminadas).
- Envases elaborados con materiales sin valor económico en el mercado.

Las alternativas que se identifican para este tipo de envases son: propiciar estrategias de Ecodiseño enfocados en la prevención y permitiendo una reconversión de los EyE (principio de la cadena); destinar dichos envases a la valorización energética (fin de la cadena).

Por otra parte, también es importante considerar el costo que significa recolectar y eliminar estos residuos tan comunes en la basura domiciliaria, debido al gran volumen que representan en relación a su peso, tal como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla 19.
Densidad de EyE Plásticos No Valorizables en la Basura Domiciliaria

MATERIAL DE DESCARTE	PORCENTAJE LLENADO CONTENEDOR		VOLUMEN Contenedor Vacío [lt]	PESO Contenedor Vacío [kg]	PESO Contenedor con Residuos [kg]	PESO RESIDUOS [kg]	DENSIDAD RESIDUOS PLÁSTICOS SIN VALORIZACIÓN		
	SIN Compactar	Compactación Manual					SIN Compactar [kg/m³]	Compactado MANUAL [kg/m³]	
	PET - PLÁSTICO TORTA	100%	40%	360	15,7	19,6	3,9	10,9	27,2
PS - PLÁSTICO YOGURT	90%	50%	200	12,8	16,3	3,5	19,7	35,4	
PROMEDIO								15,3	31,3

Fuente: Elaboración propia en base a caracterización de descarte en Punto Limpio La Paz, IM Recoleta.



C. MODELO DE NEGOCIO: RECICLADORES DE BASE, TOTAL RESIDUOS Y CARACTERIZACIÓN

En lo que respecta a los territorios abordados por los RdeB, es importante señalar que durante el periodo de los pilotajes se trabajó con dos equipos de recicladores de base, lo que incidió en el desarrollo operativo y resultados de estos mismos. El primer grupo de RdeB renuncia formalmente al proyecto en diciembre de 2018 y el segundo grupo de recicladores se integra a partir de la tercera semana de enero del 2019.

El primer grupo de RdeB realizaba la clasificación de los residuos recolectados en sus propias dependencias y esta modalidad para efectos de este estudio, presentó la desventaja de que no se logró obtener el mismo nivel de estadísticas que los residuos que eran procesados directamente en el Punto Limpio de Av. La Paz. No obstante lo anterior, se contó con los respectivos informes de los residuos recolectados en los pilotajes, en base a las mismas categorías que los procesados en dicho Punto Limpio. Los residuos eran trasladados a este lugar para pre-tratamiento y acopio, aun cuando en otros casos, eran comercializados directamente.

Como consecuencia de la renuncia del primer grupo de RdeB, la recolección y traslado de todos los residuos del Piloto de Independencia hacia Punto Limpio de Av. La Paz, es asumido por la empresa VEOLIA con apoyo del supervisor de Terreno de GESCAM en diciembre de 2018, para su respectiva clasificación. Por este motivo, la estadística de ese mes quedó contabilizada en el modelo privado de la empresa VEOLIA. A partir de enero de 2019, con la integración del segundo grupo de RdeB, se retoma la atención de este Piloto.

Para el piloto de Macul, si bien se mantuvo una participación constante según las encuestas y mediciones realizadas en este estudio, se observa que durante los primeros seis meses

existió una disminución progresiva de la cantidad de residuos recuperados. Los elevados datos iniciales obtenidos en el pilotaje se atribuyen a errores de registro de datos. Con la renuncia del primer grupo de RdeB, este Piloto fue atendido íntegramente bajo el modelo privado, con dos retiros semanales, siendo la totalidad de los residuos procesados en el Punto Limpio de Av. La Paz.

Respecto del Piloto en María Pinto, hasta agosto 2018 presentaba una evolución ascendente en la cantidad de residuos recuperados. No obstante lo anterior, producto de la renuncia del primer Reciclador de Base a cargo de prestar este servicio, el retiro fue realizado por GESCAM con apoyo de la empresa VEOLIA para ser trasladado al Punto Limpio de Av. La Paz, para su respectiva clasificación. Por lo tanto, dado que la segregación de dichos materiales fue realizada en dicho Punto Limpio, la estadística de los RdeB muestra cero para esos meses. A contar de enero de 2019, retoma la atención de este Piloto, el segundo grupo de RdeB.

La consolidación de **residuos valorizables** recuperados por los RdeB, alcanzó un total de **13,7 ton**, evitando que tuvieran por destino final un relleno sanitario. Por otra parte, se recolectaron **105 kilos de Pilas** que de otra forma hubieran sido eliminadas junto a la basura domiciliaria.

Al igual que en el modelo privado, la estadística incorpora algunos residuos de papel no constitutivos de EyE (diarios, revistas y papel blanco), pero en mucha menor proporción (3,8%) que lo recolectado por VEOLIA (15,9%), probablemente debido a que como estos residuos no fueron solicitados, los RdeB no necesariamente los retiraban o bien, si los recibían, no fueron informados.



Tabla 20.
Total Residuos Recolectados por RdeB [kg]

RESIDUO	1° Trimestre Jun-Ago	2° Trimestre Sep-Nov	3° Trimestre Dic-Feb	4° Trimestre Mar-May	TOTAL AÑO Jun 2018-May 2019 [kg]	Composición Porcentual [%]
Papel Blanco 2, Revistas y Diarios	176	128	61	154	519	3,8%
Total Residuos de Papel (no corresponde a EyE)	176	128	61	154	519	3,8%
Mix Papel	4	0	0	0	148	1,1%
Cartón	1.005	585	255	680	2.525	18,4%
Cartón Bebidas	303	163	13	39	518	3,8%
PET	619	236	171	345	1.370	10,0%
PE Rígido, PE y PP Bolsas	509	164	9	36	717	5,2%
Residuos de Papel (no corresponde a EyE)	2.438	1.147	448	1.100	5.278	38%
Vidrio	3.689	2.076	431	807	7.004	51,0%
Latas Alum	99	18	26	72	215	1,6%
Hojalata	373	266	16	54	709	5,2%
Total Residuos Envases Duros	4.161	2.361	473	933	7.927	58%
TOTAL VALORIZABLE	6.775	3.636	982	2.187	13.724	100%
TOTAL DESCARTE	412	208	192	718	1.531	
Porcentaje Descarte	6%	5%	16%	25%	10%	
Pilas	28,1	56,0	4,5	16,4	105,0	99,99%
Pilas de Botón	0,0	0,0	0,012	0,00	0,0	0,01%
Pilas	28	56	5	16	105,0	100%

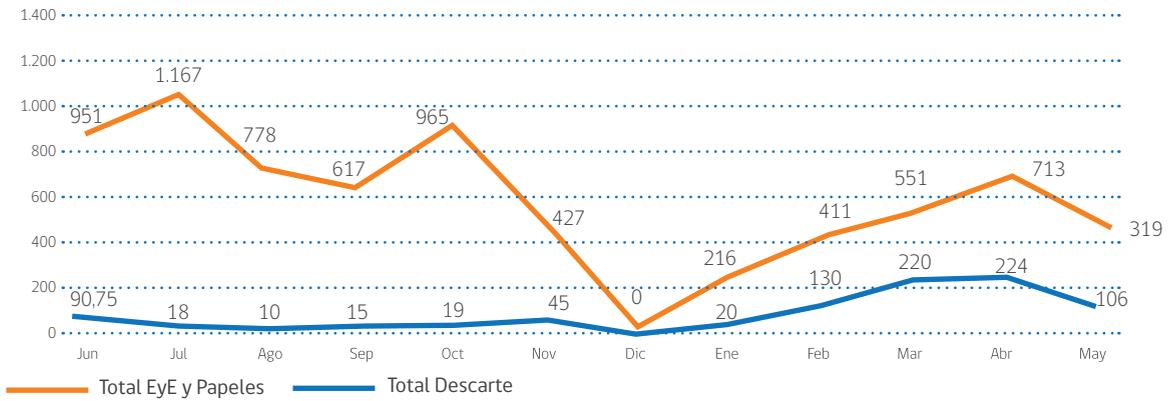
Nota: Los Pilotos iniciaron la 2° semana de Junio 2018 y terminaron la 1° de Junio 2019, por lo tanto, para efectos de completar el 1° trimestre, los registros de la última semana del proyecto fueron incorporados a junio 2018. Fuente: Elaboración propia en base a reportes Recicladores de Base.

Gráficamente, la evolución de cada Piloto se presenta en las Figuras a continuación, donde se observa que existe una tendencia negativa en la recuperación de residuos valorizables en los tres Pilotos atendidos por los RdeB, retrocediendo sistemáticamente desde julio 2018 hasta la renuncia del primer grupo en diciembre de ese mismo año. Ese mes la estadística refleja cero porque los residuos fueron retirados a través del modelo privado y clasificados en el Punto Limpio Av. La Paz. A partir de enero de 2019, con la participación del segundo grupo atendiendo los Pilotos de Independencia y María Pinto, se logra normalizar la situación.

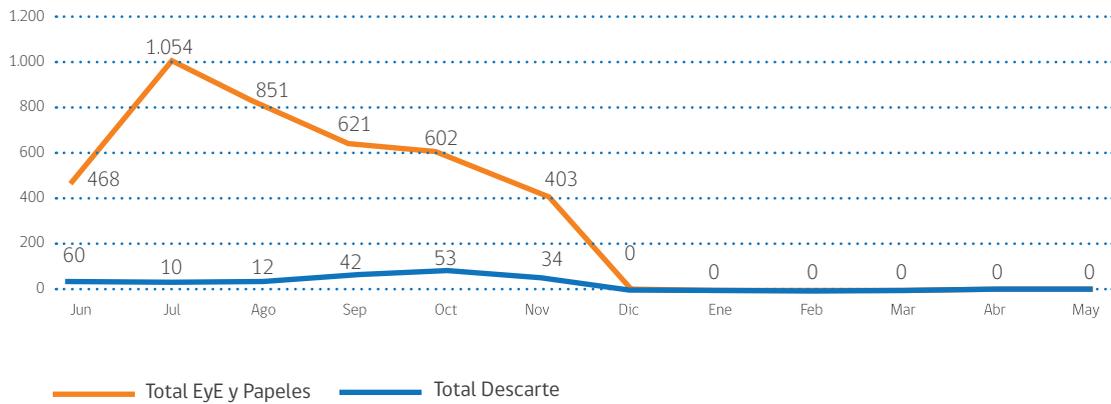


Figura 20.
Evolución Mensual Recuperación Residuos Valorizables de EyE y de Papel, por Piloto. Total Período – Recicladores de Base (kg)

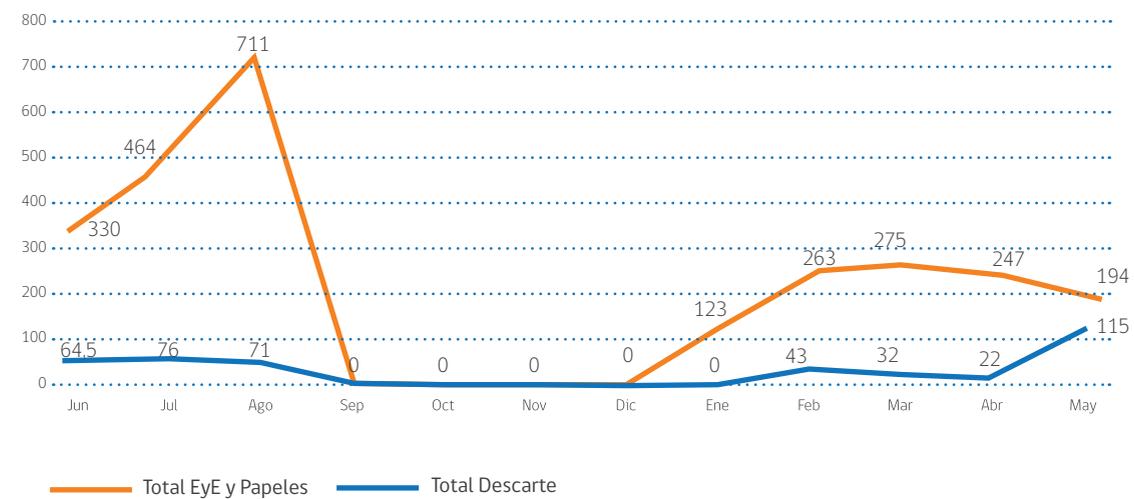
RdeB - Independencia (Kg)



RdeB - Macul (Kg)



RdeB - María Pinto (Kg)

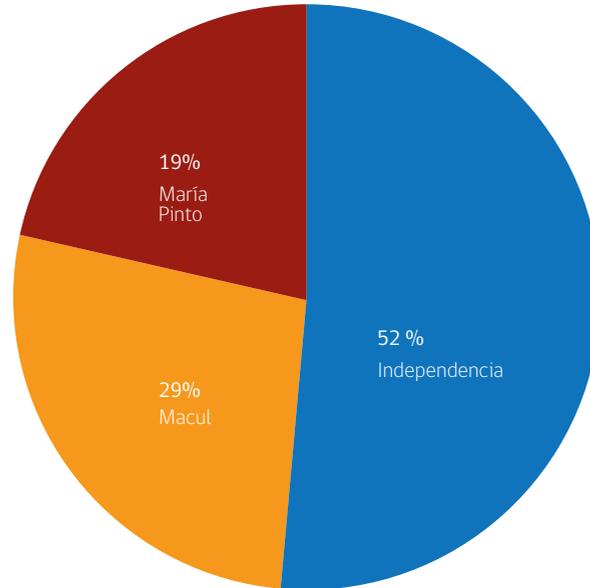


Fuente: Elaboración propia en base a registros de RdeB.



Respecto de la participación de cada Piloto en la generación de residuos valorizables, se observa que el 52% corresponde a Independencia, seguido por Macul y María Pinto.

Figura 21.
Participación de los Pilotos en la Generación de residuos valorizables, RdeB

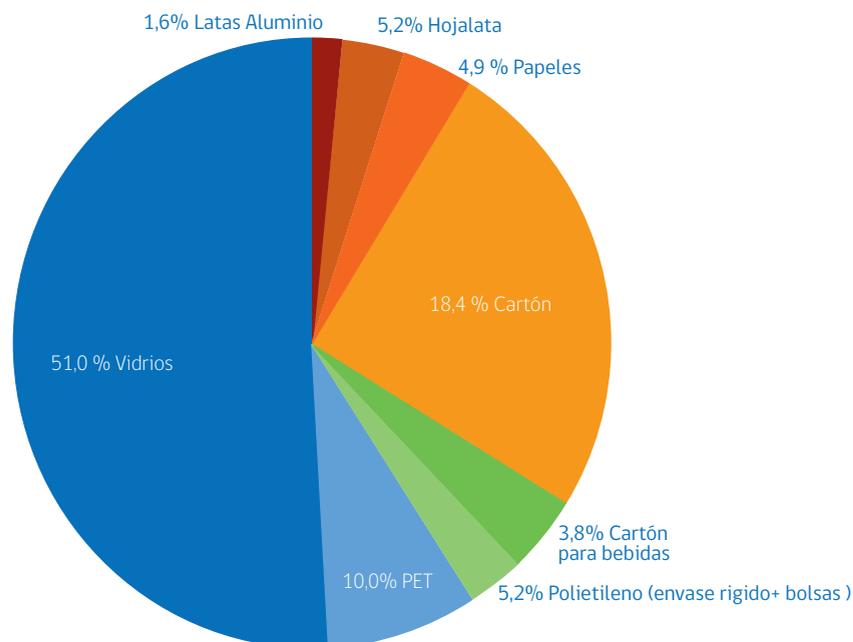


Fuente: Elaboración propia en base a reportes Recicladores de Base.

Caracterización de Residuos Valorizables

La composición de los residuos valorizables en el caso de los Recicladores de Base es similar a la observada en los residuos retirados por VEOLIA, situándose el vidrio en primer lugar, seguido del cartón, plásticos (fundamentalmente PET), papeles, cartón para bebidas, hojalata y latas de aluminio.

Figura 22.
Composición de Residuos Valorizables. Todos los Pilotos - RdeB



Fuente: Elaboración propia en base a reportes Recicladores de Base.



Caracterización de Residuos de Pilas

En relación a las Pilas, el 99,99% de las Pilas recolectadas correspondió a Pilas comunes, mientras que el 0,01% en peso fueron Pilas de Botón.

D. REGISTRO ESTACIONAL DE GENERACIÓN RESIDUOS DE EyE Y PILAS

En atención a que los residuos recolectados por VEOLIA presentan mayor control desde su recogida y hasta su transformación en fardos compactados a la espera de comercialización, el análisis de la estacionalidad se realiza en base a los registros realizados en el Punto Limpio Av. La Paz.

A partir de dichas cifras se concluye que la mayor generación de residuos valorizables se produce en primavera-verano, a pesar de la baja en la participación registrada en vacaciones.

En los Envases y Embalajes denominados “blandos” se observa un peak en la generación de papeles en invierno que declina con la llegada de la primavera/verano. Los residuos de EyE plásticos y cartón, en cambio, sufren una caída importante en invierno, pero se eleva su generación fuertemente en primavera, tendencia que en el caso de los plásticos continúa en el verano. Por otra parte, se observa que los residuos de cartón para bebidas se mantienen estables durante todo el año.

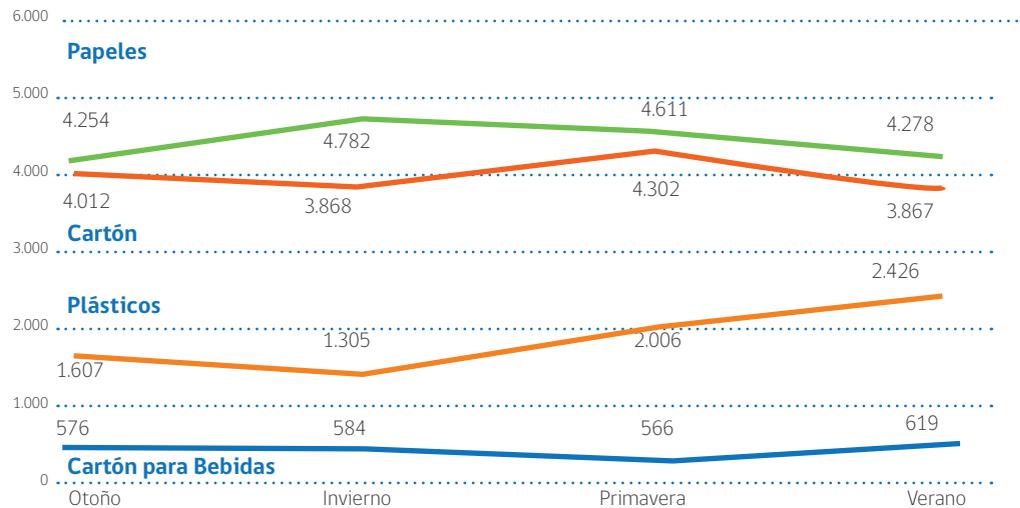
En relación a los residuos de envases de hojalata y aluminio, se observa una marcada disminución en invierno, incrementándose notoriamente en primavera/verano.

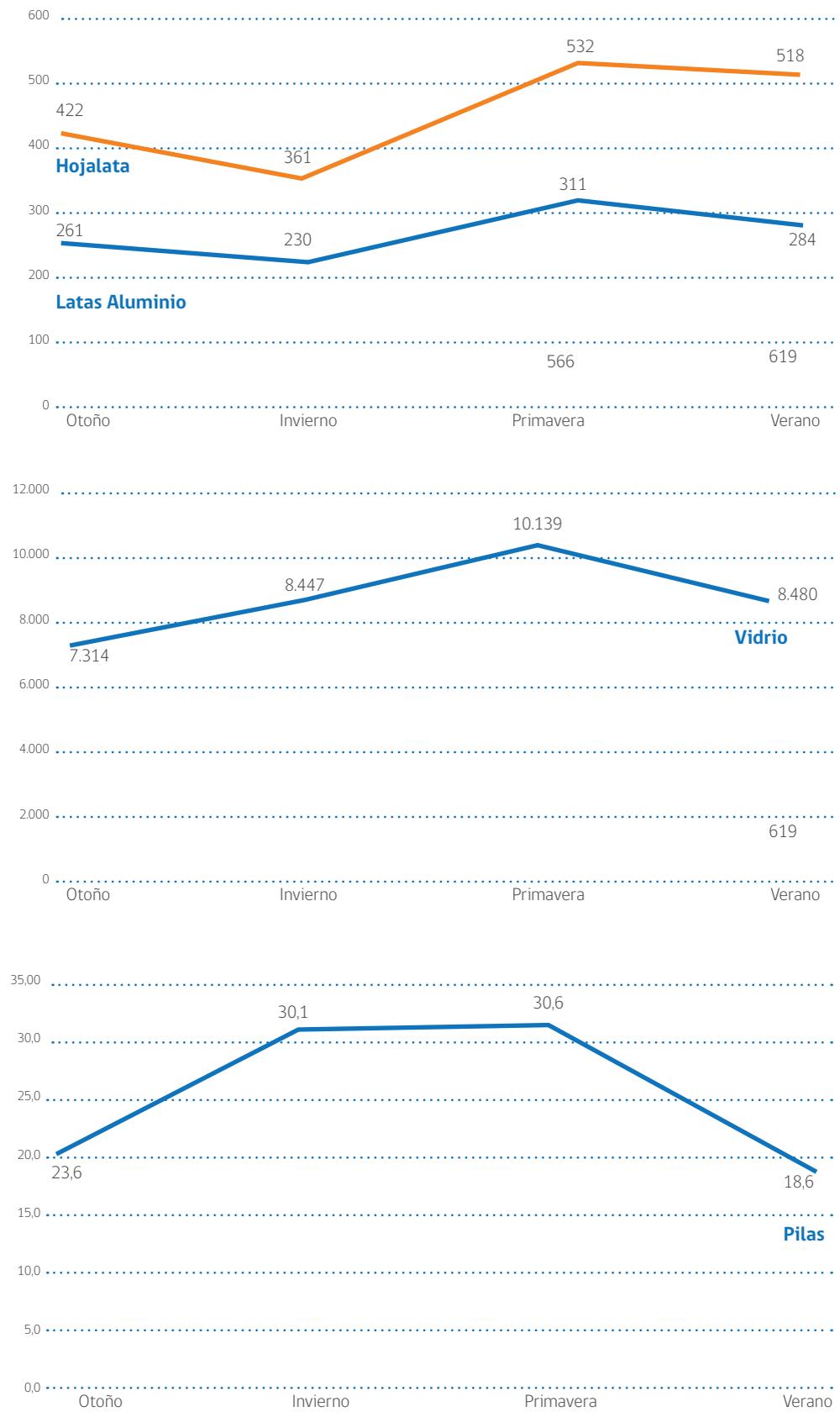
Por otra parte, existe un fuerte incremento de los residuos de vidrio en primavera, lo cual puede verse influido por Fiestas Patrias, descendiendo en verano y otoño para elevarse nuevamente en invierno.

Finalmente, la generación de residuos de pilas muestra un alza en invierno que se mantiene durante la primavera, descendiendo de manera importante en el verano.

Gráficamente, la estacionalidad de generación de los diferente materiales se observa en las siguientes figuras.

Figura 23.
Estacionalidad Residuos de Envases y Embalajes, Residuos de Papel y Pilas [kg/trimestre]





Fuente: Elaboración propia en base a registros de residuos de EyE del Punto Limpio La Paz, IM Recoleta, y del Supervisor de Terreno en el caso de las Pilas.



E. TASA DE PARTICIPACIÓN DE LOS VECINOS EN LA RECOLECCIÓN SEGREGADA

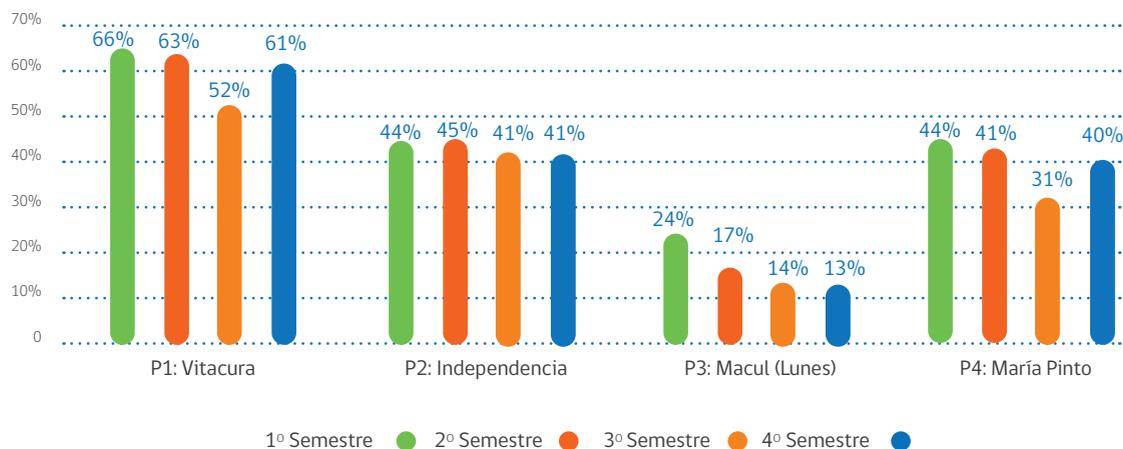
La colaboración de la comunidad es una variable fundamental en el éxito de un Programa de Recolección Segregada. Para estos efectos es muy importante una campaña de sensibilización que logre concientizar a la comunidad, la motive a colaborar y lo transforme en un hábito que haga sustentable su permanencia en el tiempo.

El promedio de participación semanal se debe entender como la cantidad promedio de domicilios que semanalmente participaron del programa.

En el caso de VEOLIA, el Piloto de Vitacura presenta la tasa más alta de participación semanal, alcanzando un promedio de 61%, según 37 mediciones realizadas entre junio 2018 y mayo 2019. En el Piloto de Independencia se observa una participación promedio semanal de 43%, mientras que en María Pinto fue de 39% durante el mismo período.

En Macul, la participación promedio de los días lunes fue de 17%, y a partir del 2º semestre, luego de la renuncia del primer grupo de RdeB, la participación promedio semanal fue de 11%. La baja participación por día de retiro puede explicarse por la modalidad de retiro bisemanal. Por otra parte, el perfil de las personas inscritas en este Piloto eran parejas jóvenes, en edad laboral y que normalmente están en una etapa de vida con frecuentes cambios de domicilio, lo que podría haber producido deserción de participantes.

Figura 24.
Tasas Promedio Participación Semanal, Pilotos atendidos por empresa privada - VEOLIA



Fuente: Elaboración propia en base a registros de Supervisor de Terreno GESCAM.

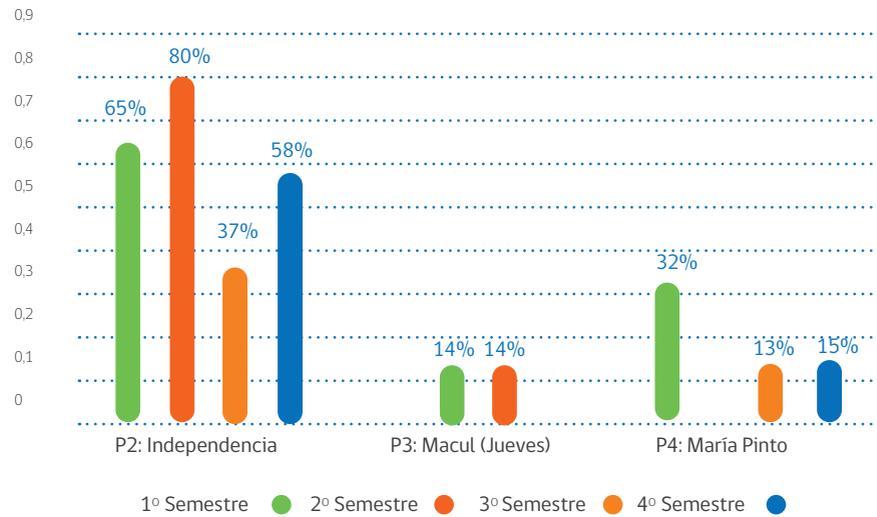
En el caso de los RdeB se produjeron dos etapas de seguimiento. Con el primer grupo colaborador no se logró una coordinación directa con el Supervisor de Terreno, por lo tanto las mediciones en Independencia durante el primer semestre, fueron realizadas por ellos mismos. En el caso de María Pinto, en algunas ocasiones sí pudo acompañarse el retiro; y en Macul, las mediciones fueron realizadas por el Supervisor de Terreno quien llegaba antes que se realizara la recolección y registraba los participantes a través de las bolsas depositadas en los shafts ecológicos. Con la llegada

del segundo grupo, esta situación cambió, existiendo mejor coordinación debido al seguimiento de protocolos establecidos, particularmente en el cumplimiento de horarios de retiro y caracterización de todos los residuos (valorizables y descarte), y no sólo aquellos con valor comercial.

Los registros indican que la mayor participación semanal en los Pilotos atendidos por los RdeB se alcanzó en Independencia con un 60%, seguido de María Pinto con un promedio anual de 20% y Macul con un 14% durante el primer semestre.



Figura 25.
Tasas Promedio Participación Semanal, Pilotos atendidos por RdeB



Fuente: Elaboración propia en base a registros de Supervisor e Terreno GESCAM.

F. INDICADORES DE PRODUCCIÓN PER CÁPITA (PPC) DE RESIDUOS DE EyE, Y PILAS

A partir de la cantidad promedio de personas por domicilio enrolado en cada Piloto y el promedio semanal de participación, se estimó la cantidad de personas generadoras de residuos valorizables, lo cual al dividirlo por la cantidad promedio diaria de residuos recolectados, permite estimar el PPC de residuos valorizables y el PPC de Pilas por Piloto.

En el caso de los domicilios atendidos por VEOLIA, el PPC más alto de residuos de EyE y consistentemente de "EyE + Papeles", se obtiene en Vitacura seguido de Macul, Independencia y María Pinto. En el caso de las Pilas, el mayor PPC se obtiene en Macul seguido por María Pinto, Independencia y Vitacura.

Tabla 21.
PPC de Residuos Valorizables y Pilas - Pilotos atendidos por empresa VEOLIA

PILOTOS VEOLIA	EyE [kg-pers/día]	EyE + Papeles [kg-pers/día]	Pilas [gr-pers/día]
P1: VITACURA	0,196	0,241	0,120
P2: INDEPENDENCIA	0,090	0,095	0,274
P3: MACUL	0,146	0,156	0,580
P4: MARÍA PINTO	0,085	0,089	0,501

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los domicilios atendidos por los RdeB, el PPC más alto de EyE y "EyE + Papeles", se registra en el Piloto de Macul seguido por María Pinto e Independencia. Respecto al PPC de Macul, se estima que dicha cifra corresponde a un error en el registro informado por los RdeB.

En relación al PPC de Pilas, el Piloto de Macul nuevamente obtiene el PPC más alto, seguido de María Pinto e Independencia.



Tabla 22.
PPC de Residuos Valorizables y Pilas – Pilotos atendidos por RdeB

PILOTOS RdeB	EyE [kg-pers/día]	EyE + Papeles [kg-pers/día]	Pilas [gr-pers/día]
P2: INDEPENDENCIA	0,058	0,062	0,405
P3: MACUL	0,607	0,607	6,256
P4: MARÍA PINTO	0,093	0,095	0,509

Fuente: Elaboración propia.

G. INDICADORES DE PRODUCCIÓN PER CÁPITA (PPC) DE RESIDUOS VALORIZABLES, POR TIPO DE MATERIAL

En base a los registros de generación de residuos de envases y embalajes y papeles recolectados por VEOLIA, se estimaron los PPC por tipo de material, puesto que se conoce en detalle su composición y la cantidad de personas que los generan en base al promedio semanal de domicilios activos.

Para mantener la consistencia, fue necesario completar el registro del Piloto de Macul, puesto que durante el primer semestre, la cantidad de residuos recolectada por VEOLIA sólo correspondía al retiro del día lunes, así es que se completa con los residuos retirados por los RdeB durante los días jueves.

En base a lo anterior, se obtiene los PPC por tipo de material y Piloto.

Tabla 23.
PCC por tipo de material de Residuos Valorizables, EyE y Papel [kg-persona/día]

PILOTOS VEOLIA	Papel 2, Revistas y Diarios	EyE Valorizables								PPC residuos valorizables [kg-pers/día]
		Mix Papel	Cartón	PET	Envase Rígido (PE)	Cartón para bebidas	Vidrio	Latas Aluminio	Hojalata	
Generación Anual Residuos EyE Valorizables [kg/año]	12.834	5.090	16.050	5.674	1.670	2.345	34.380	1.086	1.833	80.961
Composición por Material	16%	6%	20%	7%	2%	3%	42%	1%	2%	100%
P1: VITACURA	0,038	0,015	0,048	0,017	0,005	0,007	0,103	0,003	0,005	0,241
P2: INDEPENDENCIA	0,015	0,006	0,019	0,007	0,002	0,003	0,040	0,001	0,002	0,095
P3: MACUL	0,025	0,010	0,031	0,011	0,003	0,005	0,066	0,002	0,004	0,156
P4: MARÍA PINTO	0,014	0,006	0,018	0,006	0,002	0,003	0,038	0,001	0,002	0,089
PROMEDIO	0,023	0,009	0,029	0,010	0,003	0,004	0,062	0,002	0,003	0,145
							0,122			

Fuente: Elaboración propia.

H. DENSIDAD DE LOS RESIDUOS RETIRADOS EN MODALIDAD RECOLECCIÓN SEGREGADA

Los residuos eran registrados volumétricamente al llegar al Punto Limpio, en base a la cantidad de sacas y contenedores recibidos. Posteriormente, eran clasificados y pesados por tipo de material, al igual que el descarte. Este registro permitió obtener la densidad promedio, bruta y neta, de los residuos de envases y embalajes recolectados, es decir, incluyendo y sin incluir el material de descarte.



Tabla 24.
Densidad Residuos Valorizables recolectados en modalidad Recolección Segregada, EyE y Papel

RESIDUOS RECOLECTADOS Piloto:TODOS los atendidos por VEOLIA		Previo Clasificación	Post Clasificación
		[m ³]	[kg]
Tipos	E&E BLANDOS	1.098	43.662
	E&E DUROS	197	37.299
	DESCARTE	-	11.724
TOTAL RESIDUOS VALORIZABLES		1.296	92.685
DESCARTE equivalente		291	-
VOLUMEN VALORIZABLES menos DESCARTE		1.005	80.961
DENSIDAD BRUTA RESIDUOS RECOLECTADOS (incluye Descarte) [kg/m ³]		72	
DENSIDAD NETA RESIDUOS VALORIZABLES (NO incluye Descarte) [kg/m ³]		81	

Fuente: Elaboración propia en base a registros Punto Limpio La Paz, IM Recoleta.

I. NUDOS CRÍTICOS Y VARIABLES DEL MODELO DE NEGOCIO Y MODELO DE GESTIÓN

Las variables de tipo cualitativo son tan importantes como las variables de tipo técnico o cuantitativo, puesto que pueden condicionar el éxito o fracaso de un proyecto de Recolección Segregada, pudiendo ser en algunos casos de tipo estructural o cultural, afectando favorable o negativamente la respuesta de la comunidad o del mercado.

1. Nudos Críticos que condiciona la Viabilidad de un Programa de Recolección Segregada Casa a Casa (RSCaC)

Los nudos críticos son variables estructurales y se identificaron las siguientes:

- i. Las condiciones actuales de mercado no incentivan a las empresas gestoras de residuos, incluidos los RdeB, a fortalecer la gestión de los materiales valorizables, observándose precios poco competitivos que no permiten compensar los costos de recolección y pre-tratamiento asociados al manejo.
- ii. Existe un monopolio u oligopolio de compradores de residuos de EyE manejando los precios.
- iii. Escasa disponibilidad de personal calificado para clasificación manual, o en su defecto, de maquinaria automatizada para la clasificación de residuos.
- iv. La participación de Recicladores de Base como gestores de recolección de residuos necesariamente involucra un cambio cultural hacia el trabajo en equipo bajo protocolos establecidos. La experiencia de los Pilotos demuestra que esto es perfectamente posible utilizando modelos de gestión adecuados y una actitud colaborativa por parte de todos los actores.
- v. Escasa educación en la segregación en origen por parte de la población para la entrega los residuos de EyE limpios y secos. Por ende, faltan programas enfocados a la educación ambiental de la ciudadanía.
- vi. Insuficiente disponibilidad de Instalaciones de Recepción y Centro de Acopios autorizados en términos de espacio disponible e infraestructura para el pre-tratamiento de los residuos valorizables.

Durante la ejecución de este proyecto, la clasificación de los residuos fue totalmente manual, tanto la realizada por los RdeB como la realizada en el Punto Limpio para los residuos retirados por VEOLIA, donde tres personas procesaron un total aproximado de 2.575 kg/mes de residuos¹⁹, incluido el descarte.

¹⁹Total residuos de EyE VEOLIA = 80.961 kg; Total Descarte VEOLIA = 11.724 kg.



Sin embargo, se estima que proyectos masivos de recolección segregada deben incorporar necesariamente maquinaria especializada en clasificación de residuos, similar a la que está operando en la planta de KDM, instalada en un galpón de 2 mil metros cuadrados y ubicada en el Relleno Sanitario Loma Los Colorados, en la comuna de Til Til, la cual combina un tratamiento de selección manual y automatizado, lo que permite la recuperación diaria de alrededor de 9 ton de materiales reciclables los que se enfiadan y comercializan como materia prima secundaria²⁰.

2. Infraestructura y Logística de Retiro

- Disponer de vehículos con capacidad mínima de 25 m³ (camión o camioneta con carro), dotados con contenedores para el vidrio y maxisacos para residuos livianos.
- Cumplimiento semanal de retiro, misma ruta y horario (rutina).
- Devolución de bolsas a los vecinos.
- Supervisión y apoyo a los vecinos capacitándolos durante retiro.

3. Capacitación Recolectores

- Recolectores preparados que sean capaces de cumplir protocolos predefinidos y conductores hábiles en la conducción de un camión con carro de arrastre.
- Capacitación de los recolectores respecto de lo que se debe recolectar y lo que es basura.
- Compromiso de devolución de bolsas en domicilio correspondiente.

4. Capacitación Vecinos

- Distinción entre residuos reciclables y basura para evitar la contaminación de los residuos valorizables.
- Condición estándar de entrega de residuos: limpios y secos.
- Botellas de líquidos sin contenido en su interior. Latas, envases de plástico y cartón para bebidas aplastados para disminuir volumen.

5. Otras Acciones Necesarias

- Incorporar a la cadena completa de actores que intervienen en la gestión de residuos (conserjes, personal aseo edificios, contratos municipales, autoridades, etc.)
- Solicitar apoyo de organizaciones comunales/locales.
- Garantizar que la Recolección Segregada no afecte la seguridad ciudadana.
- Aplicación de instrumentos de incentivo económico, de persuasión y normativos que estimulen la valorización y la participación masiva.
- Retroalimentación de resultados a la comunidad.
- Incentivar la construcción de viviendas del tipo unidades habitacionales con shafts o closet ecológicos o Puntos Verdes en condominios, lo cual facilita la logística de la recolección.

Figura 26.
Variables Técnicas



Camioneta con carro de arrastre



Recolección incorrecta, se pierde segregación de origen, residuos mezclados

²⁰ KDM, página web. Revisado en <https://www.kdm.cl/tratamiento/servicios.html>, julio 2019.



Recolección correcta, residuos mantienen segregación en sacas y contenedores



Recolector en Piloto Independencia



Recolector en Piloto Macul



Proceso de compactación y enfardado PET con personal calificado

Fuente: Registro Fotográfico GESCAM, 2018-2019.

J. INGRESOS ASOCIADOS A LA VENTA DE LOS RESIDUOS DE EyE

En la Región Metropolitana existen empresas dedicadas a la valorización de los residuos de EyE, sin embargo, la mayoría de ellas se inclina hacia los residuos de origen industrial (mermas de producción) porque este material se encuentra por lo general limpio y clasificado, facilitando y reduciendo los costos del reciclaje para el valorizador, lo cual se ve reflejado en el precio de compra de dicho material que es conveniente para proveedores y compradores, pudiendo reemplazar materia prima virgen por materia prima secundaria, sin alterar de manera significativa la calidad.

Los residuos de origen domiciliario en cambio, normalmente vienen contaminados con material orgánico y potencialmente mezclados con otros materiales que dificultan su reciclaje, lo cual se refleja en su precio que resulta muy bajo para todo el esfuerzo que implica rescatarlos de la basura domiciliaria.

La Tabla a continuación muestra los precios de venta obtenidos por la Administración de Puntos Limpios de la Municipalidad de Recoleta. La forma de entrega del PET, las latas y el cartón para bebidas es fardos compactados, mientras que el resto de los residuos se entrega a granel en el Punto Limpio. Realizando el ejercicio de aplicar estos precios de venta a la totalidad de los residuos recolectados en los Pilotos del Proyecto de Recolección Segregada, desde el principio de la operación, se obtienen los siguientes ingresos por venta.



Tabla 25.
Precios e Ingresos por Venta de Residuos Valorizables

RESIDUOS RECOLECCIÓN SEGREGADA Pilotos atendidos x VEOLIA+RdeB		TOTAL ANUAL [kg]	PRECIO VENTA [\$/kg]	INGRESOS x VENTA [\$]	Empresa Valorizadora
RESIDUOS ENVASES BLANDOS + PAPEL					
PAPEL	Papel Blanco 2	534	155,0	82.843	Sorepa
	Mix Papel	5.238	65,0	340.501	Sorepa
	Revistas	2.264	65,0	147.169	Sorepa
	Diarios	10.554	55,0	580.479	Sorepa
CARTÓN	Cartón	18.574	55,0	1.021.576	Recupac
CARTÓN PARA BEBIDAS	Cartón para Bebidas	2.863	20,0	57.251	Recupac
PLÁSTICOS	PET (transparente)	4.469	330,0	1.474.905	Integrity
	PET (color)	1.526	230,0	350.990	Recupac
	Mix PET	1.049	230,0	241.201	Recupac
	PEAD (envase rígido)	2.015	0,0	0	Greenplast
	PEBD y PEAD (bolsa)	305	-	0	
	PP (bolsa)	67	-	0	
TOTAL ENVASES BLANDOS + PAPEL		49.459		4.296.915	
RESIDUOS ENVASES DUROS					
VIDRIO	Vidrio	41.383	38,0	1.572.572	Cristoro
METALES	Latas aluminio	1.301	680,0	884.415	Metalum
	Hojalata	2.542	98,0	249.152	Exp. E Imp. De Minerales y Chatarra
TOTAL ENVASES DUROS		45.226		2.706.139	
TOTAL ENVASES Y EMBALAJES + PAPELES		94.685		7.003.054	

Fuente: Administración PL de IM Recoleta, mayo 2019.

Como es posible observar, durante el año de operación del Proyecto de Recolección Segregada se lograron recuperar aproximadamente 95 toneladas de residuos de EyE valorizables, sin embargo, los ingresos asociados a su venta alcanzaron apenas un monto total de \$ 7.003.054.

K. GASTOS TOTALES ASOCIADOS A IMPLEMENTACIÓN DE LOS PILOTOS

El costo total bruto de los cuatro Pilotos de Recolección Segregada fue de \$146.365.924. Sin embargo, si se descuentan los ingresos por concepto de venta de residuos valorizables, se obtiene un costo total neto de \$139.362.870.

El ejercicio de restar los ingresos es sólo para efectos de ordenar el análisis, puesto que dichos ingresos fueron utilizados en un 50% como aporte a la Administración del Punto Limpio para cubrir inversiones y otros gastos, mientras que el otro 50% era entregado por la Administración del Punto Limpio a la cooperativa Jatún Newén para completar la renta de los dos asociados que trabajaban clasificando el material.

Para efectos de calcular el costo total por tonelada de residuo valorizado, se presenta la Tabla siguiente que considera los gastos de Supervisión en Terreno, pero descuenta los gastos asociados a Control del Proyecto, que se consideran pertinentes para un estudio como el presente, pero que no aplican para la implementación de otros proyectos similares basados en los resultados de éste.



Tabla 26.
Resumen Gasto Total Ejecución Pilotos y Costo por Tonelada

ÍTEM GASTOS	MODELO PRIVADO [\$/año]	MODELO RdeB [\$/año]	TOTAL [\$/año]
Costo Recolección Segregada y Transporte al Punto Limpio	48.000.000		
Costo Recolección Segregada y Transporte al Punto Limpio (María Pinto)	600.000		
Costo Recolección Segregada y Transporte al Punto Limpio (Macul)	1.800.000	18.666.667	87.286.667
Costo Personal por Clasificación de Residuos en Punto Limpio	18.000.000		
Gastos Materiales Segregación en PL	220.000		
Gasto en Personal Punto Limpio, Administración y Pretratamiento	0	0	0
Gasto en Servicio Básicos (electricidad, agua)	0	0	0
Gasto Disposición Final Descarte	5.559.257	0	5.559.257
Gasto Eliminación Final de Pilas	0	0	0
Costo Supervisión Terreno	6.000.000	3.600.000	9.600.000
Costo Control del Proyecto	0	0	0
Gasto Transporte Supervisión en terreno (combustible, alimentación y peajes)	1.200.000	720.000	1.920.000
TOTAL GASTO BRUTO PROYECTO	81.379.257	22.986.667	104.365.924
TOTAL INGRESOS PROYECTO (venta de residuos)	5.982.788	1.020.266	7.003.054
GASTO NETO PROYECTO [\$]	75.396.469	21.966.401	97.362.870
GASTO NETO PROYECTO [UF]	2.700	787	3.487
RESIDUOS RECUPERADOS Y VALORIZADOS [kg/año]	80.961	13.724	94.685
RESIDUOS RECUPERADOS Y VALORIZADOS [ton/año]	81	14	95
INDICADOR COSTO [\$/kg]	931	1.601	1.028
INDICADOR COSTO [UF/ton]	33	57	37

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener en consideración que los altos costos operacionales arrojados durante este ejercicio, no reflejan el óptimo de esta modalidad de recolección puesto que, en ambos modelos de negocio, los recolectores iban puntualmente a atender un sector acotado de domicilios, sólo los inscritos en el Piloto, los cuales no necesariamente copaban la capacidad del vehículo de transporte. Esto quiere decir que en un proyecto real de recolección segregada no se hace circular un vehículo para que regrese con capacidad ociosa, ya que evidentemente esta ineficiencia eleva los costos.

Aun considerando lo anterior, sin duda existen factores en la recolección segregada que elevan el costo del retiro si se compara con un retiro tradicional de camión compactador,

tales como el transporte de residuos no compactados que aumenta significativamente el volumen debido a la necesidad de mantener la segregación de los residuos hasta su llegada al Centro de Acopio o Punto Limpio, además del tiempo invertido en la devolución de las bolsas o contenedores de reciclaje por parte de los recolectores a los domicilios para cumplir con el principio básico de la reutilización. Estos factores junto al bajo precio que alcanza la venta de estos residuos en el mercado, hace posible que la recolección segregada sea 3,5 veces superior en costo a la recolección tradicional en camión compactador, o dicho de otra forma, si estos pilotos se hubiera ejecutado con recolección tradicional habrían tenido un costo equivalente al 29% de la recolección segregada con pre-tratamiento, como se aprecia en la siguiente tabla.



Tabla 27.
Gasto Comparado Recolección Tradicional versus Recolección Segregada

ESTIMACIÓN DE GASTOS x TIPO DE RECOLECCIÓN	COSTO ALTERNATIVO RECOLECCIÓN TRADICIONAL			COSTO NETO RECOLECCIÓN SEGREGADA [\$]	DIFERENCIAL DE COSTO
	Camión Compactador (\$60.000/viaje) [\$]	Relleno Sanitario (\$16.000/ton) [\$]	Total		
PILOTOS ATENDIDOS VEOLIA (4 días a la semana)	14.851.200	1.764.732	16.615.932	75.396.469	
PILOTOS ATENDIDOS RdeB (3 días a la semana)	11.138.400	287.440	11.425.840	21.966.401	
TOTAL PILOTOS	25.989.600	2.052.172	28.041.772	97.362.870	29%

Fuente: Elaboración propia.

L. INDICADORES DE EFICIENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA

La eficiencia puede definirse como la relación que existe entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo²¹. Hace referencia sobre todo a la obtención de un mismo objetivo con el empleo del menor número posible de recursos. Otro concepto importante de considerar es la eficacia, la cual tiene relación con el nivel de consecución de objetivos. Por lo tanto, la diferencia entre eficacia y eficiencia reside en que la eficiencia se basa en la mejor utilización de los recursos, mientras que la eficacia se refiere a la posibilidad de alcanzar una meta aunque no se haya realizado el mejor uso de los recursos durante el proceso.

Para estos efectos, la valoración de la eficiencia de cualquier sistema productivo es necesario comparar el nivel de entradas (factores productivos empleados) con el nivel de salidas (bienes y servicios producidos). Dicha comparación se puede establecer mediante unidades físicas, en cuyo caso estamos haciendo un análisis técnico, o bien a través de valores monetarios, lo que implica realizar un análisis económico²². Así, para llevar a cabo el análisis técnico se utilizará como indicador la eficiencia técnica, y para valorarlo económicamente, se realizará a través de la eficiencia económica.

Por lo tanto, para comparar el desempeño de los dos modelos de negocio de recolección segregada de EyE en los planes pilotos, se deben hacer equivalentes los modelos evaluando la "producción" en función de los recursos requeridos (capital y trabajo) para obtener un mismo resultado. Sin embargo, en este caso, sólo puede realizarse este ejercicio para los Pilotos de Independencia y María Pinto, puesto que Vitacura fue atendida sólo por VEOLIA y Macul fue atendida por ambos sólo durante los seis primeros meses.

Las tablas a continuación muestran los recursos empleados y la producción obtenida en estos dos Pilotos.

Tabla 28.
Eficiencia Técnica Piloto 2 y 4. Resultado Anual

PILOTOS Independencia y María Pinto	Recursos de Capital (Camión)	Recursos de Trabajo (cantidad de personas)	Recolección de Residuos Valorizables [kg/año]	Eficiencia Técnica Comparada
VEOLIA+PL	1	1 chofer + 2 peonetas	14.537	100%
RECICLADORES DE BASE	1	1 chofer + 2 peonetas	9.725	67%

Fuente: Elaboración propia.

²¹ En base a: <https://www.economiasimple.net/glosario/eficiencia>

²² En base a <https://aprendeconomia.com/2009/11/13/4-eficiencia-tecnica-y-eficiencia-economica>.



En este caso, desde el punto de vista técnico, la empresa VEOLIA resultó más eficiente técnicamente puesto que en los dos Pilotos en que participaron simultáneamente, obtienen mayor cantidad de kilos de residuos valorizables durante el año de ejecución, con igual cantidad de recursos de capital y trabajo.

Sin embargo, el sólo criterio de eficiencia técnica no permite definir cuál modelo es más efectivo, sin antes completar el análisis con el precio de los factores empleados. En este caso, los costos directos asociados a la implementación de los Pilotos de Recolección Segregada y de las etapas posteriores de clasificación de los residuos para cada Modelo de Negocio, son los siguientes.

Tabla 29.
Costo Anual Recolección Segregada y Etapas posteriores. Pilotos 2 y 4 [\\$]

RECOLECTOR (Modelo de Negocio)	Costo Recolección Segregada	Costo Clasificación	Costo Pretratamiento	Costo Eliminación Descarte	Costo Comercialización	Costo Directo Supervisión en Terreno	Eficiencia Económica (Total Costo Agregado)
Modelo Privado (VEOLIA+PL)	24.600.000	3.295.782	0	1.253.210	0	2.880.000	\$ 32.028.992
Modelo Recicladores de Base	14.666.667			0		2.880.000	\$ 17.546.667
COSTO TOTAL ANUAL PILOTOS RECOLECCIÓN SEGREGADA INDEPENDENCIA y MARÍA PINTO (sin gastos de Control de Proyecto)							\$ 49.575.659

Nota: Sólo incluye los costos operacionales de ejecución del proyecto y no los de control pertinentes a la elaboración de este estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla refleja el costo directo total de un año de ejecución de los Pilotos de Independencia y María Pinto atendidos por cada recolector. Para efectos de calcular la eficiencia o efectividad técnico-económica asociada, se deben combinar los factores técnicos y económicos involucrados, tal como se presenta a continuación.

Tabla 30.
Efectividad Técnico-Económica VEOLIA v/s RdeB . Pilotos 2 y 4

RECOLECTOR (Modelo de Negocio)	Total Costo Agregado Anual Pilotos Independencia y María Pinto [\\$]	Cantidad Promedio Mensual de Domicilios Atendidos	Cantidad Anual Residuos Valorizables recolectados [kg]	Efectividad Técnico Económica	
				Costo Anual Domicilios Atendidos (teórico) [\$/domicilio]	Costo x Residuo Valorizable recolectado [\$/kg]
VEOLIA + PL	32.028.992	225	14.537	\$ 142.351	\$ 2.203
RECICLADORES DE BASE	17.546.667	279	9.725	\$ 62.891	\$ 1.804

Fuente: Elaboración propia.



Como se observa, el **Costo por Domicilio Atendido** es mayor en el caso de VEOLIA+PL que en el caso de los RdeB, siendo \$142.351 versus \$62.891. En relación al Indicador de **Costo por kilo de EyE valorizable** recuperado también los RdeB alcanzan un mejor resultado con \$1.804/kg versus \$2.203/kg de VEOLIA+PL para estos dos pilotos.

Este resultado es interesante porque valida la gestión de los RdeB que con menores recursos de infraestructura lograron un mejor desempeño técnico económico que el modelo privado

VEOLIA+PL, cuando se comparan los resultados de dos Pilotos en donde trabajaron simultáneamente, pero con bajo nivel de recuperación de residuos valorizables.

Sin embargo, esta situación cambia cuando se calcula el Indicador de **Costo por Kilo de residuo valorizable** para un Piloto como Vitacura, donde por la gran cantidad de residuos recolectados se requería de un mayor nivel de infraestructura, lo cual a pesar de tener asociado un mayor costo, se compensa con las economías de escala, obteniéndose un valor de \$530/kilo.

Tabla 31.
Efectividad técnico-económica veolia+pl. Piloto 1

RECOLECTOR (Modelo de Negocio)	Total Costo Agregado Anual Piloto Vitacura [\$]	Cantidad Promedio Mensual de Domicilios Atendidos	Cantidad Anual Residuos Valorizables recolectados [kg]	Efectividad Técnico Económica	
				Costo Anual Domicilios Atendidos (teórico) [\$/domicilio]	Costo x Residuo Valorizable recolectado [\$/kg]
VEOLIA+PL	32.159.099	267	60.694	\$ 120.446	\$ 530

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, el costo por kilo alcanzado por VEOLIA+PL en Vitacura es equivalente al 24% del costo alcanzado por la misma empresa en Independencia y María Pinto; y un 29% del costo alcanzado por los RdeB para estos mismos Pilotos.

A pesar que el Piloto de Vitacura, en un principio, estaba planificado fuera distribuido en partes iguales para ambos recolectores, se puede señalar que éste no hubiera sido posible de abordar sin un vehículo con carro de arrastre, de gran capacidad volumétrica de transporte, además de condiciones apropiadas de espacio para la clasificación de los residuos en un Centro de Acopio o Punto Limpio con los permisos sanitarios correspondientes.



ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GENERADA Y PROPUESTA DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN

A. ANÁLISIS FODA DE LAS EXPERIENCIAS PILOTO EN LOS TRES ESCENARIOS

Luego de sistematizar la información obtenida a partir de la implementación de los cuatro pilotos, se realiza un análisis FODA para identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas asociadas a la Recolección Segregada de residuos en cada Escenario, esto es, Urbano, Rural y Unidades Habitacionales.

Una **Fortaleza** común a todos ellos es la motivación de las personas en participar de iniciativas de este tipo, lo cual se ve reflejado en la alta participación alcanzada y el compromiso de los vecinos en acopiar semana a semana sus residuos limpios y secos, dándose esta característica particularmente en los Pilotos de Macul y María Pinto.

Como **Oportunidad** se identifica la pronta dictación del decreto de metas de recolección y valorización de EyE, lo cual generará incentivos en el mercado cambiando el status actual de valorización a nivel país, incentivando a la utilización de herramientas de prevención como el ecodiseño en aquellos envases y embalajes que hoy no es posible de reciclar, facilitando la reutilización o su valorización eficiente. En las viviendas tipo edificio o condominios, se observa una gran Oportunidad de desarrollo hacia la incorporación en su diseño de clósets ecológicos y Puntos Verdes, facilitando sustantivamente las posibilidades de incorporarlos a la Recolección Segregada.

Como **Debilidad** se presenta el individualismo de las personas que limita la comunicación fluida en una comunidad. Este factor está bastante asociado a la vida urbana, en mayor o menor medida, pareciendo acentuarse a medida que crece el estrato socioeconómico. En particular, una gran debilidad también está presente en la zona rural, porque la distancia entre domicilios dificulta y encarece de manera importante la recolección de residuos.

Finalmente, una **Amenaza** común es el alto costo que tienen los programas de recolección segregada "casa a casa", lo que limita su implementación, y también la tentación de crear programas de este tipo con fines de marketing, sin cumplir el objetivo clave de valorizar efectivamente los residuos y transitar hacia una economía circular.

B. PROPUESTA DE MODELOS DE NEGOCIOS Y GESTIÓN

En base a la ejecución de los cuatro Pilotos a través de dos Modelos de Negocio diferentes y los diversos análisis

cuantitativos y cualitativos realizados, se entregan los lineamientos para el Modelo de Negocios y el Modelo de Gestión Base para cualquier Escenario donde se quiera implementar un Programa de Recolección Segregada "Casa a Casa".

En relación con el modelo de negocios, se concluye que aun cuando todos los módulos del Modelo de Canvas son importantes, existen tres críticos y fundamentales, independiente del escenario donde se aplique y que pueden definir el éxito o fracaso de un proyecto de este tipo. Estos son la Propuesta de Valor, los Recursos Clave (infraestructura y equipamiento) y los Canales de Distribución, medido en el éxito o fracaso en entregar la Propuesta de Valor a los vecinos.

En el caso de la **Propuesta de Valor**, se considera necesario redefinir las planteadas al principio del proyecto hacia una centrada en las expectativas y necesidades del vecino, algo así como: "Entregar un servicio de retiro segregado de residuos valorizables, en base a protocolos establecidos y en día y horario previamente informados". Esta propuesta es independiente del tipo de empresa o asociación de personas que entregue el servicio.

El segundo aspecto fundamental son los **Recursos Clave**, puesto que ya sea a nivel de gestor de recolección, clasificación o pre-tratamiento como a nivel de Municipio, la infraestructura asociada a este tipo de recolección es clave, pues se necesitan vehículos y centros de acopio o Puntos Limpios apropiados para la recepción de los residuos. Esta infraestructura no está disponible actualmente en la Región Metropolitana para programas masivos de recolección segregada.

Finalmente, la forma en cómo el recolector entrega su servicio al vecino, lo cual forma parte de los **Canales de Distribución**, es el tercer aspecto fundamental en este Modelo de Negocio, porque una mala entrega produce desafección y genera pérdida de confianza en las personas, encareciendo los costos del proceso pues la deserción de los vecinos, merma la cantidad de residuos recolectados.

En virtud de lo anterior, se identifica un Modelo de Negocio y Gestión Base con diferencias mínimas para cada escenario estudiado, las cuales sólo se relacionan con la logística de prestación del servicio, sin embargo, en todos los otros aspectos, son prácticamente iguales.



Tabla 32.
Definición del Modelo de Negocios

MODELO DE NEGOCIO (Nueve módulos de Canvas)	
Propuesta de Valor	Centrada en el cliente (vecino) que espera que el servicio de retiro segregado de residuos valorizables, se realice en base a protocolos establecidos y en día y horario previamente informados.
Segmentos de Mercado	El "mercado" son las familias generadoras de residuos de envases y embalaje y pilas.
Canales	Recolector debe ofrecer un servicio que cumpla los estándares esperados para lograr el compromiso de los vecinos, educándolo en la forma correcta de entrega (limpios y secos), maximizando la valorización. Para esto debe apoyarse en campañas de difusión con apoyo municipal que validen su trabajo.
Relación con Clientes	Relación directa de los vecinos con los propios recicladores lo cual otorga fluidez y un servicio personalizado. Al principio se requiere la asistencia de un Supervisor de Terreno para despejar dudas y resolver eventuales problemas. Creación de grupos de Whatsapp para mantener comunicación en línea.
Actividades Clave	Difusión del proyecto, educación de los vecinos, capacitación de los recolectores para entregar un servicio bajo los estándares esperados. Selección de vehículos apropiados para transporte segregado de residuos a Centro de Clasificación y Acopio. Definición de la logística y frecuencia apropiada de retiro. Retiro segregado de residuos y devolución de bolsas. Monitoreo, evaluación e implementación de mejoras en función de resultados. Información y sensibilización permanente a los vecinos respecto del proyecto. Transporte a Centro de Acopio, clasificación, pretratamiento y venta de los reciclables a gestores autorizados. Traslado del material no valorizable a relleno sanitario.
Recursos Clave	Infraestructura necesaria para desarrollar las Actividades Claves del negocio, esto es retiro en vehículo con capacidad mínima de 25 m ³ con chofer y dos peonetas capacitados en recolección segregada. Disponer de bolsas reutilizables para que los vecinos acumulen sus residuos. Kit de material informativo. Implementación de un Punto Verde en edificios que no cuenten con closet ecológicos. Centro de Acopio con permisos correspondientes para pretratamiento y acopio de residuos valorizables hasta completar un volumen tal que haga rentable su transporte y venta a gestor autorizado.
Sociedades Clave	Juntas de Vecinos y organizaciones comunitarias. Municipio. Empresas gestoras valorizadoras de residuos de envases y embalajes. Empresas gestoras de eliminación de pilas. RdeB que pudieran estar trabajando en el mismo sector.
Estructura de Costos	Costo de retiro de residuos mediante recolección segregada. Costo clasificación y pretratamiento de residuos para posterior comercialización. Costos eliminación residuos no valorizables (incluidas las pilas). Costos asociados a difusión del proyecto. Costos de supervisión en terreno.
Estructura de Ingresos	Ingresos por venta de materiales reciclables. Ahorro del Municipio en disposición de residuos en relleno sanitario.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 33.
Definición de un Modelo de Gestión Base

MODELO DE GESTIÓN: Recolección Segregada Casa a Casa	
Materiales: Kit de 2 bolsas para depósito diferenciado de residuos (residuos de vidrio y latas en una; y residuos de papel, cartón y plástico en la otra) para maximizar aptitud valorizable.	
Frecuencia, día y horario de Retiro: La frecuencia debe ser preferentemente semanal, en cualquier escenario, salvo si por necesidades de espacio, se requiriera mayor frecuencia. El día de retiro de reciclables no debe coincidir con la recolección del resto de los residuos domiciliarios para no generar confusión de recolectores ni vecinos. El horario de retiro debe informarse previamente para que el vecino pueda programar su entrega, al igual que con el resto de los residuos, formando hábito.	
Rutas de Recolección: Dependiendo de la complejidad y tamaño de los sectores a atender, se debe propender a la utilización de planos georreferenciados para definir las rutas óptimas, mediante herramientas informáticas que permiten comparar en términos de tiempo y costo. En áreas más pequeñas basta con identificar las avenidas y calles principales y el sentido del tránsito para la circulación del camión. En todo los casos, la ruta debe perfeccionarse en terreno.	
Vehículos: Camioneta o camión pequeño que permita una circulación expedita por las calles, con posibilidad de anexar un carro de arrastre con capacidad de 20-25 m ³ adicionales para el transporte de lutocares y maxisacos que permitan mantener la segregación de los residuos recolectados hasta su llegada al Centro de Clasificación, pre-tratamiento y acopio.	
Personal requerido por camión: Un chofer experimentado en conducción de este tipo de vehículos y dos peonetas capacitados en recolección segregada.	
Centro de Acopio: Instalación debidamente autorizada para la recepción, almacenamiento y pretratamiento de residuos, es decir, operaciones físicas preparatorias o previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desembalaje, corte, trituración, compactación, mezclado, lavado y empaque, según corresponda, destinadas a reducir el volumen, facilitar la manipulación o potenciar la valorización. Para efectos de un programa masivo de recolección segregada que involucre gran parte de los residuos de una comuna, se debe considerar una instalación similar a la de KDM en Til Til. Esta planta cuenta con una superficie de 2.000 m ² y capacidad de procesamiento de 500 ton/día en base a procesos de separación semi-automatizado a través de un trommel y el apoyo de 40 operarios haciendo clasificación manual. El dimensionamiento de una planta de este tipo debe estudiarse en base a las necesidades de cada comuna o conglomerado de comunas.	
Empresas Valorizadoras: Empresas dedicadas al reciclaje de residuos de EyE transformándolos en materia prima secundaria como alternativa a la materia prima virgen.	

Piloto	GSE	Escenario	Volumen Semanal de Residuos	PPC (EyE+ Papeles) Valorizables [kg-pers/día]	PPC Pilas [gr-pers/día]	Gestión e Infraestructura Municipal	Gestión e Infraestructura Recolector
Piloto 1	ABC1	Urbano - Casas	20 y 25 m ³ / semana (270 domicilios, participación: 61%)	0,241	0,120	1. Información permanente a la comunidad para lograr compromiso y conciencia ciudadana. 2. Puntos Limpios con capacidad para recibir, clasificar y acopiar grandes volúmenes de residuos provenientes de Programas de Recolección Segregada. 3. Infraestructura para clasificar residuos valorizables, ya sea manualmente o con equipo mecanizado. Manualmente 3 personas pueden clasificar hasta 150 m ³ mensuales. 4. Centros de Acopio autorizados para almacenar los residuos clasificados, compactados y enfardados hasta lograr volumen suficiente que permita negociar mejores condiciones de venta. 5. Equipamiento para compactar, enfardar o chipear residuos, según corresponda, con personal capacitado. 6. Eliminación del material de descarte en Relleno Sanitario. La experiencia de los Pilotos indica que un 13% en peso (22% en volumen) del material recolectado corresponde a descarte y debe eliminarse.	1. Independiente del modelo de negocio del recolector, el modelo de gestión debe procurar atender al vecino de acuerdo a las expectativas que genera cualquier sistema de retiro de residuos, cumpliendo de manera sistemática el día y la hora de retiro predefinidas. 2. En términos de la infraestructura debe disponer de la capacidad de transporte necesaria, que en principio no puede ser inferior a 25 m ³ por retiro. 3. El recolector debe disponer de una instalación adecuada para realizar la clasificación de los materiales con el espacio físico necesario, debidamente autorizada, ya sea en sus propias dependencias o bien, en convenio con algún Punto Limpio, municipal o privado.
Piloto 2	C3	Urbano - Casas	10 m ³ /semana (250 domicilios, participación: 43%)	0,095	0,274		
Piloto 3	-	Unidades Habitacionales	5 m ³ /semana (250 domicilios, participación: 17% lunes y 12% jueves)	0,156	0,580		
Piloto 4	-	Rural	5 m ³ /semana (250 domicilios, participación: 39%)	0,089	0,501		

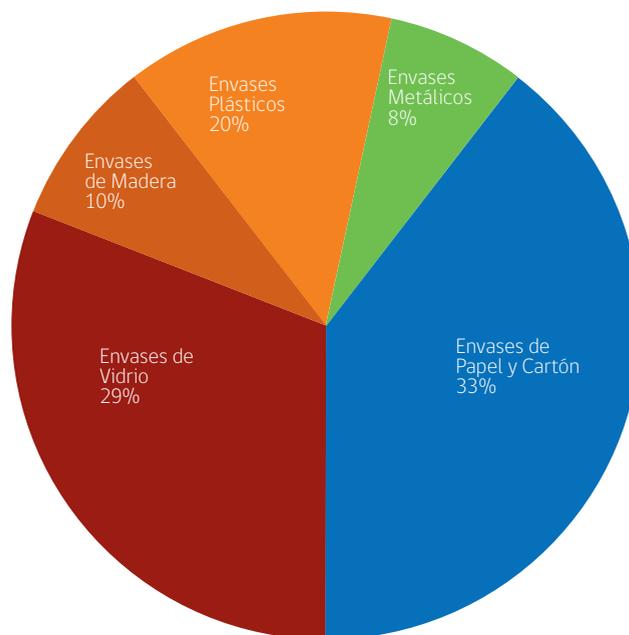
Nota: Los datos de Participación y los PPC se basan en los resultados de los Pilotos atendidos por VEOLIA. Fuente: Elaboración propia.



C. IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL DE LA RECOLECCIÓN SEGREGADA DE EyE

De acuerdo al Anteproyecto de Decreto Supremo que establece Metas de Recolección y Valorización y Otras Obligaciones asociadas a los Envases y Embalajes, éstos se definen como aquellos productos hechos de cualquier material y de cualquier naturaleza que sean usados para contener, proteger, manipular, facilitar la entrega, almacenar, conservar, transportar, o para mejorar la presentación de las mercancías. Los EyE pueden ser de material metálico, vidrio, madera, plásticos, papel y cartón. De acuerdo a los datos estadísticos publicados por el Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), en el año 2012, hubo una producción física de 2.059.371 ton de EyE, lo que se traduce en un valor cercano a los US\$2.900 millones, equivalente al 1,2% del PIB de ese año. Tal como se puede observar en la distribución porcentual por tipo de material de los envases, el 33% en peso corresponde a envases de papel y cartón, mientras que el 29% corresponde a envases de vidrio. Le siguen los envases de plásticos, maderas y metálicos, con un 20%, 10% y 8% respectivamente²³.

Figura 27.
Producción Física de Envases y Embalajes 2012 Participación por Subsector 2.059.371 tons.



Fuente: Centro de Envases y Embalajes (CENEM). Anuario Estadístico 2013.

En relación a los residuos domiciliarios, sólo el año 2018 en Chile se generaron 1,25 millones de toneladas de residuos de EyE, reciclándose apenas un 12,5% de este total²⁴.

Basándose en las proyecciones realizadas en la primera parte de este estudio, que considera los factores de generación de residuos de EyE domiciliarios del Proyecto Santiago Recicla²⁵, los cuales al ponderarlos por la distribución de grupos socioeconómicos de la Región Metropolitana, permite estimar una tasa de generación de residuos de EyE cercana a los 107 kg-habitante/año. Es importante señalar que esta cifra incluye todos los envases y embalajes y residuos de papel domiciliarios, incluyendo aquellos no valorizables, ya

sea por su materialidad, porque se encuentran contaminados o por cualquier razón que haga inviable su reciclaje.

El mercado del reciclaje en Chile depende principalmente de la existencia de organizaciones tanto públicas como privadas que realicen las actividades de educación, recolección, acopio, valorización de los materiales. De acuerdo a lo señalado en el informe de diagnóstico de manejo de residuos de EyE de CyV del año 2010, en el país existe una industria de recuperación y reciclaje de EyE, sin embargo, se requiere mejorar la cadena logística de generación - recolección - transporte - clasificación, para aumentar las tasas actuales y alcanzar las metas de valorización esperadas. Para estos efectos se

²³ Centro de Envases y Embalajes (CENEM). Anuario Estadístico 2013.

²⁴ Ver en: <http://www.santiagorecicla.cl/comberplast/>, revisado en agosto 2019.

²⁵ Ingeniería Alemana S.A., 2011, "Estudio de factibilidad técnico ambiental, social y económica para la implementación del plan de acción "Santiago Recicla".



debiera mejorar la coordinación de los distintos actores involucrados en la cadena²⁶ y colocar incentivos económicos que movilicen el mercado en la dirección deseada.

Diversos estudios, como el realizado en 2009 por el Instituto Fraunhofer y la Universidad de Stuttgart sobre los sistemas de envase y embalaje en la Unión Europea, han demostrado que el sistema de envases de plástico reutilizables para la distribución alimentaria es el más sostenible, ya que la reutilización permite optimizar recursos y reducir residuos, un hecho que se confirma también mediante la aplicación del análisis de ciclo de vida de estos envases, la herramienta más eficaz y consensuada para medir el impacto ambiental de un producto. El informe apunta, además, que estos envases son también más sostenibles desde el punto de vista social y económico²⁷.

Beneficios Sociales²⁸

• Educación de la comunidad y actores involucrados al informar del manejo adecuado de los residuos sólidos, la importancia del reciclaje y los riesgos de su mal manejo, constituye un beneficio directo a mejorar la calidad de vida de la población.

• Generación de empleo a través de la formalización de recicladores de base dedicados a la recolección y la formación de microempresas orientadas a la clasificación de residuos, la comercialización o la valorización de los mismos.

• Mejora relación entre la población y el municipio al existir un trabajo conjunto.

• Menor contaminación ambiental expresada en minimizar las zonas de acumulación de residuos sólidos en áreas urbanas, reduciendo la generación de malos olores y vectores, el riesgo de contraer enfermedades; y mejoras en el ornato público.

Beneficios Ambientales

• Reducción del impacto ambiental, real y/o potencial, asociado a la disposición final de residuos a través de la contaminación del suelo y las napas freáticas. De igual manera, se disminuye el impacto asociado a la contaminación del mar producto de los residuos que llegan a los cursos de agua, particularmente los plásticos no degradables y los oxodegradables que se fragmentan, haciendo imposible su recuperación²⁹.

• Preservación de recursos naturales. La materia prima secundaria obtenida a partir del reciclaje evita la extracción de ese recurso en la naturaleza. Por ejemplo, reciclar papel

evita la tala de árboles y la contaminación asociada a la fabricación del papel que utiliza grandes cantidades de agua y energía en su proceso.

• Ahorro de energía. Otra ventaja del reciclaje es el ahorro de energía y la menor emisión de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, la producción de aluminio proveniente de residuos requiere sólo un 4% de la energía necesaria que a partir del mineral virgen, además cada tonelada de aluminio reciclado representa cinco toneladas de bauxita extraída. La utilización de residuos, en lugar de mineral de hierro en la producción de acero, representa un ahorro de 74% de la energía consumida³⁰. Otro ejemplo es el papel, cuyo reciclaje produce un ahorro equivalente a 7×10^6 kcal/ton.

Borrador del Decreto de Metas para Residuos de EyE

El Anteproyecto de Decreto Supremo que propone metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes fue publicado el 10 de junio 2019, sometiéndose a proceso de Consulta Ciudadana hasta el día 14 de agosto de 2019. Este documento estuvo precedido de un Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) el cual tiene por objeto evaluar los costos y beneficios de las metas propuestas, considerando la situación actual (Línea Base) y la situación proyectada con las metas propuestas, esto es, valorizando los costos que implicaría el cumplimiento de dichas metas, y sus principales beneficios, en un plazo determinado.

El Anteproyecto propone metas diferenciadas por tipo de material y origen (domiciliario y no domiciliario), además de otros aspectos regulatorios para el producto prioritario Envases y Embalajes, considerando metas graduales de recolección y valorización en un plazo de 8 años.

Según el lugar de generación, la regulación establece dos Categorías: Domiciliarios y No Domiciliarios, definiendo las siguientes subcategorías en función de su materialidad: a) Cartón para líquidos; b) Metal; c) Papel y Cartón; d) Plástico y e) Vidrio. Para los envases y embalajes domiciliarios se regulan las cinco subcategorías mencionadas, mientras que para los no domiciliarios, se regulan sólo aquellos que pertenecen a las letras b), c) y d).

Los artículos 29 y 30 del Anteproyecto establece metas de valorización y recolección equivalentes y se entenderán cumplidas en el mismo momento, calculándose sobre el total puesto en el mercado en el año inmediatamente anterior.

De acuerdo a la Línea Base presentada en el Anteproyecto, la situación actual de valorización sería la siguiente:

²⁶ CyV Medioambiente, "Diagnóstico Producción, Importación y Distribución de Envases y Embalajes y el Manejo de los Residuos de Envases y Embalajes", MMA, 2010.

²⁷ www.ambientum.com. Véase en: <http://www.lacalleindiscreta.es/PaginalIntroduccion.aspx?Tipo=NW&TipoPage=NW&IdContenido=701>

²⁸ Julio Quispe Mamani; "Mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Distrito de Juli", Municipalidad Provincial de Chucuito Juli, Perú, abril 2009.

²⁹ "Oxo-Asociación de plásticos biodegradables", ver en: [http://www.biodeg.org/Re-thinking%20the%20future%20of%20Plastics%20-%20Report%20-%20Spanish%20Translation%20-%202021-9-17\(1\).pdf](http://www.biodeg.org/Re-thinking%20the%20future%20of%20Plastics%20-%20Report%20-%20Spanish%20Translation%20-%202021-9-17(1).pdf), consultado en septiembre 2019.

³⁰ Johnson, S. Gunnerson, C. et al. "Integrated Resource Recovery: Recycling from Municipal Refuse: A State-of-the-Art Review and Annotated Bibliography", World Bank Technical Paper, Paper number 30, Washington D.C., Dic 1984, p.3.



Tabla 34.
Línea Base - Valorización Actual de Residuos EyE Domiciliarios [ton], 2018

Subcategoría de residuo de EyE	Puesto en el Mercado	Disposición inadecuada	Eliminación	Valorización	Tasa de Valorización [%]
Cartón para Líquidos	22.844	2.392	19.624	828	3,6%
Aluminio	95.719	7.247	81.876	6.595	6,9%
Otros Metales					
Papel y Cartón	328.049	10.125	259.376	58.548	17,8%
PET	323.776	30.501	278.554	14.721	4,5%
Otros Plásticos					
Vidrio	486.576	14.066	396.209	76.301	15,7%
Total	1.256.964	64.331	1.035.639	156.993	12,5%

Fuente: MMA, AGIES "Anteproyecto Metas de Recolección y Valorización para Envases y Embalajes", 2019.

En virtud de lo anterior y a las proyecciones realizadas en el AGIES, se evaluaron distintos escenarios de metas de valorización, dando origen a la siguiente propuesta:

Tabla 35.
Metas Propuestas de Valorización de residuos EyE Domiciliarios

Año	Subcategoría					
	Meta General*	Cartón para Líquidos	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio
2022	10%	5%	6%	5%	3%	11%
2023	16%	8%	9%	9%	5%	18%
2024	n/a	23%	23%	25%	16%	25%
2025		29%	28%	33%	21%	31%
2030		60%	55%	70%	45%	65%

Nota: */ Esta meta deberá cumplirse con la suma de las toneladas de cualquier subcategoría, excluyendo el vidrio.

Fuente: Anteproyecto Decreto Supremo Metas Envases y Embalajes, 2019.



Si se traduce esta propuesta a toneladas año, significa un incremento sostenido en la valorización que equivale al año 2025, prácticamente a triplicar la valorización actual; y al 2030, impone tasas de valorización de 6,8 veces la actual.

Sin embargo, los beneficios y costos asociados al cumplimiento de dichas metas en un horizonte de 12 años (2019-2030) son positivos, tal como señala la Relación Beneficio/Costo de 1,04 estimada para los domiciliarios.

Para efectos del cumplimiento de dichas metas, el anteproyecto contempla la obligación de realizar la recolección segregada domiciliaria de los residuos, abarcando al término del primer año calendario de la entrada en vigencia de este decreto, un territorio de al menos el 10% de la población total del país. Este porcentaje deberá incrementarse en 10 puntos porcentuales anualmente, hasta cubrir el 85% de las viviendas del país.

El logro de estas metas significa un gran esfuerzo por parte de todos los actores, siendo fundamental además la aplicación de instrumentos de incentivo, tanto de regulación (normativa), de persuasión (educación, capacitación y difusión) y de tipo económico.

D. APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INCENTIVO ECONÓMICO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES Y EMBALAJES

En el manejo de los residuos domiciliarios se generan una serie de externalidades negativas que se relacionan directamente con los costos sociales asociados a su disposición. La magnitud de estos costos dependerá de la composición de los residuos y de las alternativas de gestión que se utilicen. Por ejemplo, el costo social de la disposición final de residuos sólidos domiciliarios varía dependiendo de si se vierten sobre el suelo sin control o en algún relleno sanitario, si se convierten en energía por medio de algún proceso de valorización energética o si se reciclan para la obtención de un nuevo producto.

Las políticas de gobierno pueden afectar la composición y el destino final de los residuos a través de la aplicación de instrumentos económicos³¹. En la práctica, los instrumentos económicos raramente se utilizan como mecanismo único de protección ambiental, por lo general, se utilizan sistemas mixtos en los cuales los instrumentos complementan algunos sistemas de control directo³². A través de ellos se obtienen fondos que financian el monitoreo, se proporcionan incentivos para el desarrollo de sistemas de control, se induce un mayor desarrollo tecnológico que permita alcanzar los estándares ambientales y, normalmente son aplicados en varios puntos del flujo de materiales.

³¹ Menell, Peter. "Optimal Multi-Tier Regulation: An Application to Municipal Solid Waste", marzo 1991.

³² Wirth and Heinz, "Project 88--Round II. Incentives for Action: Designing Market-Based Environmental Strategies", Washington, D.C., mayo 1991.

³³ Noder, Claudia. "Catastro global de los principales instrumentos de regulación ambiental aplicados en Chile para el manejo de los residuos sólidos domésticos e industriales", CEPAL, 1993.

³⁴ Wirth and Heinz, "Project 88--Round II. Incentives for Action: Designing Market-Based Environmental Strategies", Washington, D.C., Mayo 1991, p.53.

³⁵ Noder, Claudia. Op.Cit.

Los instrumentos económicos no pueden ser aplicados con éxito sin la existencia previa de estándares apropiados y capacidades efectivas de monitoreo y control. La política ambiental debe buscar y servirse de una mezcla de instrumentos, según diversos tipos de consideraciones prácticas, económicas y políticas. Deben tenerse en cuenta factores tales como la eficiencia económica, la compatibilidad con el marco administrativo, político, judicial, la compatibilidad con la estructura económica y tributaria, la aceptabilidad social de los instrumentos, el grado de complejidad que reviste su aplicación, las facilidades de monitoreo y control y la coherencia con acuerdos o principios internacionales relevantes.

A continuación, una breve descripción de los instrumentos económicos más utilizados.

Cargos de Emisión

Fundamentalmente para incentivar un cambio de actitud en la ciudadanía. La aplicación de este mecanismo permite incentivar la minimización de residuos en los hogares puesto que funciona asignando un cargo de acuerdo a la cantidad de residuos eliminada. De esta forma se incentiva la separación selectiva, puesto que sólo debiera aplicarse este cobro a los elementos no reciclables ni reutilizables de la basura. He aquí la importancia de este instrumento en el caso de los envases y embalajes domiciliarios, puesto que incentiva a los consumidores a adquirir más productos reutilizables y/o reciclables, orientando el mercado hacia una producción más masiva de este tipo de elementos.

Instrumentos tales como los cargos de emisión (precios unitarios por la recolección y disposición de residuos) pueden adoptar diversas formas de aplicación, tales como la adquisición de una etiqueta o estampilla cuyo valor dependa del volumen del saco de residuos que va a ser marcado con la etiqueta³³. Otro ejemplo consiste en considerar el número y tamaño de contenedores que los residentes ocupan en el vertido de sus desechos. En este sistema los usuarios eligen entre varios tamaños de receptáculos, con precios diferentes³⁴. La puesta en marcha de este sistema, en vinculación con programas de separación de residuos en el hogar y reciclaje, permite la disminución de cerca del 30% de los residuos sólidos domiciliarios³⁵.

Sin embargo, la aplicación de este instrumento encuentra limitaciones en lugares donde los residentes puedan disponer de sus basuras anónimamente, tales como conjuntos habitacionales, edificios, comunidades, etc. por lo cual su aplicación debe ir acompañada de sistemas de fiscalización adecuados.



Cargos a Insumos

En el caso de los envases y embalajes, la aplicación de los Cargos a Insumos sería muy útil para incentivar la utilización de materias primas valorizables, ya sea a través de la reutilización, el reciclaje, el compostaje o la valorización energética; y también para incentivar el uso de porcentajes eficientes de materias primas recicladas o secundarias en la fabricación de productos finales, manteniendo el estándar de calidad pero a un menor costo privado al reducir los costos de producción; a la vez de un menor costo social o ambiental, al evitar que los residuos utilizados para generar la materia prima con que fueron fabricados, lleguen a relleno sanitario.

Cargos a Productos y Sistema Depósito-Reembolso

Los Cargos a Productos es ventajoso aplicarlos a aquellos productos finales no reutilizables ni reciclables. De este modo, el consumidor se ve incentivado a elegir productos que cumplan positivamente con estas condiciones a la hora de comprar. Si además este mecanismo se aplica en conjunto con un Sistema de Depósito-Reembolso, su resultado es bastante eficiente. En la actualidad el mecanismo de depósito-reembolso opera en Chile con éxito para las botellas de PET de las bebidas gaseosas.

Sello Ambiental

La aplicación en Chile de un sistema similar al Punto Verde desarrollado en Alemania en 1991³⁶ garantizaría el reciclaje de todos los envases y embalajes que decidan ingresar al sistema. Como existe una gran campaña de marketing detrás de programas de este tipo que les permite a las empresas mejorar su imagen frente a los consumidores, y además, se les cobra una tarifa por estampar el sello en sus productos, el sistema se financia solo, generando importantes ahorros para el Estado en la gestión de este tipo de desechos. Este mecanismo es particularmente aplicable al caso de los residuos domiciliarios, puesto que son precisamente los envases y embalajes los que abundan dentro de la basura domiciliaria, permitiendo de esta forma reducir su volumen en forma sustancial, además de crear conciencia ambiental en la ciudadanía.

Precio al Carbono

El precio al carbono (carbon pricing) es la forma en la que los países y mercados fijan un valor monetario a las emisiones de CO₂ y otros Gases de Efecto Invernadero (GEI). En el caso de la Unión Europea, este valor alcanzó el 2018 un valor cercano a los 25 euros la tonelada³⁷. El precio al carbono contribuye, de manera más flexible y con menores costos para la sociedad, a la reducción costo efectiva de emisiones de GEI y se

transforma en uno de los incentivos más poderosos que los gobiernos pueden utilizar para lograr políticas de mitigación frente al cambio climático. Además, permite fomentar el uso de energías alternativas y la inversión tecnológica para la reducción de emisiones, promoviendo nuevos motores de crecimiento económico, más sustentables y bajos en carbono.

Los instrumentos asociados al precio del carbono permiten abordar externalidades socio ambientales y contribuyen al desarrollo sustentable y a un crecimiento bajo en emisiones de carbono. Estos instrumentos constituyen mecanismos efectivos para lograr compromisos nacionales de reducción de emisiones de GEI, propiciando varios beneficios, como incentivos a la innovación y transferencia tecnológica, fomento a las energías renovables no convencionales, seguridad energética, mejoramiento de la salud pública, inversiones públicas dirigidas a programas sociales y climáticos, entre otros³⁸.

Aplicación de Instrumentos para la Prevención o Minimización

Ecodiseño y Análisis de Ciclo de Vida

En el marco de una política de gestión de residuos sólidos domiciliarios, es posible introducir criterios que permitan modificar el diseño, composición y función de los envases y embalajes, ya que estos representan casi el 28% en peso de los residuos sólidos domiciliarios.

La ECP (Environmental Choice Program), organismo de la CEPA (Canadian Environmental Protection Act), definió los siguientes criterios al respecto³⁹:

- Eliminar o reducir sustancias tóxicas en los empaques.
- Sustituir materias primas no reciclables por otras que sí lo sean.
- Reducir el tamaño, peso y volumen de los empaques.
- Eliminar el empaque innecesario de los productos.
- Producir productos concentrados.
- Combinar funciones de los empaques para más de un producto.
- Producir empaques en menor número de modelos.
- Aumentar la producción de envases retornables.
- Mejorar su funcionamiento y eficiencia.
- Producir envases factibles de ser reutilizados por los consumidores.
- Re-manufacturar envases.
- Utilizar mono-materiales para la fabricación de envases, evitando envases laminados que no puedan separarse en un proceso de reciclaje, por ejemplo, mezclas de PP y PE fundidos, cartones impregnados en sustancias inseparables, etc.

³⁶ [http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/950B6ED17881D76EC1256F250063FAD0/\\$FILE/Article%20Green%20Dot%20_TTZ_%20Spanish.pdf?OpenElement](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/950B6ED17881D76EC1256F250063FAD0/$FILE/Article%20Green%20Dot%20_TTZ_%20Spanish.pdf?OpenElement)

³⁷ <https://www.ecopost.info/el-precio-de-la-tonelada-de-co2-en-la-ue-alcanzaria-los-e25-a-finales-de-ano/>, revisado en julio 2019.

³⁸ Banco Mundial, "Precio al Carbono en Chile", 2018.

³⁹ Husseini, Ahmad. "Environmentally Sound Products and Service Designs that Promote low Waste Technologies", Seminar on Low-Waste Technology and Environmentally Sound Products - Economic Commission for Europe, United Nations, Warsaw, Poland, noviembre 1992.



Identificar los componentes específicos de los empaques a través de un sistema de codificación que apoye las actividades de reciclaje y permita a los consumidores distinguir entre los materiales reciclables y los que no lo son.

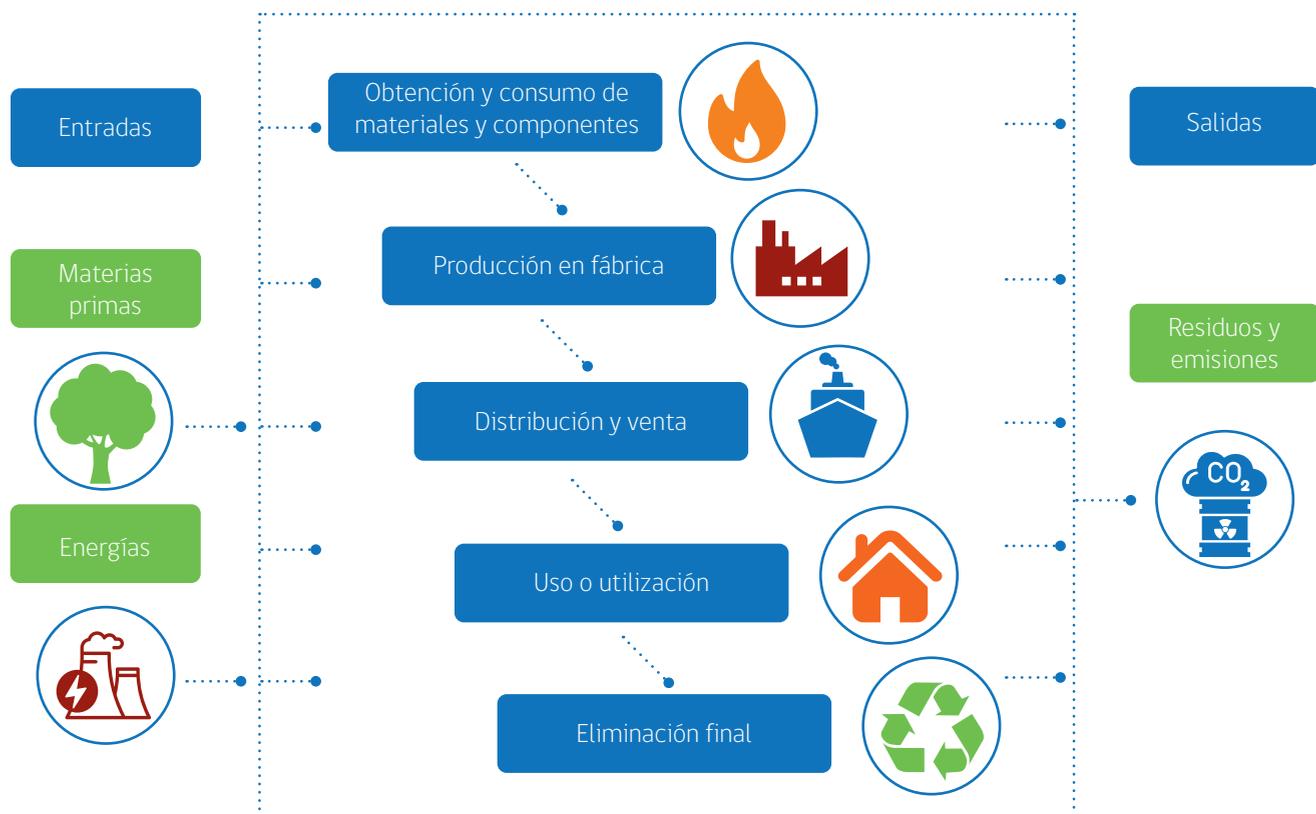
En este sentido, parte fundamental del Ecodiseño es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), que consiste en una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto o proceso a lo largo de todo su ciclo de vida, recopilando y analizando todas las entradas y salidas al sistema para medir los impactos ambientales, reales y potenciales, con el objeto de definir estrategias para la reducción de los mismos.

La principal característica de esta herramienta es su enfoque holístico, es decir, se basa en la idea de que todas las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas o explicadas solo de manera individual por las partes que lo componen, sino que es necesaria la integración de todos los aspectos que participan.

En este caso, estudiar el ciclo de vida de los envases y embalajes de los productos permitiría optimizar la cantidad de embalaje a usar, la gestión de los residuos generados, entre otras aplicaciones.

La siguiente figura representa cada una de la etapas del Análisis de Ciclo de Vida de un producto.

Figura 28.
Etapas de un Análisis del Ciclo de Vida (ACV)



Fuente: Ihobe S.A., "Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono", 2009.

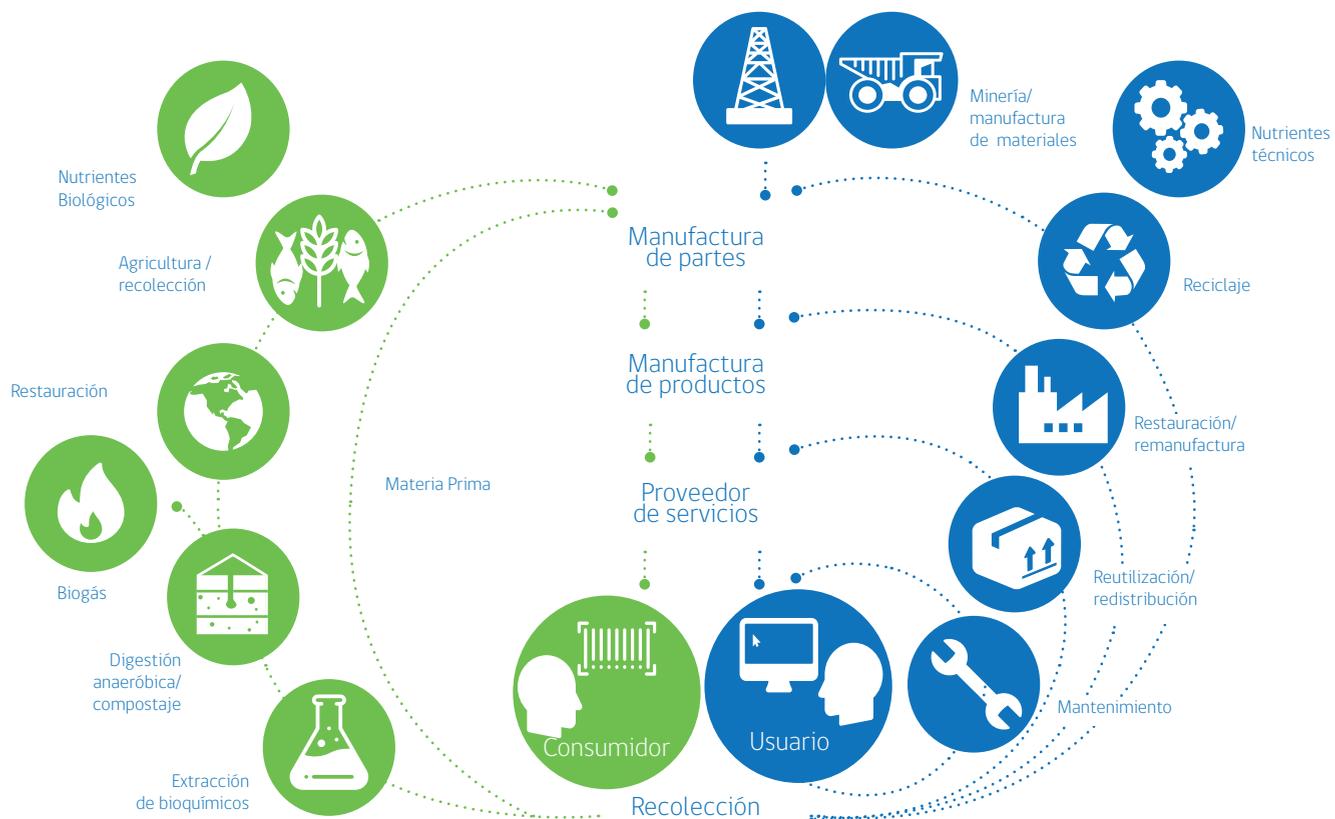
Revisar en: <https://www.ihobe.eus/publicaciones/analisis-ciclo-vida-y-huella-carbono-dos-maneras-medir-impacto-ambiental-un-producto>



Así, la relación entre un producto y el medio ambiente, en este caso un envase, no se limita únicamente al momento en que es producido, utilizado o cuando se ha convertido en un residuo, sino que abarca el ciclo completo, desde el momento en que son extraídas las materias primas con las que será fabricado hasta cuando su residuo es gestionado. La producción de un bien, pasa por diferentes etapas durante las cuales se produce un consumo de recursos (agua, energía, materiales, suelo) y se generan residuos y emisiones al medio. Todas estas etapas generan impactos ambientales que deben ser analizados, considerando el ciclo de vida completo del producto/envase.

Esta mirada integral permite replantear el paradigma tradicional de la economía lineal hacia el de la economía circular con el objeto de reducir dichos impactos, considerando además la escasez de los recursos naturales y el crecimiento exponencial de la población. El modelo lineal de "extraer, producir y desechar" debe necesariamente transitar hacia el modelo de la economía circular donde el concepto de "desecho" no existe si se implementan medidas de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos⁴⁰.

Figura 29.
Ciclo de Vida en una Economía Circular



Fuente: Ellen MacArthur Foundation, 2013. Extraído de:
<http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/az4041.pdf>

Por tanto, la minimización de los residuos sólidos de envases y embalajes domiciliarios debe ser abordada en los distintos puntos del ciclo de vida del producto. Es decir, en el punto de fabricación, venta y eliminación final del producto.

La aplicación de instrumentos en el origen debe estar dirigida a disminuir el material de embalaje innecesario y a incentivar el empleo de materiales biodegradables, compostables, reciclables o reutilizables. En esta etapa, el ecodiseño juega un rol fundamental repensando estos productos para que sin perder su rol fundamental en la protección y conservación de los bienes para los cuales fueron creados, permita reducir su impacto en el medio ambiente.

⁴⁰ Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos Oportunidades en América Latina. Banco de Desarrollo de América Latina. 2018. Página 25.



La aplicación de instrumentos en los puntos de venta y eliminación final, deben apuntar a motivar a los consumidores a preferir la compra de productos no desechables o poco intensivos en desechos, a incentivarlos a reutilizar sus residuos (envases, por ejemplo) y a separar los residuos reciclables o reutilizables para que puedan ser fácilmente recolectados, clasificados y recuperados.

Finalmente, desde el punto de vista de la gestión municipal, este cambio de paradigma implica alejarse del concepto de un manejo enfocado únicamente en la disposición final para enfocarse en priorizar las opciones de conversión de los residuos en recursos y energía, donde la palabra “residuo” es reemplazada por el término “materia prima secundaria”.

Cada una de estas acciones debe estar apoyada por instrumentos de incentivo que den origen a una reacción o cambio de conducta tanto de productores como de consumidores. Los instrumentos de apoyo a estos cambios son los que se muestran en la Tabla siguiente.

Tabla 36.
Relación Instrumento –Respuesta en la Minimización de Residuos

Respuesta Esperada	Instrumentos de Apoyo
Disminución de residuos de Envases y Embalaje en relleno sanitario	1. Sello ambiental
	2. Cargos a insumos/productos
	3. Depósito-reembolso
Empleo de materiales biodegradables, reciclables o reutilizables en los procesos productivos	1. Cargos a insumos
	2. Subsidios
	3. Sello ambiental
Preferir productos no desechables o poco intensivos en desechos	1. Sello ambiental
	2. Cargos a productos
	3. Cargos de emisión
Reutilización de residuos en hogares	1. Cargos de emisión
Separación selectiva de los desechos en hogares	1. Depósito-reembolso
	2. Cargos de emisión

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de Instrumentos para la Reutilización y el Reciclaje

El principal mecanismo de apoyo a los programas de reutilización y reciclaje a nivel internacional lo constituye la separación selectiva de los residuos en los hogares, mientras que los instrumentos económicos que permiten fomentar estas actividades al interior de los domicilios, son los sistemas de depósito-reembolso, así como también los cargos de emisión y algunos cargos especiales que se aplican a la basura cuando esta no se entrega separada de los materiales reciclables. Otro instrumento de incentivo al reciclaje lo constituyen los impuestos diferenciados, a través de los cuales se generan diferencias de precios entre los productos factibles de reciclar y los que no lo son. De esta forma, es posible reflejar las diferencias de costos en la gestión adecuada de los diferentes materiales⁴¹.

Sin embargo, la aplicación aislada de cualquiera de estos instrumentos que induzca a las empresas a sustituir materias primas y a utilizar, por ejemplo, material reciclado en sus productos, puede ser económicamente ineficiente, porque ignoran las diferencias de costos e inversión que significa introducir los cambios necesarios en cada empresa. Es por este motivo que un instrumento como la Responsabilidad Extendida del Productor permite a los productores buscar su propio camino para cumplir las metas de valorización, o bien, unirse a otros Productores para alcanzar las metas en forma mancomunada.

⁴¹ Wirth y Heinz, Op.Cit., p.119.



LINEAMIENTOS PARA RECOLECCIÓN SEGREGADA DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

De acuerdo a las definiciones entregadas por el Ministerio de Medio Ambiente, los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) son todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos. Por su parte, los Residuos de Aparatos Eléctricos (RAEE) son aquellos provenientes de los AEE, incluyendo los componentes y accesorios que forman parte del aparato en el momento que éste se convierte en residuo⁴².

Los RAEE son residuos en constante crecimiento debido al rápido avance tecnológico. Esta situación es preocupante porque los mismos pueden contener materiales potencialmente peligrosos, tales como plomo, mercurio y cromo hexavalente presentes en circuitos impresos, pilas, etc., materiales que en caso de depositarse inadecuadamente pueden contaminar el entorno.

La Ley N°20.920/2016 de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, clasifica a los AEE como un producto prioritario, lo cual implica que son los productores los responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos que se generen. Por otra parte, la ley indica que los productores son los responsables de entregar dichos RAEE a un gestor autorizado para su respectivo tratamiento, a menos que él mismo pueda manejarlos.

En base a la revisión de la experiencia internacional, se puede establecer que los modelos de gestión utilizados para la recolección de los RAEE consideran las siguientes opciones:

- Habilitación de instalaciones de almacenamiento o puntos limpios, fijos o móviles, u otros centros de almacenamiento temporal de que dispongan las Entidades Locales.
- Recolecta municipal de residuos puerta a puerta o a través de cita previa.
- Recolecta por parte de las empresas o distribuidoras de AEE tras la compra de un aparato nuevo.

Las condiciones que se deben cumplir para realizar la recolecta y el transporte de los RAEE señalan lo siguiente:

Recolecta y separación: Esta se efectúa asegurando que los RAEE y sus componentes se puedan conservar en condiciones para su reutilización y/o reciclado, esto es, sin roturas, es decir, evitando el vertido de aceites y líquidos y la pérdida de materiales.

Transporte: Durante el transporte y almacenamiento de RAEE no se deben realizar aperturas o desmontajes de los residuos. Estas operaciones se realizan en los centros de preparación para la reutilización y en las instalaciones autorizadas de tratamiento específico con el fin de proteger la salud humana, de evitar la emisión de sustancias tóxicas al medio ambiente y de evitar que los RAEE pierdan sus componentes y materiales esenciales. En el caso de RAEE que contengan mercurio, plomo, fósforo o cadmio o sustancias que agotan la capa de ozono, se evitarán las condiciones que puedan provocar su rotura. Para ello, su recolecta y transporte debe cumplir con los requisitos específicos⁴³, evitando o minimizando el riesgo de rotura preferentemente mediante jaulas, no estando permitido el depósito en contenedores de grandes dimensiones que provoquen su apilado, considerando entre otras medidas, la protección de los equipos con materiales que absorban impactos o sistemas de sujeción que eviten que los equipos se muevan durante el traslado.

Lineamientos para implementar la Ley de Fomento al Reciclaje para los RAEE

En Chile, actualmente el reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos es incipiente. En base a las experiencias internacionales se definen los lineamientos para los 3 posibles modelos de recolección a implementar:

- Recolecta Segregada Casa a Casa por parte de Productores a través de gestores
- Recolecta Segregada en Puntos Limpios
- Recolecta Segregada Casa a Casa + Puntos Limpios

En base a la revisión de experiencias en Europa, existe la modalidad de retiro en el domicilio por parte de la municipalidad, previa cita, lo cual minimiza los costos,

⁴² Ver en : http://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/06/aparatos_electronicos.pdf, revisado en diciembre 2018.

⁴³ Anexo VII.B del Real Decreto 110/2015.

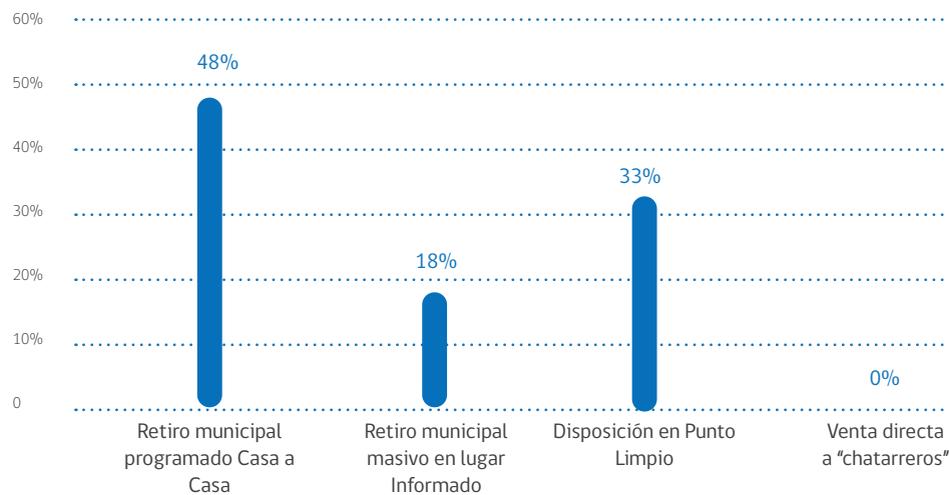


logrando recolectar volúmenes importantes. Respecto a la logística recolección, se propone seguir los lineamientos que aseguran una recogida y transporte seguro, en base a las características de los RAEE a retirar. Una vez transportado los RAEE al Punto Limpio o al Centro de Acopio autorizado, se deben registrar y clasificar por tipo.

La frecuencia de retiro debe ser definida en base a la cantidad promedio de generación de RAEE per-cápita, que en Chile se estima en 1,1 kg/hab-año , según diagnóstico desarrollado el año 2010⁴⁴.

Para efectos de conocer la preferencia de las personas que participaron de los Pilotos de Recolección Segregada de EyE y Pilas, en la última encuesta realizada en julio 2019, se consultó respecto de la modalidad de recolección de RAEE que les satisfaría, entregando los siguientes resultados:

Figura 30.
Consulta respecto Preferencia de retiro RAEE



Fuente: Encuesta aplicada a participantes de Piloto, julio 2019.

Como se observa, la mayor parte de las personas prefieren el retiro programado en el domicilio, previa cita, seguido de la opción de libre disposición en el Punto Limpio.

⁴⁴ Diagnóstico producción, importación y distribución de equipos de informática y comunicaciones, aparatos eléctricos y alumbrado y el manejo de los productos post-consumo, Diciembre 2010. Disponible en: <http://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/Diagnostico-equipos-de-informatica-aparatos-electricos-y-lamparas-2010.pdf>. Fecha de consulta: 20/02/201



SEMINARIO DE DISCUSIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Para efectos de difundir este estudio, se elaboró el presente libro que resume cada una de las etapas y resultados de la ejecución de los cuatro Pilotos de Recolección Segregada Casa a Casa de Envases y Embalajes y Pilas y define propuestas para modificar el comportamiento de productores y consumidores en relación a los envases y embalajes, de manera de fomentar este tipo de recolección con el objeto de dar cumplimiento a las metas de valorización de la Ley de Reciclaje para este tipo de residuos.

Estos resultados fueron además presentados en un Seminario realizado con fecha 4 de julio de 2019 en el Salón Principal del Colegio de Ingenieros ubicado en Avda. Santa María 0506 en la comuna de Providencia.

Este evento -que tuvo una duración de 4 horas y media- fue encabezado por la Intendente Regional, Karla Rubilar y el Seremi del Medio Ambiente RM, Diego Riveaux. Además contó con la asistencia de alrededor de 90 personas entre representantes de Gobierno, municipios y del sector privado.

Figura 31.
Registro Gráfico Seminario de Difusión



De izq. a der.: Ronald Mac-Ginty, Pdte. Comisión Medio Ambiente Colegio de Ingenieros de Chile; Karla Rubilar, Intendente Región Metropolitana, Diego Riveaux, SEREMI del Medio Ambiente RM y Arturo Gana, Pdte. Colegio de Ingenieros de Chile.



De izq. a der.: Ronald Mac-Ginty, Colegio de Ingenieros; Paola Cofré, Jefe Área Economía Circular Seremi RM; Arturo Gana, Pdte. Colegio de Ingenieros; Hernán Durán, Grte. Gral. GESCAM; Paola Chávez, Pdte. CORE Medio Ambiente; Diego Riveaux, SEREMI Medio Ambiente RM.



Ana Luz Durán, Jefe de Proyecto GESCAM.



De izq. a der.: Paola Chávez, CORE RM; Karla Rubilar, Intendente RM; Arturo Gana, Pdte. Colegio de Ingenieros; Diego Riveaux, SEREMI Medio Ambiente RM y Ronald Mac-Ginty, Colegio de Ingenieros.



BOLSA 1
ENVASES BLANDOS



BOLSA 2
ENVASES DUROS



CAJA
PILAS



CASA PLAN PILOTO

YO RECICLO

MIS RESIDUOS, MI RESPONSABILIDAD

