



CSP · INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE SISTEMAS PÚBLICOS

Municipalidad de Lo Barnechea

Asesoría para la gestión de la función de recolección, disposición y/o tratamiento de residuos de la comuna de Lo Barnechea

INFORME FINAL.

Agosto 2022



Estudio realizado entre
agosto de 2021 y agosto de 2022

DIRECTOR ACADÉMICO

Pablo González

DIRECTOR EJECUTIVO

Carlos Castro

JEFE DE PROYECTO

Pablo Galaz

EQUIPO

Rafael Del Campo

Carmen Leyton

Ximena Alegría

Javier Martínez

Vicente Rivera

CONTRAPARTE INSTITUCIONAL

Yennifer Abuhadba

Departamento de Gestión de Residuos y Economía Circular

Las opiniones expresadas en el presente
documento no representan necesariamente
la posición de la Contraparte Institucional.



TABLA DE CONTENIDOS

1.	Introducción	4
2.	Metodología para implementación de recomendaciones	5
2.1.	Líneas de trabajo priorizadas.....	5
2.2.	Actividades realizadas para diseño y desarrollo de líneas de acción	6
3.	Diseño del servicio de gestión de residuos	7
3.1.	Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato.....	7
3.2.	Organización territorial del servicio	8
3.3.	Gestión de residuos periodo 2015 – 2022	9
3.3.1.	Recolección, transporte y disposición de residuos	9
3.3.2.	Servicio 1: Recolección de residuos sólidos domiciliarios	12
3.3.3.	Servicio 2: Recolección de despojos vegetales, escombros y enseres en desuso	13
3.3.4.	Servicio 3: Limpieza de calles: barrido mecánico y manual	14
3.4.	Gestión de residuos sólidos domiciliarios periodo 2022 – 2028.....	16
3.4.1.	Recolección y transporte	16
3.4.2.	Disposición	18
3.5.	Recomendaciones para la gestión de residuos 2023 - 2028	19
3.5.1.	Recolección de vidrio	20
3.5.2.	Gestión de reciclaje e implementación de convenio con uno o más GRANSIC	22
3.5.3.	Gestión de residuos orgánicos (incluye ramas y poda)	23
3.5.4.	Gestión de residuos voluminosos (gratis hasta 2m ³) y escombros	25
4.	Métricas del servicio de recolección de residuos	27
4.1.	Proceso de exploración y análisis de datos	27
4.1.1.	Descripción.....	27
4.1.2.	Fuentes de información.....	28
4.2.	Recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios	29
4.2.1.	Demanda atendida	29
4.2.2.	Caracterización de la oferta entregada	34
4.3.	Recolección y transporte de ramas y residuos voluminosos	40
4.3.1.	Uso efectivo de los camiones	41
4.3.2.	Recolección y transporte de ramas	42
4.3.3.	Recolección y transporte de residuos voluminosos.....	43
4.3.4.	Transporte de chipeado.....	45
4.3.5.	Tiempos de operación	46
4.4.	Recomendaciones para avanzar en el uso de datos	47
4.4.1.	Adopción de un modelo de datos estandarizado	47
4.4.2.	Revisión de los procesos de captura de datos	50
4.4.3.	Definición de condiciones sobre uso y privacidad de datos	51



4.4.4.	Revisión de consistencia de información	52
5.	Evaluación de modificación contractual de servicio de recolección RSD.....	57
5.1.	Contexto	57
5.2.	Escenario actual para la Municipalidad de Lo Barnechea.....	58
5.3.	Contrato Municipalidad de Lo Barnechea con DEMARCO.....	59
5.4.	Alternativas disponibles.....	60
5.4.1.	Escenario A: Mantener contrato actual, eliminando recolección de reciclaje.....	60
5.4.2.	Escenario B: Reducción del valor del contrato actual dada la disminución del servicio.....	61
5.4.3.	Escenario C: Uso alternativo de camiones compactadores y las cuadrillas	64
6.	Recomendaciones sobre licitación para recolección de ramas /escombros y barrido de calle	66
6.1.	Contribución del servicio a la estrategia municipal	66
6.2.	Evaluación del Programa de Trabajo	66
6.3.	Trazabilidad y gestión de la información	68
6.4.	Revisión de equipamiento.....	69
6.5.	Estimación de camiones mínimos para servicio 1.....	69
6.6.	Revisión de multas	73
7.	Anexo	84
7.1.	Sectores para recolección de RSD periodo 2022 - 2028.....	84
7.2.	Diseño inicial de Gestión de Residuos Voluminosos periodo 2022- 2028.....	87
7.2.1.	Sectores y frecuencia de recolección	87
7.2.2.	Equipamiento y personal	88

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Final vinculado a la “Asesoría para la gestión de la función de recolección, disposición y/o tratamiento de residuos de la comuna de Lo Barnechea”, ejecutado por el Centro de Sistemas Públicos (CSP) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile para la Municipalidad de Lo Barnechea.

El objetivo de este producto es documentar el trabajo desarrollado por el equipo CSP durante la Fase 3 del proyecto, denominada “Diseño y desarrollo de soluciones”. Esta fase, cuya duración es entre enero y julio de 2022 atiende a dos líneas de acción.

- Optimizar el transporte y gestión de demanda de recolección de ramas, y escombros.
- Implementar un modelo de gestión del servicio basado en datos.

Durante este periodo se ha entregado apoyo al municipio en la exploración de alternativas y definición de requerimientos que aporten a una próxima licitación de servicios complementarios de recolección y transporte de residuos que opere desde el año 2023. En este sentido, la implementación de la Ley REP, así como de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos y el compromiso municipal por una comuna sustentable, hacen necesario buscar alternativas para realizar la recolección separada de residuos. Una descripción de los escenarios propuestos por el equipo CSP y recomendaciones para avanzar en esa dirección de presentan en la sección “3.5 Recomendaciones para la gestión de residuos 2023 - 2028”. Un efecto concreto de la implementación de la Ley REP en septiembre 2023 será una disminución del servicio de recolección basura y reciclaje, lo cual podría traducirse en diversas modificaciones contractuales y cuyos escenarios fueron analizados (ver sección 5 Evaluación de modificación contractual de servicio de recolección RSD).

Asimismo, se ha colaborado en la generación de recomendaciones varios ámbitos vinculados al diseño de la licitación de recolección de ramas y escombros/residuos voluminosos (ver sección 6 Recomendaciones sobre licitación para recolección de ramas /escombros y barrido de calle).

De forma complementaria, se trabajó en levantar recomendaciones orientadas al uso de datos para establecer estándares del servicio. Ello permitiría trabajar un potencial Plan de Fiscalización 2022, así como aportar en la adopción de prácticas que permiten avanzar hacia un modelo de gestión del servicio basado en datos (ej.: automatización de reportería). En este sentido, se hace una descripción detallada del modelo de datos deseable para el monitoreo del servicio, se generan recomendaciones para mejorar los registros por vuelta de camión, y condiciones sobre uso y privacidad de datos. Asimismo, se deja establecido el compromiso del equipo CSP por avanzar en la automatización en la elaboración de reportaría a partir de la estructura de datos disponible. Una descripción más detallada de estos puntos se presenta en la sección “4.4 Recomendaciones para avanzar en el uso de datos”. Para esto último se ha realizado un análisis sobre la consistencia de datos generados en la aplicación que funciona mediante Tablet en la cabina de camiones recolectores de basura y reciclaje (ver 4.4.4 Revisión de consistencia de información).

2. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTACIÓN DE RECOMENDACIONES

2.1. LÍNEAS DE TRABAJO PRIORIZADAS

De acuerdo con el Informe "Identificación de oportunidades" y "Diseño y desarrollo de soluciones", producto aprobado de la presente asesoría entregado el 22 de diciembre de 2021, se describen un set de 16 recomendaciones consideradas pertinentes para garantizar la creación de valor público vinculado al servicio de recolección de residuos en la comuna de Lo Barnechea.

Estas recomendaciones se agrupan en 3 dimensiones de valor público: eficiencia del servicio, sustentabilidad, y satisfacción de usuarios.

- Eficiencia del servicio:
 - Establecer estándares para una mejor prestación del servicio.
 - Monitorear el costo efectivo de los servicios.
 - Desarrollar un Plan de Fiscalización 2022 con datos capturados en la operación.
 - Cruzar capas de datos que dispone el municipio.
 - Articular relación entre fiscalización y sanción.
 - Optimizar el transporte y reducción de volumen de ramas.
 - Implementar un modelo de gestión del servicio basado en datos.
- Sustentabilidad:
 - Incorporar a la MLB a una asociación municipal temática.
 - Reestructurar el tratamiento del reciclaje.
 - Definir el mecanismo de gobernanza y transparencia para la implementación de la Ley REP en la comuna.
 - Operacionalizar la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos a la realidad comunal.
 - Formalizar una Estrategia de Educación Ambiental 2022 – 2024.
 - Incorporar perspectiva de sustentabilidad y economía circular en Ordenanza Municipal.
- Satisfacción de usuarios del servicio:
 - Pilotear un sistema de atención ciudadana (consultas y reclamos).
 - Pilotear aplicaciones para reportar información a la comunidad.

De estas recomendaciones, la DIMAO establece la siguiente priorización.

Ilustración 1: Líneas de acción priorizadas y orientación del trabajo acordados en febrero 2022.

Ámbito	Orientación del trabajo
1. Optimizar el transporte y reducción del volumen de ramas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar el tipo y cantidad óptima de maquinaria para entregar servicio con estándares actuales de recolección. ▪ Evaluar la factibilidad de optimización de las rutas existentes. ▪ Entregar insumos para la definición de parámetros de operación a incluir en bases de licitación de recolección de residuos voluminosos (ramas, y escombros). ▪ Ayudar en la revisión de las bases de licitación de recolección de residuos voluminosos, así como la incorporación de anexos o ítems que permitan ajustar contrato en el futuro según necesidades.
2. Desarrollar un Plan de Fiscalización 2022 con datos capturados en la operación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoyar en el diseño e implementación de procesos de datos que automaticen su procesamiento y estandaricen los análisis respectivos (ej.: formato de reportería, definición de indicadores). Considerar los datos del servicio de recolección de residuos domiciliarios que inició en febrero 2022, capturados vía aplicativo desarrollado por la empresa proveedora según lo estipulado en las bases de licitación.
3. Implementar un modelo de gestión del servicio basado en datos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir el modelo más adecuado de análisis de datos que permita gestionar los contratos de manera eficiente.

Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea.

2.2. ACTIVIDADES REALIZADAS PARA DISEÑO Y DESARROLLO DE LÍNEAS DE ACCIÓN

De acuerdo con lo declarado por el equipo MLB, se ha priorizado la ejecución de actividades orientadas a generar evidencia sobre el actual servicio de recolección de residuos mediante el uso de datos, a fin de informar al municipio en sus distintos procesos de toma de decisión.

Así, durante los meses de enero y febrero 2022, el equipo CSP se ha orientado a comprender y analizar la mayor cantidad de bases de datos dispuestas por el municipio, lo cual ha requerido de múltiples interacciones entre el mismo equipo y la contraparte de la MLB. De este modo, las actividades realizadas son las siguientes.

- Reuniones semanales del equipo CSP.
- Reuniones quincenales con equipo de la DIMAO (MLB).
- Presentación de aplicativo para captura de datos desarrollado por DEMARCO.
- Reuniones para aclaraciones entre equipo CSP y DIMAO.
- Presentaciones periódicas con avances del análisis.

3. DISEÑO DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

3.1. DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE, ASEO Y ORNATO

La [Dirección de Medioambiente, Aseo y Ornato](#) (DIMAO) tiene como objetivos orientar y desarrollar la gestión ambiental a nivel comunal, gestionar integralmente los residuos sólidos domiciliarios y el aseo y ornato de los espacios públicos y áreas verdes, dentro de sus competencias.

Se estructura en 3 departamentos:

- El Departamento de **Higiene Ambiental, Fauna Silvestre y Mascotas**, realiza el estudio y difusión de iniciativas de prevención de riesgos y educación en materias de salud pública y protección del medioambiente; así como también, propone y ejecuta medidas tendientes a materializar programas y/o acciones relacionadas con el medioambiente.
- El Departamento de **Patrimonio Verde** fiscaliza la construcción, conservación y administración de las áreas verdes en bienes nacionales de uso público.
- El Departamento de **Gestión de Residuos y Economía Circular**, tiene a su cargo el correcto cumplimiento del servicio de extracción y disposición final de residuos sólidos domiciliarios, evitando el depósito de escombros y la formación de microbasurales. Además, administra los centros y puntos de acopio de residuos reciclables o separación transitoria.

En lógica de cadena de valor, la DIMAO basa su quehacer en el marco normativo (Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades y demás cuerpos legales atinentes, reglamentos y ordenanzas del propio municipio), planifica y negocia en horizontes de mediano plazo, los recursos requeridos para la prestación de servicios en forma directa o externalizados, fiscaliza y sanciona los incumplimientos contractuales e interactúa con las comunidades, en una lógica de mejora continua.

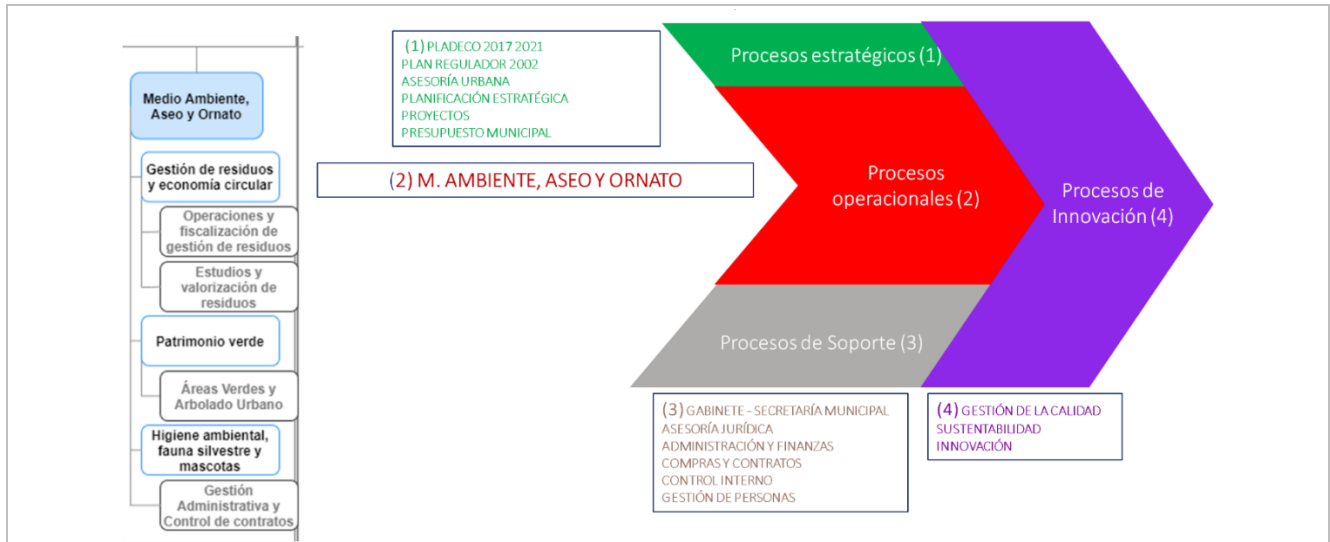
Ilustración 2: Proceso de mejoramiento continuo



Fuente: Elaboración propia

La Directora de la DIMAO y los jefes de departamentos conforman un equipo de gestión, que realiza aportes a los procesos estratégicos y de innovación institucionales; planifican los procesos operacionales a su cargo en el corto y mediano plazo; coordinan los procesos de soporte requeridos; controlan el quehacer de los proveedores externos; dirigen la gestión administrativa y operacional de los departamentos a su cargo, atienden los requerimientos de las comunidades y de los mandantes (Alcalde y Concejo Municipal); miden, analizan y evalúan los resultados en materia de gestión ambiental, aseo y ornato.

Ilustración 3: Generación de valor de los procesos de la Dirección de Medioambiente, Aseo, y Ornato



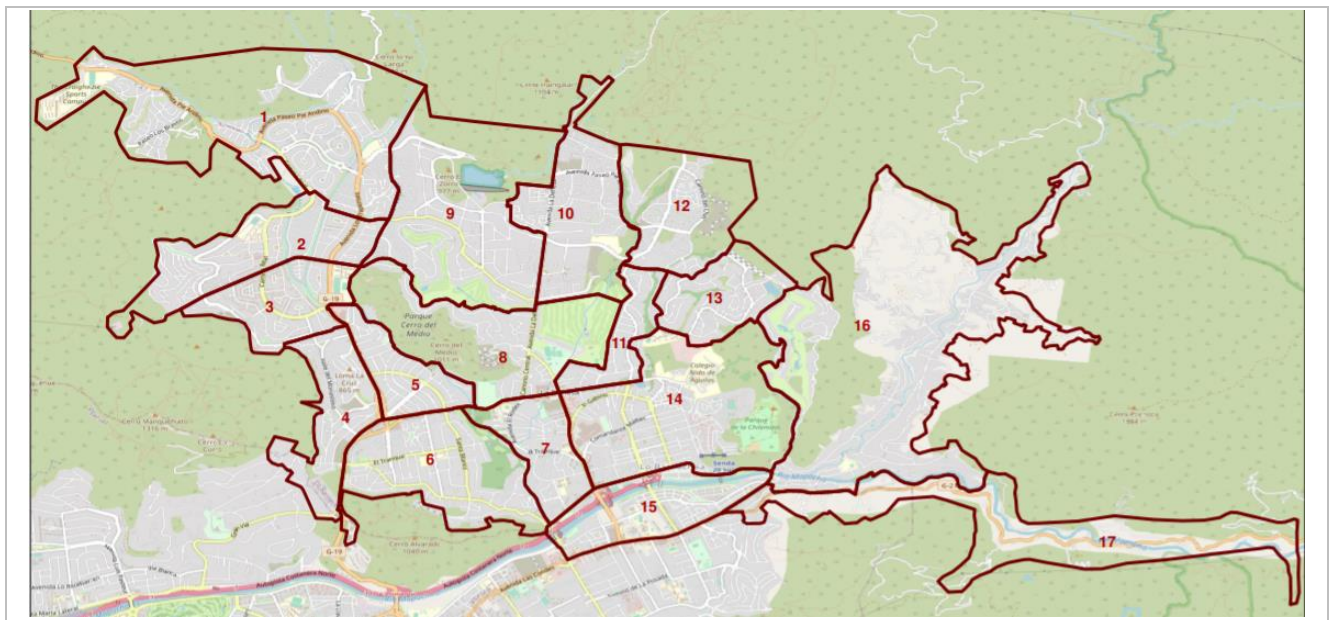
Fuente: Elaboración propia

La [Ordenanza Municipal de Aseo y Ornato](#) de la IMLB data del 20-08-2009 (Decreto 3301).

3.2. ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL SERVICIO

La DIMAO organiza sus servicios en el territorio a partir de los [17 cuadrantes de seguridad](#) de la comuna, lo que facilita la coordinación en aspectos de urbanismo, tránsito, inspección y seguridad ciudadana.

Ilustración 4: Cuadrantes de seguridad de la comuna



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea.

- Cuadrante 1: Santuario del Valle, Los Bravos, Camino Juan Pablo II, Pie Andino, Camino Santa Martina
- Cuadrante 2: Camino Real, Punta de Águilas, Parroquia María Madre de la Misericordia, Camino Los Cazadores, hasta Camino las Hualtatas esquina Pedro Lira Urquieta
- Cuadrante 3: Camino Real, Camino de las Ermitas, El Golf de Manquehue hacia el sur
- Cuadrante 4: Valle del Monasterio, Cerro la Campana, Manquehue Oriente
- Cuadrante 5: Camino el Oficio, Parque las Pataguas
- Cuadrante 6: Jardín de la Dehesa; Santa Blanca, Contralmirante Fernández Vial, Avenida El Tranque y Camino Turístico
- Cuadrante 7: La Dehesa Antigua, Barrio Los Alerces, Robles Poniente, Av. El Tranque, Av. El Rodeo
- Cuadrante 8: El Fundador, Cerro Sierra Bella, El Remanso de la Villa, Las Lomas de La Dehesa
- Cuadrante 9: Bernardo Larraín, Pedro Lira Urquieta, Panorámica Sur
- Cuadrante 10: Barrio Alpino, La Ciénaga, Condominio Cumbre Los Nogales, Valle la Dehesa
- Cuadrante 11: Camino el Huinganal, Gino Girardi, El Yunque, hasta Quebrada el Gabino
- Cuadrante 12: Sector El Peumo, Camino del Chin, Huinganal con Pie Andino
- Cuadrante 13: Camino la Laguna, Camino el Sol y Camino el Yunque
- Cuadrante 14:
 - 14-A Avenida el Rodeo, El Gabino, Comandante Malbec y Robles
 - 14-B La Ponderosa
 - 14-C Cuatro vientos, Pueblo Viejo, Villa Nebraska, Parque de las Américas.
 - 14-D Tres Villas, Villa Lo Barnechea, Cuatro Esquinas, Villa Carolina y Los Pioneros.
 - 14-E Cerro 18 Norte
 - 14-F Cerro 18 Sur
 - 14-G Las Lomas 1 y 2, Las Araucarias, las Cuatro Canchas
 - 14-H Cuatro vientos, Pueblo Viejo, Villa Nebraska, Parque de las Américas.
 - 14-I Villa El Rodeo
 - 14-J Tres Villas, Villa Lo Barnechea, Cuatro Esquinas.
- Cuadrante 15:
 - 15-A Juan Pablo Segundo y San Francisco
 - 15-B Las Ermitas - Monseñor Escrivá de Balaguer
 - 15-C David Ben Gurion, San José de la Sierra, Las Estrellas Escrivá de Balaguer
- Cuadrante 16: El Arrayán, Camino Refugios, Camino El Cajón, Camino San Alfonso, hasta el Mapocho
- Cuadrante 17: Camino a Farellones, Fundo Las Varas, Corral Quemado

3.3. GESTIÓN DE RESIDUOS PERIODO 2015 – 2022

3.3.1. Recolección, transporte y disposición de residuos

Por Decreto DAL 4263/2015 la MLB adjudicó al operador STARCO S.A., el 29 07 2014, la concesión de cinco servicios.

- Servicio 1: La recolección de residuos domiciliarios.
- Servicio 2: La recolección de despojos vegetales y escombros.

- Servicio 3: El servicio de barrido mecánico, manual y limpieza de calles.
- Servicio 4: La provisión, instalación y mantención de 20 contenedores soterrados, a los cuales se incorporaron 25 nuevos contenedores soterrados en anexos de contrato, completando un total de 45 contenedores.
- Servicio 5: Servicios especiales (cuadrilla, recicladora, retroexcavadora y minicargador).

El servicio tiene el siguiente plazo de vigencia:

- **Fecha de inicio del servicio:** 1 de febrero de 2015 a las 00:00 horas.
- **Fecha de término del servicio:** 31 de enero de 2021 a las 23:59 horas, prorrogable por un año, lo que se realizó mediante decreto DAL 1205/2020, por lo que se extiende a 31 de enero de 2022.

El equipo mínimo con el que funcionó el servicio hasta el día 31 de enero de 2022 es el siguiente.

Tabla 1: Equipo mínimo con que opera el aseo y ornato actualmente en la comuna de Lo Barnechea (2015-2022)

Equipamiento mínimo solicitado	Cantidad
Camiones recolectores de residuos para caja compactadora de 19 m ³	11
Caja Compactadora de 19 m ³	11
Alza Contenedores doble para Contenedores de 1.000 KG (contenedores de dos y cuatro ruedas)	11
Camiones recolectores de residuos para caja compactadora de 7 m ³ mínimo y 8 m ³ máximo	3
Caja compactadora de 7 m ³ mínimo y 8 m ³ máximo	3
Alza contenedores de 7 m ³ mínimo y 8 m ³ máximo	3
Sistema Acople Hidráulico para el Camión Recolector	2
Camión tipo ampliroll puente simple cabina simple (Servicios recolección despojos vegetales, escombros)	7
Camión tipo ampliroll para pasajes	1
Camión tipo ampliroll doble puente cabina simple (servicios especiales)	2
Brazo hidráulico (capacidad de levante 12 toneladas)	7
Brazo hidráulico (capacidad de levante 7 toneladas)	1
Brazo hidráulico (capacidad de levante 1 toneladas)	2
Contenedor tipo open – top para brazo hidráulico (capacidad 18 m ³ máximo)	11
Contenedor tipo open – top para brazo hidráulico (capacidad 6 m ³ máximo)	1
Contenedor tipo open – top para brazo hidráulico (capacidad 15 m ³ máximo)	2
Elevador liviano articulado	1
Estanque aljibe	1
Barredor aspirador mecánico	3
Barredor aspirador mecánico compacto	1
Minicargador	1
Retroexcavadora	1
Recicladora	1
Vehículo menor limpieza refugios peatonales, retiro de pegatinas y pintura grafitis	1
Vehículos de Inspección (Concesionario)	6

Fuente: Portal Web Mercado Público, Licitación 2735-143-LP14

Por su parte el equipo mínimo requerido para operar todo el servicio de aseo comunal es:

Tabla 2: Personal mínimo para operar el servicio de Aseo (2015 – 2022)

Descripción de personal	Cantidad
Jefe de Servicio (Representante del Concesionario)	1
Supervisor del Servicio Nocturno	1
Supervisores del Servicio Diurno	4
Conductores Servicios Nocturnos Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	2
Peonetas Servicio Nocturno Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	6
Conductores Servicios Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	11
Peonetas Servicio Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	33
Conductores Servicios Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 7 – 8 m ³	3
Peonetas Servicio Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 7 – 8 m ³	6
Conductores Servicios Nocturno Camión Ampliroll, 18 m ³	1
Peonetas Servicios Nocturno Camión Ampliroll, 18 m ³	2
Conductores Servicios Diurno Camión Ampliroll, 18 m ³	7
Peonetas Servicios Diurno Camión Ampliroll, 18 m ³	14
Conductores Servicios Diurno Camión Ampliroll, 15 m ³	2
Peonetas Servicios Diurno Camión Ampliroll, 15 m ³	4
Conductores Servicios Diurno Camión Ampliroll, 6 m ³	1
Peonetas Servicios Diurno Camión Ampliroll, 6 m ³	2
Cuadrilla Servicios Especiales	10
Conductores Barredoras Mecánicas	5
Barredores Puntos Fijos	20
Recicladora	1
Cuidador	1
Conductor Minicargador	1
Conductor Retroexcavadora	1
Conductor Vehículo Refugios Peatonales	1
Peoneta Vehículo Refugios Peatonales	1

Fuente: Portal Web Mercado Público, Licitación 2735-143-LP14

Las bases técnicas de los servicios establecen que para todos los servicios una supervisión al servicio realizado por la empresa concesionaria del el/la Inspector/a Técnico del Servicio (ITS), con apoyo de inspectores municipales, quienes serán el interlocutor entre la municipalidad y la empresa. Además, se establece como medio oficial y habitual de comunicación entre la DIMAO y la empresa un libro manifold, que estará en dependencias del Departamento de Aseo, en donde se anotan las multas y toda observación, comunicación de órdenes y plazo. El ITS también podrá solicitar algún requerimiento a los supervisores o jefe de servicio a través de teléfono, mail o de forma verbal, pudiendo la contraparte responder por esta misma vía.

Respecto de los vehículos utilizados en proveer los servicios, las bases técnicas también establecen un equipamiento tecnológico. Se solicita la instalación en 3 computadores del Departamento de Aseo el servicio de localización vehicular GPS para todos los vehículos mediante una plataforma web, el cual deberá otorgar reportes y alarmas de estado real de los vehículos, entre otras funciones. El estado de los vehículos debe tener al menos las siguientes variables:

- Ubicación y desplazamiento: Seguimiento de la flota en línea.
- Velocidad (promedio y exceso).
- Detención del vehículo.
- Motor apagado o encendido.
- Robo de antena (conexión y desconexión de antena GPS).

- Pérdida y recuperación de señal GPS.
- Distancia de traslado.

Finalmente, los residuos son transportados – en primera instancia – a la Estación de Transferencia Quilicura. Esta estación recibe aproximadamente 5.000 toneladas de residuos sólidos domiciliarios provenientes de 24 municipios, entre ellos Lo Barnechea. Los residuos son despachados al Relleno Sanitario Loma Los Colorados, en la comuna de Til Til. En esta locación se ubica, además, la planta de reciclaje que permite la separación y recuperación material valorizable. Tanto la Estación de Transferencia como el Relleno y la Planta de Reciclaje es operada por KDM empresas, con quien el municipio de Lo Barnechea mantiene contrato vigente hasta 2027, y tiene las siguientes características:

- Dirección: Alcalde Guzmán 0180, Quilicura.
- Distancia promedio: 23 km (desde intersección La Dehesa y El Rodeo)
- En situaciones excepcionales: enviar directo a relleno sanitario en Til Til.

Para el control de pesaje de los residuos, se utiliza la información que entregue la báscula de la planta de transferencia y/o en la planta de pesaje que determine el ITS, en donde la empresa deberá entregar las patentes de los vehículos que serán pesados.

3.3.2. Servicio 1: Recolección de residuos sólidos domiciliarios

Considera los residuos residenciales, comerciales y de oficina, sean orgánicos e inorgánicos que se encuentre depositados al interior de contenedores, bolsas o a granel frente a viviendas, sitios eriazos, y/o bandejones, ubicados en las vías públicas de la comuna o Bienes Nacionales de uso público. Se consideran también vegetales de volumen menor y pasto cortado o césped que se encuentre embolsado.

En la licitación de la operación que finalizó el 2 de febrero de 2022 (periodo 2015 – 2022) se solicita un mínimo de frecuencia con las siguientes características.

Tabla 3: Tipo de frecuencia solicitada con sus características

Tipo de frecuencia	Días	Frecuencia	Horario	Sectores	N° mínimo de camiones
Diurna	Lunes a sábado	Al menos 3 veces por semana por sector	Desde las 9 hrs. hasta término de servicio	Al menos en dos sectores de toda la comuna	11 camiones de 19 m ³ cap. min. 3 camiones de 7 m ³ cap. min.
Nocturna	Lunes a sábado	Al menos 3 veces por semana por sector	Desde las 17 hrs. hasta término de servicio	Al menos en dos sectores de toda la comuna	2 camiones de 19 m ³ cap. min.
Diaria	Lunes a domingo	Todos los días	Si es diurna desde las 9 hrs. Si es nocturna desde las 17 hrs. Ambas hasta término de servicio	Solo ciertos sectores: Cerro 18 norte y sur Villa cerro 18 Villa El Rodeo Ermitas I, II y III Villa Bicentenario Lomas I y II Campamento Juan Pablo II	2 camiones de 19 m ³ cap. Min. (Incluye el retiro de los contenedores soterrados.)

Fuente: Elaboración propia a partir de Licitación 2735-143-LP14

De forma excepcional, se solicita una frecuencia diaria en otro sector, principalmente a eventuales microbasurales, los que se deben ser retirados con una frecuencia diaria hasta que sea controlado.

Para la operación actual, se estimó una distancia promedio recorrida por tipo de camión y por jornada.

Tabla 4: Kilometraje por día que recorren por tipo de camión y jornada

Capacidad de Camión	Jornada Diurna	Jornada Nocturna
19 m ³	90 km	70 km
8 m ³	110 km	N/A

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

3.3.3. Servicio 2: Recolección de despojos vegetales, escombros y enseres en desuso

El servicio de gestión de despojos vegetales (ramas), escombros y enseres en desuso (residuos voluminosos) dentro de la comuna se desarrolla dentro del área urbana metropolitana definida en el Plan Regulador Comunal para la Comuna de Lo Barnechea y hasta el kilómetro 18 del Camino a Farellones.

3.3.3.1. Despojos vegetales y escombros

Este servicio apunta a la recolección de resto de podas y escombros a nivel domiciliario, pero también se hace cargo de residuos ubicados en la vía pública, tal como: podas y desganche de árboles originados por emergencias, animales muertos, escombros y ramas botados por terceros, material árido, tierra o cualquier tipo de carga que haya caído de vehículos de transporte, restos que hayan quedado producto de accidentes de vehículos, limpieza de microbasurales en formación, y en general retiro de cualquier tipo de escombros y desecho. Los escombros cuyo volumen exceda los 2 m³ deben ser retirados por este servicio, previa tasación con la ITS¹.

Este servicio se realiza en horario diurno (a partir de las 09:00 hrs y hasta las 17.00 hrs) y opera de lunes a sábado, procurado que cada sector tenga una frecuencia mínima de un día a la semana. Cabe destacar que la recolección de despojos vegetales y escombros se realizará en base a camiones tolva. Por su parte, los siguientes sectores tienen una recolección diaria de escombros de lunes a domingo en horario diurno²:

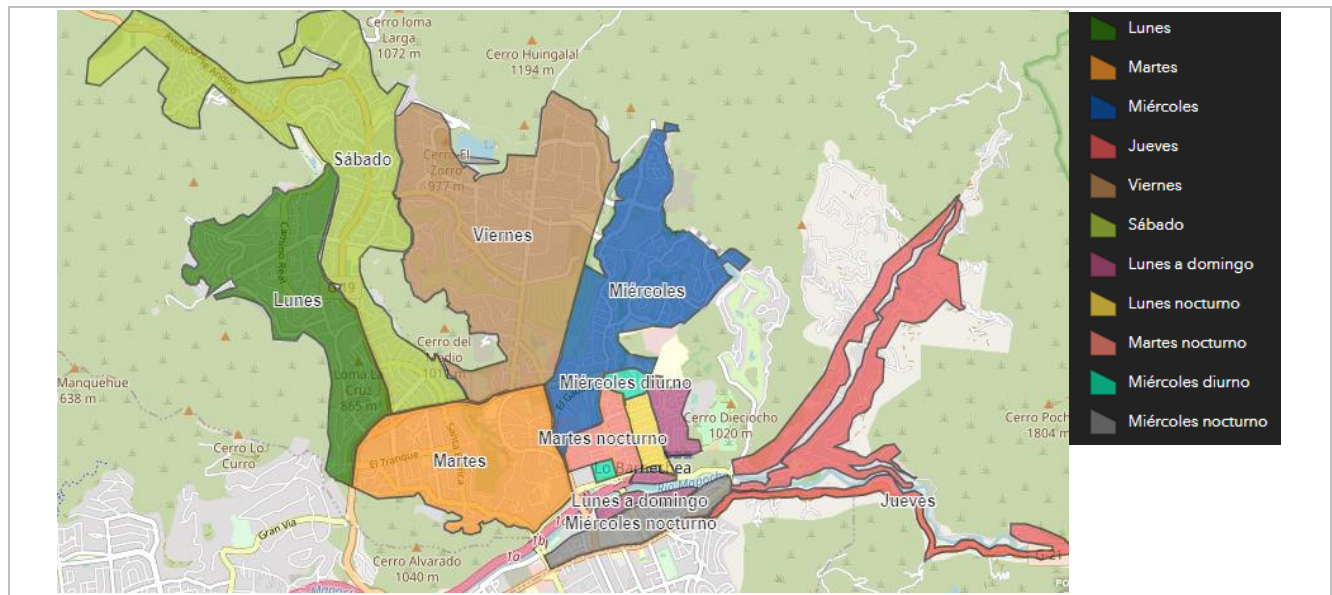
- Cerro 18 Norte y Sur.
- Villa Cerro 18.
- Villa El Rodeo.

¹ Cabe destacar que esta tasación se realiza sobre predios comerciales y/o habitacionales (responsable ubicable), pero no en sitios eriazos. Se recomienda formular y/o robustecer los protocolos de fiscalización de sitios eriazos destinados a microbasurales mediante el cierre perimetral de sitios eriazos para controlar su acceso o modificar su destino (ej.: plaza), la utilización de cámaras de televigilancia, y la realización de visitas esporádicas de fiscalizadores de DIMAO. Todo, para evitar/disminuir los microbasurales formados, ya sea por personas o camiones que descarguen ilegalmente en dichos sitios.

² En el servicio 2022 se considera una frecuencia doble en estos sectores, es decir diurna y nocturna. Además, se suma la zona de Camino El Cajón.

- Ermitas I, II y III.
- Villa Bicentenario.
- Lomas I y II.
- Campamento Juan Pablo II.

Ilustración 5: Frecuencia de recolección de Ramas y escombros (2015 -2022).



Fuente: Portal web de la I. Municipalidad de Lo Barnechea

Los despojos de vegetales deben ser recolectados y trasladados al lugar en donde se encuentre la recicladora para ser chipeados y así disminuir su volumen, el cual se encuentra ubicado en un terreno facilitado por el municipio. Este material podrá ser reutilizado con otros fines.

3.3.3.2. Enseres en desuso

Para el caso de enseres en desuso, la municipalidad programa dos veces al año un retiro en los diversos sectores. Estos retiros se programan en horario diurno, preferentemente los viernes y sábados. Cabe destacar que también se deberán retirar enseres ubicados en la vía pública que se encuentren depositados frente a viviendas, sitios eriazos y/o bandejonas. Para este tipo de residuos se utilizan camiones ampliroll.

Los enseres recolectados son llevados a un centro de acopio dentro de la comuna designado por el ITS, lugar en el cual se separan por tipología y luego serán donados a fundaciones o entidades que se interesen por reciclar o dar uso a los mismos. Todo aquello que no sea reciclable o retirado por las entidades antes mencionadas se dispone en KDM.

3.3.4. Servicio 3: Limpieza de calles: barrido mecánico y manual

Este servicio incluye el aseo y limpieza de calles mediante barrido mecánico en húmedo, barrido manual, además de la recolección y transporte a la Planta de Transferencia de los residuos provenientes de calles y vías

públicas de la comuna, tales como polvo, maleza, materiales pétreos, despojos vegetales y basura de cualquier tipo y origen.

El barrido mecánico siempre se hace en húmedo, de modo de no levantar polvo ni expeler cualquier tipo de partícula al ambiente. Éste se realiza a ambos lados de las calles, a lo largo de toda la calzada, incluyendo la superficie entre cuneta y cuneta. Este tipo de barrido se encuentra asignado por sectores, los cuales tienen frecuencias asignadas y días para la prestación del servicio (usualmente, dos veces por semana). Adicionalmente, el servicio se realiza en horario nocturno de lunes a sábado en una ruta determinada por el municipio. Los sectores y frecuencia del servicio se presentan en la siguiente ilustración.

Ilustración 6: Frecuencia de Barrido Mecánico según sector (2015 -2022)



Fuente: Portal Web de Mercado Público, Licitación 2735-143-LP14 – Anexo 12

El servicio de barrido manual, por su parte, contempla el retiro de todo tipo de residuos menores, tales como papeles, hojas, bolsas, envases, polvo, entre otros, que se encuentre en la vía pública y papeleros. No corresponde la limpieza de áreas verdes de plazas. Los residuos recolectados durante los barridos son inmediatamente recogidos mediante el uso de lutocares con sus correspondientes bolsas plásticas. Este barrido se realiza diariamente de lunes a sábado en horario diurno, a partir de las 08.00 hrs y hasta que el servicio se complete. Adicionalmente se cuenta con un servicio de barrido nocturno para algunos sectores.

El servicio considera 19 barredores manuales para la jornada diurna y 1 para la jornada nocturna. Todos están equipados con las herramientas y equipamiento necesario, es decir, escobillón del tipo Municipal y una pala.

3.4. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PERIODO 2022 – 2028

3.4.1. Recolección y transporte

Para el periodo 2022 – 2028, el municipio licita el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios (basura y reciclaje) como un servicio independiente. Por Decreto DAL 036282-0988 la IMLB adjudicó al operador DEMARCO, el 30-08-2021 la “Concesión de los servicios de recolección y transporte a destino final de residuos sólidos domiciliarios de la comuna de Lo Barnechea” ID 2735-53-LR21, correspondiente al servicio de recolección para eliminación y/o valorización de residuos sólidos domiciliarios y el transporte de éstos a estaciones de transferencia, rellenos sanitarios u otro destino final, de acuerdo con lo señalado en el numeral 1 de las Bases Administrativas Especiales. El periodo de duración del nuevo contrato es desde el 1 de febrero de 2022 a las 00:00 horas y finaliza el 31 de enero de 2028 a las 23:59 horas.

Se entiende por residuo sólido domiciliario, todo desecho de origen biológico o no biológico, diferenciados principalmente en dos tipos de residuos: los que se consideran para eliminación (comúnmente llamado basura) y los de valorización (comúnmente llamado reciclaje). En la actualidad, los residuos valorizables que se recolectan por la Municipalidad de Lo Barnechea son: **papeles, cartones, plásticos, tetra pack, vidrios y aluminios**, y son depositados en contenedores distintos a los de los residuos de eliminación. Cabe mencionar que, si bien existe una separación entre residuos de eliminación y de valorización, éstos últimos no se separan por tipo de residuos reciclable en el origen.

Los residuos provienen de casas particulares, locales comerciales, oficinas y condominios, los que estén ubicados en las vías públicas de la comuna o en bienes nacionales de uso público. Se consideran también vegetales de volumen menor (hasta 0,5 m³) y pasto cortado o césped que se encuentre embolsado.

Los residuos por recolectar por el servicio son aquellos que se encuentre depositados al interior de contenedores individuales, contenedores comunitarios, contenedores soterrados, bolsas y/o a granel frente a viviendas, sitios eriazos, y/o bandejonas. Se incluye también la recolección de los papeleros instalados en espacios públicos, excluyendo aquellos que se encuentran en áreas verdes. Existen los siguientes contenedores habilitados tanto para residuos de eliminación como de valorización.

Tabla 5: Tipos de contenedores que el Municipio cuenta para el acopio de residuos domiciliarios.

Tipo de contenedor	Volumen	Cantidad
Individual	120 y 240 litros	S/I
Comunitario	700, 1.000 y 1.100 litros	400
Soterrado	3 y 4 buzones de 1.000 litros	45

Fuente: Elaboración propia a partir de Licitación 2735-53-LR21

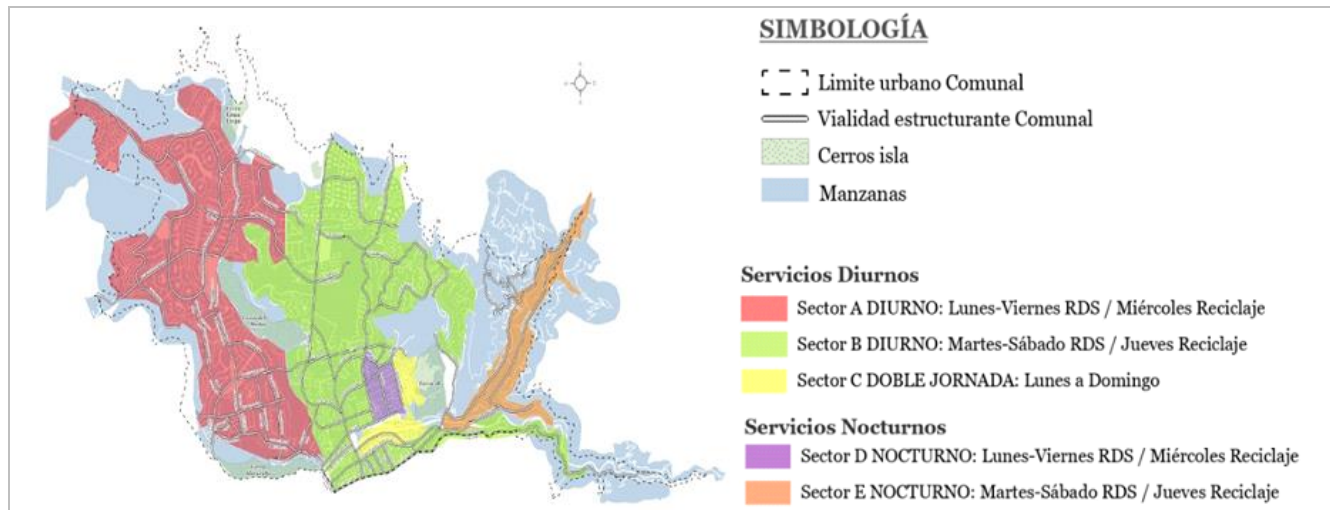
Los contenedores soterrados se encuentran instalados en los sectores del Arrayán, Las Ermitas y Cerro 18.

Además de lo anterior, se debe realizar un refuerzo de recolección en las siguientes ferias libres.

- Recinto Ferial Los Quincheros (sábado y domingo).
- Pie Andino esquina Huinganal (sábado).
- Avda. Lo Barnechea (entre Calle Vecinal y Comandante Malbec) (domingo).

La sectorización y frecuencia establecida en las bases de licitación es la siguiente.

Ilustración 7: Área de cobertura del servicio por sector y frecuencia respectiva



Fuente: Licitación 2735-53-LR21

La frecuencia diurna (Sectores A y B) cambia con respecto a la licitación pasada, reemplazando un día de recolección por un día exclusivo de recolección de residuos de reciclaje. Además, esta empieza desde las 7:30 AM hasta que haya finalizado el servicio, cambio de la licitación pasada que establecía un inicio a las 9 AM.

Al igual que en la frecuencia diurna, la frecuencia nocturna (Sectores D y E) también define un día exclusivo de recolección de reciclaje de los tres días por semana por sector que se establece para realizar el servicio. El horario del servicio comienza a las 17 hrs, mismo horario establecido en la licitación pasada.

La frecuencia diaria se establece en doble jornada (diurna y nocturna) para ciertos sectores de la comuna (Sector C), sin día de recolección de reciclaje, con los mismos horarios que se establecen para la frecuencia diurna y nocturna. Respecto a la licitación anterior, se agrega una jornada y se cambian las zonas de esta frecuencia, sacando la Villa El Rodeo y agregan las siguientes:

- Pastor Fernández.
- Camino El Cajón.
- Camino Huallalolén.

En la sección 7.1 del presente documento se anexan un conjunto de imágenes con calles referenciales que delimitan cada sector.

Para cada sector la licitación establece una cantidad y tipo de camiones (recolector = 19-21 m³; mini-recolector = 7-8 m³) a fin de cumplir con el respectivo servicio.

- Recolección diurna.
 - Sector A y B: 9 camiones recolectores, y 3 camiones mini-recolectores.
 - Sector C: 2 camiones recolectores.
- Recolección nocturna.

- Sector D y E: 2 camiones mini-recolectores.
- Sector C: 1 camión recolector.

Adicionalmente, se solicita el siguiente equipamiento.

Tabla 6: Cantidad mínima requerida por tipo de equipamiento

Descripción de vehículos	Cantidad
Camiones Recolectores de Residuos para Caja Compactadora de 19 – 21 m ³	11
Camiones recolectores con Caja Compactadora de 19 – 21 m ³	11
Alza Contenedores doble para Contenedores de 1.000 KG (contenedores de dos y cuatro ruedas)	14
Sistema Acople Hidráulico para Camiones Recolectores	4
Camiones Recolectores de Residuos para Caja Compactadora de 7 m ³ mínimo y 8 m ³ máximo	3
Caja compactadora de 7 m ³ mínimo y 8 m ³ máximo	3
Vehículo refugios peatonales y papeleros	1
Vehículos de Inspección (Supervisores)	1

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

Respecto el personal, se solicita que este sea exclusivo para brindar el servicio adecuadamente, solicitando las siguientes cantidades mínimas.

Tabla 7: Cantidad mínima requerida por tipo de personal

Descripción de personal	Cantidad
Jefe de Servicio (Representante del Contratista) no es exclusivo del contrato	1
Supervisor del Servicio Nocturno	1
Supervisores del Servicio Diurno	1
Conductores Servicios Nocturnos Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	2
Peonetas Servicio Nocturno Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	4
Conductores Servicios Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	11
Peonetas Servicio Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 19 m ³	22
Conductores Servicios Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 7 – 8 m ³	3
Peonetas Servicio Diurno Recolección Domiciliaria para camiones de 7 – 8 m ³	6
Conductor Camioneta Limpieza Refugios peatonales y Papeleros	1
Auxiliar Camioneta Limpieza Refugios peatonales y Papeleros	1

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

3.4.2. Disposición

Los residuos son transportados – en primera instancia – a la Estación de Transferencia Quilicura, para luego ser despachados al Relleno Sanitario Loma Los Colorados, en la comuna de Til Til. En esta locación se ubica, además, la planta de reciclaje que permite la separación y recuperación material valorizable. Para dichos efectos, el contrato vigente que mantiene la Municipalidad de Lo Barnechea con KDM empresas (operadora de la infraestructura descrita) establece una tarifa única por tonelaje de basura domiciliaria y reciclaje en una relación referencial de 1:4 (11 mil y 44 mil \$/ton, respectivamente).

Tanto la Estación de Transferencia como el Relleno y la Planta de Reciclaje es operada por KDM empresas, con quien el municipio de Lo Barnechea mantiene contrato vigente hasta 2027, y tiene las siguientes características:

- Dirección: Alcalde Guzmán 0180, Quilicura.
- Distancia promedio: 23 km (desde intersección La Dehesa y El Rodeo)
- En situaciones excepcionales: enviar directo a relleno sanitario en Til Til.

Para el control de pesaje de los residuos, se utiliza la información que entregue la báscula de la planta de transferencia y/o en la planta de pesaje que determine el ITS, en donde la empresa deberá entregar las patentes de los vehículos que serán pesados.

3.5. RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS 2023 - 2028

Tal como se describe en la sección 3.3, otro servicio licitado para el periodo 2015 – 2022 fue la recolección de despojos vegetales, escombros y enseres en desuso, así como limpieza de calles vía barrido mecánico y manual, el cual – por contrato – finalizaba en enero de 2022.

Durante el año 2021 el municipio llevo a cabo procesos licitatorios del servicio de recolección, transporte y disposición de escombros, voluminosos y despojos vegetales (licitaciones ID 2735-53-LR21, e ID 2735-122-LR21) y servicio de barrido mecánico y limpieza de calles (ID 2735-122-LR21). En estos casos no se recibieron ofertas válidas, debiendo declararse desierta la licitación de dichos servicios. La sección 7.2 (Anexos) contiene un resumen de las características de la licitación ID 2735-122-LR21 que contiene ambos servicios).

A fin de mantener la continuidad del servicio, el municipio realiza un trato directo con la empresa STARCO hasta septiembre 2023 para proveer los servicios de recolección despojos vegetales, escombros y enseres en desuso según los estándares del servicio definidos para el periodo 2015 – 2022 (ver sección 3.3.3).

Adicionalmente a esta situación, se ha conformado un primer GRANSIC (Sistema de Gestión Colectivo) para implementar la recolección de envases y embalajes, el que sustituirá al municipio en esta responsabilidad, progresivamente, a contar de 2023, lo que tendrá un efecto reductor del contrato de recolección de RSD y residuos valorizables³.

Luego de reflexiones promovidas en el marco de la presente asesoría, la Municipalidad de Lo Barnechea decide explorar alternativas para realizar una licitación que complemente el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios y cuya vigencia es hasta 2028. De este modo, en la presente sección resumen algunas alternativas para la recolección según tipo de residuo, a partir de las cuales se puede evaluar los requerimientos a incluir en la licitación de un servicio complementario de recolección que debiese entrar en operación en septiembre 2023.

Las recomendaciones se desarrollan según los escenarios resumidos en la

³ Cabe destacar que en el primer GRANSIC se implementará un piloto en alianza con el gremio de alimentos y bebidas (AB Chile) y AMUSA (Asociación de Municipalidades) entre las que no está Lo Barnechea. Por lo que se debe gestionar su incorporación.

Tabla 8: Descripción de escenarios evaluados

Servicio	Actual (2022)	Escenario analizado
Recolección de basura domiciliaria y residuos reciclables.	<ul style="list-style-type: none"> Recolección 2 veces por semana RSD y una vez reciclables en jornada diurna (sectores A, B) y nocturna (sectores D, E) entre lunes y sábado. Sector C realiza doble jornada de lunes a domingo. Recolección de residuos de ferias libres Recolección de microbasurales, según necesidad. Total: 14 camiones con cajas compactadoras. De 19 – 21 m³ (11) y 7 – 8 m³ (3). 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de la operación del GRANSIC en 2022. Entra en operación progresiva en 2023. Al iniciar operación el Sistema de Reciclaje de envases y embalajes, el municipio suspende la recolección de residuos reciclables y reduce progresivamente camiones compactadores grandes. Se mantienen los servicios a ferias y microbasurales. Total: 11 camiones con cajas compactadoras. De 19 – 21 m³ (8) y 7 – 8 m³ (3) Posible contratación de servicios de refuerzo en días específicos
Vidrio	Mezclados en residuos reciclables domiciliarios. Inicio en 2022 de una campaña de separación en origen y depósito en campanas y contenedores exclusivos.	<ul style="list-style-type: none"> Depositados por vecinos en campanas y contenedores exclusivos. Puede regularse mediante ordenanza municipal. Acuerdo de destino con Cristalerías Toro u otra.
Recolección de escombros y enseres en desuso (“cachureos”).	<ul style="list-style-type: none"> Servicio contratado en forma directa Recolección 1 día/semana por sector, primero ramas y luego escombros y cachureos. 10 camiones ampliroll permanentes 1 chipeadora 1 cargador frontal 	<ul style="list-style-type: none"> Nueva licitación en 2022. Entra en operación en septiembre 2023. Despacho de escombros limpios a planta de áridos, de ser posible. Campañas programadas para recolección de enseres en desuso (“cachureos”). De mantener la frecuencia de recolección, se sugiere disminuir el número de camiones y utilizar el tiempo liberado por no recolección de ramas para ampliar la jornada de equipos recolectores.
Recolección de ramas		<ul style="list-style-type: none"> Recolección de ramas y otros residuos vegetales recolectados en compactadores y ampliroll de uso no exclusivo y de acuerdo con estacionalidad. 1 chipeadora. 1 cargador frontal.
Orgánicos	Catastro 2022 de emisores de residuos orgánicos no contaminados: restaurantes, comercios, conjuntos habitacionales, entre otros	<ul style="list-style-type: none"> Despacho periódico de chip, pasto u otros residuos vegetales de ferias y áreas verdes a planta compostaje.

3.5.1. Recolección de vidrio

Actualmente los residuos valorizables que se recolectan: **papeles, cartones, plásticos, tetra pack, vidrios y aluminios**, son depositados por los vecinos en contenedores distintos a los de los residuos de eliminación, y se destinan a una planta de separación de KDM y una vez separados, a diversos procesadores. La planta separadora cobra por dicho proceso una tarifa de \$44 mil por tonelada.

La MLB ha realizado mediciones de utilización efectiva de los residuos separados, los que alcanzan sólo a un 17% de los residuos valorizables. El x% restante KDM lo destina al relleno sanitario, engrosando los residuos de eliminación.

Dada la ineficiencia de este proceso conjunto (costo de recolección más costo de separación), este equipo ha propuesto alternativas de gestión que minimicen el volumen de residuos de eliminación, incentivando la separación en origen de los valorizables y la recolección por separado de envases de vidrios, dado que su mezcla con otros residuos genera muchas dificultades y riesgos para los operadores en separaciones posteriores.

La recomendación de una recolección separada de envases de vidrios está contenida en la Ley REP y en la práctica de las empresas recicladoras. La [Ley 20.920](#) estableció un marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje.

En este contexto, la Asociación de Industrias del Reciclaje, ANIR, en su informe 2020 “[Estudio del Material Disponible País y el reciclado de los envases y embalajes de vidrio en Chile](#)” concluye (p.13):

- “La producción de vidrio a nivel nacional está compuesta principalmente por tres actores: [Cristalería Chile](#), [Cristalería Toro](#) y [Verallia](#). Estos comprenden casi la totalidad del mercado chileno y, a su vez, son los principales recicladores de vidrio del país ya que los envases de este material pueden ser fabricados al 100% con vidrio reciclado.” (p.1)
- “Los bebestibles representan un 97,6% de los envases de vidrios.
- El 26,8% del Material Disponible País es gestionado, por lo que este valor corresponde a la tasa de reciclaje que se cumple actualmente.
- La Capacidad Técnica Instalada País permite reciclar el 59,8% del Material Disponible País, por lo que la tasa de reciclaje podría aumentar hasta este porcentaje.
- Tomando en cuenta sólo la proyección del crecimiento de los socios ANIR en un plazo de 3 años, se podría reciclar un 64,3% del Material Disponible País, por lo que la tasa de reciclaje podría aumentar a este valor porcentual.
- Para lograr aumentar las metas de reciclaje es necesario mejorar la recolección puerta a puerta y la segregación del material ya que las industrias cuentan con la capacidad técnica necesaria para realizar la valorización.
- En cuanto a infraestructura, las campanas son útiles para zonas periurbanas/rurales, pero pudieran no ser suficientes para zonas urbanas con alta densidad poblacional. Con respecto a plantas de separación, se requiere que éstas sean técnicamente adecuadas y eficientes, evitando pérdidas que pudiesen llevar este material directamente a rellenos sanitarios” (p.13).

En este contexto, se recomienda al municipio en avanzar con las siguientes líneas de acción.

- Educación a los vecinos para adoptar conductas orientadas a la separación en el origen de los vidrios.
- Instalar contenedores exclusivos para vidrio en recintos comerciales y edificios. En su recolección se pueden utilizar camiones $\frac{3}{4}$ de carga manual o automática y también camiones tolva con brazo hidráulico para descargar campanas de reciclaje de vidrio.
- Suscribir un contrato con Cristalerías Toro u otra para la recepción permanente sin costo el municipio de los vidrios.
- Entregar contenedores domiciliarios de distinto color para separar los vidrios de los demás residuos valorizables.

- Se debiesen contemplar equipamiento especializado para la carga y transporte de estos residuos desde la ubicación de campanas hasta puntos de descarga.

3.5.2. Gestión de reciclaje e implementación de convenio con uno o más GRANSIC

El objetivo de la Ley REP, promulgada en 2016, 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” (Art. 1 Ley 20.920)

La Ley REP señala que las obligaciones propias de la responsabilidad extendida del productor deben ser cumplidas a través de un “sistema de gestión”, definido como el “mecanismo instrumental para que los productores individual o colectivamente den cumplimiento a las obligaciones establecidas en el marco de la responsabilidad extendida del productor, a través de la implementación de un plan de gestión” (Art. 3 N°27)

La Ley REP contempla la posibilidad de que los sistemas de gestión celebren convenios con Municipalidades o Asociaciones de Municipalidades *“destinados a la separación en origen, a la recolección selectiva, al establecimiento y, u operación de instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos de productos prioritarios, o a la ejecución de otras acciones que faciliten la implementación de esta ley en sus comunas”* (Art. 25). Los convenios podrán ejecutarse directamente por las municipalidades o agrupaciones de ellas, o bien a través de terceros. En este último caso, deben someterse al artículo 24 de la Ley REP (que ordena la realización de licitaciones abiertas) sin perjuicio de lo establecido en la Ley N°19.886, de Bases sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios, conocida como Ley de Compras Públicas.

El [DS 12](#) del Ministerio de Medio Ambiente establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes. Se indica expresamente que la Municipalidad no podrá impedir, en virtud de su facultad privativa de aseo y ornato, el manejo de los residuos de envases y embalajes por parte de los sistemas de gestión, o por los gestores contratados por éstos (Artículo 42 inciso final)

Las Municipalidades o sus Asociaciones podrán convenir con los sistemas de gestión para realizar las siguientes actividades: *“separación en origen, recolección selectiva, establecimiento u operación de instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos de envases y otras acciones que faciliten la implementación de la Ley, tales como promover la educación ambiental de la población sobre la prevención en la generación de residuos y su valorización, diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización, así como medidas de prevención en la generación de residuos”* (Artículo 42)

El primer GRANSIC, dedicado a envases y embalajes, en proceso de formación al alero de Asociación de Alimentos y Bebidas A.G. (AB Chile), agrupa a 25 grandes empresas de rubros como alimentos, bebidas analcohólicas, bebidas alcohólicas, viñas, aseo para el hogar, tabacos, supermercados, tiendas por departamento y cosméticos. Su denominación comercial es [ReSimple](#). Dada la capacidad económica de sus empresas socias, la Fiscalía Nacional Económica solicitó al Tribunal de Defensa de la Libre Competencia establecer reglas que la preserven ([FNE-RoI-NC-492-21-TDLC-REP](#))

De acuerdo con las pruebas piloto desarrolladas por ReSimple, los recolectores no podrán mezclar los residuos de vidrio con los residuos de cartones, papeles y envases ligeros. Por ende, los residuos de vidrio deberán ser retirados por un recolector distinto que el del resto de residuos.

Por tanto, se recomienda:

- Gestionar el convenio de inclusión de MLB a AMUSA, o bien que se incorpore a la ruta de piloto de este. Esto hace más probable la incorporación de la comuna dentro de planes piloto impulsadas por el primer GRANSIC.
- Disposición de la separación en el origen (contenedores diferenciados) y recolección selectiva. Se debe definir frecuencia y maquinaria requerida (puede ser no especializada).
- Contratación de servicios de refuerzo en caso de que se requiera.
- Revisar y ajustar progresivamente el contrato de recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios. Esto es consistente con la implementación progresiva de la normativa que promueve la implementación de un sistema de economía circular en el país.

3.5.3. Gestión de residuos orgánicos (incluye ramas y poda)

De acuerdo a los antecedentes de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, [ENRO](#) - Chile 2040 (2021), el 58% de los residuos sólidos municipales (en peso) corresponde a residuos orgánicos, de los cuales menos del 1% es valorizado y el resto tiene como disposición final rellenos sanitarios y/o vertederos.

La Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) se ha puesto como meta valorizar el 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal al 2030 y el 66% de los mismos al 2040. Para ello, las escalas de intervenciones son:

- Domiciliaria.
- Comunitaria.
- Comunal o Intercomunal.

Cabe destacar que, dentro de las posibilidades de mayor escala, y aquella que es de interés en este caso, la implementación de la valorización puede ser mediante una **planta de compostaje**, o bien mediante una **planta de digestión anaeróbica**. De acuerdo a los antecedentes levantados en la elaboración de la ENRO, una de las brechas más importantes en la gestión de residuos orgánicos a nivel municipal responde a *“la falta de capacidades técnicas por parte de las municipalidades para la elaboración y gestión de financiamiento para proyectos de valorización de residuos orgánicos”*, y por tanto las iniciativas realizadas en la materia no traspasan la escala piloto, tal como se presenta en el estudio *“Análisis sobre el esquema tarifario establecido en la recolección municipal de residuos”* realizado por el Centro de Sistemas Públicos.

En este contexto y como parte de las medidas explicitadas en la ENRO, se instalará el Programa de Residuos Orgánicos, el que articulará las acciones públicas a nivel nacional, regional y municipal. Su principal función es *“impulsar la inversión pública para aumentar la capacidad instalada a nivel municipal de instalaciones de valorización de los residuos y fortalecer las capacidades técnicas de los servicios públicos a todo nivel”*. Entre sus acciones, destaca:

- Asesorar a las municipalidades y gobiernos regionales en el diseño de proyectos de inversión destinados a valorizar residuos orgánicos, para ser presentados a las diferentes líneas de financiamiento públicas y privadas disponibles.
- Fortalecer el conocimiento técnico a nivel nacional, regional y municipal asociado al diseño y ejecución de proyectos sobre gestión sostenible de los residuos.
- Establecer articulaciones y coordinaciones formales con otros servicios públicos, tales como el Ministerio de Bienes Nacionales, Ministerio de Economía, Ministerio de Energía, entre otros, a fin de promover el desarrollo de proyectos de infraestructura para la valorización de los residuos orgánicos y su equipamiento.
- Establecer vínculos con el sector privado para la promoción de modelos de negocio mixtos (público-privado), apoyo a la innovación y transferencia tecnológica en materia de gestión de residuos orgánicos.

De acuerdo con la información que se ha levantado en terreno, la comuna genera un tonelaje no despreciable de ramas se chipean (incluso más de 1.200 m³ semanales en julio, ver sección 4.3.2) que luego se rematan, además de residuos de poda y pasto (aún no dimensionado) que terminan en el relleno sanitario. Por tanto, existe una oportunidad importante de gestionar este tipo de residuos junto con los RSD orgánicos en una planta de compostaje a nivel comunal o intercomunal.

Existen diversos casos de éxito de distinta escala a nivel nacional respecto de la valorización de residuos orgánicos, siendo [Santa Juana](#) el caso más emblemático. Este municipio implementó un sistema Integrado de manejo de residuos sólidos Domiciliarios para toda su zona urbana, el que incluye separación en origen de los residuos y traslado de sus residuos orgánicos a la [planta de compostaje](#). En su primer año de operación se disminuyó en un 19% de los residuos destinados a relleno sanitario (incluye fracción orgánica e inorgánica).

Por otro lado, la comuna de [La Pintana](#) ha logrado procesar aproximadamente el 20% de sus residuos orgánicos, provenientes de ferias libres y de 45.000 hogares, con recolección selectiva y técnicas de compostaje y lombricultura, en una planta operada por personal y financiamiento municipal, desde 2005.

[Zapallar](#), a comienzos de 2022 licitó el servicio piloto de recolección selectiva y compostaje, a un operador privado, incluyendo todos los residuos de ferias, áreas verdes y domicilios que se comprometen voluntariamente a separar.

Las municipalidades de [Viña del Mar](#) y [Talca](#) han dedicado sitios municipales a actividades de compostaje con equipamiento especializado, con perspectiva de operar en forma industrial. En el caso de Viña del Mar, la planta piloto comenzó a operar con el compostaje de la poda municipal, para luego incorporar los residuos provenientes de las dos principales ferias de la comuna. Para ello, se realizaron reuniones con los gremios de feriantes, acordándose que el municipio dispondrá un contenedor abierto (10 m³) para los residuos orgánicos, en el cual los feriantes deben depositar los residuos compostables (y no otro tipo de basura) para luego ser llevado a la planta. Posteriormente se incorporaron iniciativas pilotos de recolección residuos domiciliarios orgánicos compostables. En el caso de Talca, la planta de compostaje tratará los residuos de la Macro feria y de la poda municipal. Cabe destacar que el Programa Reciclo Orgánicos (Acuerdo de cooperación internacional entre Chile-Canadá) ha apoyado al municipio a lo largo de todo el ciclo del proyecto.

Respecto de residuos orgánicos provenientes de ferias, la Municipalidad de Recoleta se hace cargo de parte de la recolección de los residuos de las ferias de la comuna, principalmente de la fracción orgánica, la cual es dispuesta en los lechos de lombricultura ubicados en el Cerro Blanco. El material obtenido es utilizado en los viveros comunales.

Considerando lo anterior, se recomienda:

- Identificar y disponer un sitio para instalar una planta de compostaje, definiendo presupuesto para la compra de maquinaria especializada. Para viabilizar su implementación, la inversión en maquinaria y/o costos de operación y mantención pueden ser distribuidos entre varias comunas beneficiarias.
- En caso de no invertir en una planta de compostaje, se sugiere realizar una mezcla de chip con otros residuos orgánicos (pasto, residuos vegetales de ferias y domicilios) en el sitio de chipeo de ramas. Esto permite evitar la fermentación anaeróbica, en particular si los residuos han sido recolectados en camiones compactadores. Luego, disponer el traslado periódico de dicha mezcla a planta de compostaje.
- Iniciar conversaciones e instaurar acuerdos con gremios de feriantes y comerciantes (mercados) para disponer sus residuos en un contenedor municipal que luego pueda ser trasladado a la planta de compostaje.
- Disposición de separación en el origen y recolección selectiva de residuos orgánicos, definiendo maquinaria requerida y frecuencia de recolección. Cabe destacar que, si se realiza un almacenamiento apropiado, la frecuencia puede ser semanal.
- Recolección de ramas y otros residuos vegetales en camiones compactadores y ampliroll de uso no exclusivo, y de acuerdo con estacionalidad.

3.5.4. Gestión de residuos voluminosos (gratis hasta 2m³) y escombros

El equipo consultor realizó una revisión de licitaciones de servicios de aseo en comuna aledañas a Lo Barnechea y/o de gran tamaño, de modo de identificar la forma en la que están abordando la gestión de residuos, en particular de residuos voluminosos. De esta revisión se obtuvo:

- La mayoría de los municipios (no representativo) incluye la gestión de los residuos voluminosos y escombros en el servicio de residuos domiciliarios (servicio integral), o bien no lo licitan.
- Los presupuestos de los contratos de la gestión de residuos domiciliarios tienen órdenes de magnitud similares, no así los contratos por gestión de residuos voluminosos y escombros. De cualquier forma, estos se asocian a las diferencias en equipamiento y personal para ejecutar el servicio.
- Es común que se tase el retiro de residuos voluminosos, previa solicitud del vecino/a y el cargo se le traspasa directamente al usuario. Los montos por pagar están definidos en las ordenanzas municipales.
- Los retiros de voluminosos y escombros son eventos puntuales y por lo general se realizan campañas de recolección previamente comunicadas a los vecinos.

Esta información se levantó a partir de las bases de licitación del servicio en los últimos años en comunas seleccionadas por el equipo de proyecto. A modo de ejemplo, se dejan algunas variables consideradas en la comparación del servicio de recolección de voluminosos.

Tabla 9: Comparación de contratos de servicio de recolección de residuos voluminoso.

Municipalidad	Proveedor	Periodo	Monto Contrato	Camiones	Antigüedad camiones	Maquinaria pesada	Personal
Peñalolén	VEOLIA SU CHILE	5 años	106.513.923 pesos/mensual (IVA incluido)	5 camiones tolva (12m3) 4 camiones ampliroll (1 para ramas y 2 para cajas - 20m3)	2020 en adelante	2 retroexcavadoras con cucharón de 1 m3 (nuevo) 2 minicargadores con carro de arrastre y capacidad del cucharón igual o superior a 0,4 m3 (nuevo) 1 máquina de reemplazo no inferior al año 2020 (usada)	1 jefe de servicio 2 supervisores 1 conductor + 2 auxiliares por camión 1 operador por maquina pesada 1 reemplazo por cada camión y/o maquina
Ñuñoa	DEMARCO S.A	6 años	47.600 pesos/por tonelada dispuesta (IVA incluido)	2 camiones ampliroll contenedor tipo open top 18m3 - Brazo hidráulico que levanten al menos 15 toneladas 1 minicargador con balde de 1m3	Nuevos (2018)	Sin información	1 operador para el minicargador 1 conductores y 1 peoneta por camión Personal de reemplazo
La Reina	Vicente Martínez Escolar	6 años	25.291.315 pesos/mensual	3 camiones ampliroll con brazo hidráulico de 12 toneladas y contenedores tipo open-top de 15 m3	Nuevos (2017)	1 retroexcavadora	1 conductor + 2 peonetas por camión
San Bernardo	Dimensión SA	4 años	279.600.020 pesos/mensual (IVA incluido)	4 camiones ampliroll	Sin información	Sin información	1 conductor + 2 peonetas por camión

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de portal Mercado Público

Para una mayor descripción se encuentra disponible en el Informe "Identificación de oportunidades" y "Diseño y desarrollo de soluciones".

De este modo, se recomiendan los siguientes

- Evaluar la frecuencia de recolección de residuos voluminosos a fin de contar con un equipamiento mínimo para satisfacer el servicio.
- Despacho de escombros limpios a planta de áridos, de ser posible.
- Campañas periódicas para la recolección de cachureos y enseres en desuso.

4. MÉTRICAS DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

La siguiente sección presenta los resultados producidos por el equipo CSP durante el proceso de exploración y análisis de datos vinculados a los servicios de recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios (descartables y reciclables), así como recolección y transporte de ramas y residuos voluminosos. Su contenido contribuye a informar decisiones cuya implementación contribuyan a mejorar la eficiencia y calidad del de los servicios, diseñar procesos de datos que automaticen su procesamiento y estandaricen los análisis, y fomentar la adopción de un modelo de gestión del servicio basado en datos.

4.1. PROCESO DE EXPLORACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

4.1.1. Descripción

La exploración y análisis de datos se desarrolla para fijar métricas referenciales sobre la demanda atendida por estos servicios en la comuna de Lo Barnechea, y la oferta del servicio entregada por el municipio.

En relación con la **demanda atendida** por el servicio, se utiliza como variable proxy el total semanal de toneladas de residuos descargados en las instalaciones de KDM (principalmente basura domiciliaria, reciclaje, y residuos voluminosos), así como en el sitio de chipeado de ramas y transporte de su triturado. Los registros son agregados a nivel semanal (de lunes a domingo) acorde al ciclo del servicio (se repite el mismo proceso cada 7 días).

Utilizar los registros de descarga son una adecuada aproximación de la demanda efectiva en cuanto son resultado de la operación de servicios que dispone de estándares altos en la prestación de servicios según criterios de frecuencia, horario y equipos. En el caso de eventos no programados donde se requiere atender una demanda espontánea del servicio, la DIMAO de la Municipalidad de Lo Barnechea coordina operativos especiales a fin de atender a las necesidades emergentes de la población comunal. De este modo, se asume que la demanda atendida no difiere de manera significativa de la demanda efectiva (que es esencialmente teórica).

Respecto de la **oferta del servicio**, se estudia un set de métricas (variables e indicadores) vinculados a la operación del servicio que son posibles de construir utilizando supuestos razonables sobre la información disponible. Por ejemplo, a partir de los registros de descargas de residuos en plantas de KDM es posible saber el número de vueltas que realizada cada camión recolector bajo el supuesto de que toda descarga se gatilla por la recolección realizada en la comuna, lo que a su vez se verifica en los registros de GPS de los camiones. Y estos registros de GPS permiten conocer el tiempo que se encuentran en operación la maquinaria bajo ciertas reglas lógicas que asocian una dirección o ruta específica y velocidad del camión, para saber que se encuentra guardado, en descarga, en un ciclo de recolección, entre otros hitos.

Se recomienda al lector revisar en la sección 3.3 y siguientes, donde se presentan los requerimientos del servicio licitado por el municipio para efectos de la recolección y transporte de residuos (sectores, frecuencia, jornadas, y equipamiento).

4.1.2. Fuentes de información

Para efectos del presente trabajo se han utilizado los registros que dispone el equipo de la DIMAO de MLB respecto a recolección, transporte y disposición de residuos.

- Descargas de RSD, Reciclaje y voluminosos por camión en Estación de Transferencia o Relleno Sanitario Loma Los Colorados, de KDM.
 - Período: 01/01/2015 al 13/01/2022.
 - Fecha recepción y nombre del archivo: 022 02 09 BASE_ASEO.
 - Datos: Lugar, N° Pesaje, Patente, N° Municipal, Cliente, Chofer, Transportista, Fecha Entrada, Hora Entrada, Hora Salida, Peso Bruto, Peso Tara, Peso Neto kilos, Toneladas, Observación, Material, Tipos de residuos, Descripción Residuos VU, Tipo, Planta, Costo.
 - Registra todas las descargas de camiones que prestan servicios a la MLB.
- Descargas de ramas por camión en faena de chipeado.
 - Períodos: 01/07/19 al 30/06/2020, y 01/01/21 al 31/12/2021.
 - Fecha recepción y nombre de archivos: 2022 02 01 ACOPIO RAMAS JULIO 2019- JUNIO 2020 y 2022 02 09 CHIPEADO 2021.
 - Datos: Fecha, N° Municipal, Cantidad de viajes, volumen máximo m³ ramas (estimación a partir del número de ingresos de camión).
 - Registra ingresos a zona de chipeado de 10 camiones ampliroll: 1324, 1325, 1326, 1327, 1329, 1330, 1332, 1366, 3026, 3356.
- Descargas de chips por camión en Planta de compostaje Armony.
 - Período: 23/02/2021 al 06/10/2021.
 - Fecha recepción y nombre del archivo: 2022 02 11 INGRESO TRITURADO LOBARNECHEA al 11-11-21.
 - Datos: Guía, Rut Proveedor, Nombre Proveedor, Volumen, Rut Transportista, Nombre Transportista, Chofer, Peso, Proveedor, Aproximado Proveedor, Categoría MP, Lavado, Fecha Ingreso, Usuario Ingreso, Patente Camión, Camión Peso Ingreso, Camión Captura Ingreso, Remolque Captura Ingreso, Peso Ingreso, Observación Ingreso, Destinos, Fecha Salida, Usuario Salida, Camión Peso Salida, Camión Captura Salida, Remolque Captura Salida, Peso Salida, Peso Planta, Reportar, Peso Reportar, Estado.
- Registro de GPS de camiones compactadores.
 - Período: 01 al 31.12.2021.
 - Fecha recepción y nombre del archivo: 2022 02 02 GPS_Recolectores LB Dic 2021.
 - Datos: Nombre, Dominio, Evento, Datos, Ubicación, Fecha, Hora, Velocidad, Curso, Validez.
 - Registra movimientos de 3 mini recolectores: 1309, 1310, 1311 y 13 recolectores: 1312, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317, 1318, 1319, 1320, 1321, 1322, 1323, 1331.
- Registro de GPS de camiones ampliroll.
 - Período: 04.01 al 31.12.2021.
 - Fecha recepción y nombre del archivo: 2022 02 07 GPS Amplirroll 2021.
 - Datos: Nombre, Dominio, Evento, Datos, Ubicación, Fecha, Hora, Velocidad, Curso, Validez.

- Registra movimiento de 9 camiones ampliroll: 1324, 1325, 1326, 1327, 1329, 1330, 1332, 1374 y 3356

Todos los registros se encuentran disponibles en archivos en formato Microsoft Excel (.xls o .xlsx), los cuales procesados por el equipo CSP para generar información estadística que informe al municipio para distintos procesos de toma de decisiones relativas al servicio recolección, transporte y disposición de residuos.

4.2. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

4.2.1. Demanda atendida

Entre los años 2015 y 2021, se registran una recolección promedio de 45 mil toneladas anuales, registrando un crecimiento compuesto anual equivalente a 0,7%. Para el año 2021 se registraron cerca de 47 mil toneladas (+4% respecto el valor promedio), de los cuales un poco más de 15% corresponde a reciclaje domiciliario. Estos últimos muestran un aumento importante en el tiempo, llegando el 2021 a más de 7 mil toneladas transportadas. En términos relativos, se observa que la tasa de residuos recolectados por grupo familiar (ej.: cada 5 habitantes, o por unidad habitacional) disminuye en el tiempo a una tasa compuesta anual equivalente a -4%. Es decir, la generación total de residuos ha crecido en menor proporción respecto a variables demográficas que pueden explicar la cantidad de residuos generados. En la Tabla 10 se presenta el detalle de los registros disponibles para el periodo completo 2015-2021.

Tabla 10: Número de registros y toneladas registradas según tipo de residuo, periodo 2015-2021.

Año	Tipo de generación (*)			Variables demográficas (**)		Tasa de generación	
	Basura domiciliaria (ton/año)	Reciclaje Domiciliario (ton/año)	Total	Población comunal (personas)	Predios No Agrícolas Habitacionales (predios)	Cada 5 personas (ton/año)	Por Predio No Agrícola Habitacional (ton/año)
2015	45.066	-	45.066	103.919	25.306	2,2	1,8
2016	45.780	90	45.870	106.187	26.249	2,2	1,7
2017	44.692	583	45.275	108.470	27.617	2,1	1,6
2018	42.486	1.989	44.475	110.742	29.111	2,0	1,5
2019	38.288	4.844	43.132	119.240	29.856	1,8	1,4
2020	36.958	6.744	43.702	124.076	30.768	1,8	1,4
2021	39.798	7.115	46.913	-	-	-	-

(*) Base de datos de residuos descargados en KDM.
(**) Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM). Variables: ITPC (N°) Población Comunal Estimada para el Año (por el INE); YROLPNAH (N°) Predios No Agrícolas Habitacionales.

Fuente: Elaboración propia.

Para mitigar sesgos generados por la implementación progresiva de estrategias para aumentar la recolección de reciclaje domiciliario, el análisis se acotará a los últimos tres años (periodo 2019-2021). Incluir el año 2019 en el análisis permite tener una referencia para los años 2020 y 2021, los cuales se ven influenciados por las conductas que la población haya adoptado durante la pandemia COVID-19 (ej.: personas con posibilidad de trabajo remoto generarán mayores residuos en su unidad habitacional, mayor tiempo en la unidad habitacional posibilita destinar mayor tiempo para realizar acciones como separación de residuos).

Como primera aproximación, se analizan los residuos de forma agregada y luego desagregada (descartable y reciclable) a fin de tener una aproximación sobre patrones de generación de residuos que requieren ser recolectados. Asimismo, los datos son agregados por semana de un año calendario, las cuales son numeradas de 2 a 52 (se excluyen las semanas 1 y 53 por presentar datos para un menor número de días). A continuación, se sintetizan los principales antecedentes que permiten fijar una línea base sobre la demanda del servicio.

El promedio de toneladas de residuos recolectada y transportada semanalmente se mantuvo similar los años 2019 (827 ton/semana) y 2020 (833 ton/semana), aumentado +7% el año 2021 (896 ton/semana). Esta variación, equivalente en términos anuales a 3,2 mil toneladas, se explica principalmente (+80%) por mayores residuos recolectados durante el primer semestre 2021 respecto el mismo periodo del año 2020.

Para el año 2021 (similar para años anteriores), se constata empíricamente que en el 76% de las semanas (39 de 51) el tonelaje de residuos recolectados y transportados se encuentra en un rango definido por el promedio (896 toneladas/semana) ± 1 desviación estándar (103). Es decir, **la recolección total de residuos (descartable + reciclable) varían en $\pm 12\%$ respecto el promedio en 3 de cada 4 semanas**. Del 25% restante de las semanas que presentan tonelajes de residuos recolectados y transportados fuera del rango mencionado, la mitad son valores superiores a límite superior. Al abrir este último análisis por tipo de residuo se verifica que sus respectivas distribuciones siguen un comportamiento similar. Vale decir, **el 75% y 76% de las semanas la recolección de descartable y de reciclaje, varían en $\pm 11\%$ y $\pm 13\%$ en torno el valor promedio de cada distribución, respectivamente**. Se verifica visualmente que el tonelaje de reciclaje recolectado varía en un rango de valores bajo y acotado, lo cual se explica por las características del servicio (frecuencia 1 vez por semana para reciclaje vs 2 veces por semana para residuos descartables/basura), y el tipo de recolección (reciclaje tiene una densidad mayor que la basura domiciliaria).

Los principales descriptores estadísticos de la distribución que sigue el tonelaje semanal de residuo recolectado y transportado a nivel total y desagregado según tipo de residuo para el periodo 2019-2021 se presentan en la Tabla 11. Asimismo, en la Ilustración 8 se grafican los valores exactos de tonelaje de residuo recolectado transportado para cada semana del año 2021 y sus respectivos rangos descritos previamente.

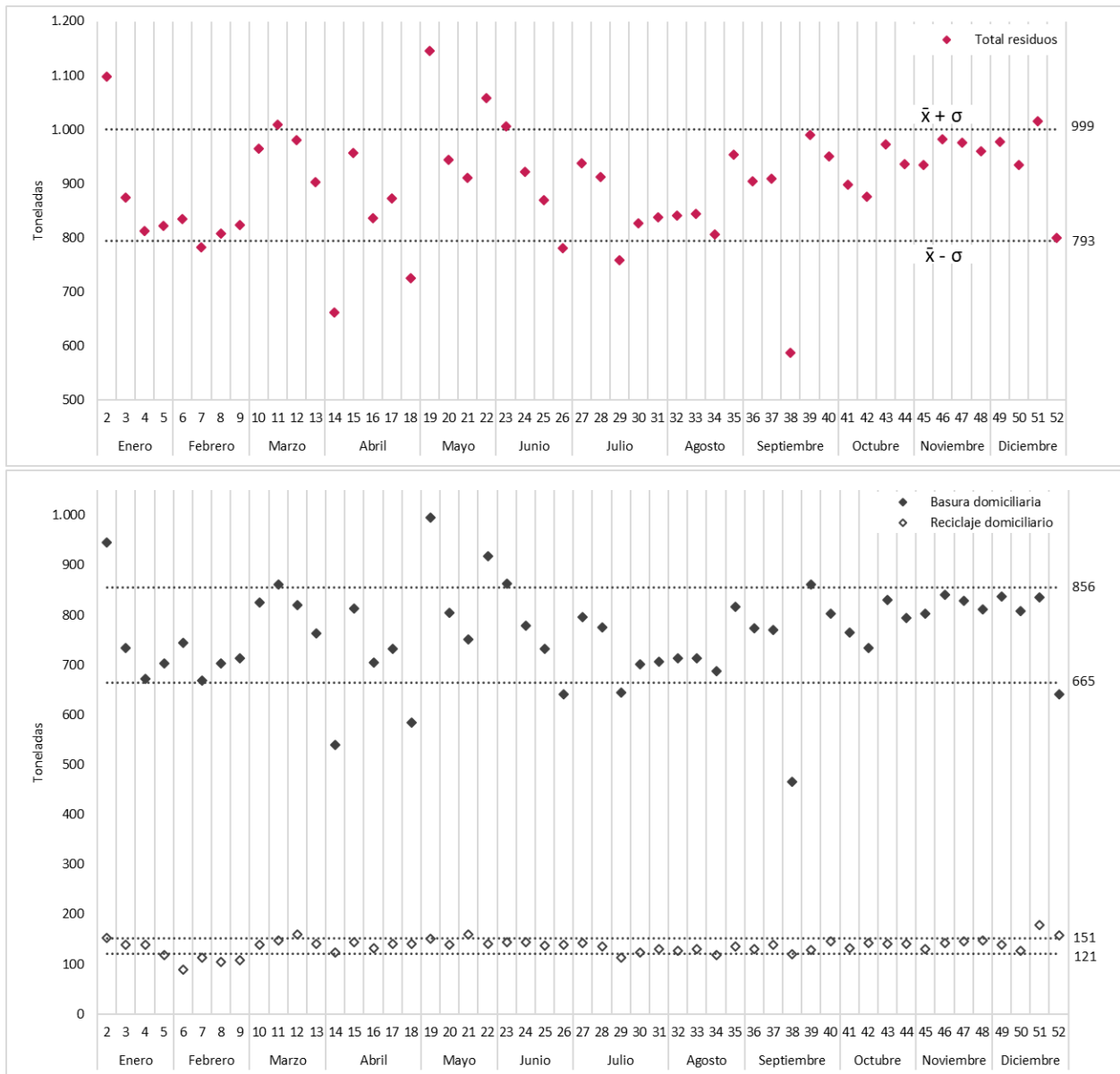
Tabla 11: Estadísticos descriptivos de tonelaje semanal de residuo recolectado y transportado (descartable y reciclable).

Estadísticos	Basura domiciliaria			Reciclaje Domiciliario			Total		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Tamaño de la muestra (*)	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Promedio (\bar{x})	734	706	760	93	127	136	827	833	896
Desviación estándar (σ)	96,4	113,6	95,5	31,9	16,9	15,1	119,4	121,9	103,2
Desviación relativa (σ/\bar{x})	0,13	0,16	0,13	0,34	0,13	0,11	0,14	0,15	0,12
Valores en rango $\bar{x} \pm \sigma$	39	41	39	41	39	38	38	39	39
% valores en rango $\bar{x} \pm \sigma$	76%	80%	76%	80%	76%	75%	75%	76%	76%

(*) Se excluyen las semanas 1 y 53 por presentar datos para un menor número de días

Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

Ilustración 8: Visualización de tonelaje semanal de residuos recolectados y transportados, año 2021.



Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

En términos de **estacionalidad**, se verifican algunos patrones durante un año calendario que pueden vincularse tanto por conductas de la población atendida, así como por ajustes en la oferta del servicio (o ambas). El patrón más evidente ocurre durante enero y febrero, meses donde se observa una disminución en las toneladas recolectadas y transportadas respecto los meses inmediatamente anteriores. Respecto estos últimos (octubre, noviembre y diciembre), se constata que son meses donde se observa un aumento gradual y progresivo de residuos recolectados y transportados. En la Ilustración 9 se presenta una visualización respecto el promedio móvil (4 periodos) de tonelaje de residuos recolectados semanalmente.

Ilustración 9: Media móvil (4 periodos) de tonelaje de residuos recolectados y transportados semanalmente.

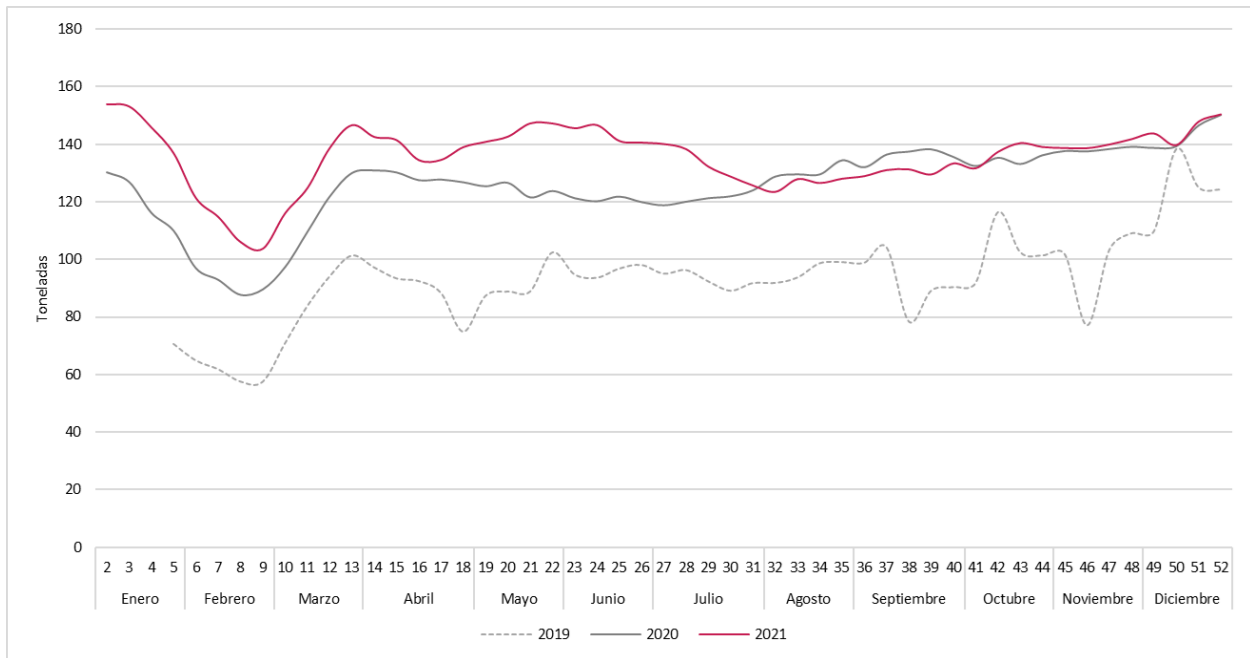


Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

Por su parte, los datos anuales dan cuenta que el **reciclaje domiciliario** ha aumentado en términos netos en los últimos años, pasando de representar el 11% del total recolectado el año 2019 a 15% el año 2020, y un 39% más que el reciclaje recolectado de año anterior. Para el año 2021, el reciclaje recolectado mantuvo el porcentaje que representa respecto el total de residuos recolectados (15%), pese a que en términos netos aumentó cerca de 6%.

Se observa que el reciclaje domiciliario recolectado semanalmente en los años 2020 y 2021 es significativamente mayor que lo acontecido el 2019. En dichos años se observa - además - una clara estacionalidad para el mes de febrero (menor cantidad respecto el resto del año). Si bien el reciclaje recolectado el primer semestre del año 2020 es menor al registrado para el mismo periodo del 2021, durante el segundo semestre se observa una cantidad neta promedio de reciclaje recolectado muy similar. En la Ilustración 10 se presenta una visualización respecto el promedio móvil (4 periodos) de tonelaje de reciclaje domiciliario recolectado semanalmente.

Ilustración 10: Media móvil (4 periodos) de tonelaje de reciclaje recolectado y transportado semanalmente.



Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

Previo a continuar, es importante recordar que estas cifras representan la demanda del servicio de recolección de reciclaje que es actualmente atendida, y no representa necesariamente la demanda “real” de dicho tipo de recolección. Si bien en la siguiente sección se muestra que el tonelaje promedio recolectado por un camión los días de recolección reciclaje significativamente menor a su capacidad máxima, no es correcto concluir que la demanda por recolección de reciclaje está totalmente cubierta (i.e., se recolecta todo el reciclaje que la gente está dispuesta a reciclar). El disponer reciclaje para su recolección domiciliaria tiene costos de transacción, tales como aprender a reciclar (ej.: tipos de plásticos reciclajes), la limpieza de los residuos, su separación, y el almacenaje, en otros. De este modo, es razonable suponer que, si se dispusiesen más días de recolección de reciclaje (general, o bien orgánico/no orgánico), potencialmente podría observarse un aumento en el tonelaje recolectado dado que se disminuyen algunos de los costos mencionados. Esto será cierto en la medida que la comunidad adopte prácticas que aumenten efectivamente la tasa de separación de residuos.

Cualquiera sea el caso, el análisis semanal de recolección de reciclaje permite evaluar el impacto que pueden tener distintas campañas de educación ambiental que pueda impulsar el municipio. Los datos disponibles, no obstante, limitan este tipo de evaluaciones a campañas a nivel comunal, o bien campañas focalizadas a territorios que compartan las rutas que realizan los camiones de recolección.

4.2.2. Caracterización de la oferta entregada

En esta sección se realiza una descripción de la oferta del servicio del servicio municipal de recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios (basura y reciclable) en la comuna de Lo Barnechea. Para ello, se utilizan los registros de residuos descargados en KDM para obtener la distribución de algunas variables relativas a la operación de los camiones recolectores, tales como vueltas realizadas (cada descarga supone una vuelta), carga por vuelta, frecuencia de uso, y otros.

Se utiliza como unidad de análisis los camiones identificados como recolectores y mini-recolectores según los registros de GPS que genera cada camión durante su operación. El resto de los camiones son clasificados bajo la etiqueta de “Otros”. Adicionalmente, se utilizará el concepto de “vuelta” para referirse a cada recorrido efectivo que realiza un camión, lo cual se verifica con una descarga de basura o reciclaje en los registros de KDM. Asimismo, se asumirá que cada camión tiene una única “ruta” para cada día de la semana, es decir, un conjunto de calles que deben ser recorridas en cada jornada de trabajo (diurna o nocturna).

En términos generales, se estima que los camiones (recolectores y mini-recolectores) realizan entre 1 y 2 vueltas los días que realizan servicios.

Para la recolección de basura domiciliaria, todos los camiones recolectores (salvo el N° 1318) promedian entre 1,4 y 1,8 vueltas/jornada durante el año 2021 (considera jornada diurna y nocturna). Vale decir, para recolección domiciliaria, los camiones recolectores tienden a cumplir su ruta con pocas vueltas. Para el caso de camiones mini-recolectores se tiene que cumplen sus rutas de recolección de basura domiciliaría en un valor más aproximado a 2 vueltas/jornada. En el caso de camiones “Otros”, se verifica que su uso para la recolección de basura es esporádico, realizando no más de 1 vuelta/jornada los días que son utilizados.

En el caso de recolección domiciliaria de reciclaje, las rutas por camión (recolectores y mini-recolectores) se cumplen en un rango más amplio de valores, que varía entre 1,3 y 2 vueltas/jornada de recolección. Los casos de los camiones 1323 y 1331, donde se estima que realizan más vueltas por ruta (entre 3 y 4 vueltas/jornada), su uso es esporádico durante el año. Se observa que en múltiples meses (ej.: junio, septiembre, octubre) hay dos camiones que tienen un uso mínimo (1 vuelta/jornada), siendo febrero el mes donde hay más camiones con este bajo nivel de utilización.

En la Ilustración 11 se presenta una visualización del número de vueltas promedio que realiza cada camión (recolectores y mini-recolectores) para cumplir sus rutas asignadas por tipo de recolección domiciliaria (basura y reciclaje), para cada jornada (diurna + nocturna), por mes durante el año 2021, y promedio anual. Los cuadros se tornan más oscuros cuando los valores son más cercanos a 1, y más claros para valores más cercanos a 2 y superiores.

Ilustración 11: Visualización del número de vueltas promedio por camión recolector, año 2021.

Tipo camión	N° Municipal	Vueltas por camión en recolección de basura domiciliaria , meses 2021.												Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Recolector	1312	1,5	1,2	1,3	1,4	1,5	1,1	1,6	1,3	1,7	1,9	1,5	1,9	1,5
	1313	1,7	1,7	1,6	1,9	1,9	1,7	2,1	1,9	2,2	1,9	1,7	2,0	1,8
	1314	1,9	1,6	1,7	1,7	2,0	1,6	1,3	1,6	1,6	1,9	1,6	1,4	1,6
	1315	1,4	1,3	1,5	1,3	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4
	1316	1,4	1,1	1,1	1,0	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,7	1,5	1,4
	1317	1,1	1,2	1,5	1,2	1,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,3
	1318	2,1	1,8	1,9	2,3	2,4	2,1	2,7	1,9	1,7	1,9	1,7	2,5	2,1
	1319	1,2	1,3	1,9	1,6	1,7	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5
	1320	1,9	1,5	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,5	1,9	1,8	1,7	1,7
	1321	1,3	1,2	1,4	1,4	2,1	1,5	1,5	1,4	1,2	1,5	1,3	1,5	1,4
	1322	2,0	1,6	1,6	1,3	1,7	2,0	2,0	2,0	1,6	2,3	2,1	2,3	1,8
	1323	1,6	1,4	1,7	1,4	1,5	1,5	1,3	1,3	1,5	1,6	1,2	2,3	1,5
	1331	1,8	1,5	1,7	1,4	1,2	1,5	1,3	1,4	1,5	1,6	2,0	1,8	1,6
Mini-recolector	1309	1,9	1,8	1,8	1,9	2,2	1,9	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
	1310	1,5	1,5	1,9	2,0	2,0	1,6	1,7	1,9	2,1	2,1	2,1	2,2	1,9
	1311	1,8	1,6	2,2	1,9	1,7	1,9	2,0	2,0	2,1	1,7	1,8	2,1	1,9
Otros		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Tipo camión	N° Municipal	Vueltas por camión en recolección de reciclaje domiciliario , meses 2021.												Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Recolector	1312	1,5	2,0		1,3	2,5	1,8	2,5	9,0	1,6	1,0	1,2	1,3	1,8
	1313	2,0	1,2	2,0	2,2	2,4	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,0
	1314	1,2	1,0	1,2	1,7	1,4	1,3	1,0	1,3	1,0	1,1	1,3	1,9	1,3
	1315	1,3	1,0	1,4	1,2	1,2	1,3	1,0	1,3	1,3	1,0	1,2	1,5	1,2
	1316	1,1	1,0	1,6	1,2	1,7	1,0	1,1	1,1	2,0	1,5	1,3	1,6	1,3
	1317	1,5	1,1	1,9	1,4	1,1	1,3	1,4	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	1,5
	1318	2,0	1,0	1,8	1,8	1,8	1,7	1,5	1,6	1,7	1,7	2,2	1,5	1,7
	1319	1,5	1,0	1,4	1,6	1,7	1,4	1,5	1,0	1,1	1,2	1,0		1,3
	1320	1,5	1,4	1,7	1,6	1,9	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3	1,7	1,2	1,5
	1321	1,2	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,6	1,6	1,2
	1322	1,8	1,3	1,3	1,3	1,0	1,2	1,5	2,0	1,0	1,3	1,4	2,3	1,5
	1323			2,3	1,5	8,0	4,0			3,3	1,4		1,6	3,3
	1331	2,2	1,5	2,1			4,7	9,0		4,0		6,0	5,0	3,8
Mini-recolector	1309	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,1	1,2	1,0	1,3	1,9	1,4	1,7	1,4
	1310	1,4	1,0	1,8	1,7	2,0	2,0	1,3	1,4	1,9	2,0	1,9	2,8	1,8
	1311	1,5	1,3	2,0	1,5	3,0	2,5	1,0	1,0	1,0				1,7
Otros		2,0	1,0		1,0									1,2

Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

Un aspecto interesante de analizar es la distribución horaria que cumplen los recorridos de los camiones, lo cual permite conocer cómo se distribuye la operación durante una jornada de recolección. Para esto, cada descarga en KDM fue clasificada con una variable que identifica en qué bloque horario aproximadamente se inició el servicio cada recorrido. Bajo el supuesto de que una vuelta de recolección tiene una duración mínima de 2 horas, se crea la variable “horario de recolección” de acuerdo con la siguiente regla de clasificación.

- AM: La descarga registrada en KDM se realizó entre las 9:00 y 13:59 hrs (bloque de 5 hrs).
- PM: La descarga registrada en KDM se realizó entre las 14:00 y 19:59 hrs (bloque de 6 hrs).
- PM-AM: La descarga registrada en KDM se realizó entre 20:00 hrs y 8:59 hrs (bloque de 13 hrs).

En este contexto, se estima que aproximadamente un 65% de vueltas de recolección domiciliaria de basura y reciclaje se inician en un horario AM, cumpliéndose antes de las 14:00 hrs. Por su parte, 25% de las vueltas se inician en un horario PM, generando descargas antes de las 20:00 hrs. Finalmente, el 10% de vueltas restantes está vinculado a un servicio que se realiza en un horario nocturno (PM-AM).

En el caso de **recolección de basura**, los camiones recolectores muestran un comportamiento donde un 55% o más de las vueltas que realizan los camiones recolectores se inician en horario AM, mientras que las vueltas iniciadas en horario PM pueden representar hasta un 35%. Para los camiones mini-recolectores se verifica que un porcentaje significativo (hasta 87%) de las vueltas tienen una descarga antes entre las 9:00 y 14:00 hrs (horario AM), siendo acotado los servicios para el resto de la jornada. Por último, los camiones clasificados como “Otros” suelen realizar descargas en un horario posterior a las 14:00 y antes de las 20:00 hrs (horario PM), lo cual podría explicarse por las características que pueden gatillar su uso (ej.: apoyo ante eventos no planificados identificados durante una jornada de recolección).

Respecto la **recolección de reciclaje**, se observa un grupo de recolectores con un muy alto porcentaje de vueltas asociadas a una recolección en horario AM (1318, 1320 y 1321), y otro grupo con un porcentaje alto, pero no en igual magnitud (hasta 67%). Los camiones 1323 y 1331 – cuando son utilizados – son para recorridos PM-AM (descargas entre 20:00 y 7:59 hrs). En el caso de los mini-recolectores utilizados para recolección de reciclaje, sus vueltas se realizan principalmente en horario AM (+68%). En la Ilustración 12 se muestra la distribución de las vueltas realizadas por cada camión, durante el año 2021, según horario de recorrido (AM, PM, PM-AM), para recolección de basura y reciclaje.

Ilustración 12: Distribución relativa de las descargas de basura domiciliaria según horario de recolección (AM, PM, PM-AM), año 2021.



Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

A fin de validar lo anterior, se analizan los registros de GPS de los camiones utilizados para el servicio de recolección y transporte de residuos (basura y reciclaje), los cuales se generan de manera automática a partir de eventos definidos (como Contacto ON, Contacto OFF, Reporte por tiempo, Cambio de curso, Respuesta a pedido de posición, entre otros). De estos eventos, se analizan solo los registros asociados a tres eventos.

- Contacto ON: Encendido de camión.
- Contacto OFF: Apagado de camión.
- Reporte por tiempo: Registro automático cada 1 minuto \pm 2 segundos desde último Contacto ON, o bien cada 60 minutos desde último Contacto OFF.

En base a lo anterior, y según el tiempo que transcurre entre cada registro, estos son clasificados en cuatro estados, los cuales representan el escenario más probable en el cual cada camión se encontraba cuando se generó cada registro.

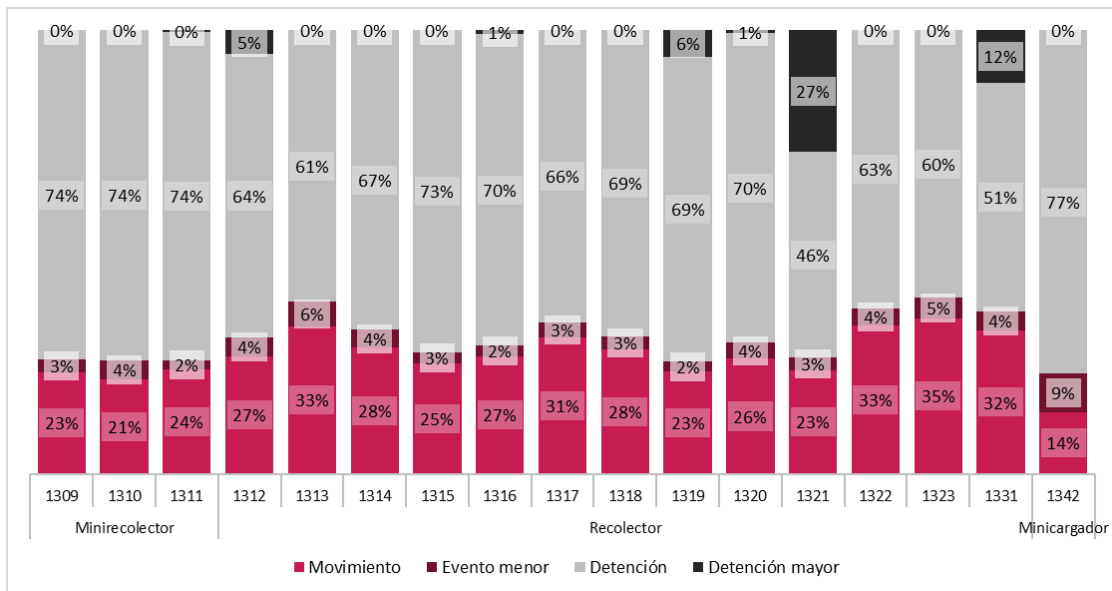
- Movimiento: Registro se genera 3 minutos o menos después del último registro.
- Evento menor: Registro se genera en un periodo superior a 3 minutos y menor a 57 minutos.
- Detención: La diferencia entre el registro t-1 y t+1 es de, al menos, 118 minutos y menor a 24*60 minutos (1 día). Es decir, registro se genera durante una detención que dura, al menos, 2 horas.
- Detención mayor: Registro se genera con una diferencia mayor a 24*60 minutos (1 día).

Con estos supuestos, y tomando los registros completos dispuestos por el municipio para el año 2021, se estima que los camiones Mini-Recolectores se encuentran en “Movimiento” un 23% del tiempo de un día promedio (24 horas), mientras que para los camiones Recolectores dicho porcentaje es un 29%. Por su parte, un 3% y 4% del tiempo de camiones Mini-Recolectores y Recolectores se encuentran en un “Evento menor”, respectivamente. Complementariamente, los camiones Mini-Recolectores se encuentran en “Detención” un 74% del tiempo en promedio, cifra mayor al 64% que registran los camiones Recolectores.

Ahora bien, dichas cifras son valores promedio, y varían según cada camión. Por ejemplo, el camión N°1313 es el que cuenta con más tiempo en “Movimiento” (33%), lo cual explicaría también su alto porcentaje en estado “Evento menor” (6%) en relación con resto. Asimismo, se observa que cuatro camiones muestran un tiempo significativo en estado de “Detención mayor”: camión N°1312 (5%), N°1319 (6%), 1321 (27%) y 1331 (12%). Si bien estos tiempos en “Detención mayor” podrían explicarse por mantenciones requeridas por los equipos, no se cuenta con registros que permitan validar lo anterior.

En la Ilustración 13 se muestra el tiempo promedio destinado por camión Mini-Recolector, Recolector, y Mini-Cargador para el año 2021 según los estados descritos previamente.

Ilustración 13: Distribución de tiempo de camiones Mini-Recolectores, Recolectores y Minicargador, según registros de GPS para año 2021 (valores redondeados).



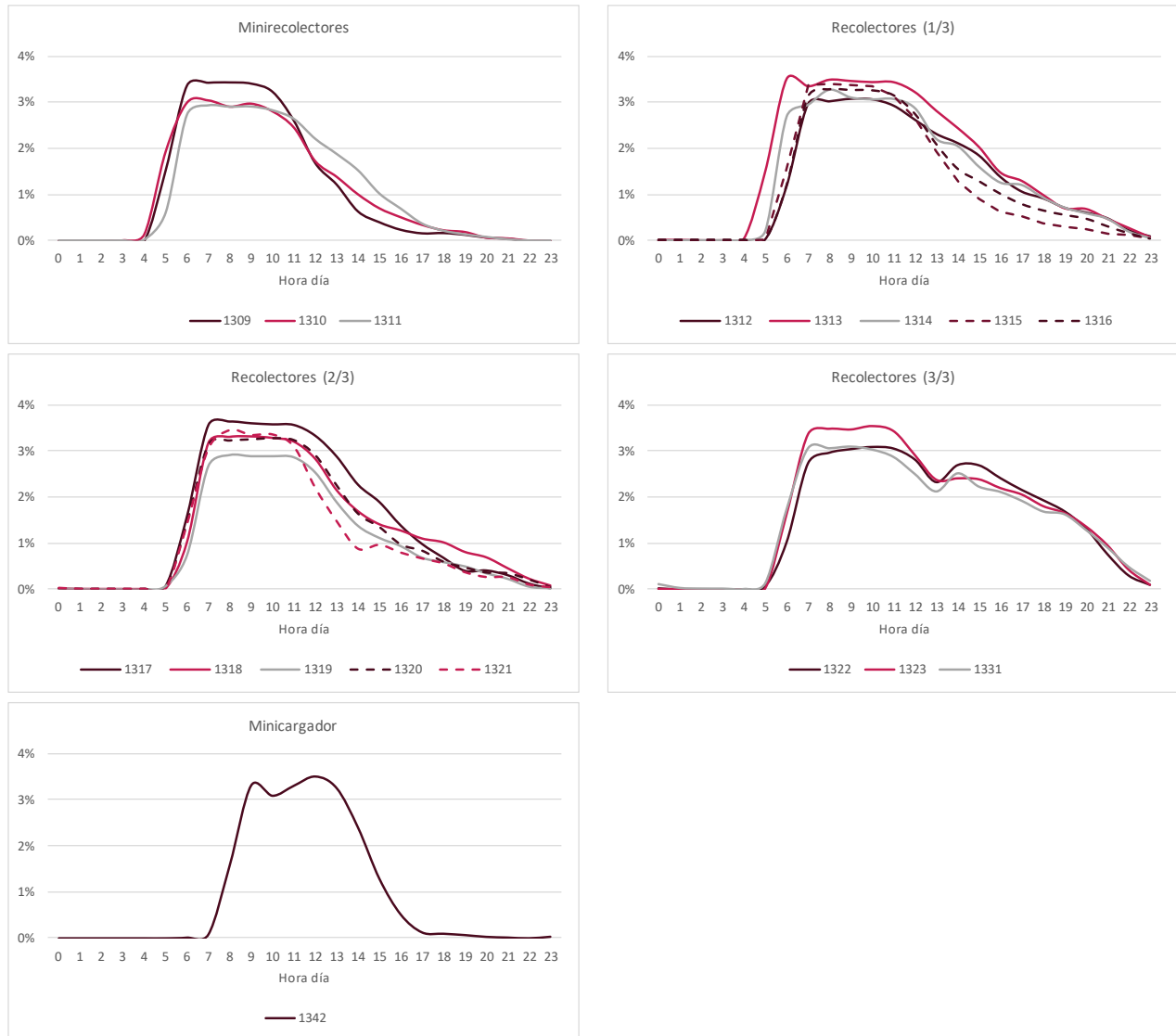
Fuente: Registros de GPS de camiones.

Luego, definiendo el estado “Operación” como la suma de tiempo en los estados “Movimiento” y “Evento Menor”, es posible verificar que efectivamente la operación de los camiones inicia cerca de las 6:00hrs y se mantiene relativamente estable hasta la 10hrs en el caso de Mini-Recolectores, y hasta las 12hrs para el caso de Recolectores. Respecto estos últimos, se observa una excepción para los camiones N°1322, N°1323 y N°1331, los cuales muestran operación a lo largo de todo el día.

Tiempo después de los horarios mencionados (12hrs para Mini-Recolectores, y 14hrs para Recolectores), se observa que la operación disminuye a cerca de la mitad, lo cual es consistente con los registros de descarga de KDM que fueron analizados previamente (+60% de las descargas en KDM se realizan en recorridos que inician operación antes del mediodía).

En la Ilustración 14 se muestra cómo se distribuye el tiempo en operación de los camiones según las horas del día, para un día promedio. Para camiones Recolectores, se separan en 3 gráficos para una mejor comprensión por parte de la persona lectora.

Ilustración 14: Distribución del tiempo en operación (movimiento + evento menor) para camiones que realizar servicio de recolección y transporte de RSD (basura y reciclaje), año 2021.



Fuente: Elaboración propia según registros GPS.

La última arista analizada es el **tonelaje descargado por los camiones** durante cada vuelta de recolección. Para el caso de recolección de basura, un camión recolector transporta en promedio más de 8 toneladas/vuelta, llegando hasta 8,7 para el caso de vueltas de horario AM; y un camión mini-recolector transporta entre 1,9 y 2,6 toneladas/vuelta. En ambos tipos de camión, se observa que la variable tonelaje/vuelta presenta una desviación que representa desde un 26% del promedio, llegando hasta 33% en recolección de basura, y 44% en reciclaje.

Para recolección de reciclaje, una vuelta puede representar entre 4,3 y 4,8 toneladas para el caso de recolectores, mientras que los mini-recolectores recolectan cerca de 1,3 toneladas/vuelta. Análogamente, el

tonelaje recolectado por vuelta tiene una desviación que representa entre 30% y 40% del promedio, en ambos tipos de camión.

En la Ilustración 15 se presenta una visualización con el promedio y desviación relativa del tonelaje recolectado por vuelta para cada camión, según horario del recorrido, y de forma agregada por tipo de camión (recolector y mini-recolector). En el caso del promedio, la tonalidad se vuelve más oscura cuando los valores se acercan a 7 o menos toneladas/vuelta, y se aclaran cuando tienden a mayores valores. De forma inversa, se destaca en una tonalidad más oscura aquellas desviaciones relativas que son altas, y que son más claras a menor valor.

Ilustración 15: Visualización de la descarga promedio por camión y desviación relativa, según horario de recolección (AM, PM, PM-AM), año 2021.

Recolección promedio (ton/camión) y desviación relativa de basura domiciliaria , 2021.							
Tipo camión	N° Municipal	Promedio (\bar{x})			Desviación relativa (σ/\bar{x})		
		AM	PM	PM-AM	AM	PM	PM-AM
Recolector	1312	8,2	8,0	8,2	0,33	0,37	0,38
	1313	8,1	7,9	8,1	0,26	0,28	0,42
	1314	9,5	8,8	8,3	0,22	0,33	0,34
	1315	9,2	10,3	8,7	0,28	0,28	0,45
	1316	9,7	9,9	9,8	0,25	0,31	0,29
	1317	10,2	10,8	8,7	0,21	0,21	0,31
	1318	8,3	8,3	6,8	0,20	0,23	0,35
	1319	9,1	9,8	9,5	0,24	0,29	0,25
	1320	8,5	8,3	8,1	0,26	0,31	0,37
	1321	8,7	8,6	7,9	0,20	0,28	0,33
	1322	8,0	7,6	9,1	0,30	0,35	0,26
	1323	8,4	7,0	8,2	0,24	0,37	0,31
	1331	8,6	8,4	7,6	0,27	0,29	0,39
Prom. Recolector		8,7	8,6	8,4	0,26	0,33	0,34
Mini-recolector	1309	2,6	2,7	2,1	0,24	0,28	0,42
	1310	2,4	2,2	1,6	0,29	0,42	0,54
	1311	2,7	2,6	2,5	0,25	0,30	0,24
Prom. Mini-recolector		2,6	2,5	1,9	0,26	0,32	0,44
Otro		4,5	4,2	2,0	0,38	0,32	0,38

Recolección promedio (ton/camión) y desviación relativa de reciclaje domiciliar , 2021.							
Tipo camión	N° Municipal	Promedio (\bar{x})			Desviación relativa (σ/\bar{x})		
		AM	PM	PM-AM	AM	PM	PM-AM
Recolector	1312	4,8	4,7	4,2	0,25	0,33	0,38
	1313	3,5	3,8	3,3	0,23	0,22	0,29
	1314	5,1	5,1	4,5	0,23	0,31	0,27
	1315	4,7	5,8	6,2	0,29	0,32	0,22
	1316	5,0	5,5	5,7	0,30	0,23	0,18
	1317	4,5	5,4	4,7	0,28	0,29	0,42
	1318	3,5	2,8	2,7	0,34	0,42	0,67
	1319	4,9	5,8	6,0	0,28	0,18	0,16
	1320	4,4	4,8	4,9	0,23	0,31	0,16
	1321	4,3	3,7	4,0	0,25	0,41	0,26
	1322	4,3	4,7	4,7	0,26	0,34	0,33
	1323	4,4	4,1	4,1	0,31	0,30	0,32
	1331	4,6	3,8	4,6	0,20	0,43	0,33
Prom. Recolector		4,3	4,8	4,4	0,30	0,34	0,34
Mini-recolector	1309	1,3	1,2	-	0,51	0,21	-
	1310	1,3	1,3	1,2	0,30	0,28	0,56
	1311	1,6	1,6	-	0,21	0,49	-
Prom. Mini-recolector		1,3	1,3	1,2	0,42	0,34	0,38
Otro		3,0	2,6	-	0,19	0,78	-

Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

4.3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RAMAS Y RESIDUOS VOLUMINOSOS

En la siguiente sección se presentan los avances realizados a la fecha en relación con el análisis de la recolección y transporte de ramas y residuos voluminosos. La información es presentada en una estructura aún preliminar, esperando ser sistematizada de forma análoga a la sección sobre residuos sólidos domiciliarios.

Para efectos del análisis, es importante señalar que los 11 camiones ampliroll requeridos por bases de licitación se utilizan en múltiples faenas diarias. Dichas faenas se agrupan en:

- Faena 1: Recolección y transporte de ramas, las que son depositadas en la propia comuna, en el sitio en que opera la chipeadora.
- Faena 2: Recolección y transportes de residuos voluminosos (escombros, cachureos, restos de incendios) a Planta de transferencia KDM
- Faena 3: Transporte de chip a planta de compostaje.

4.3.1. Uso efectivo de los camiones

Cada camión dispone de un GPS cuyo horómetro indica las horas en operación del motor, lo que aporta un proxy de las horas operativas del camión. Dado que el GPS registra cada minuto cuando el camión está operando y cada hora cuando el motor del camión está detenido, se requieren de “reglas de negocio” claras para poder identificar hitos de la operación del camión (ej.: inicio y término del recorrido, inicio de transporte de residuos, horario de descarga, etc.) para tener una visión transversal y comparar del uso horario de todos los camiones.

En este contexto y como primera aproximación para comprender el uso diario de los camiones, se toma como caso de estudio el camión N° 1324 y el camión N° 1325, los cuales tienen asociadas más de 190 mil registros GPS para el año 2021, cada uno.

El camión N° 1324 estuvo operativo los 6 días de las 52 semanas de 2021. En promedio anual estuvo operativo 6,4 horas diarias, lo que en las 15 horas diarias de 2 turnos representa un 42,6% del tiempo en que podría estar operativo. Los días en que menos operó, se ocupó en promedio sólo 2,6 horas. Los días en que operó al máximo, en promedio se ocupó 13,3 horas, Sólo se ocupó más de 7,5 horas (1 turno) 53 días del año.

Tabla 12: Rendimiento 2021 del camión N° 1324.

Mes 2021	Total, hrs/mes	Días Operativos	Horas Promedio /día operativo	Mínimo horas operativas en un día	Máximo horas operativas en un día	Desviación estándar horas ocupadas	n días operativas más de 7,5 horas
Enero	141,4	25	5,7	3,8	7,0	0,9	-
Febrero	134,2	24	5,6	3,9	6,9	0,8	-
Marzo	199,8	28	7,1	2,2	23,4	4,2	4
Abril	141,4	26	5,4	3,5	7,7	1,0	1
Mayo	188,5	26	7,3	2,2	15,9	3,4	9
Junio	175,0	27	6,5	3,0	8,6	1,3	6
Julio	213,4	28	7,6	2,8	16,6	2,7	11
Agosto	191,8	26	7,4	2,4	15,8	2,6	8
Septiembre	187,4	25	7,5	2,8	15,3	3,2	6
Octubre	123,0	25	4,9	0,5	9,8	2,0	1
Noviembre	171,1	26	6,6	2,9	22,4	4,1	6
Diciembre	131,6	27	4,9	1,2	9,8	1,7	1
Anual		313	6,4	2,6	13,3		53
Máximo		312	15				312
		100,3%	42,6%				17,0%

Fuente: Base de datos con registros GPS de camiones recolectores.

El camión N° 1325 estuvo operativo los 6 días de las 52 semanas de 2021. En promedio anual estuvo operativo 8,1 horas diarias, lo que en las 15 horas diarias de 2 turnos representa un 54,0% del tiempo en que podría estar operativo. Los días en que menos operó, se ocupó en promedio sólo 3,5 horas. Los días en que operó al máximo, en promedio se ocupó 13,8 horas, Sólo se ocupó más de 7,5 horas (1 turno) 171 días del año.

Tabla 13: Rendimiento 2021 del camión 1325.

Mes 2021	Total hrs/mes	Días Operativos	Horas Promedio /día operativo	Mínimo horas operativas en un día	Máximo horas operativas en un día	Desviación estándar horas ocupadas	n días operativas más 7,5 horas
Enero	182,2	24	7,6	5,5	13,5	2,2	10
Febrero	223,4	27	8,3	4,5	15,7	2,7	10
Marzo	252,9	28	9,0	6,1	16,5	3,3	16
Abril	209,1	28	7,5	4,5	9,2	1,3	16
Mayo	205,0	29	7,1	0,4	13,5	2,1	11
Junio	233,1	28	8,3	4,4	13,0	1,9	19
Julio	274,3	30	9,1	4,5	16,3	2,8	23
Agosto	227,0	30	7,6	0,1	10,8	2,1	16
Septiembre	256,4	29	8,8	4,5	16,1	3,3	16
Octubre	255,5	31	8,2	4,4	13,9	2,9	13
Noviembre	139,2	17	8,2	1,7	14,2	3,8	9
Diciembre	214,1	29	7,4	1,3	13,3	2,1	12
Anual		330	8,1	3,5	13,8		171
Máximo		312	15				312
		105,8%	54,0%				54,8%

Fuente: Base de datos con registros GPS de camiones recolectores.

4.3.2. Recolección y transporte de ramas

De la faena 1, Recolección y transporte de ramas, hay un registro manual del número de vueltas por camión con ramas que ingresan al sitio de chipeado. En resumen, el registro 2021 por camión es el siguiente:

Tabla 14: Registro 2021 de descargas de ramas en sitio de chipeado.

Camión	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21	nov-21	dic-21	Viajes ramas
1324	-	3	9	15	10	16	27	-	-	15	16		111
1325	-	-	13	14	9	24	-	-	-	1	-		61
1326	22	7	22	21	26	33	27	26	24	26	26		260
1327	11	18	13	16	33	33	54	26	20	26	26		276
1329	16	12	5	11	22	41	27	26	25	26	25		236
1330	16	12	8	8	22	43	54	26	25	26	25		265
1332	13	2	3	6	31	44	27	52	18	26	25		247
1366		1	13	15	10	4	27	-	9	14	16		109
2547	20												20
3026		18	7	11	18	32	54	-	9	12	21		182
3356	-	-	-	28	13	12	27	-	6	12	17		115
3358	-		-	-									-
Viajes	98	73	93	145	194	282	324	156	136	184	197	-	1.882

Fuente: Base de datos con registros de descargas de chipeado.

En este tipo de recolección, se observa una estacionalidad importante en la recolección de ramas. A partir de los registros de descargas de ramas por camión en sitio de chipeado, es posible contar con una estimación de volumen de ramas descargado (volumen estimado), bajo ciertos supuestos. En primer lugar, se considera que la capacidad máxima de descarga de los camiones es de 20 m³. Ahora bien, este es un límite superior por descarga, y no es razonable suponer que toda descarga de ramas se ajusta a dicha cantidad. En efecto, bajo el

supuesto de que cada camión tiene asignado un recorrido diario, el hecho de que registre más de 1 vuelta por día, significa que todas las vueltas (exceptuando la última) fueron a capacidad máxima, mientras que la última equivale a un porcentaje menor. Esta regla también puede extrapolarse a camiones que salen solo 1 vez por día, en cuya única vuelta recolecta un porcentaje del máximo volumen. En la Ilustración 16 se presenta un ejercicio número, donde se asume que, para los meses de verano y primavera, la recolección de la última vuelta por camión fue un 60% de la capacidad máxima; mientras que para otoño y primavera se toma como valor de referencia un 70% de la capacidad máxima.

Ilustración 16: Estimación de metros cúbicos (m³) de ramas transportadas a sitio de chipeado.



Fuente: Estimación a partir de base de datos con registros de descargas de chipeado.

La variación estacional de las podas es muy pronunciada, por lo que en los meses de mayor demanda se podría realizar un piloto de un primer ciclo diurno con camiones compactadores de servicio de recolección de RSD para la recolección y traslado de las podas de menor tamaño al sitio de chipeo, con lo cual se podría reducir el número de camiones ampliroll requeridos en esta faena.

4.3.3. Recolección y transporte de residuos voluminosos

De la faena 2, Recolección y transporte de residuos voluminosos a KDM hemos analizado la operación de 7 camiones ampliroll desde 2015 a 2021, en número de viajes y toneladas netas descargadas. El promedio de tonelaje por descarga ha disminuido en el tiempo, pasando de 4 toneladas/descarga el 2015 a 3,3 toneladas/descarga el 2021.

Tabla 15: Registro 2015-2021 de número de descargas y tonelaje descargado por camión ampliroll en Estación de Transferencia.

Número de descargas (descargas/año)

N Municipal	Patente	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1324	GZKH22	290	249	281	232	227	174	179
1325	GZKH23	294	356	453	530	378	437	460
1326	GXYK72	297	343	290	315	304	332	256
1327	GZKH24	329	331	305	323	328	372	389
1329	GZKH26	311	335	309	337	421	423	576
1330	GZKH27	289	339	325	334	326	363	375
1332	GZKH29	371	363	350	350	575	357	343
Total (vueltas/año)		2.181	2.316	2.313	2.421	2.559	2.458	2.578

Toneladas descargadas (toneladas/año)

N Municipal	Patente	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1324	GZKH22	1.437	1.459	1.449	1.259	1.114	838	888
1325	GZKH23	1.348	1.755	1.896	2.045	1.515	1.562	1.670
1326	GXYK72	1.167	1.193	1.014	1.341	1.205	1.140	875
1327	GZKH24	1.146	1.190	1.022	1.189	1.047	1.035	1.095
1329	GZKH26	1.232	1.122	986	1.074	1.313	1.293	1.771
1330	GZKH27	1.041	1.107	1.012	1.337	1.170	1.226	1.195
1332	GZKH29	1.404	1.506	1.289	1.404	1.723	1.079	1.114
Total (Ton/año)		8.774	9.331	8.669	9.649	9.087	8.173	8.609
Promedio (Ton/camión)		4	4	3,8	4	3,5	3,3	3,3

Promedio de descarga (toneladas/descarga)

N Municipal	Patente	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1324	GZKH22	5,0	5,9	5,2	5,4	4,9	4,8	5,0
1325	GZKH23	4,6	4,9	4,2	3,9	4,0	3,6	3,6
1326	GXYK72	3,9	3,5	3,5	4,3	4,0	3,4	3,4
1327	GZKH24	3,5	3,6	3,4	3,7	3,2	2,8	2,8
1329	GZKH26	4,0	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
1330	GZKH27	3,6	3,3	3,1	4,0	3,6	3,4	3,2
1332	GZKH29	3,8	4,1	3,7	4,0	3,0	3,0	3,2
Promedio (Ton/camión)		4,0	4,0	3,7	4,0	3,6	3,3	3,3

Fuente: Estimación según toneladas informadas en base de datos de residuos descargados en KDM.

Se observa una tendencia a un menor peso neto promedio por camión a lo largo de los 7 años, por lo que se puede inferir que el servicio es factible de realizar con un 30% menos de camiones, aproximadamente.

4.3.4. Transporte de chipeado

De la faena 3 transporte de Chips a planta de compostaje, disponemos de datos de descargas entre febrero y octubre de 2021 de los siguientes camiones de 20 m³ de capacidad:

El chip es una materia homogénea, por lo que el peso medio de los camiones se mantiene en un rango de 10% de variación. La variación estacional de toneladas transportadas de chips, sugiere que es más conveniente contratar capacidad de transporte variable y no permanente

Tabla 16: Registro 2021 de número de descargas y tonelaje descargado por camión ampliroll en Planta de compostaje.

Número de descargas

Patente	N Mun	Meses									Total
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
GZKH22	1324	1	3	4	3	6	2	5	15		39
GZKH23	1325					3	1		2		6
GXYK72	1326	1	6		7	7		6	15	1	43
GZKH24	1327	2	6		6	7	2	6	14	1	44
GZKH26	1329	1	6	1	5	6	2	6	13	1	41
GZKH27	1330	3	6	2	6	7	2	6	15	1	48
GZKH29	1332	2	5		5	6		6	8	1	33
GZYD70	1366			1	1	4		7	13		26
GZKH28	1374		1		2	3	1				7
KKTT29	2932							2	7		9
HGBS85	3026		1	1	4	6	3	7	14	1	37
LGCC60	3356	2	6	1	6	4	2		2		23
GZKH72							1				1
HGSB85					1						1
Total		12	40	10	46	59	16	51	118	6	358

Toneladas de chips por camión

Patente	N Mun	Meses									Total
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
GZKH22	1324	5,5	30,3	-	40,4	39,5	-	33,8	77,3	5,0	231,9
GZKH23	1325	5,4	15,6	18,1	16,9	31,0	11,3	26,5	74,6	-	199,4
GXYK72	1326	-	-	-	-	16,9	6,1	-	10,3	-	33,3
GZKH24	1327	9,4	31,9	-	34,2	41,2	13,0	30,7	70,7	4,9	235,9
GZKH26	1329	5,4	31,8	4,4	27,8	32,4	12,6	29,6	68,6	4,6	217,2
GZKH27	1330	15,2	30,1	7,7	34,2	37,6	12,1	27,2	74,6	7,3	245,9
GZKH29	1332	-	6,0	-	11,3	18,9	6,5	-	-	-	42,7
GZYD70	1366	9,9	28,8	-	28,1	31,9	-	30,4	45,9	4,7	179,6
GZKH28	1374	-	-	-	-	-	6,6	-	-	-	6,6
KKTT29	2932	-	-	4,0	5,3	27,5	-	37,8	67,6	-	142,2
HGBS85	3026	-	4,8	4,8	19,8	30,9	15,8	36,5	69,6	4,6	186,7
LGCC60	3356	-	-	-	5,7	-	-	-	-	-	5,7
GZKH72		-	-	-	-	-	-	10,0	34,4	-	44,4
HGSB85		9,8	29,3	5,1	32,9	22,5	12,5	-	9,0	-	121,1
Total Tons		60,6	208,4	44,0	256,5	330,2	96,5	262,6	602,6	31,1	1.892
Peso medio		5,0	5,2	4,4	5,6	5,6	6,0	5,1	5,1	5,2	

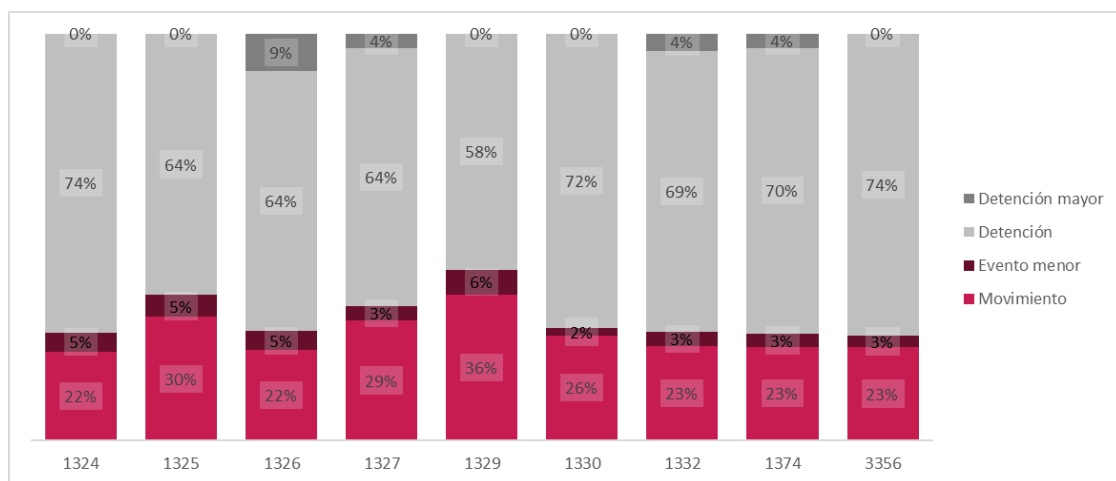
Fuente: Estimación según registros dispuestos por residuos descargados en planta de compostaje.

4.3.5. Tiempos de operación

Análogamente el análisis realizado para camiones recolectores de residuos, se analizan los registros de GPS para los equipos que realizan el servicio de recolección de ramas y voluminosos (para mayor comprensión del análisis, ver sección 4.2.2).

Para el caso de camiones Ampliroll, se verifica que, según camión, el tiempo en estado “Movimiento” varía entre 22% y 36% del tiempo, mientras que el estado “Evento Menor”, varía entre 3% y 5%. Así, y definiendo el estado “Operación” como el tiempo en “Movimiento” y “Evento Menor”, se verifica que estos camiones se encuentran en operación entre un 26% y 42%, dependiendo de cada camión.

Ilustración 17: Distribución de tiempo para camiones Ampliroll según registros de GPS para año 2021 (valores redondeados).

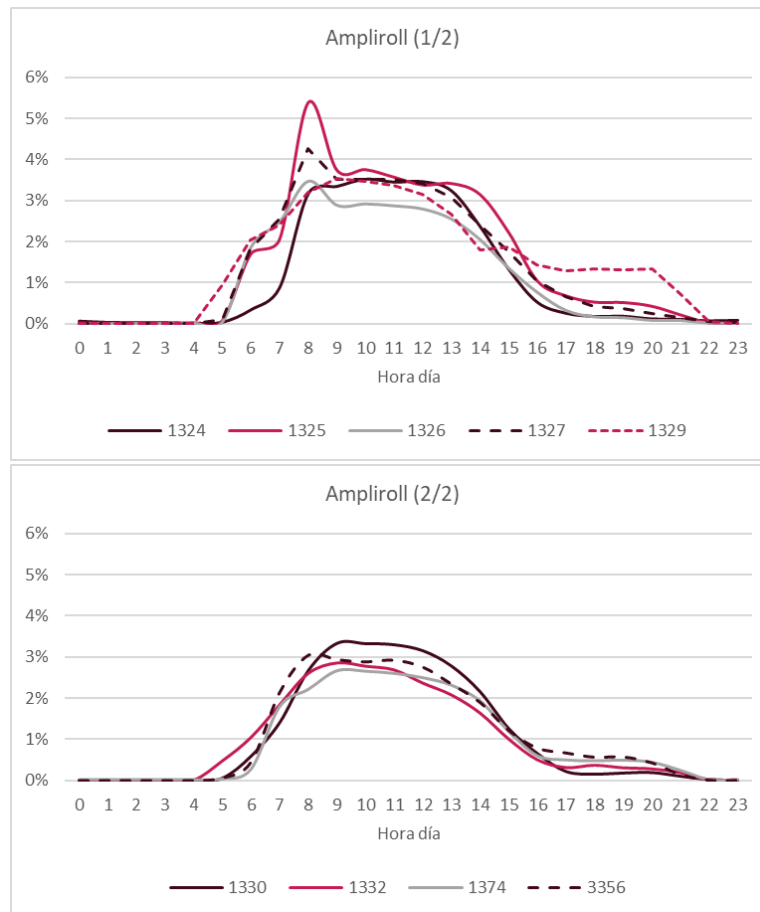


Fuente: Elaboración propia según registros GPS.

Asimismo, al analizar cómo se distribuye el tiempo en “Operación”, se verifica que estos camiones tienen una operación que va – en la mayoría de los casos – entre las 8 hrs y las 14 hrs. Esto es razonable considerando que son camiones que realizan distintas faenas, las cuales fueron descritas en las secciones previas. Asimismo, se verifica que cerca de las 16rs, todos los camiones presentan una operación que representa la mitad de la registrada durante la mañana. Y ya cerca de las 18 hrs (exceptuando el camión N°1329), se encuentran con una operación mínima.

En las Ilustración 18 se muestra la operación de los camiones Ampliroll, según hora de un día representativo. Se muestran en dos gráficos para una mejor comprensión por parte de la persona lectora.

Ilustración 18: Distribución del tiempo en operación (movimiento + evento menor) para camiones que realizar servicio de recolección y transporte de ramas y escombros (residuos voluminosos), año 2021.



Fuente: Elaboración propia según registros GPS.

4.4. RECOMENDACIONES PARA AVANZAR EN EL USO DE DATOS

4.4.1. Adopción de un modelo de datos estandarizado

A partir de los análisis presentados previamente, se recomienda avanzar en la adopción de un modelo de datos estandarizados para el monitoreo de los servicios de gestión de residuos. Si bien pueden existir distintas alternativas de modelos de datos que permitirían lograr este objetivo, se sugiere que el conjunto mínimo de datos quede representado por entidades que permitan profundizar en la planificación y ejecución de la operación. Una propuesta mínima de modelo de datos por adoptar para la gestión por tipo de residuo debiese considerar, al menos, la siguiente información (tabla Ilustración 19).

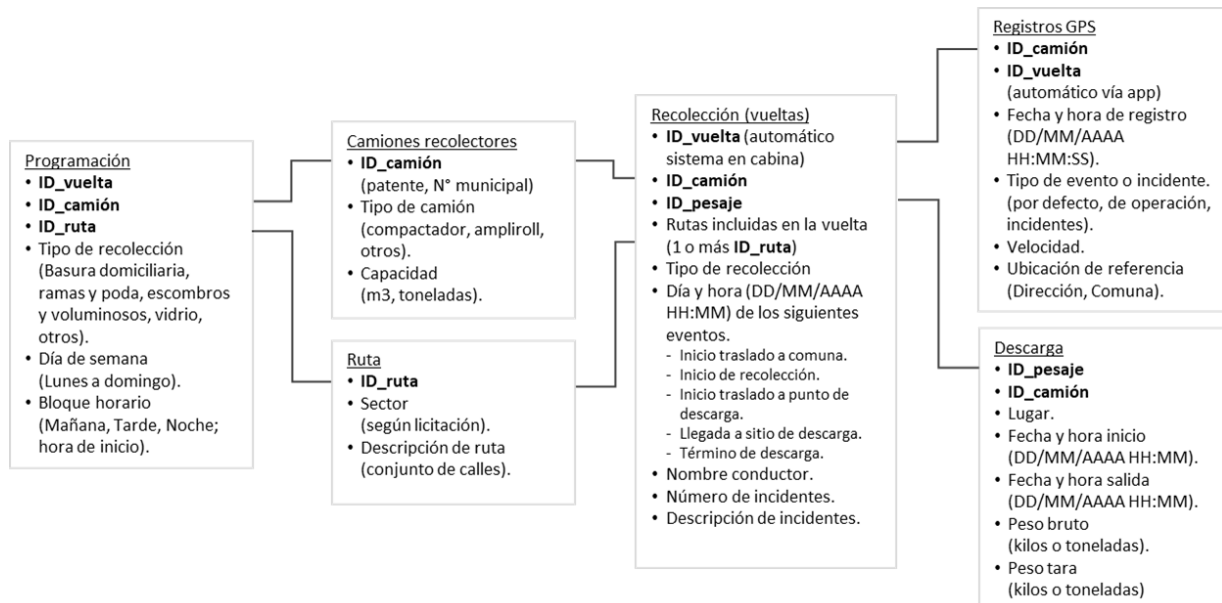
- Camiones recolectores. Se requiere contar con variable que permitan caracterizar a cada camión. Ello contempla variables como patente, número municipal asignado al equipo, tipo de camión, capacidad de transporte, entre otros.
- Rutas. La licitación de cada servicio de recolección establece la configuración de los sectores que componen la comuna y que tienen asociadas una frecuencia semanal y horario/jornada de recolección específica. En este contexto, una ruta representa un subconjunto de calles dentro de un mismo sector, por lo que cada sector puede ser caracterizado por un conjunto de rutas. Dado el diseño de las bases de licitación, tradicionalmente estas rutas son establecidas por el operador del servicio de recolección. Al respecto, se sugiere que el municipio cuente con información sobre la conformación de estas rutas, lo cual permitirá tener un nuevo nivel de desagregación sobre residuos recolectados (nivel 1: sector, nivel 2: ruta).
- Programación. Se sugiere solicitar al operador de cada servicio la programación de la distribución de flota de camiones a fin de cumplir con la frecuencia y horarios de recolección establecidos por sector. Esta programación debiese contener información sobre el día y hora de cada ruta asignada a cada camión. Si bien el horario puede ser referencial (ej.: mañana, tarde, noche; 8am-12pm, 12pm-6pm, 6pm-12am, 12am-8am), tener mayor control sobre esto permitiría contar con información más específica sobre las ventanas de tiempo en las que se espera que una ruta determinada sea cubierta por un camión. Este tipo de información permitiría al municipio saber qué zonas de la comuna (rutas) requerirán apoyo dado que un determinado camión no pueda operar, así como cuáles son los horarios más probables de recolección e informar a la comunidad (estándar de calidad).
- Recolección (vueltas). Se refiere al conjunto de datos que permiten caracterizar la operación del servicio de recolección y transporte de residuos. En este sentido, se define como “vuelta” a la operación de un camión en una ruta, día y bloque horario específico. Una vuelta comienza cuando un camión informa que iniciará su traslado hacia la comuna (desde su estacionamiento o último punto de descarga), y termina cuando se informa que ha terminado la descarga de residuos. Los datos mínimos que permitirían caracterizar cada vuelta son los siguientes.
 - Código único para identificar una vuelta específica (ID_vuelta).
 - Código único para identificar un camión (ID_camión).
 - Código único que permita acceder a datos sobre la descarga asociada a dicha vuelta (ID_pesaje).
 - Listados de códigos únicos de rutas (ID_rutas) recorridas en la vuelta. Si bien se espera que una vuelta se focalice en una única ruta, puede darse el caso de que algunas vueltas sean de refuerzo o apoyo a más de una ruta para cumplir con el requerimiento de frecuencia y horario de recolección.
 - Tipo de recolección. Esto, en caso de que una empresa opere más de un servicio de recolección.
 - Día y hora de eventos relevantes tales como inicio de traslado a comuna, inicio de recolección, inicio traslado a punto de descarga, llegada a sitio de descarga, y término de descarga. Los datos de día y hora de estos eventos debiesen obtenerse desde el sistema de GPS que opera en cada camión.
 - Nombre de conductor.

- Número de incidentes. Número agregado de incidentes que ocurren durante la vuelta. Un incidente es todo evento que puede afectar la operación del servicio. Los incidentes pueden ser informados desde la cabina del camión mediante el uso de aplicaciones móviles, tablets, y otros equipos de captura de datos requeridos para estos fines. El set de incidentes debe ser un conjunto finito de clases, las cuales se establecen para que sean mutuamente excluyentes (no hay incidentes similares), y que en su conjunto representan una porción significativa de eventos que ocurren (suficiencia). El incidente que se informe debe generar un registro automático en el sistema de GPS utilizado para el monitoreo de flota.
- Descripción de incidentes. Descripción general de los incidentes ocurridos para análisis posteriores.
- Registros GPS. Mientras un camión se encuentre en operación, el sistema GPS para el monitoreo de flota genera registros a partir de distintos eventos. Cada registro generado por este sistema debiese contemplar la siguiente información.
 - Código único para identificar un camión (ID_camión).
 - Código único para identificar una vuelta específica (ID_vuelta).
 - Fecha y hora del registro.
 - Evento asociado al registro. Cada registro se justifica por algún tipo de evento, los cuales pueden clasificarse de la siguiente forma.
 - Registros por defecto. Se refiere a registros que se generan cuando se cumplen ciertas reglas básicas de operación. Ej.: cuando el camión se encuentra prendido se generan registros cada 1 minutos; y si se encuentra apagado, cada 60 minutos.
 - Registros por eventos informados por equipo en cabina. Esto requiere establecer protocolos de información entre el sistema GPS y sistema de ingreso de información en cabina para lograr generar lo siguiente.
 - Registros que marcan los tiempos de la operación (ej.: traslado, recolección, descarga).
 - Registros vinculados al inicio y término de un incidente.
 - Velocidad del camión al momento que se genera el registro.
 - Ubicación de referencia (dirección, comuna).
- Descarga de residuos. Set de datos que permite caracterizar información sobre la descarga de residuos en los respectivos lugares definidos para ellos (recintos KDM, chipeadora, trituradora). Esta información es generada por la respectiva empresa operadora responsable del aprovechamiento o disposición final de los residuos descargados. Actualmente esta información existe para basura domiciliaria, reciclaje, y residuos voluminosos y escombros en una estructura muy funcional que permite obtener estadísticas de relevancia bajo supuestos razonables. Su aprovechamiento puede ser mucho mayor si la empresa operadora del servicio de recolección y transporte registrase para cada vuelta algún código único que permita acceder a datos sobre la descarga de residuos recolectados en dicha vuelta (ID_pesaje). Se sugiere mantener una estructura similar a la ya existente, la cual considera.
 - Código único que permita acceder a información sobre descarga (ID_pesaje).
 - Código único para identificar un camión (ID_camión).
 - Lugar de descarga.
 - Fecha y hora de inicio y salida de descarga.

- Peso bruto y peso tara. La diferencia entre ambos define el peso neto descargado.

Todo lo anterior permitiría mantener una trazabilidad sobre la gestión de residuos desde su generación a nivel de rutas y sectores hasta disposición y nivel de aprovechamiento. Asimismo, permite mantener un monitoreo sobre la calidad del servicio con niveles confiables de información con esfuerzos acotados.

Ilustración 19: Propuesta de modelo de datos para monitoreo de servicio.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Revisión de los procesos de captura de datos

Implementar un modelo de datos como el descrito en la sección anterior requiere de procesos de captura de datos que sean confiables y velen por su calidad. En relación a los servicios actuales y futuros de recolección de residuos, se entregan las siguientes recomendaciones.

- Recolección de residuos sólidos domiciliarios (basura y reciclaje). Se recomienda que la aplicación móvil desarrollada por DEMARCO para registrar datos desde la cabina de los camiones se ajuste para que permita capturar datos de forma simple y confiable. Una forma de simplificar puede ser que la aplicación incorpore botones que registren el día y hora de:
 - Eventos de la operación.
 - Inicio de traslado a la comuna.
 - Inicio de recolección.
 - Inicio de traslado a punto de descarga.
 - Llegada a punto de descarga.
 - Término de descarga.
 - Incidentes, clasificados por tipos de eventos recurrentes. Algunos incidentes pueden ser los siguientes.



- Bloqueo para acceder a contenedor soterrado.
 - Bloqueo para acceder a contenedor.
 - Residuos mal separados.
 - Residuos mal clasificados.
 - Falla de aplicación.
 - No hay residuos por recolectar.
 - Riesgo de seguridad personal.
- Recolección de ramas y poda. En la visita a terreno realizada por el equipo CSP se observa la operación de descarga de ramas y poda en el sitio de chipeo. Este proceso está a cargo de los choferes de camiones, quienes en su bitácora diaria registran las visitas/descargas realizadas a la chipeadora. Una vez al mes, esta información es consolidada por el coordinador responsable de la empresa operadora quien envía a la Municipalidad la cantidad de visitas realizadas por día y camión. Actualmente, no existe registro exacto de las toneladas de ramas que se chipean, ni tampoco un medio de verificación propio de la Municipalidad respecto a las descargas realizadas por los camiones de manera diaria. Se recomienda buscar oportunidades con la empresa actual para mejorar los registros disponibles hasta contar con el detalle deseado (ej.: se registra el ingreso de camiones al sitio, pero no las toneladas descargadas).
 - Recolección de escombros y residuos voluminosos. Se recomienda esperar hasta una nueva licitación del servicio para incorporar las recomendaciones contenidas en el presente documento.

4.4.3. Definición de condiciones sobre uso y privacidad de datos

Una arista que requiere ser abordada a partir de los procesos de captura de datos, son las condiciones de uso y privacidad de datos que son capturados por las empresas proveedoras del servicio.

En primer lugar, se recomienda establecer la obligación a los operadores de los distintos servicios a guardar reserva y confidencialidad respecto de toda la información que constituya un dato personal de funcionarios o vecinos de la comuna, de acuerdo con la Ley N° 19.628, así como futuras normativas que regule el uso de datos personales en Chile. De este modo, cada operador debe mantener la debida confidencialidad de los datos y de todos los activos informáticos a los que se tenga acceso con motivo de los servicios que se preste al municipio. Ello impide cualquier tipo de divulgación, publicación y /o distribución de datos a terceros extraños a cada contrato, hacer uso comercial de estos, y/o hacer cualquier uso indebido de ellos.

Cualquiera sea el caso, un operador podrá entregar los datos que se requieran en los términos que la normativa vigente lo disponga, cuando una resolución judicial lo ordene, o cuando la autoridad lo requiera en uso de sus facultades legales.

Con el fin de mantener un adecuado uso y privacidad de los datos se pueden desarrollar protocolos de datos que especifiquen los mecanismos de captura, transferencia y/o acceso a datos. Cada protocolo de datos (uno por operador) debiese contener, al menos, los siguientes contenidos.

- Descripción sobre los procesos de captura de datos y soluciones tecnológicas utilizadas para cumplir los estándares definidos por el municipio en las respectivas bases.
- Diccionario con la descripción de los datos y rango de valores probables.

- Modelo relacional entre tablas de datos que buscan ser transferidas y/o provistas de acceso.
- Criterios para aplicación de cada protocolo (ej.: frecuencia y plazos para la entrega de datos, formatos de descarga, etc.).

Se sugiere que, previo al inicio de un nuevo contrato (ej.: dos meses previa operación), se soliciten los antecedentes necesarios al operador para que el municipio elabore una primera versión de protocolo de datos que entre en vigencia al inicio de cada operación.

Si un operador decide desarrollar con recursos propios una solución tecnológica (ej.: software local, plataforma web, aplicación para dispositivos móviles) para dar cumplimiento a los requerimientos de captura de datos, este no podrá cobrar por dicha solución. Asimismo, en caso de que la solución tecnológica no se encuentre implementada al inicio de la operación, el municipio podría tener opciones de acceder a parte de la propiedad intelectual de estas soluciones tecnológicas y derechos de uso. Ello, en el entendido de que el municipio destinaría recursos no pecuniarios (ej.: horas de funcionarios municipal) durante el desarrollo de la solución (ej.: reuniones con desarrolladores de la empresa operadora).

En este sentido, cada operador debiese adoptar todas las medidas conducentes a resguardar la confidencialidad de los datos capturados, tomando en consideración a las personas que participen del desarrollo y mantención de sistemas, así como profesionales, consultores, contratistas o demás personas que deban tomar, hayan tomado o tengan conocimiento de la información confidencial relacionada con los servicios provistos por el operador.

La información (data e informes) que se genere por la ejecución del presente Contrato no puede ser objeto de propiedad ni uso privados, no pudiendo, en consecuencia, pretender el pago por parte de la otra o de terceros de algún precio o retribución por su uso, de conformidad con la normativa vigente.

Finalmente, se sugiere establecer la obligación a cada operador de entregar al municipio la totalidad de la información almacenada en repositorio de su propiedad o arriendo, y que se haya generado durante la provisión del servicio una vez que este haya terminado (ej.: 10 días después de término de contrato).

4.4.4. Revisión de consistencia de información

Por solicitud del equipo DIMAO, se analiza la consistencia de los registros generados mediante el denominado Sistema en Pantalla en Cabina (desde ahora, appCabina) utilizada por la empresa DEMARCO según requerimientos en las bases de licitación. Este análisis se realiza verificando la consistencia entre dos fuentes de información.

- Base de datos generados a través de la appCabina.
- Base de datos de descargas de RSD (basura y reciclaje) en sitios operados por KDM. Esta es información oficial.

La metodología aplicada es la siguiente.

- Se acota el análisis al mes de marzo 2022. No se dispone de otros meses para el caso de la appCabina.
- Se reestructura la base de datos de la appCabina con el siguiente modelo de datos.
 - N_Camión. Corresponde a número municipal.

- N_Camión. Se refiere al número municipal.
- Sector 1. Corresponde a los sectores definidos en la licitación.
- Sector 2. Corresponde a una ruta específica dentro del Sector 1.
- Tipo_camión. Se refiere a si es un camión recolector o un mini camión recolector.
- Tipo_recolección. Se infiere el tipo de recolección según día de la semana.
- Peso_Neto. Tonelaje informado como recolectado.
- Fecha. Considera variables Día, Mes, Año.
- Dia_semana. Valor entre 1 y 7, donde 1 es lunes y 7 es domingo.
- Semana_año. Número de semana en un año calendario, entre 1 y 53.
- Hora_inicio. Hora de inicio de la vuelta.
- Hora_término. Hora de término de la vuelta.
- km_corr. Kilometraje recorrido. No es relevante para el análisis.
- Las dos bases de datos utilizadas no comparten una variable ID, que permita vincular registros de forma única. **Una forma simple es incluyendo en la appCabina el ingreso del código del pesaje.**
- Para vincular cada registro de ambas bases de datos de forma única, se definen cuatro criterios “de similitud”. Los criterios se aplican según el siguiente orden.
 - Criterio 1: Registros que compartan el conjunto (Fecha, Peso_Neto).
 - Criterio 2: Si no cumple criterio 1, entonces que compartan el conjunto (Fecha, Peso_Neto, Hora).
 - Regla para validar la variable Hora: La hora de término de la vuelta informada por la appCabina se encuentra dentro del rango de hora de inicio de descarga en sitio KDM ± 30 minutos.
 - No se verifica una práctica clara sobre qué hora informar el término de una vuelta en la appCabina.
 - Criterio 3: Si no cumple criterio 2, entonces que compartan el conjunto (Fecha, N_Camión, Hora).
 - La variable N_Camión no es una variable consistente en toda la base de datos. Sin embargo, es consistente para 2/5 del resto de registros que no clasifican en los criterios anteriores (5%).
 - Criterio 4: Si no cumple criterio 3, entonces que compartan el conjunto (Fecha, N_Camión, Peso_Neto).
 - Criterio 5: No cumple con ninguno de los criterios anteriores.

En la Tabla 17 se resume el número de registros para marzo 2022 por la appCabina (595) clasificados según criterios mencionados. En ella se observa, por ejemplo, que el 94% de los registros de la appCabina tienen una combinación Fecha + Peso_Neto (criterio 1) que existe de forma única en la base de datos de KDM. Del 6% restante, 2/3 fueron clasificados bajo los criterios 2, 3 y 4.

Tabla 17: Cantidad de registros según criterios que vincula cada registro de la appCabina con un único registro de descarga en sitios KDM, mes de marzo 2022.

Criterios	Cantidad	%
Criterio 1: Fecha, Peso_Neto	559	94%
Criterio 2: Fecha, Peso_Neto, Hora	5	1%
Criterio 3: Fecha, N_Camión, Hora	14	2%
Criterio 4: Fecha, N_Camión, Peso_Neto.	4	1%
Criterio 5: No cumple con ninguno de los criterios anteriores.	11	2%
Total	593	100%

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar la vinculación entre registros de la appCabina y de la base de datos de KDM, se observan distintas inconsistencias en los registros, específicamente respecto a variables como número de camión, hora, y toneladas recolectadas/descargadas. En la Tabla 18 se muestra registros clasificados según inconsistencia verificada. Se constata que 74% de los registros de la appCabina son consistente en relación con información mínima comparada (N_Camión, Hora, y Peso_Neto). La inconsistencia más frecuente (20%) está asociada a la variable N_Camión, mientras que Hora o Peso_Neto muestran inconsistencias en un porcentaje sustantivamente menor de caso (1 y 2% respectivamente).

Tabla 18: Inconsistencia entre registros vinculados.

Inconsistencia entre registros	Cantidad	%
No hay inconsistencia.	440	74%
N_Camión.	120	20%
N_Camión y Hora.	3	1%
Hora.	8	1%
Peso_Neto.	11	2%
Requiere análisis más profundo.	11	2%
Total	593	100%

Fuente: Elaboración propia.

Una vez vinculados cada registro de la appCabina con algún registro de la base de datos de KDM, se aplica el proceso inverso. Es decir, vincular a cada descarga en sitios de KDM un registro de la appCabina. Para estos efectos, solo se utilizan las descargas clasificadas como Basura domiciliaria y Reciclaje.

En la Tabla 19 se muestra las tablas de frecuencia respecto a los registros de base de datos de KDM para el mes de marzo 2022 que no fueron posible de vincular algún registro de la base de datos de appCabina. Se identifican 660 descargas, de las cuales un 12% no fueron posibles de vincular (79 registros). Este porcentaje es similar si se analizan las descargas de basura domiciliaria (13%) y reciclaje (10%). Asimismo, se observa que las descargas realizadas en sitios de KDM los días domingos no se encuentran informadas en la appCabina (83%, 10 de 12 casos).

Tabla 19: Registros en base de datos de KDM con algún registro vinculado en base de datos de appCabina.

Día_Semana	Basura domiciliaria			Reciclaje			Total		
	No se logra vincular	Total, registros	% que no logra vincularse	No se logra vincular	Total, registros	% que no logra vincularse	No se logra vincular	Total, registros	% que no logra vincularse
1	11	84	13%				11	84	13%
2	11	105	10%				11	105	10%
3	4	28	14%	12	91	13%	16	119	13%
4		22	0%	5	94	5%	5	116	4%
5	16	123	13%	1	1	100%	17	124	14%
6	9	100	9%				9	100	9%
7	10	12	83%				10	12	83%
Total	61	474	13%	18	186	10%	79	660	12%

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones rápidas para mejorar el cruce de datos son los siguientes.

- Estandarizar la nomenclatura definir rutas. Como se observa en la Tabla 20, la descripción de ruta que se informa en la appCabina no se encuentra bien diseñada, en cuando se compone de la concatenación de tres variables: N_Camión, Sector 1 y Sector 2. Se sugiere registrar de forma separada la variable N_Camión ya que más de un camión podría recorrer la misma ruta en caso – por ejemplo – de refuerzos.

Tabla 20: Estandarización de rutas según descripción utilizada en la appCabina

Ruta	N_Camión	Sector 1	Sector 2
4148 SECTOR 8 A	4148	A	8
4148 SECTOR 8 B	4148	B	8
4150 SECTOR 5 A	4150	A	5
4150 SECTOR 5 B	4150	B	5
4151 SECTOR 10 A	4151	A	10
4151 SECTOR 10 B	4151	B	10
4152 SECTOR 1 A	4152	A	1
4152 SECTOR 1 B	4152	B	1
4153 SECTOR 2 A	4153	A	2
4153 SECTOR 2 B	4153	B	2
4153 SECTOR 2 Reciclaje	4153	S/I	2
4154 SECTOR 11 A	4154	A	11
4154 SECTOR 11 B	4154	B	11
4154 SECTOR 11 Reciclaje	4154	S/I_r	11
4155 SECTOR 3 A	4155	A	3
4155 SECTOR 3 B	4155	B	3
4156 SECTOR 4 A	4156	A	4
4156 SECTOR 4 B	4156	B	4
4157 SECTOR 9 A	4157	A	9
4157 SECTOR 9 B	4157	B	9
4158 SECTOR 6 A	4158	A	6
4158 SECTOR 6 B	4158	B	6
4159 SECTOR 7 A	4159	A	7
4159 SECTOR 7 B	4159	B	7
4159 SECTOR 7 Reciclaje	4159	S/I_r	7
4160 A	4160	A	S/I
4160 B	4160	B	S/I

Ruta	N_Camión	Sector 1	Sector 2
4161 A	4161	A	S/I
4161 B	4161	B	S/I
4161 Reciclaje A	4161	A	S/I
4161 Reciclaje B	4161	B	S/I
4162 A	4162	A	S/I
4162 A Reciclaje	4162	A	S/I
4162 B	4162	B	S/I
4162 B Reciclaje	4162	B	S/I
C Nocturno	S/I	C	S/I
D, E Nocturno 1 A	S/I	DE	1A
D,E Nocturno 1 A Reciclaje	S/I_r	DE	1A
D,E Nocturno 1 B	S/I	DE	1B
D,E Nocturno 1 B Reciclaje	S/I_r	DE	1B
D,E Nocturno 2 A	S/I	DE	2A
D,E Nocturno 2 A Reciclaje	S/I_r	DE	2A
D,E Nocturno 2 B	S/I	DE	2B
D,E Nocturno 2 B Reciclaje	S/I_r	DE	2B
Lo Barnechea A9	S/I	A	9

Fuente: Elaboración propia.

- Incorporar el registro en la appCabina del código del pesaje generado por KDM al momento de cada descarga. Actualmente, la estructura de datos de la appCabina no registra el código de pesaje que sí se registra en la base de datos de descargas en KDM. Esto simplificaría sustantivamente el cruce de datos entre ambas bases de datos.

Ilustración 20: Captura de pantalla de base de datos de appCabina.

N° Camión	Ruta	Sector (?)	Fecha	Patente	Conductor	Hora Inicio Secto	Hora Termino Secto	N de vuelta	Kg de vuelta	Km. en sector	Calle Inicio	Ultima Calle
4148 SECTOR 8 B			01/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	07:55	13:16	1	10.210	22		Nva. la Dehesa
4148 SECTOR 8 A			02/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	08:19	11:12	1	2.750	8		Los Trapenses
4148 SECTOR 8 A			02/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	11:12	14:20	2	4.050	10		Puente Piedra
4148 SECTOR 8 B			03/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	08:39	12:49	1	4.350	9		El Huique
4148 SECTOR 8 B			03/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	12:49	15:04	2	2.680	11		Nva. la Dehesa
4148 SECTOR 8 A			04/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	07:39	10:56	1	9.680	7		Santiago College
4148 SECTOR 8 A			04/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	10:56	14:29	2	10.680	10		Puente Piedra
4148 SECTOR 8 B			05/03/2022	RKBZ-52	Patricio Rivero Becerra	07:28	11:14	1	8.750	7		La Perdiz

Fuente: Municipalidad Lo Barnechea.

- Estandarizar el criterio para informar el término de la vuelta que se informa en appCabina. Puede ser al iniciar la descarga, o bien cuando esta se termina.
- Establecer protocolo para ajustar información en appCabina en caso de incidentes para evitar inconsistencias ((ej.: 1 ruta con 2 descargas).

5. EVALUACIÓN DE MODIFICACIÓN CONTRACTUAL DE SERVICIO DE RECOLECCIÓN RSD

5.1. CONTEXTO

Con fecha 30-08-2021, por Decreto DAL N°0988/2021, la Municipalidad de Lo Barnechea adjudicó el “servicio de recolección para eliminación y/o valorización de residuos sólidos domiciliarios y el transporte de éstos a estaciones de transferencia, rellenos sanitarios u otro destino final”, en los términos y características establecidos en las bases técnicas ID 2735-53-LR21 a la empresa DEMARCO. La Empresa inició el servicio el 1 de febrero de 2022, por un período de 6 años, con vencimiento el 31 de enero de 2028.

La [Ley 20.920](#) (“Ley REP”), estableció un marco legal para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje. Señala que las obligaciones propias de la responsabilidad extendida del productor deben ser cumplidas a través de un “sistema de gestión”, definido como el “mecanismo instrumental para que los productores individual o colectivamente den cumplimiento a las obligaciones establecidas en el marco de la responsabilidad extendida del productor, a través de la implementación de un plan de gestión” (Art. 3 N°27).

La Ley REP contempla la posibilidad de que los sistemas de gestión celebren convenios con Municipalidades o Asociaciones de Municipalidades “destinados a la separación en origen, a la recolección selectiva, al establecimiento y, u operación de instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos de productos prioritarios, o a la ejecución de otras acciones que faciliten la implementación de esta ley en sus comunas” (Art. 25). Los convenios podrán ejecutarse directamente por las Municipalidades o agrupaciones de ellas, o bien a través de terceros. En este último caso, deben someterse al artículo 24 de la Ley REP (que ordena la realización de licitaciones abiertas), sin perjuicio de lo establecido en la Ley N°19.886, de Bases sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios, conocida como Ley de Compras Públicas.

El [DS 12](#) del Ministerio de Medio Ambiente establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes. Se indica expresamente que la Municipalidad no podrá impedir, en virtud de su facultad privativa de aseo y ornato, el manejo de los residuos de envases y embalajes por parte de los sistemas de gestión, o por los gestores contratados por éstos (Artículo 42 inciso final).

Las Municipalidades o sus Asociaciones podrán convenir con los sistemas de gestión para realizar las siguientes actividades: “separación en origen, recolección selectiva, establecimiento u operación de instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos de envases y otras acciones que faciliten la implementación de la Ley, tales como promover la educación ambiental de la población sobre la prevención en la generación de residuos y su valorización, diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización, así como medidas de prevención en la generación de residuos” (Artículo 42).

Actualmente está en conformación el primer GRANSIC (Grandes Sistemas Colectivos Domiciliarios), al alero de la Asociación de Alimentos y Bebidas A.G. (AB Chile), que agrupa a 25 grandes empresas de rubros como alimentos, bebidas analcohólicas, bebidas alcohólicas, viñas, aseo para el hogar, tabacos, supermercados, tiendas por departamento y cosméticos. Su denominación comercial es [ReSimple](#).

Por otra parte, la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, [ENRO](#) - Chile 2040 (publicada el año 2021), indica que el 58% de los residuos sólidos municipales (en peso) corresponde a residuos orgánicos, de los cuales menos del 1% es valorizado y el resto tiene como disposición final rellenos sanitarios y/o vertederos. La estrategia ha puesto como meta valorizar el 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal al 2030 y el 66% de los mismos al 2040. Para ello, establece las siguientes escalas de intervenciones:

- Domiciliaria.
- Comunitaria.
- Comunal o Intercomunal.

Como referencia, y para apoyar la implementación de esta clara política pública orientada a la creación de una economía circular, el Ministerio de Medio Ambiente elabora el documento [Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040](#) (2021). Aquí, se operacionalizan distintas metas de largo plazo para el 2040 y metas intermedias para el 2030, en iniciativas que - a su vez - son operacionalizadas en acciones concretas. Dentro de las iniciativas y acciones, existen algunas que incidirán en la operación actual de recolección de RSD que realizan los municipios. Entre estas, se pueden mencionar las siguientes.

- Iniciativa 17: Incentivos e información para la separación de residuos en el origen.
 - Se espera prohibir gradualmente el envío a relleno sanitario de algunos flujos específicos de residuos, como aquellos que ya son recolectados de forma selectiva y **podrían valorarse fácilmente, como los restos de poda de jardines y arbolado urbano** (acción c).
 - Se espera evaluar potenciales mecanismos de cobros, y su impacto, por la disposición final de residuos específicos, como los de la construcción y la demolición, o los **residuos orgánicos**, en consideración a la situación macroeconómica y social del país (acción d).
- Iniciativa 18: Tarifa solidaria por servicio de aseo.
 - Se espera que a medida que lleguen los sistemas de gestión REP de envases y embalajes a las distintas municipalidades del país, evaluar el impacto y la factibilidad técnica y normativa de **esquemas tarifarios correlacionados con el nivel de generación de residuos de la fracción de descarte** (acción b).

Dado lo anterior, se hace relevante para el municipio de Lo Barnechea evaluar escenarios respecto a la operación actual del servicio de recolección y transporte de RSD.

5.2. ESCENARIO ACTUAL PARA LA MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA

Se contempla que ReSimple inicie sus operaciones en septiembre de 2023. La Municipalidad de Lo Barnechea está en conversaciones con dicha entidad para que la comuna sea parte del territorio donde el GRANSIC sea puesto en marcha. Esto implica que el contrato celebrado con DEMARCO tendrá reducciones de volúmenes de residuos y el término de la frecuencia de retiro de valorizables dado que el sistema de gestión dispondrá de su propio equipamiento. Se estima que la reducción sería equivalente a los residuos que son reciclados y recolectados en la mayor parte de la comuna, 1 día a la semana. De este modo, un escenario futuro es una posible modificación del contrato, a fin de que la reducción de residuos recolectados se traduzca en una reducción del monto del contrato.

Por otra parte, la implementación progresiva de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos implicará a su vez una reducción del volumen de RSD con destino a la estación de transferencia de KDM y el relleno sanitario Lomas Los Colorados. Dada la necesidad de abordar este eje de la política, el actual contrato con DEMARCO también significa una oportunidad. Ello, en cuanto los precios unitarios contemplados en la oferta de la licitación adjudicada permiten lograr un servicio con una buena relación precio - servicio.

5.3. CONTRATO MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA CON DEMARCO

En la página 25 de las Bases de Licitación, que forman parte del contrato con DEMARCO, se definen los siguientes aspectos relativos a posibles modificaciones de contrato.

Modificación del contrato

“Las partes, de común acuerdo podrán modificar el contrato, aumentando o disminuyendo los servicios, hasta en un 30% del monto total del contrato durante la vigencia de éste (para estos efectos, el 30% se calculará de monto total para suma alzada, el cual se obtendrá de multiplicar el monto mensual adjudicado por los 72 meses de vigencia de la contratación). Con todo, no podrá alterarse la naturaleza del objeto de la licitación.

(...)

Los servicios que se aumenten o disminuyan sea de forma permanente o por períodos determinados, en virtud de una orden de trabajo por servicios eventuales o de una modificación del contrato, serán valorizados a los respectivos precios unitarios ofertados por el contratista en el Anexo N°8 (A o B), o en la proporción que corresponda de acuerdo con la cantidad del servicio que se requiera.

Asimismo, si por la naturaleza de la necesidad que se desea cubrir, no es posible aplicar la fórmula anterior, el precio se podrá pactar de común acuerdo entre las partes. En este caso, el valor de los servicios a prestar, se valorará de las tres cotizaciones adicionales de otros prestadores no relacionados con el contratista, que ofrezcan el mismo servicio que se desea contratar, obtenidas por el ITS previamente. y sólo se contratará con el prestador, en la medida que el valor cobrado por éste, se encuentre cercano (+ o - 5%) al valor promedio de las 3 cotizaciones.

En caso de aumentar los servicios de forma permanente, que signifiquen un aumento de los recursos disponibles para la contratación, la garantía de fiel cumplimiento de contrato deberá también aumentarse en proporción al monto de la modificación que se suscriba.

Asimismo, en la eventualidad de que se produjera un cambio en el lugar de disposición final de los residuos, y que pudiese significar un costo adicional o disminución de éste, para el contratista, en el Anexo n°8 el oferente deberá indicar el costo por kilómetro adicional mensual de cada uno de los camiones, considerando el actual escenario que va desde la comuna de Lo Barnechea hasta la Estación de Transferencia KDM, IVA incluido, (para efectos de cálculo del oferente, la distancia desde la Comuna hasta la Estación de Transferencia es de 24 km). En este caso, los nuevos valores en el traslado hasta el nuevo relleno sanitario comenzarán a pagarse a contar del mes siguiente en que se produjo la disposición final en el nuevo relleno.

En términos generales, sin que lo indicado a continuación implique una enumeración taxativa, las modificaciones contractuales, se referirán a ajustes en la flota de vehículos y/o maquinaria, equipamiento, personal disponible, modificaciones en las rutas y/o frecuencias de recolección, limpieza, introducción de nuevas tecnologías a los procesos del contratista, o su disposición para ejecutar planes pilotos de la Municipalidad con el objeto de hacer más eficiente los procesos del contratista, variación de los sectores de recolección, aumentos o disminuciones de puntos limpios, variación del lugar de disposición intermedia o final de los residuos, cambios climáticos o ambientales que hagan necesario modificar la tecnología de recolección o limpieza de calles, modificaciones legales que le asignen nuevas tareas al Municipio que puedan ser cumplidas mediante este contrato, y

cualquier otra modificación que sea necesaria para el cumplimiento de los fines de esta contratación, en la medida que no se altere la naturaleza del objeto de la contratación.

5.4. ALTERNATIVAS DISPONIBLES

En base a los antecedentes, existen escenarios futuros para el municipio.

- Escenario A: Mantener contrato actual, eliminado la recolección de reciclaje en la comuna, sin hacer uso de la capacidad liberada (en términos de camiones, equipamientos y cuadrillas).
- Escenario B: Reducción del valor del contrato actual dada la disminución del servicio (modificación de frecuencia) equivalente a la capacidad de recolección de reciclaje que se realiza 1 vez por semana en la mayor parte de la comuna. Esto se justificaría por la entrada en operación del GRANSIC.
- Escenario C: Mantener o ampliar valor del contrato para incluir la eliminación y/o valorización de RSD, generando cambios en el transporte de éstos a estaciones de transferencia, rellenos sanitarios u otro destino final.

5.4.1. Escenario A: Mantener contrato actual, eliminando recolección de reciclaje.

Los servicios contratados a DEMARCO contemplan:

- Recolección de basura 2 veces por semana, y recolección de reciclaje 1 vez por semana.
- El servicio se realiza en una jornada diurna - hasta 17.00hrs (sectores A, B) y nocturna - desde 17.00 horas (sectores D, E). El servicio tiene un ciclo semanal, distribuido entre los días lunes y sábado para mayor parte de la comuna.
- Sector C tiene doble jornada de lunes a domingo (1 jornada diurna y 1 jornada nocturna).
- Servicio contempla recolección de residuos de ferias libres.
- Recolección de microbasurales, según necesidad.

Para ello se utilizan, en total, 14 camiones con cajas compactadoras. De estos, 11 son camiones grandes (capacidad 19 – 21 m3), y 3 son mini recolectores (capacidad 7 – 8 m3). La distribución de estos camiones según frecuencia y sectores tiene la siguiente programación. Lo anterior se muestra en la Tabla 21, y los sectores se encuentran definidos en la Ilustración 7.

Tabla 21: Distribución de flota de camiones para recolección de RSD y reciclaje. CG: Camión grande, CCH: Camión chico.

Sector	Jornada	L	M	W	J	V	S	D
Sector A	Diurno	9 CG		9 CG		9 CG		
		3 CCH		3 CCH		3 CCH		
Sector B	Diurno		9 CG		9 CG		9 CG	
			3 CCH		3 CCH		3 CCH	
Sector C	Diurno	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG
Sector D	Nocturno	2 CG		2 CG		2 CG		
Sector E	Nocturno		2 CG		2 CG		2 CG	
Sector C	Nocturno	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG

	Recolección de RSD.
	Recolección de reciclaje.

Fuente: Municipalidad Lo Barnechea.

El escenario por defecto (“no hacer nada”) considera mantener la misma operación con el mismo equipamiento y frecuencia de recolección. Ello implica que el equipamiento destinado a recolección de reciclaje se encuentre sin uso durante los miércoles y jueves.

La alternativa presenta altos costos de oportunidad, por lo que no es recomendable.

5.4.2. Escenario B: Reducción del valor del contrato actual dada la disminución del servicio

El siguiente escenario es aquel donde se reduce el valor del contrato justificado por una disminución del servicio, equivalente a la capacidad destinada actualmente a la recolección de reciclaje.

Esto se sustenta en los siguientes antecedentes.

- Diseño de la operación del GRANSIC en 2022.
- Instalación de campanas en 2022 en toda la comuna para la recolección del vidrio.
- Entrada en operación del GRANSIC en septiembre de 2023 con un día de recolección de residuos valorizables en todos los sectores.
- Al iniciar la operación el Sistema de Reciclaje de envases y embalajes, el Municipio suspende la recolección de residuos reciclables.

Esto se traduce en una reducción del servicio en los siguientes términos.

- Pasar de 11 a 8 los camiones compactadores grandes (19 – 21 m³), y sus respectivas cuadrillas. Se mantienen los 3 camiones mini recolectores (7 – 8 m³) por motivos de accesibilidad de calles.
- Mantener frecuencia de recolección por unidad habitacional (2 veces por semana). Con esto, no aumenta el número de km realizados para la prestación del servicio.
- Se considera la posible contratación de servicios de refuerzo en días específicos.

Existen dos alternativas para implementar esta reducción.

- Alternativa 1: Aumentar la cantidad de vueltas (viajes a KDM) para compensar la reducción.
 - Sectores A y B: Vueltas por camión aumentan 48%. ejemplo:
 - Lunes de 0,9 vueltas/camión a 1,2 vueltas/camión.
 - Viernes de 1,6 vueltas/camión a 2,3 vueltas/camión.
 - Sectores D, E y C: Mantienen camiones y días de recolección.
 - Pros: Certeza de la demanda; no se modifican rutas.
 - Contras: Extensión de jornada de trabajo de camiones para compensar menos camiones, desbalance en el uso de equipamiento (4 días por semana), día viernes y sábados con alta frecuencia de recolección.

Tabla 22: Ajustes a la distribución de flota de camiones en base a alternativa 1: eliminación de recolección días miércoles y jueves.

Sector	Jornada	L	M	W	J	V	S	D
Sector A	Diurno	6 CG				6 CG		
		3 CCH				3 CCH		
Sector B	Diurno		6 CG				6 CG	
			3 CCH				3 CCH	
Sector C	Diurno	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG
Sector D	Nocturno	2 CG				2 CG		
Sector E	Nocturno		2 CG				2 CG	
Sector C	Nocturno	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Vueltas por camión para equipamiento especificado, según día de la semana y jornada según alternativa 1.

(Parámetro: CG_Vespertino=8,8 ton/vuelta; Nocturno: 7,5; Mini=2,8 ton/vuelta).

Escenario actual				Escenario a) más vueltas/día, mismos días, mismos sector			
Jornada (equipamiento)	dia_semana	Tipo_camion		Jornada (equipamiento)	dia_semana	Tipo_camion	
		CG	Mini			CG	Mini
Vespertina (CG=11, Mini=3)	1	0,9	1,2	Vespertina (CG=8, Mini=3)	1	1,2	1,2
	2	1,0	0,7		2	1,4	0,7
	3				3		
	4				4		
	5	1,6	1,4		5	2,3	1,4
	6	1,4	1,1		6	1,9	1,1
	7				7		
Nocturna (CG=2)	1	0,9		Nocturna (CG=2)	1	0,9	
	2	1,0			2	1,0	
	3				3		
	4				4		
	5	1,5			5	1,5	
	6	1,2			6	1,2	
	7				7		
Total general		9,5	4,5	Total general		11	5

Fuente: Elaboración propia.

- Alternativa 2: Cambiar días de recolección en base a una nueva sectorización de la comuna.
 - Los Sectores A y B son distribuidos en 3 nuevos Sectores (para efectos de este documento, se denominan A', B', y F).
 - Sector A': Recolección de basura, **lunes y jueves** en horario vespertino.
 - Sector B': Recolección de basura, **martes y viernes** en horario vespertino.
 - Sector F: Recolección de basura, **miércoles y sábado** en horario vespertino.
 - Sectores D, E y C: Mantienen camiones y días de recolección.
 - Nueva sectorización debiese apuntar a balancear la operación, lo que se traduce en un número de vueltas/día por camión similar en toda la semana.
 - Datos entre enero y marzo 2022 indican una demanda equivalente a 11 CG realizando - en promedio - 4,9 vueltas/semana (54 vueltas). Lograr la misma capacidad requiere que - en promedio - 8 CG den 1,1 vueltas/día (o bien a que el 10% de la flota deba realizar 2 vueltas/día).
 - Estimaciones generales sugieren que un Sector F conformado por 1/3 del sector A y B permitirían tener una operación similar a la actual (entre 0,9 y 1,3 vueltas/día).

- Pros: Mejor balance en uso de equipamiento evita extensión de jornadas de trabajo.
- Contras: Residentes tienen que ajustarse a nuevos días de disposición, diseño de nueva sectorización, choferes requieren aprender nuevas rutas acotadas.

Tabla 24: Ajustes a la distribución de flota de camiones en base a alternativa 2: nueva distribución en base a nueva sectorización.

Sector	Jornada	L	M	W	J	V	S	D
Sector A	Diurno	6 CG			6 CG			
		3 CCH			3 CCH			
Sector B	Diurno		6 CG			6 CG		
			3 CCH			3 CCH		
Sector F	Diurno			6 CG			6 CG	
				3 CCH			3 CCH	
Sector C	Diurno	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG
Sector D	Nocturno	2 CG				2 CG		
Sector E	Nocturno		2 CG				2 CG	
Sector C	Nocturno	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Vueltas por camión para equipamiento especificado, según día de la semana y jornada según alternativa 2.

(Parámetro: CG_Vespertino=8,8 ton/vuelta; Nocturno: 7,5; Mini=2,8 ton/vuelta).

Escenario actual				Escenario a) nuevos días, distintos sectores.			
Jornada (equipamiento)	dia_semana	Tipo_camion		Jornada (equipamiento)	dia_semana	Tipo_camion	
		CG	Mini			CG	Mini
Vespertina (CG=11, Mini=3)	1	0,9	1,2	Vespertina (CG=8, Mini=3)	1	1,2	1,2
	2	1,0	0,7		2	1,3	0,7
	3				3	1,2	
	4				4	1,1	
	5	1,6	1,4		5	0,9	1,4
	6	1,4	1,1		6	1,0	1,1
	7				7		
Nocturna (CG=2)	1	0,9		Nocturna (CG=2)	1	0,9	
	2	1,0			2	1,0	
	3				3		
	4				4		
	5	1,5			5	1,5	
	6	1,2			6	1,2	
	7				7		
Total general		9,5	4,5	Total general		11	5

Fuente: Elaboración propia.

Para efectos de ajustar el pago mensual a DEMARCO, y según lo especificado en las bases de licitación, los cambios “serán valorizados a los respectivos precios unitarios ofertados por el contratista en el Anexo N°8 (A o B), o en la proporción que corresponda de acuerdo con la cantidad del servicio que se requiera”. De acuerdo con los precios unitarios presentados por la empresa, se estima una disminución del valor del contrato de \$12.761 mil, equivalente a un 7% del monto mensual pagado por el servicio, y 5% del valor del contrato total (disminución aplicada a partir de septiembre de 2023). Como referencia, el número de vueltas disminuiría hasta un 21% del total de vueltas semanales.

Tabla 26: Cálculo del costo de modificación según precios unitarios ofertados por empresa DEMARCO.

ITEMIZADO A PRECIO UNITARIO SERVICIO 1 PARA EVENTUALES MODIFICACIONES DE CONTRATO

Item	Unidad de Medida	Valor unitario (impuestos incluidos)	Costo de servicio		Costo modificación del servicio	
			Cantidad	Valores Totales (\$)	Cantidad	Valores Totales (\$)
Camión Recolector de 19 M3 mínimo con Caja Compactadora y Alza contenedor.	Servicio Mensual	1.781.395	11	19.595.345	-3	-5.344.185
Camión Recolector de 7 M3 mínimo y 8 M3 máximo con Caja Compactadora y Alza contenedor.	Servicio Mensual	1.428.000	3	4.284.000		
Camioneta refugios peatonales y papeleros	Servicio Mensual	601.559	1	601.559		
Chofer camión recolector jornada diurna	Jornada Mensual	821.267	14	11.497.738	-3	-2.463.801
Chofer camión recolector jornada nocturna	Jornada Mensual	901.608	3	2.704.824		
Peoneta jornada diurna	Jornada Mensual	443.221	42	18.615.282	-9	-3.988.989
Peoneta jornada nocturna	Jornada Mensual	504.850	9	4.543.650		
Chofer Clase B Diurno	Jornada Mensual	380.800	2	761.600		
Chofer Clase B Nocturno	Jornada Mensual	380.800	1	380.800		
Valor por un kilómetro de recorrido adicional por eventual cambio del destino final de disposición, deberá considerar todos los gastos asociados. (combustible, tag, peajes u otros)	1 KM	119	45.900	5.462.100	-8.100	-963.900

Valor mensual DEMARCO (Imp. Incluido)	174.525.791
Costo servicio a precio unitario	68.446.898
Costo modificación	-12.760.875
Var. % monto mensual	-7%
Valor contrato (72 meses)	12.565.856.952
Valor modificación (53 meses, desde sept 2023)	-676.326.375
Var. % monto contrato	-5%

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se cumple una disminución menor al 30% del total del contrato.

5.4.3. Escenario C: Uso alternativo de camiones compactadores y las cuadrillas

Otro escenario posible es utilizar la capacidad que se liberará por la no recolección de reciclaje. Ello implica poder usar - de forma alternativa - los camiones compactadores y cuadrillas disponibles dada la entrada en operación del GRANSIC para implementar una estrategia de gestión de residuos orgánicos.

Una alternativa factible es la siguiente.

- Acotar la recolección de basura en los términos del escenario anterior (hasta 8 camiones compactadores grandes (19 – 21 m3)). Se mantienen los 3 camiones mini recolectores (7 – 8 m3) por motivos de accesibilidad de calles.
- Los Sectores A y B son distribuidos en 3 nuevos Sectores (para efectos de este documento, se denominan A', B', y F).
 - Sector A': Recolección de basura, **lunes** y **jueves** en horario vespertino.
 - Sector B': Recolección de basura, **martes** y **viernes** en horario vespertino.
 - Sector F: Recolección de basura, **miércoles** y **sábado** en horario vespertino.

- Sectores D, E y C: Mantienen camiones y días de recolección.
- Se establece que los 3 camiones grandes (19 – 21 m3) liberados sean destinados para la recolección de ramas.
- Se considera la posible contratación de servicios de refuerzo en días específicos.

Tabla 27: Ajustes a la distribución de flota de camiones sin disminución de contrato.

Propuesta de programación 3

Tipo Recolección	Sector	Jornada	L	M	W	J	V	S	D
Ramas	Por definir	Diurno	3 CG	3 CG	3 CG	3 CG	3 CG	3 CG	
RSD domiciliario	Sector A'	Diurno	6 CG			6 CG			
			3 Mini			3 Mini			
	Sector B'	Diurno		6 CG			6 CG		
				3 Mini			3 Mini		
	Sector F	Diurno			6 CG			6 CG	
					3 Mini			3 Mini	
	Sector C	Diurno	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG	2 CG
Sector D	Nocturno	2 CG				2 CG			
Sector E	Nocturno		2 CG				2 CG		
Sector C	Nocturno	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	1 CG	

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia los valores de precio unitarios, una jornada vespertina de camión grande (19 – 21 m3), la cual considera 1 chofer y 3 peonetas, y 2 vueltas durante el día, tienen un costo de \$153 mil.

Esta alternativa tiene efectos en la licitación de recolección de ramas y voluminosos a realizar en el segundo semestre de 2022, pues implica no contratar al menos 3 camiones destinados a recolección de ramas, pasto y otros residuos orgánicos.

6. RECOMENDACIONES SOBRE LICITACIÓN PARA RECOLECCIÓN DE RAMAS /ESCOMBROS Y BARRIDO DE CALLE

El objetivo de esta sección es entregar comentar y recomendar respecto la propuesta de bases de licitación “Concesión de los servicios de recolección, transporte y disposición de escombros, voluminosos y despojos vegetales, y de barrido mecánico y limpieza de calles de la comuna de Lo Barnechea”. Para efectos de este documento, el análisis se centra en lo que refiere a escombros, residuos voluminosos y despojos vegetales.

6.1. CONTRIBUCIÓN DEL SERVICIO A LA ESTRATEGIA MUNICIPAL

Se sugiere que la licitación se diseñe para incentivar un cambio cultural de los vecinos de la comuna de Lo Barnechea en materia de disposición de residuos, y aporte al medioambiente. Esto implicaría incorporar dentro de los antecedentes las metas de reciclaje establecidas por la administración comunal y el aporte de este servicio a dichas metas.

- Esto sería visible, por ejemplo, en prácticas tales como:
- Retiro de cachureos sectorizado mensual, por inscripción y por denuncia.
- Retiro de escombros por inscripción y por denuncia.
- Retiro de ramas voluminosas por inscripción.
- Retiro de Microbasurales, por denuncia.
- Campaña de otoño, hojas en domicilios por sectores y condiciones. climáticas. Mix camiones barredoras y compactadores.
- Retiro de podas y pasto por sectores, con frecuencia semanal y por denuncia.
- Chipeado de ramas, podas. Mezcla con otros residuos vegetales de ferias libres, restaurantes, comercios y conjuntos habitacionales con recolección separada. Destino diario a planta de compostación.
- Uso de mulch en parques, para minimizar necesidad de agua riego.

Para cumplir este objetivo, se considera necesario diseñar estrategias de educación ambiental en lógica de economía circular: no generación de residuos, separación en origen, minimización de transporte, reúso de cachureos, escombros y material vegetal. Se sugiere que estas estrategias sean evaluadas utilizando los datos generados en la operación del servicio. Por ejemplo, estableciendo líneas base de generación de escombros, residuos voluminosos, o ramas a nivel de sectores e incluso rutas.

Contar con datos de la operación del servicio hace posible al municipio focalizar los recursos para identificar sectores (o incluso rutas) que permitan implementar programas pilotos de campañas.

6.2. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO

Al revisar los criterios de evaluación, ponderaciones y respectivo puntaje, se observa que la evaluación no incluye criterios respecto al Programa de Trabajo que – se espera – sea propuesto por las empresas oferentes. De no incluirse, se dan incentivos a generar una Oferta Económica competitiva (pesa 70%) pero sin garantías de que el Programa de Trabajo responderá a las necesidades de recolección. En efecto, un posible escenario podría ser, por ejemplo, ofertar el equipamiento mínimo y organizarlo en un Programa de Trabajo con

supuestos poco racionales o excesivamente ajustados. Luego, con el servicio adjudicado y en operación, el contratista podría apelar que ha debido destinar más camiones de los propuestos en su Programa de Trabajo y buscar renegociar el contrato.

Tabla 28: Criterios de evaluación, servicio recolección de ramas, escombros y residuos voluminosos.

ETAPA	CRITERIO	PONDERADO R	PUNTAJE MÍNIMO
PRIMERA ETAPA Evaluación técnica	MEJORES CONDICIONES DE REMUNERACIÓN Y EMPLEO (MCRE)	15%	200 PUNTOS
	VINCULACIÓN JURÍDICA ENTRE LOS OFERENTES (VJ)	5%	
	EXPERIENCIA (EX)	5%	
	MATERIAS DE ALTO IMPACTO SOCIAL (MS)	4%	
	CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS (CR)	1%	
SEGUNDA ETAPA Evaluación Económica	OFERTA ECONÓMICA DEL SERVICIO (OE)	70%	NO APLICA
	DESCUENTO COMPORTAMIENTO CONTRACTUAL ANTERIOR (DCC)	N/A	NO APLICA

Fuente: Borrador de bases de licitación.

Al respecto, se recomienda evaluar un criterio del tipo “Cumplimiento del Programa de Trabajo”. Para su implementación, existen dos alternativas.

- Considerarlo como criterio de admisibilidad, sin asignar puntaje adicional.
 - Construir un criterio del tipo CUMPLE / NO CUMPLE, y que podría incluirse como condición que obtener puntaje de Evaluación Técnica.
 - Para cada subcriterio, se deben construir Anexos que estructuren el Programa de Trabajo de la forma que el municipio lo considere pertinente.
 - En la Tabla 29 se detallan propuestas de subcriterios para evaluar la admisibilidad del Programa de Trabajo.

Tabla 29: Subcriterios para evaluar cumplimiento de Programa de Trabajo como criterio de admisibilidad.

Servicios	Subcriterio 1	Subcriterio 2
Servicio 1. Recolección, transporte y disposición de residuos vegetales, escombros y enseres en desuso y/o voluminosos y servicios especiales	La propuesta cumple con los contenidos mínimos indicados en las bases técnicas.	La propuesta promueve la economía circular y que optimicen el uso de los camiones, cuadrillas y cargadores
Servicio 2. Barrido mecánico y limpieza de calles para la comuna de Lo Barnechea	La propuesta cumple con los contenidos mínimos indicados en las bases técnicas.	La propuesta promueve la economía circular, la limpieza de la comuna y que optimicen el uso de los camiones y cuadrillas

Fuente: Elaboración propia.

- Considerarlo como un criterio adicional en la evaluación técnica.
 - Construir un nuevo criterio, con una ponderación acotada (ej.: 3-5%) para ser incluida en Evaluación Técnica.
 - Al igual que en el caso anterior, cada subcriterio puede “operacionalizarse” en ítems, asignando una ponderación específica según los intereses del municipio.

- En las Tabla 30 y Tabla 31 se muestran recomendaciones para incluir este criterio en la evaluación técnica.

Tabla 30: Criterios de evaluación para evaluar Programa de Trabajo, Servicio 1.

Subcriterio	Ponderación subcriterio	Ítem	Ponderación Ítem
La propuesta cumple con los contenidos mínimos indicados en las bases técnicas.	70%	Cumplimiento total	100%
		Cumplimiento parcial	60%
		No cumple	0%
La propuesta promueve la economía circular y que optimicen el uso de los camiones, cuadrillas y cargadores.	30%	La propuesta compromete campañas, métodos de trabajo y equipos complementarios que promuevan la separación en origen y destino de los residuos a plantas alternativas a los rellenos sanitarios.	40%
		La propuesta optimiza el uso de camiones, cuadrillas y cargadores.	30%
		La propuesta compromete difundir en los domicilios dichas campañas, en coordinación con el municipio y entidades recicladoras o receptoras de residuos.	30%
Total	100%	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Criterios de evaluación para evaluar Programa de Trabajo, Servicio 2.

Subcriterio	Ponderación subcriterio	Ítem	Ponderación Ítem
La propuesta cumple con los contenidos mínimos indicados en las bases técnicas.	70%	Cumplimiento total	100%
		Cumplimiento parcial	60%
		No cumple	0%
La propuesta promueve la economía circular, la limpieza de la comuna y que optimicen el uso de los camiones y cuadrillas	30%	La propuesta optimiza el uso de camiones y cuadrillas	50%
		La propuesta compromete difundir en ferias libres y colegios, en coordinación con el municipio, campañas de no eliminación de residuos, grafitis y rayados en bienes de uso público	50%
Total	100%	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Para implementar lo anterior, se sugiere diseñar un Anexo para que los proveedores estructuren el Programa de Trabajo que será parte de la oferta. Estos anexos podrían incluir información de referencia, como número de descargas en KDM o en la chipeadora, el tonelaje promedio diario por camión, cantidad de vueltas que realiza camiones, etc. Con todo eso, se podría dejar un archivo Excel protegido para que los oferentes ingresen solo la información necesaria y haya un campo que diga información del tipo “CUMPLE / NO CUMPLE”.

6.3. TRAZABILIDAD Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Respecto la trazabilidad y gestión de la información, se han realizado propuesta redacciones para las siguientes secciones de las bases de licitación, cuyo documento se adjunta como Anexo digital del presente documento (documento **20220705 Anexo - Bases Ramas Escombros y Barrido (rev CSP).docx**).

- 5.1 Trazabilidad e información de gestión
- 5.7.2 Del Sistema de Control de Flota vía GPS
- 5.7.3 Del Sistema de Información en Cabina.

6.4. REVISIÓN DE EQUIPAMIENTO.

A solicitud del municipio, también se revisaron y propusieron fichas con descripción del equipamiento considerado inicialmente en el diseño de licitación. El trabajo se centró en equipos que no son estándares y cuya especificación requería un mayor trabajo. Asimismo, se recomiendan otros equipos que podría ser consideradas en la licitación, a fin de mejorar la operación del servicio.

Tabla 32: Equipos revisados con fichas elaboradas. Se destaca con (*) los equipos recomendados.

Equipo	Referencia
Retroexcavadora	JCB 3C 4x4 UK c/Kit Minero
Minicargador	JCB 260 Canopy Cabina Cerrada Kit Minero
Barredora	Scarab M6
Recicladora/Chipeadora	Verrmeer HG-4000
Camión	Mercedes Benz Atego 1618 (Chasis)
Barredora	Dulevo 5000 Evolution
Carro Arrastre	Carro Arrastre Coloso TR4000
Polibrazo	Palfinger PALIFT-15
Hidro Lavadora Autónoma	Hydrotek T200
Compactador Soterrado (*)	Contenedor Tipo Ampliroll Compactador soterrado
Compactador Estacionario (*)	Unidad Compactadora que se acopla a contenedor Ampliroll
Aditamento Desmalezador (*)	Desmalezadora para Minicargador
Pala con Garra (*)	Para mayor eficiencia con Minicargador y Ramas y Escombros
Barredora Pequeña (*)	Barredora Pequeña (no manual)
Trituradora (*)	En lugar de chipeadora (más eficiente en ramas y permite triturar otros residuos)

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de las fichas trabajadas por equipo se presenta como Anexo digital, documento **20220718 Anexo - Equipos y sugerencias (rev VRZ).xlsx**.

6.5. ESTIMACIÓN DE CAMIONES MÍNIMOS PARA SERVICIO 1

Para la licitación del “Servicio 1. Recolección, transporte y disposición de residuos vegetales, escombros y enseres en desuso y/o voluminosos y servicios especiales”, se busca reducir el número de camiones considerados en la licitación pasada (ver estadísticas del servicio en la sección 4.3 Recolección y transporte de ramas y residuos voluminosos). Es relevante estudiar adecuadamente este número para evitar efectos colaterales (subestimación del servicio).

La metodología de trabajo es la siguiente

- Se construye una base de datos única de descargas vinculadas a la operación del Servicio 1 para información disponible del año 2021. Pueden ser considerados como una aproximación de la demanda del servicio.

- Descargas de ramas por camión (enero – noviembre 2021).
- Descargas de escombros y residuos voluminosos en sitio de KDM (enero – diciembre 2021).
- Transporte de material chipeado a sitio de Armony (febrero – noviembre 2021).
- Para cada registro de esta nueva base de datos se identifica a qué vuelta del día corresponde dicho registro. El orden lógico se establece según estos criterios.
 - Se excluyen las descargas a Armony. Se recomienda que sea incluido como un servicio a programar y que se estima en dicha cantidad de viajes en un horario a programar.
 - Se asume que las descargas al sitio de chipeado son las primeras que se realizan durante el día.
 - Se consideran descargas en KDM realizadas desde las 8:00 hasta las 23:59 hrs.
 - Se utiliza la patente como ID_camión dada la inconsistencia de la data sobre el N° municipal.

Ilustración 21: Ejemplo de numeración de vueltas del camión patente GZKH26 para el día 09-06-2021.

	Patente	N° Municipal	Fecha Entrada	Hora Entrada	Toneladas	Vuelta	Material	Tipos de residuos	Destino	Chip/Escombro/R
2604	GZKH26	1329	09-06-2021	0:00:00	0,0001	1	Chipeado	Ramas	Chipeado	Chipeado
2605	GZKH26	1329	09-06-2021	0:00:00	0,0001	2	Chipeado	Ramas	Chipeado	Chipeado
2607	GZKH26	1332	09-06-2021	0:00:00	0,0001	3	Chipeado	Ramas	Chipeado	Chipeado
2613	GZKH26	1329	09-06-2021	7:14:09	5,63	Armony	Armony	Ramas	Armony	Ramas
2619	GZKH26	1329	09-06-2021	14:33:00	2,51	4	ESCOMBROS/RAM	Escombros	KDM	Escombros
2626	GZKH26	1329	09-06-2021	19:20:00	3,13	5	ESCOMBROS	Escombros	KDM	Escombros
2627	GZKH26	1329	09-06-2021	21:22:00	1,9	6	ESCOMBROS	Escombros	KDM	Escombros

Fuente: Captura de pantalla de base de datos creada.

Como resultado de lo anterior, se logra modelar los datos disponibles para estudiar la forma en cómo el operador del servicio durante el año 2021 organiza su flota de 11 camiones. Los valores promedios permiten caracterizar la operación de la siguiente forma (ver cifras en Tabla 33).

- La primera vuelta está asociada a la recolección de chipeado en el caso de 5 camiones, y a recolección de voluminosos/escombros para 6 camiones. Estos valores son consistentes con el tamaño de la flota actual (11).
- Luego de la primera vuelta, un grupo de 6-7 camiones realiza una segunda vuelta. De estos, 2 realizarían su segunda vuelta para recolección de ramas con destino a sitio de chipeado, y 4 la realizan para recolección de residuos voluminosos/escombros con destino a KDM.
- Un grupo de 4-5 camiones realizarían una tercera vuelta, distribuyéndose equitativamente en ambos tipos de recolecciones.
- Finalmente, un grupo acotado, no mayor a 3 camiones realizarían una cuarta y quinta vuelta, vinculadas a la recolección nocturna (descargas realizadas posterior a las 20 horas).
- Se observa una capacidad de recolección promedio baja para la capacidad de camiones (valores entorno a las 3 toneladas/viaje) para recolección de escombros y residuos voluminosos. En el caso de recolección de ramas, no se cuenta con información de tonelaje, por lo que se asume que camiones operan en máxima capacidad (supuesto optimista), es decir, 4,5 toneladas/viaje (densidad aproximada de ramas de 0,5 toneladas/m3).

Tabla 33: Situación promedio sobre distribución de flota de 11 camiones para recolección de ramas, y de voluminosos/escombros, según datos disponibles 2021. Se muestra para cada día de la semana, 1: lunes – 7 domingo.

Las cifras promedios dan cuenta de que la operación se organiza de la siguiente forma (números promedios): 5 camiones realizan su vuelta 1 recolectando ramas, y 6 camiones realizan su vuelta 1 recolectando escombros y voluminosos. Esto es consistente con la flota actual (11 camiones).

El número de camiones que realizan una 2da vuelta ya sea para recolección de ramas (en promedio, 2) o recolección de escombros/voluminosos (en promedio, 4), es menor a la flota camiones (11), lo que da cuenta de que existen camiones que no son utilizados hasta el día siguiente, o bien son usados para recolección en la madrugada.

Distribución del número promedio de camiones que realizan N vueltas cada día de la semana, según sitio de destino y general.

Día_Semana	Chipeado					KDM					General					Total	
	Vuelta					Vuelta					Vuelta						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1		5	2	2	1	-	6	4	2	2	2	11	6	4	3	2	26
2		5	3	2	1	-	6	4	2	2	2	11	7	4	3	2	27
3		5	2	2	1	1	6	4	2	2	2	11	6	4	3	3	27
4		5	3	2	1	1	6	4	3	2	2	11	7	5	3	3	29
5		5	2	2	1	-	6	4	2	2	1	11	6	4	3	1	25
6		5	3	2	1	-	6	4	3	2	2	11	7	5	3	2	28
7		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1

Distribución del tonelaje promedio de descarga por camión para cada vuelta que realizan, según sitio de destino y general.

Día_Semana	Chipeado					KDM					General					Total	
	Vuelta					Vuelta					Vuelta						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1		4,5	4,5	4,5	4,5	-	3,4	3,0	2,7	3,2	2,7	3,9	3,7	3,4	3,4	2,7	17
2		4,5	4,5	4,5	4,5	-	3,7	3,1	2,9	3,0	2,9	4,1	3,7	3,4	3,1	2,9	17
3		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,7	3,5	2,8	3,1	2,5	4,1	3,9	3,2	3,1	2,6	17
4		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,4	3,0	2,4	3,0	2,6	3,9	3,6	3,2	3,2	2,7	17
5		4,5	4,5	4,5	4,5	-	3,9	3,4	2,9	2,6	2,4	4,2	3,9	3,4	2,9	2,4	17
6		4,5	4,5	4,5	4,5	-	3,6	3,3	2,8	3,1	2,6	4,0	3,8	3,5	3,3	2,6	17
7		-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	2

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información, se construye un modelo simple para estimar una distribución de flota de camiones, parametrizada según las siguientes variables.

- Tamaño de la flota (Número de camiones).
- Capacidad promedio de camiones (ton/viaje)
- Percentil (escala de 0 a 100%) para definir escenario de demanda de cada servicio (ramas, escombros/voluminosos). 0%=Semana de mínima demanda, 100% Semana de máxima demanda.
- Cantidad de camiones destinados de forma exclusiva a recolección de voluminosos.

En un escenario extremo, **se estima que 8 camiones representan un número mínimo adecuado de camiones, que permitiría responder a la demanda del servicio sin poner en riesgo la operación.** Se muestra en la Ilustración 22 los resultados obtenidos en la simulación realizada en un escenario con 8 camiones, con una capacidad de recolección por vuelta promedio actual (3,32 toneladas/vuelta), los escenarios de mayor demanda en ambos tipos de recolección (percentil 100%), y 4 camiones siendo destinados de forma exclusiva a recolección de voluminosos.

El modelo se encuentra disponible en el Anexo digital de este informe, documento **20220715 Anexo - Estimación camiones ramas + voluminoso (rev PG).xlsx**.

Ilustración 22: Captura de pantalla de modelo para evaluar efecto de número de camiones en operación del servicio 1.

Modelamiento

Número de camiones	8
Capacidad promedio de camiones (ton/viaje)	3,32
Escenario Voluminosos (percentil)	100%
Escenario Ramas (percentil)	100%
Percentil: 0%=Semana de mínima demanda, 100% Semana de máxima demanda.	
Cantidad camiones desintados exclusivo voluminoso	4

Organización de camiones según la cantidad de viajes que se realizan, a fin de cumplir con el escenario modelado. Supuestos:

- Se asume que la totalidad de camiones realizan su vuelta 1 para recolección de ramas, y luego se focalizan en la recolección de voluminosos y escombros.
- Se parametriza el número de camiones y capacidad promedio para recolección de voluminosos (toneladas/vuelta).
- Se parametrizan escenarios de demanda de voluminosos y ramas por separado (demanda no muestra una correlación directa).

Número de camiones distribuidos según N° de vuelta diaria, según zona de destino.

Día_Semana	Chipeado					KDM					General					Total
	Vuelta					Vuelta					Vuelta					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	4	4	4	-	-	4	4	4	1	-	8	8	8	1	-	25
2	4	4	4	-	-	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	40
3	4	4	4	-	-	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	40
4	4	4	4	-	-	4	4	3	-	-	8	8	7	-	-	23
5	4	4	4	-	-	4	4	4	6	-	8	8	8	6	-	30
6	4	4	4	-	-	4	4	4	5	-	8	8	8	5	-	29
7	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4

Validación

Número de viajes diarios para recolección de Ramas según escenario

Día_Semana	Total Modelo	Total Histórico	Dif Vueltas	
1	12	12	-	Cumple
2	12	12	-	Cumple
3	12	12	-	Cumple
4	12	12	-	Cumple
5	12	12	-	Cumple
6	12	12	-	Cumple
7	-	-	-	Cumple

Se obtienen de la demanda semanal del servicio, estimada como las toneladas descargadas en KDM en el caso de voluminosos, y la cantidad de descargas en el sitio de chipeo. Este total histórico se determina según el tipo de escenario que se desea evaluar (definido en función de un percentil).

Toneladas posibles de recolectar según flota disponible por vuelta

Recolección realizada según capacidad según flota disponible por vuelta

Día_Semana	Vuelta					Vuelta					Total Modelo	Total Histórico	Dif Toneladas	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1	13	13	13	27	27	13	13	13	2	-	42	42	-	Cumple
2	13	13	13	27	27	13	13	13	27	27	93	99	-6	No cumple
3	13	13	13	27	27	13	13	13	27	27	93	97	-4	No cumple
4	13	13	13	27	27	13	13	8	-	-	35	35	-	Cumple
5	13	13	13	27	27	13	13	13	18	-	58	58	-	Cumple
6	13	13	13	27	27	13	13	13	15	-	55	55	-	Cumple
7	27	27	27	27	27	3	-	-	-	-	3	3	-	Cumple

Fuente: Elaboración propia

En base al tiempo que tomaría cada vuelta de recolección (2 horas para el caso de ramas, y 3-4 horas para el caso de escombros/voluminosos), se construye una programación de vueltas por camión según hora del día (jornada diurna y nocturna). Una programación como la detallada en la Ilustración 23 permitiría programar las vueltas de cada camión para responder a la recolección del escenario semanal de mayor demanda registrado en el año 2021.

Ilustración 23: Programación para garantizar capacidad que responda a escenario más extremo registrado 2021.

Programación (manual) de horarios por camión, según jornada diurna (8-17 hrs) y nocturna (desde 17 hrs). Verde: Vuelta recolección Ramas. Azul: Vuelta recolección Escombros/volum

ID_camión	Vueltas	Jornada diurna										Jornada nocturna							
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	6	1		2		3		4				5				6			
2	6	1		2		3		4				5				6			
3	6	1		2		3		4				5				6			
4	4	1		2		3		4											
5	4					2						3				4			
6	4					2						3				4			
7	4					2						3				4			
8	2					2													
Total	36																		

Fuente: Elaboración propia.

6.6. REVISIÓN DE MULTAS

Se comentan las multas contenidas en la propuesta de licitación, cuyas observaciones se encuentran contenidas en las siguientes tablas.

Tabla 34: Observaciones a multas administrativas.

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
1	Atraso en la entrega de la documentación que acredite el encargo al proveedor, orden o solicitud de compra o su efectiva compra mediante factura, de toda la maquinaria y equipamiento ofertado en su propuesta técnica, en el plazo de 15 días contados desde la notificación de la adjudicación.	Por Día	10	Este incumplimiento no está asociado a la operación del servicio.
2	Por incumplimiento en la entrega de la documentación y presentación del equipamiento, 60 días antes de la fecha de inicio de servicio, transcurrido el plazo de 20 días adicionales, señalados en el numeral 11.13 precedente. De este modo, transcurrido el plazo de 20 días adicionales se cursará multa por un plazo de 10 días corridos, cumplido el cual, procederá el término anticipado del contrato como se regula en el numeral siguiente, salvo que se le hubiere autorizado el inicio de la prestación de servicios con maquinaria, vehículos y equipamiento usado, de conformidad a lo regulado en el numeral 11.13 de las Bases Administrativas Especiales.	Por documento y/o equipamiento y por día corrido	5 con un tope de 10 días.	Este incumplimiento no está asociado a la operación del servicio.
3	Por incumplimiento en la entrega de la documentación acreditante del dominio o tenencia de la base de operaciones y/o del lugar dentro de la comuna dispuesto como instalación para el personal, 60 días antes de la fecha de inicio del servicio, transcurrido el plazo de 20 días adicionales, señalados en el numeral 11.13 precedente. De este modo, transcurrido el plazo de 20 días adicionales se cursará multa por un plazo de 10 días corridos, cumplido el cual, procederá el término anticipado del contrato como se regula en el numeral siguiente	Por documento y por día corrido	10 con un tope de 10 días.	Este incumplimiento no está asociado a la operación del servicio.
4	Atraso presentación de certificado ISO 14001/2015 y/o ISO 9001/2015 y/o ISO 45001/2018, y de las validaciones o certificaciones que procedan, en los términos y plazos regulados en el numeral 11.14 de estas Bases Administrativas, por cada mes de	Por certificación y por mes de atraso	10	Este incumplimiento no está asociado a la operación del servicio.



N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
	atraso, con un tope máximo de 8 meses, cumplido dicho plazo, procederá el término anticipado del contrato como se regula en el numeral siguiente.			
5	Interrupción del servicio, cualquiera sea el motivo, imputable al contratista, por cada día, o fracción de día sin servicio. Si la no prestación del servicio es parcial, se calculará la proporcionalidad que corresponda. La interrupción total o parcial, no podrá exceder de 7 días corridos, caso en el cual procederá la causal de término anticipado contemplada en el numeral sin perjuicio, además de las facultades del municipio contempladas en el numeral 11.24 siguiente.	Por día o fracción de día según corresponda	1/30 de la mensualidad que corresponda al mes de la suspensión	No se establece criterio que defina una interrupción de servicio (ej.: número de horas consecutivas de no funcionamiento de un camión). No se define un mecanismo de reporte de interrupción del servicio, quedando a supervisión del ITS. Se sugiere establecer un mecanismo que permita fundar situaciones atribuibles a causas externas.
6	Incumplimiento de las instrucciones y plazos otorgados en libro de Servicio por el ITS.	Por día corrido	5	En la práctica, la relación entre ITS y empresa tiene múltiples formas de comunicación (correo electrónico, llamada telefónica, e incluso mensajes por Whatsapp). ¿Estas comunicaciones quedan registradas en el Libro de Servicio? Si no es así, entonces el universo de instrucciones y plazos será acotado. Esto naturalmente genera un sesgo a eventos graves (con poca recurrencia) respecto a otros que pueden ser menos graves, pero con alta recurrencia (es más fácil registrar 1 evento que varios). ¿Existe un mecanismo de seguimiento de instrucciones y plazos? ¿Cómo el proveedor demuestra el cumplimiento de instrucciones? Dicho de otra forma, ¿cómo el municipio se da cuenta del incumplimiento? (medios de verificación).
7	Alteración, extraviar o dañar del Libro de Servicio.	Por evento	30	Se sugiere explicitar en las bases que Libro de Servicio pudiese pasar de físico a digital. Esto facilita la comunicación, evitando el no registro de indicaciones que se realicen por otro medio de verificación.
8	No entregar dentro de plazo el informe mensual de trazabilidad de los residuos.	Por día hábil de incumplimiento	5	En ninguna parte de las bases se hace referencia a un producto que se denomine "Informe de Trazabilidad". Si se refiere al tema de "Trazabilidad e Información de gestión" (punto 5.1 de las bases técnicas), se sugiere que la multa esté asociada al tratamiento de datos. Ejemplo: inconsistencia de datos entre periodos (ej.: mes B y C se reporta data histórica del mes A pero es distinta; eliminación de registros; etc.).

Tabla 35: Observaciones a multas técnicas relacionadas con el servicio, equipamiento y personal.

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
9	No reemplazar en el plazo de 15 días corridos, el personal ausente, sin perjuicio de los descuentos regulados en el numeral 11.11 de la Bases Administrativas Especiales. La multa comenzará a aplicarse, desde el día 16 de la ausencia sin reemplazo.	Por trabajador por día corrido de incumplimiento	3	<p>En la sección 11.11 se habla de “ausencias temporales” y “ausencias permanentes”. Se sugiere aclarar a qué ausencia se refiere la multa.</p> <p>En la misma sección, se explicita que “el Contratista deberá reemplazarlo en el plazo máximo de 2 días corridos (...)”. Sin embargo, la multa está asociada a un plazo de 15 días. Esto es particularmente relevante en el caso de “ausencia temporal”, donde no tiene sentido dar un plazo de 15 días.</p> <p>¿Cuál es el mecanismo que verificaría el no reemplazo? No se explicita en la sección 11.11. Si está en otra parte de las bases, se sugiere referenciarla o bien agregar un párrafo.</p>
10	Que el personal del contratista durante la jornada de trabajo duerma, se encuentre en estado de intemperancia, y/o presente un comportamiento indecoroso, poco adecuado o insolente hacia el público en general, el personal municipal y/o hacia trabajadores de la empresa	Por Trabajador	5	<p>Se sugiere explicitar un medio de verificación o mecanismo que permita vincular al personal con conductas descritas en la multa. Ej.: reclamos de vecinos, material audiovisual obtenido de fuentes como cámaras de seguridad, etc.</p> <p>¿Quiénes pueden reportar el comportamiento?</p> <p>Se sugiere que sea por trabajador y por evento.</p>
11	No realizar la sustitución del trabajador solicitado por el ITS, en el plazo señalado en las bases técnicas.	Por cada Trabajador por día corrido de incumplimiento y evento	5	<p>Explicitar en la descripción del incumplimiento que se refiere a reemplazos por conductas no deseadas. Tal como está escrito, otorga discrecionalidad a ITS.</p>
12	Que el personal del contratista haga abandono del lugar de trabajo sin autorización del I.T.S.	Por trabajador y por evento	10	<p>Las bases (sección 5.10) establecen como lugar de trabajo como “dentro de la comuna”, siendo 45 horas semanales incluida colación. Actualmente, ¿qué mecanismo existe para verificar esto? Se podría hacer por GPS, pero eso sólo garantiza que el camión está en la comuna y no el equipo.</p> <p>Respecto al “lugar de trabajo”, este no estaría considerando transporte fuera de la comuna a puntos de descarga. Se sugiere revisar la definición de “lugar de trabajo”.</p> <p>¿Qué ocurre si está dentro de la comuna, pero no está realizando labores por diversos motivos?</p> <p>¿Qué ocurre en periodos en que la jornada es más corta?.</p>

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
13	Que el personal del contratista destinado a las labores propias del contrato, realice servicios a terceros, dentro de la jornada laboral.	Por Trabajador y por evento	10	¿Cómo se diferencia este caso con el de solicitudes y asignaciones de trabajo por imprevistos? (ej: asignación a cuadrilla de emergencia o servicios eventuales)
14	Que el personal del contratista realice su colación fuera del lugar habilitado para estos efectos.	Por Trabajador y por evento	5	¿Cuál sería este lugar? Según la definición de "lugar de trabajo" (sección 5.10), la colación debiese ser en la comuna. Lo relevante es que el personal tenga su horario de colaboración en un lugar habilitado para estos efectos, y no su ubicación geográfica (aunque podría condicionarse a que esté cerca de la comuna).
15	Solicitar dádivas o cobros a los vecinos por retirar residuos domiciliarios.	Por evento	10	Se sugiere fusionar esta multa con la n°10, considerando que el incumplimiento se refiere a una situación similar (conducta no deseable) que podría verificarse mediante un mecanismo común (ej.: reclamos de vecinos). Se sugiere considerar por evento y trabajador.
16	Supervisor o jefe del servicio no disponible telefónicamente por un lapso superior a 2 horas sin causa justificada.	Por evento	5	Sin comentario.
17	Inasistencia del supervisor a las reuniones solicitadas por el ITS	Por evento	2	Se sugiere definir algunos medios de verificación que justifiquen la inasistencia (ej: Licencia médica).
18	Malas maniobras de los conductores de los vehículos de cualquier índole y que infrinja la Ley de Tránsito u otra acción que represente riesgo de accidente	Por evento y por vehículo	10	Se sugiere definir medios de verificación y/o mecanismo de reporte/seguimiento (ej: reclamos de vecinos o cámaras de seguridad). Podría considerarse una colaboración con la Dirección de Tránsito Comunal.
19	Presentar el personal sin el uniforme correspondiente a la temporada, con uniforme incompleto o en mal estado o no usar implementos de seguridad.	Por Trabajador y por evento	2	Se sugiere fusionar con multa N° 10, dado que apunta a temáticas similares (comportamiento no deseable y/o peligroso). Se sugiere definir el medio de verificación del incumplimiento y quién puede reportar ¿Queda bajo la supervisión municipal? ¿Se consideran implementos de seguridad adicionales cuando se asigne a algún trabajador a la cuadrilla de emergencia?
20	Incumplimiento de las medidas sanitarias y/o de seguridad de los trabajadores de acuerdo con lo dispuesto en el numeral 5.13 de las Bases Técnicas	Por Trabajador y por evento	3	El punto 5.13 de las bases técnicas deja en claro las responsabilidades de equipamiento y marco normativo asociado. Se sugiere explicitar el equipamiento de seguridad mínimo requerido. La supervisión de esta medida está asociada solo al ITS, por lo que se sugiere extender responsabilidad o mecanismo de reporte. Se sugiere dejar en claro hasta cuando se considerarán las medidas sanitarias en caso que termine el estado de alerta COVID.

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
21	No presentar Certificado OMIL que acredite no contar con personas residentes de la comuna que deseen trabajar	Por evento	5	Sin comentarios
22	No presentar reemplazo al jefe de servicio según los plazos establecidos en las bases técnicas	Por día corrido	2	Sin comentarios
23	No notificar al ITS por parte del Supervisor la finalización de todos los servicios diarios.	Por evento	2	Se sugiere explicitar la forma de notificación (ej: libro de servicio, llamada telefónica, etc.), así como también registro de la hora de finalización de los servicios. ¿La finalización del servicio incluye la última ruta a descarga/disposición final? ¿Qué ocurre si no realiza la descarga por incidentes y/o otro motivo justificado?
24	En caso de que el jefe de servicio no cumpla con las funciones propias del cargo	Por evento	5	Se sugiere diferenciar las responsabilidades técnicas de las administrativas, sobre todo aquellas asociadas a la calidad del servicio, entrega de información pertinente y cumplimiento del programa de trabajo. Definir número de incumplimientos tal que sea necesario cambio de Jefe de Servicio.
25	Carga de agua mediante camiones aljibe sin autorización	Por evento y por día	3	Se sugiere definir los medios de verificación y quiénes podrían reportar estos casos.
26	No informar al ITS fallas en el sistema de abastecimiento de agua	Por evento	5	Se sugiere explicitar la forma de notificación (ej: libro de servicio, llamada telefónica, etc.). Diferenciar de incidencias naturales, humanas o fallas generalizadas del servicio de agua.
27	No procesar los despojos vegetales diariamente y en su totalidad.	Por día	5	Se sugiere evaluar este incumplimiento según temporada. A priori la única razón por la que no se procesan los despojos vegetales sería por una falla en chipeadora, pero se podría considerar el acopio en temporada baja de modo de hacer eficiente el proceso de chipeo. o bien se podría cambiar la unidad a un periodo mayor que 1 día.
28	Realizar barrido mecánico sin agua	Cada vez que sea detectado	10	Se sugiere realizar comparación/análisis costo-efectividad de utilizar solo hidrobarredoras. Diferenciar de incidencias naturales, humanas o fallas generalizadas del servicio de agua. ¿Será responsabilidad del ITS identificar este incumplimiento? ¿Qué medios de verificación se considerarán?

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
29	No utilizar cuando corresponda la barredora manual en el servicio de barrido manual.	Por evento (Ruta)	5	Se sugiere especificar más este incumplimiento, dado que el punto 4.2 considera como implemento escobillones y barredoras manuales. En el caso de incumplimiento de servicio, se sugiere definir medios de verificación y medio de reporte, así como también la diferenciación de los incidentes.
30	No realizar el barrido mecánico en la totalidad del sector correspondiente a cada frecuencia	Por kilómetro lineal no barrido	3	¿Cómo se puede diferenciar el incumplimiento de algún incidente o eventualidad?
31	No ejecutar o hacerlo de manera incompleta, el programa de barrido manual, por sector.	Por evento	3	Mejoraría la redacción de este incumplimiento y fusionaría con anterior (incumplimiento de barrido manual y mecánico), ¿Cuál es la diferencia con el incumplimiento n°29?
32	Modificar y/o cambiar el recorrido de los vehículos en servicio, horarios y/o circuitos establecidos en las bases técnicas o por el ITS sin la debida autorización por parte del I.T.S.	Por vehículo por día	10	Se sugiere modificar: por vehículo, por evento. Además definir medio de verificación para los casos en que se asigne apoyo a otros sectores/servicios.
33	No realizar limpieza grafiti- retiro pegatinas una vez notificado por el ITS	Por evento	2	Definir medio de verificación y reporte (¿quién puede reportar?)
34	No realizar limpieza de buzones y plataforma de contenedores soterrados según programa de trabajo	Por unidad	3	Definir medio de verificación y reporte (¿quién puede reportar?)
35	Limpieza y/o lavado deficiente ferias libres o no utilizar insumos de limpieza para ello.	Por evento	5	Definir medio de verificación y reporte (¿quién puede reportar?) ¿Cómo se espera verificar que se utilizan los insumos de limpieza como detergentes y/o antigrasas, tal como lo detalla el punto 4.5 de las bases técnicas?
36	Atraso en la disposición de los vehículos operativos al inicio de la prestación de los servicios. Sin justificación ni notificación al ITS	Por vehículo y maquinaria	5	Sin comentarios
37	Dejar residuos en la vía pública por causas atribuibles al concesionario	Por evento	5	Se sugiere identificar las causas atribuibles al concesionario y así diferenciarlas de los casos fortuitos.
38	Realizar separación y extracción de residuos para comercialización u otro fin, que hayan sido, o vayan a ser cargados en camión recolector u otro, por personal de la empresa, salvo que medie instrucción del Municipio en el servicio de recolección de residuos de valorización.	Por evento	10	Se sugiere fusionar esta multa con la n°10, considerando que el incumplimiento se refiere a una situación similar (conducta no deseable) que podría verificarse mediante un mecanismo común. Se sugiere considerar por evento y trabajador.
39	Disponer los residuos vegetales o escombros en lugares no autorizados.	Por evento	50	Definir medio de verificación, medio de reporte y seguimiento a estos eventos.

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
40	No retirar completamente los residuos del sector de recolección o plataforma de los contenedores soterrados, o dejar con basura o restos vegetales o cualquier otro residuo el lugar, posterior al retiro.	Por evento	5	Considerar que la operación puede retirar una parte de los residuos, en caso de estar mezclados (ej: escombros y ramas de gran tamaño), en una primera vuelta y luego el resto de los residuos.
41	No concurrencia de la cuadrilla de emergencia, según lo solicitado por el ITS del contrato	Por evento	10	Sin comentarios
42	No utilizar sistema de arenado para limpieza de grafiti cuando corresponda	Por evento	5	¿Esto implica que los trabajadores pintaron en vez de utilizar el sistema de limpieza? Considerar que la pintura, así como todos los insumos son cargados a la empresa. ¿Cuál sería el medio de verificación?
43	No reemplazar vehículos, equipos o maquinaria en caso de falla mecánica u otro motivo, que implique el incumplimiento del servicio, de acuerdo con lo establecido en las bases.	Por hora y por vehículo (Pasadas las 2 horas de reemplazo)	3	¿Se tiene tipificado los “otros motivos”, además de las fallas mecánicas, por la que los vehículos deban ser reemplazados? ¿Cuánto tiempo disponen para informar la falla? Las bases técnicas - Punto 5.4 - solo menciona el periodo de reposición.
44	Que los vehículos utilizados en el presente contrato no cuenten con la documentación y autorizaciones necesarias para su operación, esto es, permiso de circulación, revisión técnica y/o seguro obligatorio de accidentes personales	Por evento y por vehículo	10	¿Se realiza una revisión aleatoria de estos documentos? ¿En qué periodicidad?
45	Abandono de vehículo o máquina cargada en la vía pública.	por vehículo	30	¿Cuál es el procedimiento cuando alguna máquina queda en panne? Esta situación estaría incluida en este incumplimiento?
46	Deficiente lavado y sanitización de los camiones o maquinaria	Por vehículo	5	En la operación actual, el lavado de maquinarias se realiza al finalizar la jornada, por lo que, si algún camión no alcanza a disponer en el sitio final y lo realiza al día siguiente, estaría en una situación de incumplimiento. Definir medio de verificación y canal para informar el incumplimiento.
47	Deficiencia o falla de partes o piezas de cualquiera de los equipos utilizados, que signifique deterioro en la calidad de los servicios.	Por vehículo y maquinaria	5	Se sugiere explicitar las diferencias con incumplimiento N° 43.
48	Utilizar vehículos en labores para las cuales no están acondicionadas.	Por vehículo y maquinaria	5	Definir medio de verificación y canal para informar el incumplimiento.
49	Ausencia de equipamiento adecuado, o equipamiento en mal estado o inoperante conforme al servicio que se esté prestando	Por evento	10	En el caso de equipamiento no adecuado o en mal estado, se sugiere definir el medio de verificación y canal para informar el incumplimiento. En caso de estar inoperante, se sugiere homologar con incumplimiento N° 43 y 47.
50	Utilizar vehículos, maquinaria o equipos en otros servicios que no forman parte del contrato o utilizar vehículos, maquinarias o equipos que	Por evento/ por vehículo,	10	En el caso de que los distintos servicios de gestión de residuos de la comuna se liciten de manera separada (estado actual) y en caso de

N°	INCUMPLIMIENTO	UNIDAD	MONTO DE LA MULTA U.T.M.	Observaciones CSP
	forman parte de otro contrato en la prestación de este servicio.	maquinaria o equipo		emergencia y/u optimización ¿No podrían apoyar vehículos y/o maquinaria de otros contratos?
51	Falta o mal estado de los equipos de comunicación. (Radio)	Por vehículo	5	sin comentarios
52	No contar con las herramientas y equipamiento adecuado, o presentar éste en mal estado o inoperante para labores que debe realizar la cuadrilla	Por evento	10	Se sugiere definir la diferencia con el incumplimiento N°49. Se sugiere que sean un mismo ítem. Definir medio de verificación y canal para informar el incumplimiento.
53	“Descolgar” o desconectar un móvil del sistema GPS.	Por Vehículo	5	¿Qué mecanismo consideran para hacer seguimiento? Considerar si dentro de la comuna existen puntos sin conectividad.
54	Mal funcionamiento de la aplicación o plataforma, error de ubicación de camiones, no actualización de camiones de acuerdo a lo solicitado en las bases.	Por evento	5	Se sugiere definir un protocolo para el funcionamiento de “aplicación cabina/GPS”, así como también definir un proceso para hacer seguimiento al funcionamiento de la “aplicación cabina/GPS” Definir medio de verificación y canal para informar el incumplimiento.
55	No realizar el ingreso de datos a la pantalla del sistema de control de flota por parte del conductor al inicio del servicio	Por evento por conductor	2	Definir medio de verificación y canal para informar el incumplimiento.
56	Utilizar vehículos de reemplazo por un periodo superior a una semana, sin la debida autorización del ITS.	Por evento/ por vehículo,	5	Definir medio de verificación y canal para informar el incumplimiento.
57	Incumplimiento de las mantenciones preventivas y correctivas, de acuerdo con lo indicado en el catálogo del equipo, o con la periodicidad indicada por el fabricante, de los vehículos y maquinaria ligada al contrato.	Por vehículo, maquinaria	15	sin comentarios
58	No informar al ITS, dentro de las 24 horas de presentada una falla en la máquina chipeadora, y/o no resolver o indicar plazos de reparación y puesta en marcha según el tipo de falla que se trate	Por evento	10	El punto 3.9 de las bases técnicas no indica el plazo para informar la falla, solo para solucionarla. Se sugiere que el tiempo para solucionar falla técnica de la chipeadora se diferencie por temporada, y dependiendo de la velocidad de procesamiento.
59	Deficiente presentación de los vehículos, sucios o mal lavados, o sin el brandeo o con brandeo en mal estado, o con desperfectos técnicos, o bien el uso de vehículos no registrados ni autorizados por la Unidad Técnica.	Por evento y por vehículo	5	Considerar que existen casos en los que la descarga de los residuos se realiza al día siguiente y dado que la máquina de limpieza no opera en la mañana, los camiones podrían salir sucios al cumplimiento de sus funciones.
60	No funcionamiento de la base de operaciones o de las Instalaciones para el personal dentro de la comuna.	Por día	10	La operación “dentro de la comuna” dependerá del modelo de servicio.

Tabla 36: Observaciones sobre incumplimiento de contrato.

INCUMPLIMIENTO	Observación CSP
<p>El monto máximo de multas que podrá cursar la Municipalidad de Lo Barnechea al oferente que se adjudique cada servicio de la presente licitación, será de 10% del valor total del contrato para estos efectos, el 10% se calculará de monto total para sumaalzada, el cual se obtendrá de multiplicar el monto mensual adjudicado por los 72 meses de vigencia de la contratación</p>	<p>¿Por qué se acota el porcentaje de multa? Si el diseño de la licitación está pensado para disminuir el costo del servicio manteniendo los estándares actuales, no tiene sentido vincular el monto máximo de multas con la oferta.</p> <p>Dado que no hay monto referencial (puede variar mucho según N° de camiones que se oferten), en caso de que un proveedor logre una oferta muy competitiva (ej.: 70% del costo actual del servicio), éste tendría “espacio” para “imputar” en la oferta los costos de multas futuras (oferta pasaría de 70% a 77% del costo total).</p> <p>Poner un tope de multas tampoco hace mucho sentido en términos de incentivos económicos. Si durante la operación la empresa alcanza el 10% de multa respecto el valor de contrato (lo cual es mucho), este tope sería un “premio”, pudiendo generar más incumplimiento sin costo.</p> <p>Se sugiere fijar el 10% (u otro porcentaje) como criterio para evaluar la continuidad del servicio. Y que este porcentaje sea según el valor anual del servicio, a fin de que se renueve todos los años.</p>
<p>El procedimiento de aplicación de multas se regirá por lo dispuesto en el numeral 20.9 del Decreto DAL N°171 de 2019, de la Municipalidad de lo Barnechea, y se cursarán por acto administrativo fundado del Director/a de la Dirección de Medio Ambiente Aseo y Ornato, o quien lo/la subrogue.</p>	<p>Sin comentario.</p>



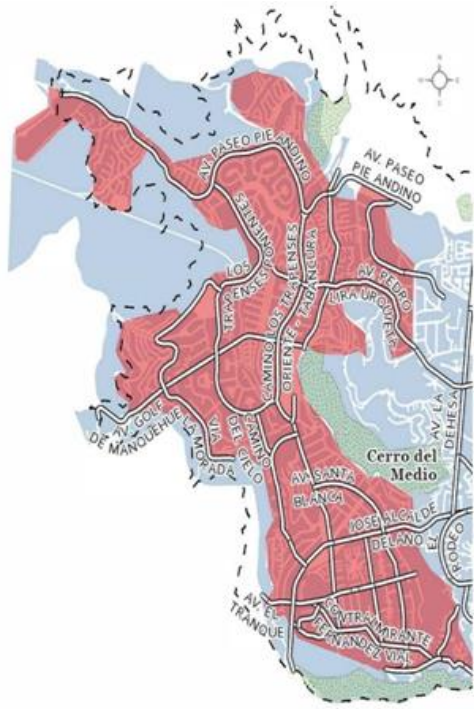
CSP

INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE





7. ANEXO

7.1. SECTORES PARA RECOLECCIÓN DE RSD PERIODO 2022 - 2028

Ilustración 24: Área de cobertura Sector A



SIMBOLOGÍA

-  Vialidad estructurante Comunal
-  Límite urbano Comunal
-  Cerros isla
-  Manzanas

 Sector A DIURNO : Lunes-Viernes RDS / Miércoles Reciclaje





Sector A: delimitado por las calles: Avenida Los Trapenses / Camino Real / Golf de Manquehue / Santuario del Valle / Los Bravos / Los Litres / Camino las Hualtatas / Sector Gran Vista / Manque oriente / Santa Blanca / Camino Turístico


Fuente: Licitación 2735-53-LR21

Ilustración 25: Área de cobertura Sector B



SIMBOLOGÍA

-  Vialidad estructurante Comunal
-  Límite urbano Comunal
-  Cerros isla
-  Manzanas

 Sector B DIURNO: Martes-Sábado RDS / Jueves Reciclaje

Sector B: delimitado por las calles: Avenida La Dehesa / Condominio Club de Golf / Bernardo Larraín / Base / Berna / Camino Huinganal / Camino La Cumbre / El Peumo / Camino La Laguna / Avenida El Rodeo / Camino Farellones

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

Ilustración 26: Área de cobertura Sector D



■ Sector D NOCTURNO: Lunes-Viernes RDS / Miércoles Reciclaje

Sector D: delimitado por las calles: Padre Alfredo Arteaga / El Rodeo / Los Quincheros / Raúl Labbé / Avenida Lo Barnechea

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

Ilustración 27: Área de cobertura Sector E

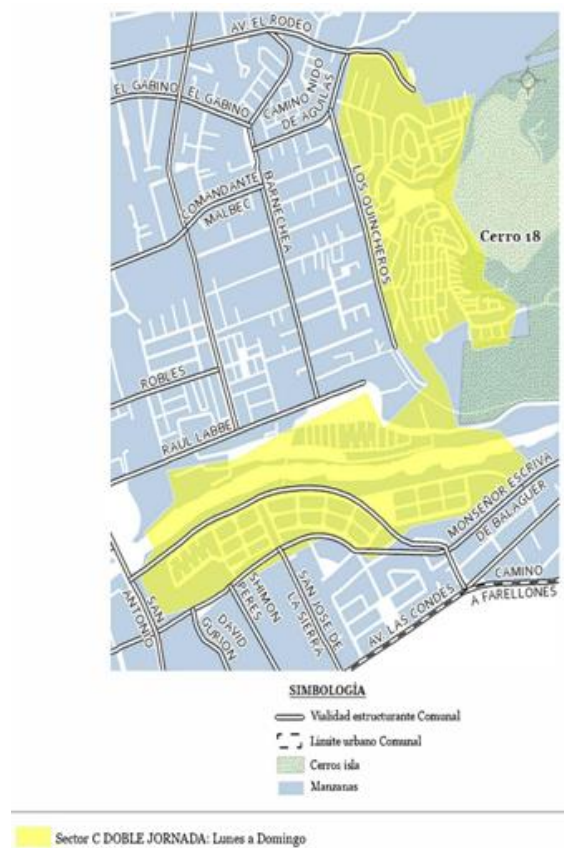


■ Sector E NOCTURNO: Lunes-Viernes RDS / Miércoles Reciclaje

Sector E: Sector delimitado por las calles: Los Refugios / Pastor Fernández / Camino el Cajón.

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

Ilustración 28: Área de cobertura Sector C



Sector C: Sector delimitado por las calles: Villa Cerro 18 / Cerro 18 norte y sur / Ermitas I, II, y Bicentenario / Las Lomas I y II / Futura Población ex campamento Juan Pablo II / Camino el Cajón.

Fuente: Licitación 2735-53-LR21

7.2. DISEÑO INICIAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS VOLUMINOSOS PERIODO 2022- 2028

Para este servicio se publicó entre el 30 de septiembre y el 31 de diciembre de 2021 la licitación ID 2735-122-LR21 "Concesión de los servicios de recolección, transporte y disposición de escombros, voluminosos y despojos vegetales, y de barrido mecánico y limpieza de calles de la comuna de Lo Barnechea", la que fue declarada desierta. A la espera de una nueva licitación durante 2022, la municipalidad ha contratado servicios en forma directa.

El servicio considera la recolección, transporte y disposición de despojos vegetales, escombros y enseres en desuso y/o voluminosos y servicios especiales mediante camiones ampliroll y personal de cuadrilla, con apoyo de maquinaria retroexcavadora, minicargador, y la maquina recicladora o chipeadora.

Los despojos vegetales (podas domiciliarias y desganche de árboles originados por emergencias) son chipeados dentro de la comuna y el chip resultante es rematado y enviado a plantas de compostaje.

Los residuos de eliminación consisten en escombros y material árido, tierra o cualquier tipo de carga que haya caído de vehículos de transporte, restos que hayan quedado producto de accidentes de vehículos, limpieza de microbasurales en formación, desechos de limpieza y corte de pastizales efectuados por los vecinos en temporada estival, enseres en desuso o voluminosos y animales muertos que se encuentren en el espacio público. Son recolectados, transportados y depositados en la Planta de Transferencia o relleno sanitario donde la municipalidad mantiene contrato. Existe contrato vigente con la empresa KDM hasta el año 2027. La Planta de transferencia la cual está ubicada en calle Alcalde Guzmán N.º 0180, Quilicura, a 24 km aproximadamente de distancia desde la intersección de las calles La Dehesa con El Rodeo.

Los escombros que son dispuestos por los vecinos en la vía pública y que no excedan los 2 m³, son retirados por el contratista como parte del servicio normal de recolección. Si el volumen de escombros supera los 2m³ este deberá ser costeado por el vecino para lo cual el inspector de aseo realiza una tasación previa, de acuerdo con la cantidad de escombros y según la ordenanza de derechos de aseo vigente⁴, la que es informada al vecino, para que, en caso de aceptar la tasación, proceda al pago de los correspondientes derechos en la Tesorería Municipal. Posterior a estos trámites, el ITS solicita el retiro de los escombros correspondientes a la empresa.

7.2.1. Sectores y frecuencia de recolección

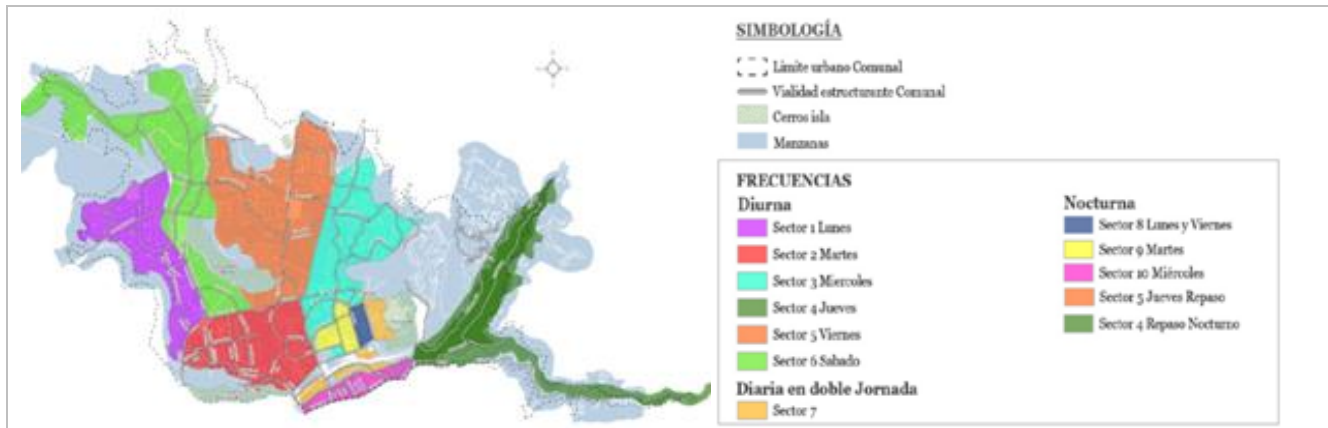
La recolección de residuos de despojos vegetales y escombros se realiza en 10 sectores:

- Sectores 1 al 6, jornada diurna, frecuencia 1 vez por semana (Sector 1 = lunes, Sector 6 = sábado). En los sectores 4 y 5 se realiza repaso nocturno.
- Sector 7, doble jornada, frecuencia diaria (de lunes a domingo).
- Sector 8, jornada nocturna, frecuencia 2 veces por semana (lunes y viernes).
- Sector 9, jornada nocturna, frecuencia 1 vez por semana (martes).
- Sector 10, jornada nocturna, frecuencia 1 vez por semana (miércoles).

⁴ Las ordenanzas de aseo que definen la tasación tienen vigencia mientras el contrato con el operador esté vigente, en caso contrario deben ser actualizadas mediante los respectivos actos administrativos.

La frecuencia diaria, se efectúa de lunes a sábado a partir de las 7:30 AM. La jornada nocturna se inicia a las 17.00 hrs. Las jornadas finalizan una vez que el camión recolector haya realizado el servicio completo de acuerdo con el programa para el sector asignado.

Ilustración 29: Área de cobertura del servicio, tipo de jornada y frecuencia de recolección, según sector.



Fuente: Portal Web de Mercado Público, Licitación 2735-53LR21

7.2.2. Equipamiento y personal

Para cada sector se proyecta una cantidad de camiones a fin de cumplir con el respectivo servicio.

- Recolección diurna.
 - Sector 1 al 6: 8 camiones.
 - Sector 7: 2 camiones.
 - Microbasural: 1 camión.
- Recolección nocturna.
 - Sectores 4, 5, 8, 9 y 10: 1 camión.
 - Sector 7: 1 camión.

Respecto el equipamiento proyectado para el servicio de despojos vegetales, escombros y voluminosos a partir de febrero del 2022.

Tabla 37: Equipamiento para el funcionamiento del servicio en 2022

Descripción de vehículos	Cantidad
Camión tipo ampliroll puente simple cabina simple (Servicios recolección despojos vegetales, escombros)	8
Camión tipo ampliroll doble puente cabina simple (servicios especiales (aljibe) - recolección despojos vegetales, escombros)	2
Camión tipo ampliroll puente simple cabina simple (servicios recolección despojos vegetales, escombros – microbasurales)	1
Brazo hidráulico (capacidad de levante 15 toneladas)	10
Brazo hidráulico (capacidad de levante 12 toneladas)	1
Contenedor tipo open – top para brazo hidráulico (capacidad 20 m ³)	10
Contenedor tipo open – top para brazo hidráulico (capacidad 12 m ³)	1
Contenedor tipo open – top adicionales (capacidad 20 m ³)	4
Estanque aljibe	1
Minicargador	1
Retroexcavadora	1
Recicladora o Chipeadora	1
Vehículo cuadrillas	2

Vehículos de Inspección (Supervisores)	2
--	---

Fuente: Portal Web de Mercado Público, Licitación 2735-53LR21

El camión ampliroll puente simple opera con el contenedor de 12 m³ y el brazo hidráulico con capacidad de levante de 12 toneladas y opera en los sectores con calles más estrechas y se especializa en recolección de microbasurales. Los demás camiones de doble puente operan los contenedores de 20 m³. En períodos de podas recolectan primero los residuos vegetales con destino a la chipeadora ubicada en la comuna y luego transportan escombros y demás voluminosos a la ETQ KDM. Realizan además el transporte del chip a la planta de compostaje que lo haya adquirido. La Tabla 38 detalla el personal requerido en esta operación.

Tabla 38: Personal para el funcionamiento del servicio en 2022

Descripción de personal	Cantidad
Jefe de Servicio (Representante del Contratista)	1
Supervisor del Servicio Nocturno	1
Supervisores del Servicio Diurno	2
Conductores Servicios Nocturno Camión Ampliroll, 20 m ³	2
Peonetas Servicios Nocturno Camión Ampliroll, 20 m ³	4
Conductores Servicios Diurno Camión Ampliroll, 20 m ³	11
Peonetas Servicios Diurno Camión Ampliroll, 20 m ³	22
Cuadrilla Servicios Especiales	20
Operador Recicladora	1
Conductor Minicargador	1
Conductor Retroexcavadora	1

Fuente: Portal Web de Mercado Público, Licitación 2735-53LR21



CSP · INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE SISTEMAS PÚBLICOS

www.sistemaspublicos.cl
República 701, Santiago