

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Diseño de un sistema de gestión de residuos patológicos y farmacológicos domiciliarios para la ciudad de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi

Miembros del jurado:

- Lic. Beatriz Marqués.
- Ing. Ignacio Sagardoy.
- Ing. Rene Paz Zalazar.



Universidad Nacional de Río Negro Sede Andina
Ingeniería Ambiental

Sedlarik Ian

Fecha de entrega: 13/ 04 / 2020

Trabajo Final Integrador para la obtención del título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN).

Alumno: Sedlarik Ian

N° de legajo: UNRN-13543

Directora de TFI: Dra. D'Amico Natalia

Co-director de TFI: Dr. Arrigoni Juan Pablo

Localidad: San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, República Argentina.

Institución: Universidad Nacional de Río Negro.

Nomenclatura

APRA: Agencia de Protección Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires.

ARB: Asociación de Recicladores Bariloche.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado.

COFA: Confederación Farmacéutica Argentina.

COP: Contaminantes Orgánicos Persistentes.

CRUM: Centro de Residuos Urbano Municipal.

DAF: Dissolved Air Flotation/ Sistemas de Flotación por Aire Disuelto.

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno.

DReM: Descarte Responsable de Medicamentos.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

ENGIRSU: Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

EPA: Environmental Protection Agency/ Agencia de Protección Ambiental.

FAO: Food and Agriculture Organization/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GIRSU: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

GTZ: Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit/Agencia Alemana para la Cooperación Técnica.

HDPE: High Density Polyethylene/ Polietileno de Alta Densidad.

IATASA: Ingeniería y Asistencia Técnica Argentina Sociedad Anónima.

IDM: Ingeniería De Montaje.

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

msnm: metros sobre el nivel del mar.

NOx: Óxidos de Nitrógeno.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

ONG: Organización No Gubernamental.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PEP: Planes Estratégicos Provinciales.

PHA: Productos de Higiene Absorbentes.

PNEC: Predictet No-Effect Concentration/ Concentración Prevista Sin Efecto.

PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

PPC: Producción Per Cápita.

RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

REGU: Residuos Especiales de Generación Universal.

RRFF: Residuos Farmacológicos.

RRPP: Residuos Peligrosos.

RPD: Residuos Peligrosos Domiciliarios.

RPFDD: Residuos Patológicos y Farmacológicos Domiciliarios.

RRPPa: Residuos Patológicos.

RSD: Residuos Sólidos Domiciliarios.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

SAP: Super Absorbent Polymer/ Polímero Súper Absorbente.

SNCR: Selective Non-Catalytic Reduction/ Reducción Selectiva No Catalítica.

SOx: Óxidos de Azufre.

TGC: Tratamiento de Gases de Combustión.

UV: Ultravioleta.

VIH: Virus de la Inmunodeficiencia Humana.

WHO/OMS: World Health Organization/ Organización Mundial de la Salud.

Glosario

Alojamiento turístico: sitio en donde se alojan los turistas (hotel, cabaña, hostel o similares).

Basural: sinónimo de vertedero.

Desecho: residuo que se prescinde por no tener utilidad o no poseer la tecnología adecuada para reutilizarlo y se desea eliminar finalmente.

Factor de riesgo: circunstancia o situación que aumenta las probabilidades de una persona de contraer una enfermedad.

Fármaco: sustancia que actúa como principio activo de un medicamento.

Medicamento: sustancia con propiedades para el tratamiento o la prevención de enfermedades en personas y animales, que puede contener uno o más fármacos.

Pulper: recipiente con hélice que permite el mezclado de materiales.

Residuo: elementos, objetos o sustancias que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados.

Vertederos: lugar en donde son depositados los desechos, sin consideraciones de protección del ambiente.

Resumen

La economía moderna se basa en un modelo lineal principalmente, en el cual se extraen recursos limitados que posteriormente son utilizados y luego de cumplida su función, son eliminados. Este aspecto en conjunto con la urbanización, el crecimiento poblacional y el consumismo afectan directamente la generación de residuos sólidos domiciliarios, donde muchos de ellos contienen compuestos de características peligrosas. Como parte de los residuos peligrosos domiciliarios (RPD) en los hogares se encuentran los residuos farmacológicos (RRFF) y patológicos (RRPPa), dentro de estos últimos se incluyen los residuos de Productos de Higiene Absorbentes (PHA). Los RPD presentan múltiples efectos sobre la salud humana y el ambiente, pudiendo darse un proceso de contaminación por diversos medios y generando enfermedades crónicas o incluso la muerte. En Argentina los RPD se encuentran contemplados en la Resolución Nacional N° 522/16, pero son omitidos los RRPPa. Se ha estimado que el municipio de Bariloche generará diariamente para el año 2034: 616 kg de RRFF, 1842 kg de RRPPa y 9679 kg de residuos de PHA. Mientras que el municipio de Dina Huapi generaría diariamente para el año 2034: 20 kg de RRFF, 61 kg de RRPPa y 320 kg de residuos de PHA. En función de ello se ha propuesto una gestión de residuos que incluye la recolección diferenciada para estas tres sub-categorías. Posteriormente se ha propuesto dos tratamientos, siendo la incineración por combustión mediante horno rotatorio la recomendada para los residuos patológicos y farmacológicos, mientras que se ha propuesto el uso de la Patente US 8,177,151 B2 por medio de la cual serían recuperados los elementos conformantes mayoritarios de los residuos de PHA. Finalmente se ha estimado el costo de la puesta en marcha de este proyecto, siendo un total de: 870770 Euros para la planta de incineración mientras que, para el tratamiento de residuos PHA se recomienda que los equipos e instrumentos sean diseñados y estimados para el caso específico de esta gestión, debido a que se trata de una tecnología recientemente patentada. El costo del terreno donde se ubicaría la planta costaría aproximadamente 130.000 dólares. Se recomienda la

aplicación, en ambos municipios, de una gestión diferenciada de estos residuos debido a que los mismos comienzan a considerarse con mayor relevancia en nuestro país.

Palabras claves: residuos, gestión, peligrosos, domiciliarios.

Summary

The modern economy is based mainly on a linear model, in which limited resources are extracted, used and after fulfilling their purpose, they are eliminated. This aspect together with urbanization, population growth and consumerism affect directly the household solid waste generation, where many of them contain compounds of dangerous characteristics. As part of household hazardous waste in homes is pharmacological and pathological waste, the latter include waste of absorbent hygiene products. Household hazardous waste have multiple effects on human health and the environment, and a process of pollution can occur through various means and generate chronic diseases or even death. In Argentina the household hazardous waste is contemplated in the National Resolution N° 522/16, but Pathological Waste is omitted. It has been estimated that the Municipality of Bariloche would generate daily for the year 2034: 616 kg of pharmacologist wastes, 1842 kg of pathological Waste and 9679 kg of the Absorbent Hygiene Products waste. In contrast, the Municipality of Dina Huapi will generate daily in the year 2034: 20 kg of pharmacologist wastes, 61 kg of Pathological Waste and 320 kg of the absorbent hygiene products waste. Based on this, it has been proposed a waste management that includes the selected recollection for these three sub-categories. Subsequently, two treatments have been proposed, being the incineration by combustion in rotatory ovens the recommended choice for pathological and pharmacologist waste, while the use of US Patent 8,177,151 B2 has been proposed by means of which the majority forming elements of the absorbent hygiene products wastes. Finally, it has been estimated that the start-up cost of this project

implementation is a total of: 870770 Euros for the incineration plant while for the absorbent hygiene products waste treatment, it is recommended that the equipment and instruments shall be designed and estimated for the specific case of the management, because it is a newly patented technology. The cost of the land where the plant would be located would cost approximately 130.000 dollars. The application, in both municipalities, of a differentiated management of these wastes is recommended because they begin to be considered with greater relevance in our country.

Keywords: waste, management, hazardous, household.

Índice de contenido

Nomenclatura	2
Glosario	4
Resumen	5
Summary	6
Capítulo I: introducción	11
1-1) Justificación	11
1-2) Objetivos	11
1-2-1) Objetivo general	11
1-2-2) Objetivos específicos	12
Capítulo II: marco teórico	13
2-1) Historia de los residuos	13
2-2) La economía moderna	14
2-3) Demografía y urbanización	16
2-3-1) El municipio de San Carlos de Bariloche	17
2-3-2) El municipio de Dina Huapi	19
2-4) Los residuos sólidos urbanos y su gestión integral	19
2-4-1) Situación actual de los RSU en San Carlos de Bariloche	23
2-4-2) Situación actual de los RSU en Dina Huapi	26
2-5) La GIRSU enfocada en los RPD en Argentina	26
2-5-1) Los residuos patológicos y farmacológicos de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi	28
2-6) Los residuos peligrosos como parte de los RSD	29
2-7) Riesgos asociados a los residuos peligrosos y su evaluación	33
Capítulo III: marco normativo	35
Capítulo IV: los residuos patológicos	41
4-1) Los residuos patológicos	41
4-1-1) Antecedentes sobre gestión de residuos patológicos domiciliarios	43
4-2) Los productos de higiene absorbentes	45
4-2-1) Antecedentes sobre gestión de residuos de productos de higiene absorbentes	46
4-4) Riesgos asociados a los residuos patológicos y de PHA	49
4-5) Tecnologías de tratamiento y disposición final	52
Capítulo V: los residuos farmacológicos	57
5-1) Los residuos farmacológicos	57
5-1-1) Antecedentes sobre gestión de residuos farmacológicos domiciliarios	59

5-2) Riesgos asociados a los residuos farmacológicos _____	64
5-3) Tecnologías de tratamiento y disposición final _____	67
Capítulo VI: propuesta del sistema de gestión _____	69
6-1) Categorización _____	69
6-2) Actores involucrados _____	71
6-3) Estimación de la generación de los residuos _____	74
6-3-1) Análisis de la información _____	74
6-3-2) Metodología para los cálculos _____	78
6-3-3) Resultados obtenidos _____	80
Capítulo VII: propuesta de gestión de residuos farmacológicos provenientes del ámbito domiciliario _____	84
7-1) Generación y disposición primaria _____	85
7-2) Recolección y transporte _____	87
7-3) Tratamiento _____	89
7-4) Disposición final _____	90
Capítulo VIII: propuesta de gestión de residuos patológicos provenientes del ámbito domiciliario _____	91
8-1) Generación y disposición primaria _____	92
8-2) Recolección y transporte _____	95
8-3) Tratamiento _____	97
8-4) Disposición final _____	97
Capítulo IX: propuesta de gestión de residuos de productos de higiene absorbentes provenientes del ámbito domiciliario _____	98
9-1) Segregación y disposición primaria _____	99
9-2) Recolección y transporte _____	99
9-3) Tratamiento _____	100
9-4) Disposición final _____	102
Capítulo X: diseño general de la planta de tratamiento _____	103
10-1) Potencial ubicación de la planta de tratamiento _____	103
10-2) Características generales básicas de instalación y operación _____	104
10-3) Báscula _____	104
10-4) Cámara frigorífica _____	105

10-5) Sistema de transporte interno _____	109
10-6) Tratamiento térmico: incineración _____	109
10-7) Tratamiento para residuos PHA _____	116
10-8) Planta de tratamiento de efluentes _____	119
10-9) Sistemas generales de la planta _____	120
10-10) Disposición final y/o reciclado _____	121
Capítulo XI: presupuesto _____	123
Propuesta de mejora _____	126
Conclusiones _____	127
Bibliografía _____	130
Anexos _____	134
Anexo 1 _____	134
Anexo 2 _____	138
Anexo 3 _____	142
Anexo 4 _____	152
Anexo 5 _____	157
Anexo 6 _____	160
Anexo 7 _____	161
Anexo 8 _____	162
Anexo 9 _____	163
Anexo 10 _____	166
Anexo 11 _____	167
Anexo 12 _____	168

Capítulo I: introducción

1-1) Justificación

La ausencia de una gestión adecuada de los Residuos Patológicos y Farmacológicos Domiciliarios (RPFDD) en los centros urbanos, conlleva a una degradación del ambiente. Ello se debe a que este tipo de residuos son gestionados en conjunto con los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), tal y como se realiza en las ciudades de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi.

La generación de una propuesta para el diseño de un sistema de gestión de RPFDD, permitirá la disminución de la cantidad y peligrosidad de los residuos que ingresan a los sitios de disposición final y los factores de riesgo a los que se exponen quienes realizan las tareas de recolección y separación de los RSU, además de la población en general. La incorrecta eliminación y/o tratamiento de estos residuos incrementan significativamente el riesgo sobre la salud y el ambiente.

La presentación de esta propuesta para las ciudades de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi permitirá no solo un avance en la gestión de residuos a nivel local sino que a su vez, será presentado como un potencial modelo a seguir en otros municipios y localidades del país. La urgencia de atender esta necesidad se encuentra ligada a la disminución de la vida útil del relleno sanitario de la ciudad, la cual disminuye por el ingreso de residuos sin separación y la incorrecta disposición final de los residuos que deberían ser gestionados como peligrosos.

1-2) Objetivos

1-2-1) Objetivo general

“Diseñar un sistema de gestión de residuos patológicos y farmacológicos generados en los domicilios de la ciudad de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi”.

1-2-2) Objetivos específicos

- “Relevar los sistemas de gestión actual de los residuos patológicos y farmacológicos en otras localidades”.
- “Describir los efectos toxicológicos asociados a los RPF”.
- “Estimar la cantidad de RPF generados en ambos municipios”
- “Evaluar posibles estrategias de recolección de los RPF”.
- “Proponer un sistema de acopio, tratamiento y disposición final de los RPF”.
- “Generar un manual de buenas prácticas dirigido a los ciudadanos, para la separación, manipulación y acopio en los domicilios, para los RPF”.

Capítulo II: marco teórico

2-1) Historia de los residuos

El asentamiento del hombre como especie, es decir, el abandono del nomadismo, ha sido un cambio radical en la historia de la sociedad. Desde ese momento, el ser humano comienza a adaptar el hábitat a sus necesidades. Con la aparición de la agricultura y la domesticación de animales, entre el 7000 y 5000 a.C., surge la “abundancia” de alimento siendo este hecho el desencadenante del crecimiento notable de la población [1]. Con la división de los oficios debido al asentamiento, comienzan a aparecer los procesos relacionados a la producción de bienes y servicios, los cuales incluían: la manufacturación de herramientas, la explotación de materiales para la construcción y la obtención de alimentos. Estos procesos de la actividad humana desencadenan la generación de los residuos sólidos, comenzando a ser un nuevo factor a considerar dentro de la sociedad. Por ende, los residuos provienen de las actividades humanas y animales, ya sean de un hogar, industria o un campo y son desechados como algo indeseado [2].

El asentamiento y la agrupación de la sociedad provocó que los residuos generados se acumulen en el mismo lugar en donde vivían las poblaciones, pero su carácter inerte y orgánico para ese entonces, los hacían asimilables por el ambiente [3]. Pero a medida que la población fue aumentando y se modificaba la composición de los residuos estos eran cada vez más difícil de desechar [3].

Con el descontrol imperante del vertido de residuos en las ciudades se han desatado problemas que han llevado a grandes catástrofes mundiales, que hasta hoy en día, son un claro ejemplo para abandonar las practicas antes realizadas. La peste bubónica, provocada por las pulgas transportadas por ratas, acabó con casi la mitad de la población europea debido a la acumulación de residuos en zonas urbanas [3]. Para aplacar estos sucesos catastróficos se comenzó con nuevas implementaciones gubernamentales, entre las cuales se pueden mencionar: prohibiciones para arrojar residuos en la vía pública, aplicación de sistemas para la

recolección de residuos o la implementación del servicio de limpieza de la ciudad [3].

El auge de la revolución industrial y los beneficios aportados por el avance de las tecnologías han favorecido que los problemas para realizar la disposición final de los residuos también hayan aumentado [2]. Con los nuevos desarrollos tecnológicos los residuos volvieron a dejar una marca en la sociedad, colaborando con la reaparición de enfermedades como el tifus o el cólera [3].

En el último siglo la manufacturación se ha modificado debido al uso de nuevas materias primas, como por ejemplo los plásticos de un solo uso. Estas nuevas materias presentan una persistencia en el ambiente mayor que las utilizadas hasta el momento, generando que las practicas normales de disposición de desechos y de otra índole, antes utilizadas y aceptadas, ya no sean vistas como prácticas ambiental y socialmente aplicables, debido a que el medio receptor ya no es capaz de asimilar estos desechos de manera natural y en tiempos relativamente cortos.

A finales del siglo XIX, para aplacar la crisis de los residuos, se aplicó la incineración en grandes volúmenes como práctica revolucionaria por la disminución del peso, volumen y peligrosidad de los mismos [3]. Pero los problemas acarreados por la combustión: malos olores, humo y los problemas en la respiración; llevó a la misma a ser abandonada y ser reemplazada por la deposición en lugares más controlados.

2-2) La economía moderna

Desde los últimos 150 años la economía industrial se ha basado en un modelo de consumo lineal de recursos, es decir, que se encuentra caracterizado en un patrón de “extraer-utilizar-desechar”, descartando un bien cuando ya no cumple su rol original [4].

A pesar de que se han modificado a lo largo de estos siglos las líneas de producción para incrementar la eficiencia y el uso de nuevas energías, no se han

visto mejoras en disminuir las pérdidas de materias primas y la eliminación de residuos [4]. El aumento de los precios de las materias primas, ya sea por la evolución del mercado o bien por la dificultad de extracción de algunas materias primas no renovables, ha llevado a pensar que el modelo actual comienza a ser insostenible. Por otro lado, aunque siendo la otra cara de la misma moneda, el modelo imperante conlleva a que estas materias primas altamente valuadas y que se encuentran en pocas cantidades, sean desaprovechadas al ser eliminado el producto.

Otro factor clave dentro de la economía moderna es el aumento de la cultura de consumo, la cual es consecuencia directa de la lógica del capitalismo. Esta cultura se basa en la compra y acumulación de bienes y servicios no esenciales, comprometiendo así los recursos naturales.

Estos motivos han hecho surgir a un nuevo modelo económico, el cual elimina el concepto de “caducidad” y lo sustituye por uno nuevo: “restauración”, a este modelo se lo denomina “circular” [4]. El concepto de la economía circular reemplaza a la economía lineal, utilizada hasta hoy en día, para introducir una nueva tendencia basada en el principio de “la cuna a la cuna”, es decir ya no existen los desechos sino que son reintroducidos a la cadena de producción [5]. En la Figura 2.1 [6] se presenta el sistema de economía circular. Este modelo económico se basa en un desarrollo sostenible, definido en el informe de Brundtland de 1987, el cual firma que se trata de: *“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”*.

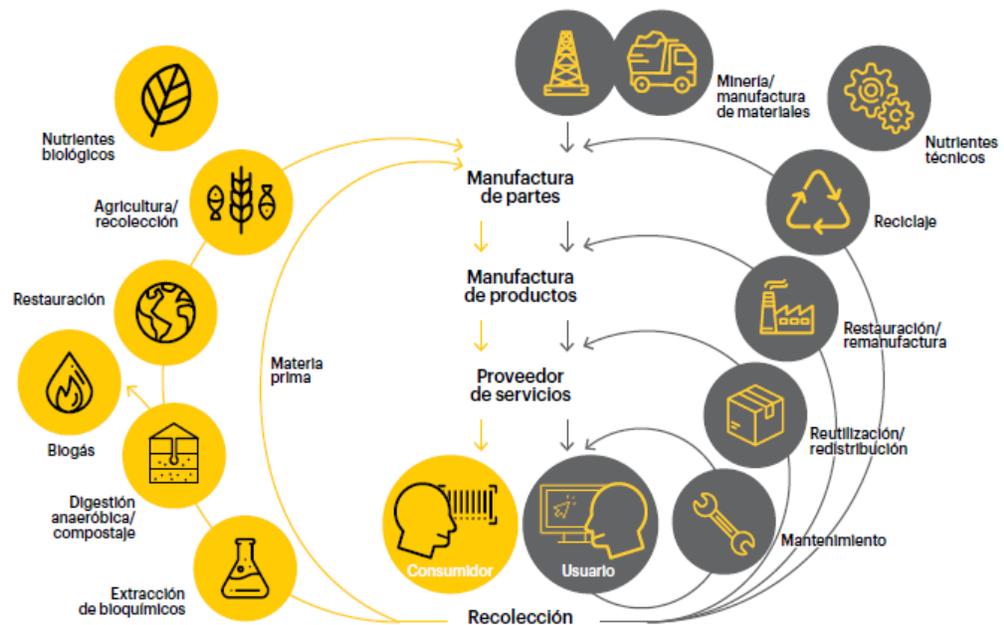


Figura 2.1: diagrama del sistema de economía circular. Recuperado de “Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos urbanos. Oportunidades en América Latina”, de Graziani, P., 2018, p. 25, Caracas: CAF.

Argentina, apoyando el cambio del modelo actual, formuló un “*Plan Nacional de Economía Circular de Residuos*” que permita el ordenamiento y mejora de la gestión de residuos en las provincias, con la meta de una disposición final cero para el año 2035 [5].

2-3) Demografía y urbanización

Una de las causas que ha generado el drástico aumento de los residuos es el incremento de la población a nivel mundial, generando una presión sobre el ambiente y un aumento de la industrialización, que en conjunto dan origen a la urbanización [7].

El incremento de la población se da de manera exponencial, es decir que aumenta de manera fija en relación a un número total existente, en un período de tiempo. La tasa actual de crecimiento de la población a nivel mundial es del 1,10% por año [7], es decir que hay 11 personas más por cada 1000 habitantes al año. Acorde a los datos de “*World Population Prospects: The 2017 Revision*”, la

población a nivel mundial en el año 2017 ha sido aproximadamente 7600 millones con una proyección a futuro para el año 2100 de 11200 millones de personas, tal y como se muestra en la Figura 2.2 [8].

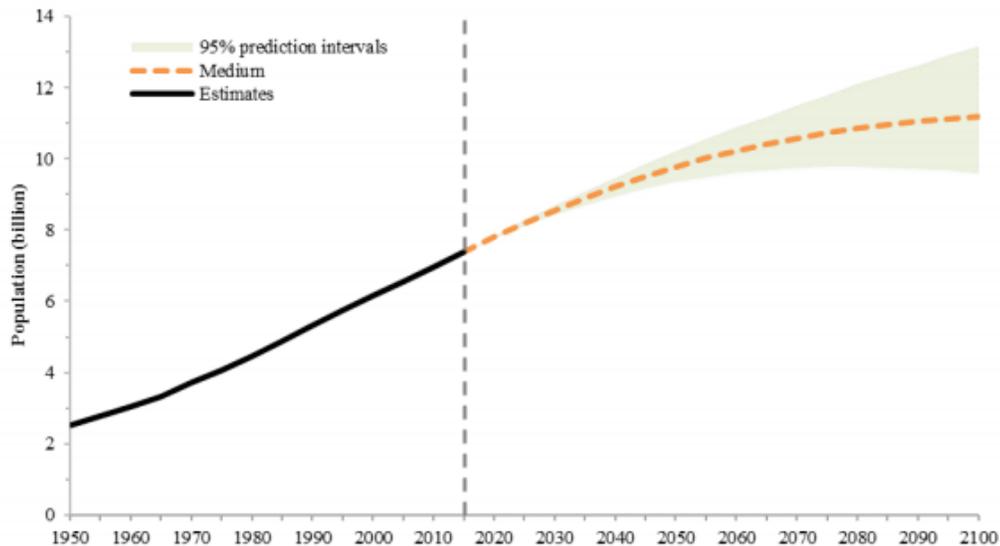


Figura 2.2: población estimada en el mundo año 1950-2100. Recuperado de “*World Population Prospects The 2017 Revision. Volume II: Demographic Profiles*”, de United Nations, 2017, p. xxiv.

Esta explosión demográfica se ha visto acompañada por un rápido proceso de urbanización, es decir, la generación de grandes centros poblacionales apoyados por una amplia migración desde los sectores más rurales. Este proceso se ha acelerado especialmente en el siglo XVIII debido al desarrollo tecnológico, a diferencia de la urbanización provocada por la pérdida de la factibilidad en la labor agrícola, que se daba anteriormente [1].

2-3-1) El municipio de San Carlos de Bariloche

La ciudad de San Carlos de Bariloche es cabecera del Departamento Bariloche, ubicado en el extremo Oeste de la provincia de Río Negro y cubre una superficie aproximada de 226,52 km². Es una de las ciudades más pobladas de la provincia. En la actualidad la población asciende a más de 112887 habitantes [9], viéndose incrementada en las temporadas de verano e invierno debido al turismo nacional e internacional [10]. La ciudad se encuentra ubicada en la Reserva de la

Biósfera Andino-Nor Patagónica y se encuentra rodeada por el Parque Nacional Nahuel Huapi.

El ejido municipal cuenta con 710 km de líneas de calles, las cuales solo 170 km se encuentran pavimentadas, representando el 24% aproximadamente [11]. A su vez se presenta una radical diferencia de densidad poblacional acorde a la zona, 10600 hab/km² en el casco urbano, 7 hab/km² en el Oeste y 265 hab/km² en el Este [11].

El clima predominante de la ciudad es frío, presentándose estaciones con abundantes precipitaciones tanto de agua como níveas. Se registran heladas a lo largo del año, aproximadamente 222 días. La temperatura media de la ciudad ronda los 8,4 °C, con máximas medias anuales de 13,2 °C y mínimas medias de 3,7 °C [10].

Los vientos predominantes en la zona son del NO hacia el SE, con una velocidad media anual que ronda los 18 km/h, con los máximos presentados en los meses de abril y mayo con máximas promedio de 47 km/h. En los meses de enero y febrero (temporada de verano), se presentan las velocidades más bajas, incidiendo sobre la sensación térmica y generando cierto confort.

Las precipitaciones de la zona presentan una tendencia de crecimiento de Este a Oeste, con promedios de 1034 mm en la zona céntrica. Los meses de mayores precipitaciones son mayo y agosto, mientras que en los meses de junio y julio se aprecia la permanencia de nieve en los cerros cercanos durante casi toda la temporada invernal. En la temporada estival de diciembre-marzo se presenta un déficit hídrico de 55 mm, con precipitaciones que rondan los 150 mm [10].

La actividad económica principal de la ciudad se basa en el turismo, dividida en dos temporadas: invernal y estival, contando a su vez con un flujo de turismo estudiantil tanto nacional como chileno, haciendo que exista una marcada tendencia en la cantidad de habitantes y por lo tanto en la cantidad de residuos generados.

La ciudad se encuentra junto a la Cordillera de los Andes, a una altura de 893 msnm y presentando elevaciones naturales pudiéndose nombrar algunas de las más importantes:

- Cerro Otto (1405 msnm).
- Cerro Catedral (2388 msnm).
- Cerro Campanario (1039 msnm).

El conjunto de estos factores hace que exista un gradiente de urbanización marcado por las pendientes de la zona que, con el clima predominante de la ciudad y la falta de pavimentación, dificulta la transitabilidad durante el período invernal.

2-3-2) El municipio de Dina Huapi

El municipio de Dina Huapi se encuentra ubicado en el departamento de Pilcaniyeu, sobre la margen Sudeste del lago Nahuel Huapi, encontrándose delimitado por los Ríos Ñirihuau y Limay. La misma se encuentra a 15 kilómetros de la ciudad de San Carlos de Bariloche, con una población de 3730 habitantes [9], en una superficie de 333 ha.

Se trata de una zona fría y árida, formando parte de la estepa patagónica, presenta un promedio de precipitación media anual de 250 mm, con precipitaciones niveas en los meses de junio y julio. El promedio de temperatura del mes de enero es de aproximadamente 17 °C pudiendo llegar a 36 °C como temperatura máxima absoluta, mientras que el mes de julio la temperatura media es de 0 °C, alcanzando los 22 °C bajo cero.

El municipio es atravesado por las rutas nacionales N° 40 y N° 23, el ejido no cuenta con calles pavimentadas, a excepción de la ruta nacional N° 40.

2-4) Los residuos sólidos urbanos y su gestión integral

Los RSU son aquellos residuos que: *“se generan en domicilios particulares, y también aquellos de similar composición generados en otros ámbitos como los comercios, oficinas, empresas de servicios e industrias”* [12]. Para ser diferenciados dentro de los municipios, se denomina a los residuos provenientes de las

actividades domiciliarias como Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD). Los mismos deben ingresar en el sistema de gestión adecuado, debiéndose considerar el tipo de residuo a gestionar y tomando especial énfasis en aquellos que resultan peligrosos, por su capacidad inherente de provocar efectos adversos sobre el ambiente en general [13]. Por tal motivo es que se debe tomar especial cuidado en la clasificación de residuos utilizada para evitar que, un residuo peligroso ingrese en un sistema de gestión no apto para el mismo.

En la Figura 2.3 [6] puede observarse la composición promedio de los RSD en América Latina y el Caribe en el año 2012, destacándose la fracción de residuos orgánicos, seguido por el papel y el plástico.

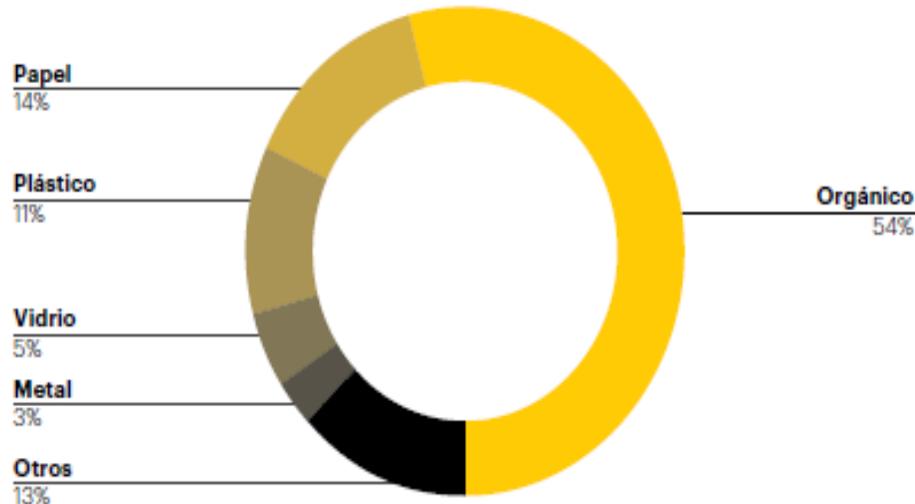


Figura 2.3: composición de los residuos en Latino América y el Caribe. Recuperado de “Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos urbanos. Oportunidades en América Latina”, de Graziani, P., 2018, p. 14, Caracas: CAF.

La gestión de residuos puede ser definida como: “la interacción dinámica entre actores que se desempeñan en los planos institucional, sectorial y regional, en busca de una solución eficiente y equitativa sobre el manejo de los residuos” [14]. Debido al aumento en la generación de residuos, la inadecuada disposición final de los mismos en vertederos, además de las ineficiencias para su transporte, han hecho que los residuos se transformen en uno de los focos más importantes de contaminación en el ámbito ambiental en los últimos tiempos. Las etapas acordes a

una correcta gestión integral de residuos sólidos, puede verse reflejada en la Figura 2.4 [15], la cual implica el tratamiento de los gases y líquidos producidos en los sitios de disposición final.



Figura 2.4: etapas de una correcta gestión de residuos. Recuperado de “*Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, área de cobertura*”, de CEAMSE, 2019. Recuperado de <https://www.ceamse.gov.ar/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos/area-de-cobertura/>.

Acorde al desarrollo sostenible, existen jerarquías en las estrategias de gestión de los residuos en la cual se establece como prioridad la minimización de la generación de los residuos y en último lugar la disposición final [13]. Estas jerarquías se ven expresadas en forma genérica en la Figura 2.5.



Figura 2.5: jerarquías en la gestión de residuos. Recuperado de “*Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fundamentos Tomo 1*”, de Martínez, J., 2005, p. 49, Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.

Para lograr un correcto funcionamiento de un manejo integral de residuos, no basta con diseñar un programa o proyecto, sino que es necesario los aspectos institucionales y de gestión de residuos sólidos [14]. A su vez se deben tomar en cuenta las características y necesidades de la población, la topología, el clima de la zona y un especial énfasis en los tipos de residuos que los componen; las instituciones responsables pueden adoptar distintas medidas para realizar su Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU). Se debe tener en cuenta que no existe una única función o solución única para la aplicación de una estrategia [12].

Para la realización de una correcta GIRSU es necesario, en primer lugar, identificar los actores que se encuentran o se encontrarán involucrados en la misma, si no es realizada esta acción, es muy posible que la gestión falle. Al identificar a los actores y sus roles, “*permitirá definir estrategias de organización, integración, coordinación y fortalecimiento de todos los grupos de interés, asegurando el adecuado desarrollo de una gestión ambiental de residuos*” [13].

2-4-1) Situación actual de los RSU en San Carlos de Bariloche

Desde la década de los setenta la ciudad de San Carlos de Bariloche y el municipio lindero de Dina Huapi, han utilizado terrenos que se encuentran a la vera de la ruta nacional N° 40 Sur (Ex 258), a la altura del km 8 desde el centro de la ciudad de San Carlos de Bariloche. Este lugar denominado como Pampa de Huenuleo [10] es utilizado para la disposición final de los RSU.

En el año 2014 y con el sistema de gestión de residuos en jaque*, el municipio en conjunto con la Asociación de Recicladores Bariloche (ARB) propusieron incentivar la separación de residuos en origen que debía ser realizada por los vecinos de la ciudad. Esta separación se basa en la división en tres categorías: secos, húmedos y especiales.

Hasta el año 2015, los residuos eran vertidos en un vertedero a cielo abierto sin control alguno, generándose quemas ocasionales debido a la acumulación de gases, bajo nivel de compactación, poco relleno de tierra, posibles incendios intencionales, entre otros aspectos. A partir de mayo de ese año, se finalizó la obra financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la cual incorporaba las obras de un relleno sanitario, una planta de separación y compostaje, la remediación del vertedero y la instalación de frentímetros en las inmediaciones del predio. Mediante estas obras, y en conjunto con el trabajo de la ARB y la separación en origen de los RSU permitirían una mejora circunstancial a la gestión de residuos del municipio.

El municipio de San Carlos de Bariloche cuenta con un sistema de recolección de residuos domiciliarios basado en la recolección puerta a puerta, contando con 16 rutas de recolección y una flota de 14 camiones. Los residuos sólidos domiciliarios que son excluidos de esta recolección son: residuos de poda y jardín, residuos de construcción y los residuos voluminosos tales como lavarropas, sofás, televisores de gran porte, entre otros.

*Se considera al sistema en "Jaque" debido a los constantes incendios, el vertido incontrolado de los residuos en el sitio, entre otros factores.

La recolección incluye a las empresas y comercios dentro del municipio, siendo retirados sus desechos mediante la aplicación de un tarifado especial, contemplado en la Ordenanza Municipal N° 1265-CM-03, en los cuales se establecen categorías según los volúmenes generados.

El sistema puerta a puerta establecido, se basa en la recolección de los residuos en los cestos en cada domicilio. Los camiones realizan un “barrido” de las calles para que el personal puede cargar los residuos cerca del domicilio. En ciertos casos, como por ejemplo: calles sin salida o calles laterales cortas o bien calles/pasajes donde el camión no puede ingresar por su porte, el personal realiza la práctica denominada “achique”. Esta práctica se basa en la acumulación de los residuos de una calle completa en una esquina para que luego, sea recogida por el camión y por ende no deba ingresar en la misma.

Además de las 16 rutas de recolección, se cuenta con el servicio proporcionado por dos camiones recolectores de menor porte. Los mismos realizan la recolección de los generadores comerciales, zonas donde los camiones de mayor porte no pueden ingresar, o bien realizan el denominado “apoyo”. El apoyo se trata de la recolección de una determinada zona cuando, por motivos de falta de tiempo, los camiones de mayor porte no logran cumplir con la recolección.

La generación de residuos del municipio presenta variaciones semanales y temporales, las cuales son generadas por diversos factores como, por ejemplo: flujo de turistas, inclemencias climáticas periodicidad de recolección, entre otros.

Debido a la gran extensión del municipio, su heterogénea topografía, la falta de camiones recolectores, el clima imperante, el mal estado de las calles (en su gran mayoría de ripio) dificultan las tareas de recolección, en especial durante la época invernal. Dentro de los inconvenientes asociados a la recolección, los cuales afectan directamente a los trabajadores, se pueden destacar:

- Ataque realizado por perros (tanto callejeros como domésticos) hacia el personal.
- Rotura de bolsas por animales.

- Cortes o pinchazos debido a la presencia de objetos punzo-cortantes en las bolsas de residuos.
- Introducción de residuos de demolición/construcción.
- Ausencia de cestos de residuos domiciliarios o en malas condiciones.
- Caminos en mal estado o anegados.

Una vez recolectados los residuos, son trasladados al Centro de Residuos Urbano Municipales (CRUM) donde son depositados finalmente. Actualmente* no se cuenta con un registro continuo de los residuos que ingresan al CRUM, debido a dificultades técnicas con la báscula instalada en el sitio. Una vez depositados los residuos en la celda del relleno sanitario, los miembros de la ARB comienzan a realizar tareas de separación de residuos, este trabajo se realiza de manera manual sin uso de la cinta transportadora prevista para tal fin, debido principalmente a que los residuos no vienen clasificados en origen.

El municipio no cuenta con programas de recolección de otro tipo de residuos domiciliarios, generándose dificultades para la población la eliminación de residuos como:

- Poda y jardín.
- Residuos aparatos eléctricos y electrónicos.
- Residuos voluminosos.
- Residuos peligrosos.
- Chatarra metálica.

Debido a ello, esta clase de residuos son eliminados en conjunto con los RSU y son recolectados en muestra de buena voluntad por parte de los empleados de recolección. En otros casos son abandonados en descampados o bien los particulares contratan servicios de volquetes para su eliminación.

*Octubre 2019.

2-4-2) Situación actual de los RSU en Dina Huapi

El municipio de Dina Huapi cuenta con la recolección de sus residuos por medio de un único camión el cual realiza el recorrido de la totalidad del municipio mediante una recolección puerta a puerta. La clasificación existente es similar a la implementada en el municipio de San Carlos de Bariloche, basándose en tres categorías: orgánicos, reciclables y especiales. Los residuos generados en comercios y empresas de la zona son categorizados según el volumen generado, estableciendo una tasa diferenciada si sobrepasan un metro cúbico o 50 kg.

Finalmente, los residuos son trasladados al CRUM. Dina Huapi tampoco cuenta con un sistema que gestione de manera diferenciada los residuos peligrosos generados en el municipio.

2-5) La GIRSU enfocada en los RPD en Argentina

Argentina en el año 2005 planeó una “*Estrategia Nacional para la GIRSU*” (ENGIRSU), con propuestas de acciones futuras, acordadas entre los gobiernos municipales y provinciales, tomando en cuenta a todos los actores involucrados, para tomar medidas que tiendan a implementar un sistema de gestión integral de RSU en el territorio nacional [16]. A su vez se plantea la ENGIRSU en un marco de mejora continua, es decir que debe ser actualizada y mejorada continuamente.

Con base en la ENGIRSU y el “*Plan Nacional de Economía Circular de Residuos*”, se busca que los gobiernos provinciales y municipales, desarrollen planes de gestión integral de residuos sólidos urbanos. Las provincias, en concordancia con los municipios por medio de los “*Planes Estratégicos Provinciales*” (PEP), deben planificar gestiones sustentables de sus residuos, enfocándose en el principio de la economía circular, en la cual los residuos se convierten en recursos.

Por medio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, se ha comprobado que la mayoría de las provincias argentinas cuentan con un “*Plan Provincial de Gestión de RSU*”, de distintos alcances y antigüedad [5]. Quienes no cuentan con un plan provincial, cuentan con planes municipales o regionales.

En Argentina, el manejo de los RSU es de incumbencia municipal, recayendo sobre los municipios la responsabilidad de su gestión [17]. En los relevamientos realizados sobre el reciclado y recuperación de materiales han indicado que tan solo el 37% de los departamentos del país realizan estas acciones, es decir que son quienes cuentan con al menos una planta de separación. Por último, la disposición final en rellenos sanitarios dentro del territorio nacional (es decir lugares con la obra de ingeniería pertinente para el confinamiento de RSU) es de un promedio del 61% [18].

Argentina por medio de la Resolución Nacional N° 522/16, busca adoptar un modelo basado en la economía circular de residuos desarrollando una estrategia nacional referida a los “*Residuos Especiales de Generación Universal*” (REGU). De este modo incentiva a los municipios a desarrollar programas, procedimientos y sistemas de gestión sustentable para los siguientes residuos:

- Aceites Vegetales Usados (AVU).
- Aceites minerales usados.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- Pilas, baterías portátiles.
- Lámparas de bajo consumo conteniendo mercurio.
- Cartuchos de tinta.
- Envases que en virtud de las sustancias que contuvieron posean características de peligrosidad.
- Envases vacíos de fitosanitarios.
- Neumáticos de desecho.
- Termómetros, esfigmomanómetros.
- Acumuladores de ácido plomo.
- Pinturas y solventes.
- Medicamentos.
- Membranas asfálticas.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Agencia de Protección Ambiental (APRA) está buscando implementar un marco normativo que establezca un principio de responsabilidad extendida por parte del productor y de esta manera promover la aplicación de la Resolución Nacional N°522/16, de tal modo que los productores deban proponer y aplicar un sistema de gestión propicio para tales elementos. Esto significa que serán los productores de tales elementos, quienes deberán proponer sistemas de gestión adecuada para tales elementos una vez desechado. Dentro de los programas de gestión de responsabilidad extendida pueden encontrarse: la Resolución 262/APRA/08 para garantizar la correcta gestión de pilas y baterías recargables y la Resolución N° 95/APRA/2010 aplicable a los aceites vegetales usados de origen domiciliario [19]. De esta forma se pone en manifiesto que, a nivel país, la responsabilidad de gestionar de manera correcta los RPD recae sobre los gobiernos municipales y provinciales.

2-5-1) Los residuos patológicos y farmacológicos de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi

La provincia de Río Negro cuenta con un registro de operadores de residuos especiales Tabla 2.1. Este registro indica la cantidad de operadores que se encuentran actualmente (*) en la provincia para tratar los residuos contemplados en la Ley Provincial N° 3250.

Empresa	Domicilio legal	Corrientes de residuos que gestionan
Crexell Soluciones Ambientales Patagonia S.A.	Km 68,5 de la Ruta 151, ciudad de Catriel	Y6, Y15 e Y44
Industria Argentina del Reciclado S.A. (INDARSA)	Colon N° 639, ciudad de Viedma	Y5, Y6, Y8, Y15 e Y44
SERMA S.A.	Caseros N° 1034, ciudad de Viedma	Y5, Y6 e Y44
Soil Keeper S.A.	Belgrano N° 636, ciudad de Viedma	Y5 e Y6

Tabla 2.1: operadores de residuos especiales ubicados en la provincia de Río Negro 2019.

Fuente: elaboración propia.

(*) Octubre de 2019.

En cuanto a los residuos patológicos y farmacológicos todos los centros asistenciales, laboratorios de análisis químico, centros médicos sin internación y otras actividades relacionadas que se encuentren sujetos a control por la Resolución Provincial N° 6367/18, cuentan con un operador que gestione estos residuos. En mayo de 2019 se realizó una visita guiada por la empresa Zavecom, la cual se encuentra registrada como empresa operadora de residuos biopatológicos en el Ministerio de Salud de la Provincia de Río Negro. Esta visita, realizada en la ciudad de General Roca, contó con una instancia en la cual, el ingeniero a cargo de planta relató el completo funcionamiento del sistema de gestión, es decir, desde la recolección de residuos hasta la disposición final. También, pudo observarse la tecnología aplicada (autoclave) para el tratamiento y disposición final de los residuos. Esta empresa recolecta los residuos patológicos y farmacológicos de toda la provincia para posteriormente tratarlos en la planta de la ciudad de General Roca. La misma realiza la esterilización de los residuos patológicos por medio del uso de un autoclave marca INCOL con capacidad de 200 kg/h, tratando un total aproximado de 60 a 65 toneladas mensuales. El tratamiento de esterilizado dura 45 minutos a una temperatura de 158°C, alcanzando 16 ciclos en un mismo día. El almacenamiento transitorio se realiza en una cámara de 36 m³ y un condensador de 5 hp, rondando temperaturas de entre 2°C a 5°C. Al finalizar el proceso de esterilización, los residuos tratados se colocan en un sitio de disposición final habilitado para tal fin. En el caso de los residuos farmacológicos, los cuales también gestiona como operadora, son enviados a la localidad de Fernandez Oro para ser incinerados.

2-6) Los residuos peligrosos como parte de los RSD

Los RSD se encuentran caracterizados en su composición por elementos recuperables: residuos orgánicos, papel, cartón, vidrio y plástico. Pero debido a los cambios en el desarrollo de las economías y de la manufacturación de productos, los residuos se encuentran en una etapa de rápidos cambios en su composición. La

fracción orgánica de los residuos se encuentra en disminución, mientras que los Residuos Peligrosos (RRPP) se encuentran en aumento [6]. Se entiende como residuos peligrosos a aquellos que: *“puedan causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general”* [20]. La Ley Nacional N° 24051 dentro de sus anexos ha establecido una clasificación pertinente a estos residuos.

Al analizar la composición de los RSD, es posible identificar desechos que se enmarcan dentro de la definición de residuos peligrosos. Es de esta manera que puede establecerse que existen residuos peligrosos de origen domiciliario.

Es posible identificar múltiples residuos peligrosos dentro de la generación domiciliaria, algunos de ellos son:

- Productos de limpieza: polvos abrasivos, aerosoles con o basados en amoníaco, limpiacristales, quitamanchas, limpia hornos, betún para el calzado.
- Productos de mantenimiento de la casa: destapadores de cañerías, desengrasantes,
- Productos de higiene personal: shampoos, cremas dentales, antitranspirantes, alcohol.
- Cosméticos: quitaesmaltes y/o aquellos con contenidos de metales pesados.
- Pinturas y similares: pinturas al óleo, látex y diluyentes.
- Pesticidas y agroquímicos: fertilizantes químicos sintéticos, herbicidas y funguicidas.
- Pilas y baterías: pilas de aparatos eléctricos y electrónicos (computadoras, celulares, etc), de relojes (pilas botón) o baterías de vehículos.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Productos para el mantenimiento del vehículo: aceites, combustibles, líquido de frenos, anticongelantes.
- Medicamentos.

- Bombillas fluorescentes.
- Repelentes de mosquitos.
- Artículos con contenido de mercurio: termómetros, termostatos, amalgamas y otros.
- Productos químicos derivados del revelado fotográfico.
- Cigarrillos.
- Asbestos.
- Neumáticos.
- Animales muertos o material biológico con presencia de patógenos.
- Pegamentos en general.

Acorde a lo establecido por las normativas nacionales y provinciales, estos residuos son considerados como peligrosos debido a que pueden resultar: corrosivos, tóxicos, inflamables, infecciosos o pueden provocar reacciones químicas violentas. En Latinoamérica, se han realizado consensos para proporcionar un apoyo por parte de las agencias técnico-financieras, como la OMS y el BID, en el sector de los residuos sólidos [21]. Diagnósticos realizados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), han revelado que existe una falta de política y planes nacionales dirigidos hacia el área de residuos. Esto es debido a que las autoridades de tales regiones consideran que la gestión de los RSU es una actividad que no resulta rentable [6]. En su mayoría, los municipios de estas regiones, se han focalizado únicamente en la recolección y la disposición final de los mismos, dejando de lado el aprovechamiento, el reciclaje, el tratamiento y en muchos casos la disposición final ambientalmente adecuada [22].

Una de las principales amenazas en la gestión de los RSU, es la falta de continuidad de políticas debido a los cambios gubernamentales en las administraciones [22]. A pesar de que existe un aumento del interés de implementar nuevas tecnologías de aprovechamiento y tratamiento, los municipios carecen de planes de gestión y cuentan con inadecuados sistemas de costos-beneficios [6]. Estudios de la OPS en 2005, han develado que solo el 0,6% de los residuos orgánicos son compostados y el 1% de los residuos incinerados cumplen con las

normativas vigentes para tal proceso [6]. Tales regulaciones contemplan principalmente la composición de los gases generados por este tipo de tratamiento para así, de esta manera, evitar que elementos tóxicos sean eliminados a la atmósfera.

La ausencia de políticas concretas en relación a la gestión de RSU, hacen que el ambiente se vea presionado cada vez más por la introducción de la fracción peligrosa. A su vez en aquellos lugares que se han implementado mejoras para la gestión de los RSU suelen verse melladas por la introducción de los RPD, dado que estas gestiones no son aptas para este tipo de residuos.

A pesar de ello, múltiples municipios de Latinoamérica gestionan los RRPP adoptado programas que permitan a los vecinos desechar esta clase de residuos de manera diferenciada para posteriormente ser tratados y dispuestos con prácticas ambientalmente responsables. Los programas suelen denominarlos como “especiales”, dejando a la denominación de “peligrosos” para los grandes generadores como industrias e instituciones.

Los residuos especiales a los cuales los municipios se han focalizado en separarlos de la corriente de RSU, son normalmente aquellos a los cuales su disposición como RSD han sido extensamente “subrayados” como peligrosos. Dentro de los mismos pueden observarse gestiones referidas a:

- Neumáticos usados.
- Pilas y baterías.
- Medicamentos vencidos.
- Aceites usados.
- Pesticidas.
- Cartuchos de tinta.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Pinturas y solventes.
- Tubos fluorescentes.

Como es posible observar los medicamentos vencidos forman parte de los residuos especiales que han sido señalados como peligrosos, pero no se han identificado programas específicos para los residuos patológicos.

Al investigar la generación de residuos peligrosos en Latinoamérica, se han encontrado los siguientes resultados: en Argentina los RRPP durante el año 2012, componían el 5,81% del total de los residuos considerando las categorías: “pañales y apósitos”, “peligrosos”, “patógenos”, “RAEE” y “pilas”, contemplados en la Ley Nacional N° 24051 [23]. Cabe aclarar que los residuos: patógenos, pilas, RAEE y pañales son discriminadas en distintas categorías en vez de ser contempladas como una sola (peligrosos), pudiendo deberse a que estos pueden ser datos de relevancia para desarrollar planes y gestiones diferenciadas. Por otro lado, en Perú, durante el año 2013 la generación de RRPP fue del 7,9% [24]. Mientras que en Colombia los RRPP conformaron el 6,86% en el año 2008 [25]. Con estos datos es posible inferir a priori, que los RPD comprenden entre el 5 al 8% del total de los RSD en Latinoamérica.

2-7) Riesgos asociados a los residuos peligrosos y su evaluación

“Los residuos peligrosos pueden estar constituidos por uno o varios componentes con distintos grados de peligrosidad” [13]. La componente peligrosa de estos residuos, es una propiedad inherente o intrínseca para provocar daños sobre la salud y el ambiente pudiéndose tratar de agentes biológicos, físicos o químicos [13]. Tales componentes peligrosos hacen que su manipulación, desde su generación hasta su disposición final segura, tenga asociado diversos factores de riesgo. La evaluación de estos riesgos es fundamental para evitar que se produzcan daños por una actividad o exposición a una determinada sustancia, potencialmente dañina [26].

Para que exista un riesgo, no es condición suficiente que exista solo un peligro, sino que es necesario que se esté expuesto a tal peligro. Es decir que, si una persona no se encuentra expuesta a un determinado peligro, no existe ningún

riesgo hacia la persona. De aquí es posible determinar que el riesgo se trata de una función que depende de dos variables: el peligro y la exposición.

De esta manera el riesgo asociado a un residuo peligroso resulta de: *“la probabilidad de que se produzcan efectos adversos en la salud humana, el ecosistema, los compartimientos ambientales o los bienes, en función de la exposición directa a dichos residuos o a la contaminación generada por las actividades de manejo de los mismos”* [13].

Los tipos de exposición que pueden producirse con los residuos peligrosos, pueden clasificar en dos tipos:

- Directa: contacto directo con el residuo, en especial aquellas personas que manipulan los residuos (generadores, personal de recolección y recicladores, si los hubiese)
- Indirecta: liberación y transferencia de contaminantes a otros medios receptores (agua, suelo, aire, alimentos, etc).

En el caso de que exista una exposición, las personas más vulnerables son los niños, las mujeres y los ancianos. Entre los niños se toman en cuenta principalmente los lactantes (aquellos que dependen únicamente de la leche materna), infantes (menores a 24 meses) y niños entre 2 y 12 años [22]. En el caso de las mujeres, se las considera como grupo de riesgo más vulnerable a aquellas que se encuentran embarazadas o en períodos de lactancia. La vulnerabilidad no solo se encuentra contemplada desde el punto de vista de géneros o edades, sino que debe tomarse en cuenta a su vez la equidad social, siendo que: aquellas poblaciones de menos recursos económicos y ubicadas en sectores marginales se encuentran mayormente expuestas [21].

Debido a la falta de conocimientos, los RRPP forman parte de las vidas cotidianas de la sociedad y se desconocen los efectos negativos sobre la salud que los mismos pueden provocar. Hemos asimilado estos residuos como parte normal e inocua de los RSD, a pesar de que los mismos son sustancias reguladas rigurosamente en ámbitos institucionales e industriales.

Capítulo III: marco normativo

En este capítulo será desarrollado el marco normativo aplicable a la gestión de residuos patológicos y farmacológicos domiciliarios propuesto en este TFI.

Debido al creciente aumento de los residuos peligrosos, tanto de origen domiciliario como industrial, en la última década el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA) ha focalizado su atención en el tratamiento de los mismos. Se han enmarcado tres acuerdos multilaterales, los cuales se encuentran vigentes a la fecha y donde Argentina es miembro parte:

- Convenio de Basilea: sobre el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su eliminación.
- Convenio de Róterdam: procedimiento previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos.
- Convenio de Estocolmo: sobre los contaminantes orgánicos persistentes.

El Convenio de Basilea, fue firmado en 1989 en Suiza, entrando en vigor en 1992, estableciendo como principales objetivos:

- Reducir la generación de desechos peligrosos.
- Establecer instalaciones adecuadas de eliminación para el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos.
- Velar porque las personas que participen en el manejo de los desechos peligrosos adopten medidas para evitar la contaminación y en caso que se produzca reducir al mínimo las consecuencias.
- Velar por el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros desechos.
- No permitir la exportación de desechos peligrosos a un Estado o grupo de Estados que hayan prohibido en sus legislaciones todas las importaciones.
- Exigir que se proporcione la información a los Estados sobre el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos.

- Impedir la importación de desechos peligrosos.
- Cooperar con otras partes y organizaciones.

Se ha establecido en este convenio, por medio de sus anexos, una clasificación que permita a los Estados parte clasificar los residuos en base a características de peligrosidad y listas específicas de residuos que se incluyen dentro de su ámbito de aplicación.

Argentina ha adherido al convenio de Basilea desde 27 de junio de 1991, mediante la Ley Nacional N° 23992. También ha ratificado los otros dos convenios (entre otros referidos al ámbito ambiental), pero el de Basilea es a partir del cual, nuestro país sanciona el 17 de diciembre de 1991 la Ley Nacional N° 24051: “*Residuos Peligrosos*”. Mediante esta ley y su Decreto Reglamentario N° 831/92, quedan sujetos a sus disposiciones: la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

La Ley N° 24051 define como peligroso: “*a todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general*”. Siendo considerados aquellos residuos indicados en el Anexo I (ver Anexo N°1) o posean alguna de las características del Anexo II (ver Anexo N° 2), los mismos fueron sugeridos en el convenio de Basilea. En esta ley se establece a su vez la prohibición de la importación, introducción y transporte de todo tipo de residuos provenientes de otros países al territorio nacional y sus espacios aéreo y marítimo. Esta ley tiene la particularidad de considerar como generador: “*a toda persona física o jurídica que, como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad, produzca residuos clasificados como peligrosos*”, excluyéndose a los residuos domiciliarios, radioactivos y a los derivados de las operaciones normales de los buques. En las categorías sometidas a control, se encuentran las corrientes Y1 e Y3, las cuales están compuestas por:

- Y1: “*desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centro médicos y clínicas para la salud humana y animal*”.

- Y3: *“desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal”*.

Ambas categorías pueden ser clasificadas dentro del Anexo II de la Ley Nacional N° 24051, como sustancias que poseen características: infecciosas, tóxicas y ecotóxicas. Siendo las sustancias infecciosas definidas en la categoría H6.2 como: *“sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre”*.

En concordancia a esta ley y con el ambiente como prioridad a nivel global se han realizado avances concentrándose en nuevas políticas ambientales. Debido a ello la Argentina ha sancionado en noviembre de 2002 la Ley Nacional N° 25675: *“Ley General del Ambiente”*, estableciendo la misma los presupuestos mínimos: *“para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable”*.

Los RSU presentan una amenaza para las gestiones políticas, tanto a nivel municipal, provincial y nacional, por tal motivo ha sido sancionada en agosto de 2004 la Ley Nacional N° 25916: *“Gestión de Residuos Domiciliarios”*. Esta ley presenta los presupuestos mínimos para: *“la protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas”*. Siendo sus objetivos principales:

- Lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.
- Promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados.

- Minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente.
- Lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.

Las provincias, han velado por la seguridad de sus ambientes y han adherido a la Ley Nacional N° 24051 o bien elaborado sus propias leyes de residuos peligrosos. La provincia de Río Negro ha sancionado su propia normativa, la Ley Provincial N° 3250: *“Residuos Especiales”*, la cual regula todas las etapas de la gestión de los denominados “residuos especiales”. Se establece en esta ley en su Anexo I las características de los residuos sometidos a control mientras que, en su Anexo II, los residuos que son considerados desechos sujetos a eliminación. Entre los residuos que no son sometidos a control por esta ley se mencionan: los residuos patológicos y farmacológicos, los cuales se encuentran contemplados en la Ley Provincial N° 2599: *“Desechos o Residuos Patológicos”*. Estos residuos, son definidos en su artículo 1 como: *“residuos o desechos de cualquier especie, susceptibles de representar un peligro para la seguridad, salubridad y/o higiene de la población de la localidad en que se desarrolla, por sus características patológicas o contaminantes”*.

La provincia de Río Negro a su vez, regula las actividades referidas a la gestión de residuos patológicos por medio de la Resolución Provincial N° 6367/18 sobre las normas del manejo de residuos biopatológicos y mediante el Decreto Provincial N° 971/06, quedan sujetas todas las disposiciones generales y normas técnicas que no quedan especificadas en la resolución.

A pesar de la existencia de un marco legal que legisla los residuos patológicos y farmacológicos, por medio de las leyes N° 24051 y N° 2599, el control vinculado a los domicilios es omitida, a pesar de que los mismos son una fuente de generación. Por tal motivo es que, desde mayo de 2009, se encuentra en la Honorable Cámara de Diputados de la Nación Argentina, el proyecto de ley para: *“Creación del programa nacional de recolección de medicamentos vencidos domiciliarios”*. De todos modos, el programa no ha sido aprobado hasta el

momento, por lo que ha caído en manos de las provincias velar por la gestión de los mismos.

Para obtener mejores resultados, en el año 2016, frente al escalado aumento de la generación de RPD, el (para ese entonces) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, publicó la Resolución Nacional N° 522/16: *“Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Residuos Especiales de Generación Universal”*. Esta resolución contempla a los domicilios como generadores de RPD, denominándolos REGU.

Esta resolución busca coordinar acciones junto a las provincias y municipios, para generar programas, procedimientos y sistemas de gestión sustentables para este tipo de residuos, siendo los mismos considerados como peligrosos en la Ley Nacional N° 24051.

En cuanto a los residuos patológicos, no se ha encontrado referencia alguna que indique alguna normativa aplicable a su gestión en ámbitos domiciliarios, siendo siempre aplicada la legislación a grandes generadores.

En lo referido a nivel municipal, la Tabla 3.1 resume la normativa aplicable y vigente a ambos municipios.

Denominación	Municipio	Descripción
Ordenanza N° 8-I-78	San Carlos de Bariloche	Definición de residuo
Ordenanza N° 251-CM-93	San Carlos de Bariloche	Uso obligatorio de cesto de basura domiciliario
Ordenanza N° 1085-CM-00	San Carlos de Bariloche	Creación de la comisión municipal de estudio de gestión y reciclaje de residuos urbanos
Ordenanza N° 1698-CM-07	San Carlos de Bariloche	Clasificación en origen
Ordenanza N° 1265-CM-03	San Carlos de Bariloche	Categorías de generadores comerciales
Ordenanza N° 1380-CM-04	San Carlos de Bariloche	Adhiere a la Ley Provincial 2599 sobre manejo de residuos patológicos
Ordenanza N° 2062-CM-10	San Carlos de Bariloche	Aprobación del plan GIRSU
Ordenanza N° 2147-CM-11	San Carlos de Bariloche	Declaración emergencia actual vertedero y proceso implementación sistema de tratamiento residuos regional
Ordenanza N° 2349-CM-12	San Carlos de Bariloche	Recolección de residuos patógenos en establecimientos médicos sanitarios
Resolución N° 1468-I-96	San Carlos de Bariloche	Registro municipal de establecimientos asistenciales generadores de residuos patógenos
Ordenanza N°299-CDDH-17	Dina Huapi	Creación del código ambiental de la ciudad de Dina Huapi
Ordenanza N°217-CDDH-2016	Dina Huapi	Manejo de residuos forestales y voluminosos de origen vegetal
Comunicación N°292-CDDH-17	Dina Huapi	Cestos de residuos en la vía pública
Resolución N° 011/ GOSP / 2017	Dina Huapi	Necesidad de contar con un sistema de recolección de residuos patógenos para el servicio médico veterinario y de castración

Tabla 3.1: normativas vigentes de los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi referidos a la gestión de residuos. Fuente: elaboración propia.

Capítulo IV: los residuos patológicos

4-1) Los residuos patológicos

Se ha observado en diversas bibliografías consultadas y legislaciones jurisdiccionales, que los términos patológico, patogénico y patógeno son utilizados como sinónimos cuando no lo son estrictamente. El término patológico significa “que se convierte en enfermedad”, mientras que los términos patógeno y patogénico se refieren a la situación que puede producir una enfermedad, sin distinción del agente causal [27]. Debido a que ninguno de estos términos refiere puntualmente a la capacidad de un residuo biológico para producir una enfermedad, el Departamento de Salud Ambiental de la Dirección Nacional de Determinantes de la Salud, recomienda el uso del término: biopatogénico. De todos modos, será utilizado en el presente trabajo el término patológico; debido a que es el término aplicado en la legislación de la provincia de Río Negro, según Ley Provincial N° 2599.

En general los Residuos Patológicos son asociados únicamente a centros de salud (humana o animal) y hospitales, siendo normalmente utilizados los términos: “residuos hospitalarios” o “residuos de centros de salud”. Los domicilios, a pesar de que se tratan de pequeños generadores, presentan en la composición de sus residuos elementos que son asociados a residuos patológicos. Los RRPPa son definidos en el Decreto Provincial N° 971 (el cual reglamenta la Ley Provincial N° 2599), en su artículo N° 2 como:

“Todo tipo de material orgánico o inorgánico que por sus características tenga propiedades potenciales o reales biocidas, infestantes, infectantes, alergógenas o tóxicas, sin distinción del estado físico de la materia y/o que puedan presentar características, reales potenciales, de toxicidad y/o actividad biológica que pueda afectar directa o indirectamente a los seres vivos y causar contaminación del suelo, el agua o el aire”.

Estudios sobre el contenido microbiológico de los residuos hospitalarios y los domiciliarios, han comprobado que aquellos generados en los domicilios presentan en promedio 100 veces más microorganismos con potencial patogénico que los provenientes de centros de salud [28]. Estos patógenos se encuentran generalmente ligados a los restos de comida, excrementos de animales y productos de higiene absorbentes [29].

Una de las múltiples clasificaciones que le son atribuidas a los residuos hospitalarios es la establecida por Martínez [30]:

- Materiales provenientes de salas de aislamiento de pacientes: residuos biológicos, excreciones, exudados o desechos con enfermedades altamente transmisibles.
- Materiales biológicos: cultivos, muestras almacenadas, medios de cultivo, placas de Petri, instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos, vacunas vencidas o inutilizadas, filtros, etc.
- Sangre humana y productos derivados: sangre de pacientes, materiales empapados, saturados o que hayan contenido sangre.
- Residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos: tejidos, órganos, partes y fluidos corporales.
- Residuos punzocortantes: elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con fluidos corporales o agentes infecciosos.
- Residuos de animales: cadáveres o partes de animales infectados.

Mediante esta clasificación de los residuos de origen hospitalario, es posible realizar una identificación de los RRPPa generados en el hogar con su composición, siendo los mismos resumidos en la Tabla 4.1.

Categoría de residuo	Tipo de residuo	Composición mayoritaria
Patológicos	Agujas hipodérmicas	Acero inoxidable, polipropileno
	Jeringas	Polipropileno
	Apósitos	Gasa, espuma de poliuretano, nylon, silicona, materia orgánica biodegradable
	Bisturís	Acero inoxidable, aleaciones
	Cateteres	Polietileno, teflón, PVC, elastómero hidrogel, silicona, poliuretano
	Copas menstruales	Latex, elastómero termoplástico, silicona quirúrgica
	Curitas	Gasa, polietileno
	Lancetas	Acero inoxidable, aleaciones
	Preservativos	Latex
	Tiras reactivas de glucemia	Plásticos (varios)
	Sondas	Latex, silicon, teflón
	Excrementos animales	Orgánico
	Pañuelos descartables	Celulosa
	Papel higiénico	Celulosa

Tabla 4.1: residuos patológicos generados en el hogar. Fuente: elaboración propia.

4-1-1) Antecedentes sobre gestión de residuos patológicos domiciliarios

En referencia a los residuos patológicos de origen domiciliario no se han encontrado programas nacionales que enfoquen sus esfuerzos a este tipo de residuos, exceptuando el propuesto por el municipio de Carlos Tejedor (provincia de Buenos Aires). Allí surgió, en el año 2010, por parte de la escuela primaria N° 3 Don José de San Martín, un proyecto denominado “*alerta residuos, tratamiento de residuos patológicos y hospitalarios*”, pero el municipio no ha avanzado en referencia a la gestión de los residuos patológicos mencionados en este proyecto.

En general las mayores consultas referidas a estos residuos son preferentemente a tres tipos: aquellos generados por pacientes con diabetes insulino-dependientes, aquellos referidos a los residuos de cadáveres de mascotas hogareñas y quienes reciben tratamientos médicos en sus hogares. En las

búsquedas realizadas no se ha encontrado mención alguna de programas, proyectos o normativas que involucren la separación de estos residuos respecto de los RSU. Expandiendo las fronteras en la búsqueda de antecedentes que permitan un acercamiento a gestionar estos residuos, se ha buscado información en otros países obteniendo algunos resultados positivos.

En los Estados Unidos, existen numerosos municipios que realizan una separación diferenciada de los residuos patológicos y farmacológicos. Algunos municipios que cuentan con estas prácticas son:

New Jersey gestiona los residuos corto-punzantes denominados “medical waste”, pudiendo disponer de estos residuos en los hospitales adheridos al programa, o bien pudiéndose ser eliminados con los residuos domiciliarios dentro de contenedores plásticos rígidos, con etiquetas que permita identificar el contenido rápidamente.

En el estado de California, en su “*Código de Seguridad y Salud*” en la sección 118286, se establece que es ilegal disponer de residuos corto-punzantes en los contenedores de residuos o los contenedores de reciclado. Es de esta manera que los diferentes condados dentro de este estado, proveen de soluciones a sus ciudadanos para disponer de tales residuos. Dentro de los mismos pueden observarse los siguientes ejemplos:

- El condado de Sacramento permite disponer de los residuos denominados “medical waste”, que en este caso incluyen los corto-punzantes y los residuos farmacológicos. Por medio de este programa es posible que los vecinos se acerquen a los lugares establecidos por el gobierno que han adherido al programa y desechen sus residuos de manera diferenciada.
- El condado de San Mateo, ha propuesto dos opciones para la eliminación de residuos corto-punzantes, pudiéndose otorgar un contenedor especial normalizado a quien sea generador domiciliario de estos residuos, o bien pudiendo desechar los mismos en “cajones de correo” especiales para contener estos residuos.

En los Estados Unidos se cuenta con una base de datos por estado en donde se puede observar cómo y dónde deben ser depositados los residuos cortopunzantes, mediante la organización “*SafeNeedleDisposal*”.

4-2) Los productos de higiene absorbentes

Otros residuos que son identificados como patológicos son los denominados Productos de Higiene Absorbentes (PHA), los cuales incluyen principalmente los siguientes productos:

- Pañales.
- Toallas femeninas.
- Tampones.

Estos a pesar de poder ser catalogados como potenciales RRPPa, los mismos son presentados como una subcategoría de los mismos. Esto se debe a que presentan una composición física tal que es posible realizar tratamientos enfocados en su reciclaje. En la Tabla 4.2 se ha resumido mediante la búsqueda bibliográfica, la composición física de estos residuos, resultando en una composición mayoritaria de componentes de celulosa y plástico.

Componentes Producto	Componente de celulosa (algodón/rayon)	Polipropileno/ polietileno	Polímero superabsorbente	Otros (adhesivos, elásticos, cordones, etc)
Pañal	67%	16%	10%	6%
Toalla femenina	43%	31%	12%	14%
Tampón	90%	No corresponde	No corresponde	10%
Pañuelo descartable	100%	No corresponde	No corresponde	No corresponde

Tabla 4.2: composición física de los residuos de PHA. Fuente: elaboración propia.

Estos residuos han sido identificados como reciclables, no solo por estar compuestos de elementos reciclables, sino que a su vez representan una porción importante de los RSD. Se ha determinado que estos conforman entre un 3,1% a 5,7% del total de los residuos [31]. A pesar de que los valores se aproximan al 3%

y el 6% parecieran no representar una amenaza, se trata de la porción de residuos más abundantes que no son reciclados y son enviados a disposición final.

Los pañales, por ejemplo, son utilizados en niños desde el nacimiento hasta los 5,5 años aproximadamente, pudiendo un niño generar durante todo su crecimiento aproximadamente 4000 pañales [32]. En la Tabla 4.3 es presentado el porcentaje de niños con pañal desde el nacimiento hasta los 5,5 años [32]. Si se considera un peso de 210 gramos por unidad [32] eso equivale a un total de 840 kg de pañales durante la niñez.

Edad	Porcentaje de niños con pañal
Hasta 6 meses	100,0%
De 6 a 12 meses	95,7%
De 12 a 18 mese	82,8%
De 18 a 24 meses	45,6%
De 24 a 30 meses	17,6%
De 30 a 36 meses	4,8%
De 36 a 42 meses	1,8%
De 42 a 48 meses	0,4%
De 48 a 66 meses	0,1%

Tabla 4.3: evolución de los niños con pañales por edades. Recuperado de "Pañales reutilizables como estrategia de prevención de residuos", de Puig, A., 2008, p. 27, *Revista Técnica: Residuos*, 18 (103), 26-37.

4-2-1) Antecedentes sobre gestión de residuos de productos de higiene absorbentes

En los últimos años, los residuos de PHA han sido detectados como uno de los problemas más graves de la generación de RSD. Esta fracción no solo representa una porción importante de la composición de los residuos que son generados en los hogares, sino que a su vez son voluminosos, presentan potenciales características patológicas para la salud humana y cuentan con compuestos reciclables y/o reutilizables.

Por estos motivos en el mundo han surgido emprendimientos privados que han focalizado sus esfuerzos en buscar soluciones que integren a estos productos de un solo uso a la economía circular. Existen hoy en día múltiples empresas que han desarrollado tecnologías para tal fin, entre las más importantes se pueden nombrar:

Knowaste, esta empresa tiene sus orígenes en los años 90 en Canadá, la cual ha investigado y desarrollado tecnología que permite el reciclado de pañales, elementos de incontinencia y productos de higiene femenina. Esta empresa afirma ser la primera empresa del Reino Unido que recicla estos elementos, abriendo sus puertas en 2013 en Bormwich. En el año 2017, inauguró sus nuevas instalaciones en Hayes (West London) con una inversión de aproximadamente 14 millones de libras esterlinas. Esta empresa realiza su proceso en base a los residuos descartados por hospitales, asilos de ancianos y en algunos casos domicilios. Con su capacidad anual de 36 mil toneladas, es capaz de reciclar el 97% de estos productos, disminuyendo en un 70% la huella de carbón (según afirma Paul Richardson, director de la planta). El proceso en que se basa la empresa consiste en: trituración, esterilización y posterior separado de plásticos y celulosa. En la Figura 4.1 [33] se presenta el proceso publicitado por la empresa.



Figura 4.1: proceso desarrollado por la empresa Knowaste. Recuperado de “*Knowaste submits plan for UK’s largest AHP recycling facility*”, de Faulker, G., 2015. Recuperado de: <http://www.recyclingwasteworld.co.uk/news/knowaste-submits-plans-for-uks-largest-ahp-recycling-facility-1/99189/>

El Grupo Angelini y P&G han desarrollado y patentado en conjunto, bajo el nombre de *Fater SpA*, una tecnología capaz de procesar 10 mil toneladas de

residuos de higiene personal al año. Debido a ello, la empresa ha sido capaz de ganar el premio de la Unión Europea como “*Campeón de Economía Circular*”. Esta empresa ha radicado su industria en Lovadina di Spresiano (Treviso), con la cual realiza la gestión de 50 municipios en la región de Veneto. Con esta patente han reciclado el 100% de estos residuos, obteniendo por cada tonelada 150 kg de celulosa, 75 kg de plásticos y 75 kg de material súper absorbente (SAP). Su proceso se basa en esterilización, trituración y separación en plástico, celulosa y SAP. La empresa ha logrado mejorar la gestión de residuos de la zona disminuyendo en un 35% las inversiones de los municipios para la eliminación de los RSU.

La empresa de energía *AEB Amsterdam* ha trabajado en conjunto con el municipio de esta ciudad y otros 12 socios europeos de 7 países, para desarrollar en la zona contenedores inteligentes para reciclar pañales. A través de ello, buscan alcanzar los siguientes 3 objetivos: disminuir la cantidad de pañales eliminados, disminuir la huella ecológica y estimular el uso de pañales lavables en la región. Esta empresa busca comenzar la construcción de su planta para el corriente año, con una capacidad de 10 mil toneladas de residuos, obteniendo entre 2,5 y 3 mil toneladas de productos reciclados. La tecnología para cumplir tales objetivos ha sido desarrollada por *FaterSMART*, de la firma *Fater* anteriormente mencionada, basándose en un principio de funcionamiento similar a la que utiliza esta firma.

Dentro del Reino Unido no solo se cuentan con los servicios proporcionados por *Knowaste*, sino que a su vez en Gales se cuenta con la empresa *NappiCycle*. Se trata de un emprendimiento que comienza su camino en 2009, con la instalación de su primera planta de procesamiento en 2014, buscando recuperar el material de celulosa para re-insertarlo en las cadenas de producción. La firma trabaja con 22 localidades y es posible registrarse de manera online para formar parte del recorrido de recolección. Esta empresa, en el año 2018, logró tratar 4000 toneladas de residuos, equivalentes a 20 millones de pañales.

Otro ejemplo de desarrollo es la empresa *ARN BV*, ubicada en Nijmegen (Países Bajos), la cual recupera los materiales crudos y transforma en energía los residuos provenientes de pañales y residuos similares. Esta tecnología permite disminuir 480 kg de emisiones de dióxido de carbono por cada tonelada de residuos

tratados. La tecnología utilizada se basa en calentar estos residuos en un tanque con lodos de aguas residuales a 250 °C mediante vapor. A partir de este tratamiento es posible obtener biomasa, biogás y plásticos, aplicando esta técnica denominada “hidrolisis por presión térmica”. La empresa planea la construcción de dos reactores más para poder tratar 27 mil toneladas de residuos anualmente.

Como estas empresas existen otros numerosos emprendimientos, en la mayoría de los casos basándose en las tecnologías anteriormente mencionadas. Cabe destacar que la empresa *Diaper Recycling Technology* desarrolla y vende tecnología de punta dedicada exclusivamente al tratamiento y reciclaje de pañales. Fundada en 2011 con su primera tecnología de reciclaje de bajo consumo energético, llegando a la fecha con equipos capaces de procesar 500 kg de residuos por hora.

4-4) Riesgos asociados a los residuos patológicos y de PHA

Se ha mencionado anteriormente que los residuos domiciliarios presentan aproximadamente 100 veces más microorganismos potencialmente patogénicos para humanos que los residuos provenientes de centros de salud. Este aporte se da principalmente por la presencia de heces de animales domésticos [34] y productos de higiene absorbentes [29]. A su vez estos residuos pueden presentarse tanto en estado líquido como sólido y su peligrosidad se ve asociada a los microorganismos patógenos que forman parte de estos. El inadecuado manejo o manipulación de estos, produce enfermedades que pueden ser graves e incluso mortales [35]. Quienes se encuentran expuestos a los peligros asociados a estos residuos no son únicamente los generadores, sino que también quienes realizan las tareas de recolección, recolectores formales e informales, quienes realizan las tareas de disposición final y la comunidad en general.

“La virulencia de un agente infeccioso está determinada por su patogenicidad, por el nivel de toxicidad de las sustancias que se producen en el organismo y por su capacidad de penetración” [36]. A su vez se deben tomar en

cuenta las condiciones ambientales en las que se encuentran estos residuos, debido a que pueden generarse condiciones óptimas para el desarrollo y propagación de estos agentes biológicos, en dependencia de las condiciones de humedad, temperatura, radiación Ultravioleta (UV), entre otros. El inadecuado manejo y disposición puede conllevar a diversos tipos de daños, como por ejemplo [35]:

- Heridas y cortes por pinchazos.
- Infecciones.
- Alergias.
- Sensibilizaciones a medicamentos.
- Cáncer.

Las infecciones producidas por los RRPPa pueden ingresar por diversos medios: ingestión, inhalación, contacto con mucosas o pinchazos, abrasión o cortes en la piel.

La exposición a pinchazos por medio de agujas con contenido de sangre tiene asociado un riesgo a contraer enfermedades como: *“síndrome de inmunodeficiencia adquirida (VIH/SIDA), hepatitis B y C, malaria por Plasmodium vivax y falciparum, leishmaniasis, tripanosomiasis, toxoplasmosis, criptococosis e infecciones por Estafilococcus aureus y Streptococcus pyogenes, es decir las enfermedades infecciosas y parasitarias más graves”* [34]. En lo referido a las enfermedades virales por pinchazos, se ha establecido algunos de los factores de riesgo en la Tabla 4.4 [35].

Enfermedad	Factor de riesgo	Variaciones
Hepatitis B	30%	Entre 6% y 40%
Hepatitis C	3%	Entre 1% y 10%
VIH-SIDA	0,3%	Con pinchazos o heridas
	0,1%	Con exposición de mucosas

Tabla 4.4: factores de riesgo para enfermedades virales producidas por pinchazos. Recuperado de *“Manejo integral de residuos sólidos generados en establecimientos de salud”*, de Swisscontact, 2003, p. 64.
Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/scmmrsge.pdf>

Debido a lo detallado, los objetos punzocortantes presentan un doble riesgo, no solo realizar heridas por cortes y/o pinchazos, sino que presentan el riesgo de infección por la presencia de patógenos.

Además, existe el riesgo de otros tipos de infecciones al encontrarse expuesto a los RRPPa, siendo los vehículos de transmisión distintos a los cortes y pinchazos. Los mismos se encuentran resumidos en la Tabla 4.5 [37].

Tipo de infección	Ejemplos de organismos precursores	Vías de transmisión
Infecciones gastrointestinales	Enterobacteria, ej. <i>Salmonella</i> , <i>Shigella spp.</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Clostridium difficile</i> , helmintos	Heces y/o vómito
Infecciones respiratorias	Virus <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , sarampión, <i>Streptococcus pneumoniae</i> , síndrome respiratorio agudo severo (SRAG)	Secreciones inhaladas, saliva
Infecciones oculares	Herpesvirus	Secreciones oculares
Infecciones genitales	<i>Neisseria gonorrhoeae</i> , virus del herpes	Secreciones genitales
Infecciones de piel	<i>Streptococcus spp.</i>	Pus
Antrax	<i>Bacillus anthracis</i>	Secreciones de piel
Meningitis	<i>Neisseria meningitidis</i>	Fluido cerebroespinal
Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA)	Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH)	Sangre, secreciones sexuales, fluidos corporales
Fiebres hemorrágicas	Virus de Junin, Lassa, Ebola y Marburg	Todos los productos del cuerpo y secreciones
Septicemia	<i>Staphylococcus spp.</i>	Sangre
Bacteriemia	<i>Coagulase-negative Staphylococcus spp.</i> (incluyendo <i>methicillin-resistant S. aureus</i>), <i>Enterobacter</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Klebsiella</i> and <i>Streptococcus spp.</i>	Secreciones nasales y contacto con piel
Candidemia	<i>Candida albicans</i>	Sangre
Virus de la hepatitis A	Virus de la hepatitis A	Heces
Virus de la hepatitis B o C	Virus de la hepatitis B or C	Sangre y fluidos corporales
Influenza aviar	Virus H5N1	Sangre y heces

Tabla 4.5: ejemplos de infecciones, patógenos causantes y vías de transmisión. Adaptado de "Safe management of waste from health-care activities", de WHO, 2014, p. 27. Recuperado de: http://www.searo.who.int/srilanka/documents/safe_management_of_wastes_from_healthcare_activities.pdf.

Como ya se ha mencionado anteriormente la persistencia de los microorganismos patógenos en el ambiente, dependerá de las condiciones ambientales a las cuales se encuentran expuestos. Por ejemplo, la hepatitis B es altamente persistente en ambientes secos y puede llegar a sobrevivir una semana en condiciones óptimas [37]. A su vez el VIH puede sobrevivir entre 3 y 7 días a temperatura ambiente [37].

Al momento de evaluar los riesgos asociados a estos residuos, también deben considerarse otros vectores de propagación, como lo son determinadas especies (principalmente ratas, mosquitos y cucarachas). Estas especies que se alimentan de los residuos, pueden transformarse en portadores pasivos de enfermedades y suelen tener un crecimiento poblacional muy rápido si se encuentran en las condiciones óptimas [37]. Por otra parte, los virus y bacterias entéricas son inactivados en los desechos sólidos en los sitios de disposición final, por ende, es improbable que ingresen a napas de aguas subterráneas [34].

4-5) Tecnologías de tratamiento y disposición final

La peligrosidad inherente a estos residuos, los hace inviables para que sean separados y dispuestos con los RSU convencionales. Es debido a ello que a través de los años se han desarrollado diversas tecnologías que permiten disminuir su peligrosidad y volumen, para que sean dispuestos finalmente de manera segura.

En el caso de los residuos patológicos, se debe optar por tecnologías que permitan eliminar de forma eficiente los agentes infecciosos presentes en estos residuos. Estas tecnologías deben contemplar características tales como: seguridad, fácil operación y mantenimiento, eficientes y dentro de lo posible económicas.

Dentro de las tecnologías aplicables más utilizadas para estos residuos se encuentran:

- **Autoclavado**: tecnología aplicada ampliamente a nivel mundial debido a su eficiencia y bajos costos. La misma se basa en la esterilización de los

residuos mediante el uso de calor húmedo, el cual se realiza mediante ciertas condiciones de presión y temperatura. Luego de este proceso es posible disponer estos residuos en conjunto con los RSU en rellenos sanitarios, pero tiene como inconveniente que los mismos permanecen reconocibles, es decir mantienen su forma original y debido a ello, suelen ser triturados post-tratamiento, reduciendo su volumen entre un 30% y 40%.

- Incineración: proceso por el cual se destruyen los compuestos orgánicos e inorgánicos mediante la combustión a altas temperaturas. Esta tecnología produce principalmente agua, dióxido de carbono, productos secundarios, cenizas y escorias. Esta tecnología suele ser ampliamente utilizada, pero cuenta con un gran cuestionamiento social por la eliminación de gases nocivos para la salud, si no son cumplidos los procedimientos actualmente establecidos en las normativas. Dentro de los compuestos que son generados, se encuentran las dioxinas y furanos. Para evitar esto, deben ser reducidas las cantidades de cloro en los residuos, los gases tienen que ser acondicionados térmicamente y finalmente emplear filtros de protección, antes de su liberación a la atmósfera.
- Desinfección química: técnica que somete a los residuos triturados, a entrar en contacto con productos químicos desinfectantes. Dentro de los más utilizados se encuentran: dióxido de cloro, hipoclorito de sodio, óxido de etileno, compuestos de amonio cuaternario y formaldehído.
- Radiación ionizante: tecnología que se basa en someter a los residuos a fuentes de radiación ionizantes, utilizándose generalmente ^{60}Co . Se debe contar con estructuras especialmente diseñadas para aplicar esta tecnología, personal capacitado y un proveedor de la fuente radioactiva. Estas instalaciones se encuentran fuertemente reguladas y suelen tener opiniones controvertidas por parte de la sociedad por el uso de fuentes radioactivas. Este sistema cuenta con un elevado poder de penetración

debido a la emisión de dos rayos gamma preferenciales de 1332 keV y 1173 keV.

- Radiación ionizante mediante UV: proceso que se basa en la exposición de los residuos contaminados a una fuente de generación de rayos ultravioleta, los cuales afectan los ácidos nucleicos (ADN y ARN) de los microorganismos alterando su reproducción. Se trata de un tratamiento que no precisa del uso de agentes químicos. Existen tres clasificaciones para la luz ultravioleta (A, B y C), la utilizada para los procesos de esterilización es la C, que se encuentra comprendida en las longitudes de onda entre los 280 y 100 nanómetros. A diferencia de la radiación producida por fuentes de ^{60}Co , la UV presenta menor poder de penetración.
- Radiación en el rango microondas: tratamiento que se basa en exponer a los residuos (previamente triturados y tratados con vapor), a una fuente de microondas, la cual se encuentra comprendida en una frecuencia de 2450 MHz y una longitud de onda de 12,24 cm. La exposición a microondas suele estar caracterizada por una temperatura entre los 95°C y 100°C, durante aproximadamente 30 minutos.
- Rellenos de seguridad: obras de ingeniería especialmente diseñadas, construidas y operadas para confinar a los residuos peligrosos. Estas obras son utilizadas en los casos que no se elimine la peligrosidad, siendo entonces una tecnología de disposición final.

La Tabla 4.6, resumen las ventajas y desventajas de los tratamientos anteriormente mencionados.

Tipo de tratamiento	Ventajas	Desventajas
Autoclavado	<ol style="list-style-type: none"> 1) Costos de inversión y operación relativamente bajos. 2) Equipos simples y fáciles de operar. 3) Existen equipos para un amplio rango de capacidades. 4) Alto grado de efectividad. 5) Muy fácil de controlar. 6) Tecnología ampliamente probada. 7) Los residuos tratados pueden ser dispuestos con los RSU. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) No reduce significativamente el volumen de los residuos. 2) Puede generar aerosoles conteniendo productos químicos. 3) Proceso discontinuo. 4) Puede requerir trituración posterior. 5) Se requiere de equipamiento adicional para el suministro de vapor.
Incineración	<ol style="list-style-type: none"> 1) Destruye todo tipo de materia orgánica, siendo altamente efectivos para los agentes infecciosos. 2) La reducción del volumen es del orden del 90 %. 3) Los restos son irreconocibles y no reciclables. 4) Es posible el tratamiento de residuos químicos y de medicamentos. 5) Tecnología ampliamente probada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) El costo es hasta 3 veces el correspondiente a otras tecnologías. 2) Alto costo de funcionamiento y mantenimiento. 3) Requiere de personal especializado. 4) Potencial generador de emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera. 5) Se generan cenizas que pueden requerir una disposición especial. 6) Se requiere control y monitoreo de los gases producidos.
Desinfección química	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bajo costo. 2) Operación sencilla. 3) Puede ser realizada en la fuente de generación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Los desinfectantes utilizados son generalmente sustancias tóxicas, por los que se requieren cuidados especiales en su manipulación. 2) La eficiencia de destrucción puede ser baja en el caso de algunos agentes infecciosos. 3) Las probabilidades de desinfectar químicamente el interior de una aguja o jeringa son muy bajas. 4) No reduce el volumen. 5) Se generan efluentes líquidos que pueden requerir tratamiento previo al vertido.

Tipo de tratamiento	Ventajas	Desventajas
Radiación ionizante, mediante rayos gamma	1)Alto grado de efectividad. 2)Proceso limpio y contaminación mínima. 3) Gran poder de penetración.	1)Riesgo de exposición del personal a las radiaciones. 2)Tecnología compleja. 3)Requiere instalaciones especiales para el manejo de radiaciones. 4)Se necesita personal altamente especializado. 5)La fuente de irradiación constituye un futuro residuo radiactivo.
Radiación ionizante mediante UV	1)No precisa de complementos químicos para su funcionamiento. 2)Sencillez de operación y mantenimiento. 3) Alto grado de efectividad.	1)Los equipos suelen ser costosos. 2)No reduce el volumen. 3)Posible exposición personal a la radiación. 4) Posee poco poder de penetración, actuando mayormente sobre la superficie.
Radiación en el rango de microondas	1)Bajo consumo de energía. 2)Deja irreconocibles los residuos (destrucción de la forma del residuo). 3)De desarrollo compacto. 4)Proceso continuo.	1)Problemas mecánicos en la trituración previa. 2)No se destruyen todos los parásitos ni bacterias esporuladas. 3)Se requiere de personal capacitado. 4)Posible liberación de radiaciones sobre los operarios. 5)No es apropiado para punzocortantes, ni residuos que contengan componentes metálicas. 6)Puede emitir aerosoles conteniendo productos orgánicos peligrosos.

Tabla 4.6: ventajas y desventajas de los tratamientos convencionales para residuos patológicos. Fuente: elaboración propia.

Capítulo V: los residuos farmacológicos

5-1) Los residuos farmacológicos

Los Residuos Farmacológicos (RRFF) son aquellos que provienen de los medicamentos, los cuales son: *“formulaciones farmacéuticas que están constituidas por un principio activo o conjunto de ellos, de origen natural o sintético. Están destinados para su utilización en las personas o animales y tienen propiedades para prevenir, tratar o aliviar enfermedades o dolencias o modificar funciones fisiológicas”* [30]. Los mismos son obtenidos por medio de prescripciones médicas por alguna determinada enfermedad o dolencia, mientras que otros son obtenidos sin ninguna prescripción, debido a que son de venta libre en las farmacias.

Los hogares suelen contar con un botiquín, donde pueden encontrarse algunos medicamentos que corresponden a tratamientos incompletos, aquellos que sobraron o bien no fueron iniciados. Al realizarse un control sobre los medicamentos que contienen los botiquines domiciliarios, es posible denotar que una gran mayoría de ellos ya han caducado. Pueden presentarse en diversas formas, como por ejemplo polvos, capsulas, comprimidos, jarabes, inyectables, parches, gotas, entre otros.

La mayoría de los residuos derivados de medicamentos pueden ser divididos en diversos tipos acorde a sus propiedades farmacológicas, según se presenta en la Tabla 5.1 [30].

Categoría de residuo	Tipo de residuo
Farmacológicos	Antibióticos Citostáticos Analgésicos Vasodilatores Tranquilizantes Desinfectantes Psicotrópicos Narcóticos

Tabla 5.1: tipos de medicamentos generados en el hogar, clasificados según propiedades farmacológicas. Recuperado de "Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fundamentos Tomo 2", de Martínez, J., 2005, p. 69, Centro Coordinador del Convenio de Basilea Para América Latina y el caribe.

La principal causa de generación de estos residuos se ve asociada a diversos factores [30]:

- Fecha de vencimiento: el fármaco se transforma a residuo una vez superada su fecha de caducidad, es decir que no conserva las propiedades químicas, físicas, microbiológicas y biofarmacéuticas requeridas.
- Condiciones de almacenamiento inapropiadas: no solo la fecha de vencimiento afecta las propiedades del fármaco, sino que las condiciones en las que son almacenadas también. Cambios abruptos de temperatura, humedad o luz afectan a la mayoría de los medicamentos, mientras que algunos frente a pequeños cambios ya presentan alteraciones.
- Mal estado del envase: en caso de que el envase se encuentre roto, abierto, en mal estado o bien no se encuentre en el estado que proviene de fábrica, el fármaco no se considera en buen estado y se convierte en un residuo.
- Sobras/restos de medicamentos: en estos casos son considerados aquellos fármacos los cuales sobraron luego de un determinado

tratamiento, ya sea por abandono del mismos o por haber finalizado con la dosis requerida.

- Otros: aplica en situaciones como en caso de haber modificado la droga requerida, el laboratorio, entre otros.

5-1-1) Antecedentes sobre gestión de residuos farmacológicos domiciliarios

Localidades de nuestro país han establecido gestiones diferenciadas de estos residuos, para evitar que se encuentre esta fracción asociada a los RSU. Algunos de los ejemplos son resumidos a continuación.

La Universidad Nacional del Sur, desde el año 2017, impulsa un proyecto en el municipio de Villarino (provincia de Buenos Aires), bajo el nombre de Descarte Responsable de Medicamentos (DReM). Este proyecto impulsado a su vez por el municipio y el Colegio de Farmacéuticos de Buenos Aires, ha dado comienzo a partir del año 2018 a un programa donde los vecinos pueden descartar sus medicamentos en los hospitales y todos los centros de salud de Villarino. En la Figura 5.1 [38] se presenta el afiche informativo del programa.

DESCARTE RESPONSABLE DE MEDICAMENTOS

Desechar medicamentos incorrectamente puede provocar:

- ◆ Daños a la salud humana
- ◆ Perjuicio de animales acuáticos
- ◆ Contaminación del agua potable
- ◆ Liberación de contaminantes a la atmósfera
- ◆ Ingreso al mercado ilegal

¿Dónde debo desechar mis medicamentos vencidos?

Podés llevarlos a los hospitales y centros de salud de todo Villarino.

Con tu participación podemos lograr que nuestra ciudad tenga una gestión adecuada de estos residuos, por el bien de la población y el medioambiente.

LOS MEDICAMENTOS VENCIDOS SON RESIDUOS PELIGROSOS



villarino
.gob
.ar

Salud



Municipio de Villarino

Figura 5.1: afiche publicitario programa “DReM”. Recuperado de “Descarte responsable de medicamentos”, de municipio de Villarino, 2019. Recuperado de: <http://www.villarino.gob.ar/2018/03/13/campana-de-descarte-de-medicamentos-vencidos/>

En el año 2014, la provincia de San Luis implemento de manera exitosa el Programa de Recolección de Medicamentos Vencidos (REMEVEN), que en conjunto con el Colegio de Farmacéuticos de San Luis y los centros de salud, han generado centros de acopio temporales. Este programa está siendo puesto en marcha en distintas localidades de esta provincia, tales como Villa Mercedes, Villa Merlo, Carpintería y Los Mollones. En el programa implementado en San Luis, los vecinos depositan sus medicamentos en contenedores dispuestos en farmacias adheridas al programa, para que posteriormente sean trasladados al centro de disposición de residuos patogénicos (ECOGROUP).

En la ciudad de Pergamino, provincia de Buenos Aires, se sanciono en el año 2016 la creación del “programa de gestión de medicamentos vencidos y productos

farmacéuticos caducados en el ámbito domiciliario”, en convenio con el Colegio de Farmacéuticos de Buenos Aires. Al igual que en casos anteriores, los vecinos depositan los medicamentos que consideren residuos en contenedores especiales en las farmacias adheridas al programa, las cuales gestionarán estos como residuos como propios y posteriormente, el municipio abona el 50% del valor del contenedor por medio del colegio de farmacéuticos.

El municipio de La Plata firmo en el año 2010, con el Colegio de Farmacéuticos de Buenos Aires, el convenio denominado: “*convenio de cooperación institucional*” lanzándose posteriormente el “*programa municipal de recolección de medicamentos vencidos y/o en desuso domiciliarios por intermedio de las farmacias*”. A tal programa adhirieron 275 farmacias, pero la falta de difusión del mismo ha hecho que, en promedio, solo 24 pacientes dejen sus residuos en las farmacias, según afirma el Colegio de Farmacéuticos. El 2 de septiembre de 2018, se realizó la presentación de un nuevo proyecto para reimpulsar el programa.

Por su parte el municipio de Chascomús cuenta, desde el 3 de diciembre de 2018, con un “*programa municipal de recolección de medicamentos vencidos y/o en desuso domiciliarios por intermedio de las farmacias*”, con 12 de las 14 farmacias que se encuentran dentro del municipio, las cuales gestionarán los residuos depositados por los vecinos. En la Figura 5.2 se presenta uno de los afiches publicitarios del programa [39].

Cuidemos la Salud y el Medio Ambiente
Programa Municipal de recolección de medicamentos vencidos o en desuso

Si tenés en tu casa medicamentos vencidos o que ya no usás

Llévalos a la farmacia más cercana

FARMACIAS ADHERIDAS

Alfonso (Libres del Sur 133);	Malena (Machado, esquina Escribano);
Aprile (Av. Lastra 115);	Morisset (Av. Alfonso 591);
Belgrano (Belgrano 649);	Oria (Libres del Sur 413);
Bellingheri (Av. Yrigoyen 78);	Pasteur (Libres del Sur 302);
Cangialosi (Garay 56);	Pozzi (Ríoja 28);
Del Norte (Ombú 102);	Puysegur (Libres del Sur 946);



CHASCOMÚS
Mucho mejor para todos!

 Colegio de Farmacéuticos
de la Provincia de Bs. As.
Filial Chascomús

 MUNICIPALIDAD DE
CHASCOMÚS

Figura 5.2: afiche publicitario del “programa municipal de recolección de medicamentos vencidos o en desuso”. Recuperado de “Programa municipal de medicamentos vencidos y/o en desuso domiciliario”, de Fourquet, P., 2019. Recuperado de: <http://colfarma.info/colfarchascomus/programa-municipal-de-recoleccion-de-medicamentos-vencidos-y-o-en-desuso-domiciliarios/>

De manera análoga a estos municipios, Tandil ha comenzado con una campaña en conjunto con el Colegio de Farmacéuticos de esta ciudad para recolectar los medicamentos vencidos o deteriorados. Esta campaña no tiene aún fecha de finalización, pero los vecinos pueden depositar sus medicamentos en las farmacias adheridas, las cuales cuentan con bolsas de residuos patológicos. Posteriormente la empresa Hábitat Ecológicos SA retira estas bolsas para encargarse de su destrucción final.

Uno de los programas que ha sido desarrollado con mayor éxito, corresponde al impulsado por el municipio de Rosario, el cual sancionó en el año 2012 la Ordenanza Municipal N° 8943, por la cual se crea el “programa de gestión de

medicamentos vencidos y productos farmacéuticos caducados en el ámbito domiciliario". El programa se realiza en convenio entre el municipio y el Colegio de Farmacéuticos de Segunda Circunscripción. Mediante el mismo se busca disminuir el riesgo asociado a los medicamentos, garantizando su eliminación de manera segura, por medio de un trabajo articulado entre el sector público y privado. Estos residuos siguen dos mecanismos: por medio de las farmacias privadas y a través de farmacias ubicadas en el sector público en centros de salud, siendo estos "puntos amarillos" donde los ciudadanos pueden disponer de manera segura sus medicamentos vencidos o caducados. En el caso de las farmacias del sector privado, los residuos son retirados bimensualmente por la empresa Transbio, dejando constancia en las farmacias un manifiesto con los kilos retirados. En total las farmacias adheridas al programa suman un total de 32 puntos de recolección, a las cuales posteriormente el Colegio de Farmacéuticos de Segunda Circunscripción redacta un certificado de eliminación segura una vez que ha recibido, por parte de la empresa IDM SA el manifiesto de tratamiento y disposición final. En el caso de las farmacias del sector público, los residuos son eliminados por una empresa habilitada, la cual es adjudicada por licitación. Actualmente la misma es SOMA SA, que posteriormente transporta los residuos hasta la planta de tratamiento PELCO, emitiéndose los respectivos manifiestos de kilos eliminados y tratamiento realizado. Este proyecto comenzó con una recolección en el sector privado de 70 kg bimestralmente en los 32 puntos de recolección, a la fecha ha habido un notable aumento de los mismos alcanzando 350 kg para el mismo período [40].

Otro ejemplo es el del municipio de Carlos Tejedor (provincia de Buenos Aires) donde en el año 2013, el consejo deliberante aprobó el proyecto denominado *"programa municipal de recolección de medicamentos vencidos y/o en desuso, así como los generados por el personal de enfermería a domicilio"*. Este programa se basa en el acopio de los medicamentos vencidos y/o en desuso de los vecinos, en recipientes especiales por parte de las farmacias adheridas voluntariamente a este programa.

5-2) Riesgos asociados a los residuos farmacológicos

Los riesgos hacia la salud pública y el ambiente de estos residuos dependerán en su mayoría de la concentración y del tipo de fármaco al cual se vea expuesto. Los medicamentos que presentan mayores riesgos para la salud humana, en caso de ser ingeridos en mal estado o sin prescripción médica, son:

- Citostáticos: se tratan de sustancias citotóxicas muy peligrosas debido a que fueron diseñados para originar muerte celular. Son comprobados de ser: mutagénicos, carcinogénicos, teratogénicos y embriotóxicos [30].
- Antibióticos: pueden causar alergias, disbateriosis, sobrecrecimientos de hongos y bacterias, resistencias y toxicidad.
- Psicotrópicos son altamente controlados por las autoridades nacionales debido a que: *“su uso indebido o abusivo puede provocar daños severos, muerte, farmacodependencia física y psíquica, somnolencia y disminución del estado de alerta”* [30].

Su consumo post eliminación doméstica, se ve asociado a la dificultad de ciertos sectores sociales, para acceder a centros de salud o coberturas sociales prepagas. A su vez el consumo de estos medicamentos, ya como residuos, se encuentra ligado al consumo de drogas de abuso, favoreciendo la venta en el mercado negro. Los fármacos una vez superada su fecha de caducidad, pueden resultar afectadas las propiedades del mismo, es decir, que el medicamento se considera estable dentro de su envoltorio original hasta la fecha de vencimiento.

Otro aspecto es la incorrecta eliminación. Una investigación llevada a cabo en Alemania en 2006, ha determinado que 16 mil toneladas de residuos de medicamentos para humanos son desechados anualmente, de los cuales el 60-80% son eliminados por el sistema cloacal o en conjunto con los RSU [41]. Se ha encontrado la presencia de estos en diversos lugares como, por ejemplo: aguas

superficiales, lodos cloacales, aguas subterráneas, sistema de aguas potable, estiércol de animales, suelos y otras matrices [42]. Su presencia en los sistemas cloacales, hace que sean dirigidos a las plantas de tratamiento de efluentes cloacales, las cuales no se encuentran preparadas para remover estos contaminantes, terminando en los cuerpos de agua [41]. Inclusive, en muchos casos, antibióticos y desinfectantes provocan la muerte de las bacterias necesarias para el tratamiento de efluentes cloacales.

Otro de los aspectos relevantes es la capacidad de los productos como el Paracetamol de generar sub-productos genotóxicos y mutagénicos como por ejemplo: la 1-4 benzoquinona o imina N-acetil-p-benzoquinona, al exponerlos a procesos terciarios como la cloración [43]. Por otro lado, se considera como éxito en algunos tratamientos la eliminación de los fármacos en los efluentes, pero ensayos a nivel laboratorio han demostrado que algunas sustancias como ciprofloxacina puede ser removida de los efluentes en un 65% pero luego el 78% de esta cantidad puede ser encontrada dentro de los lodos de digestión [43].

La incorrecta gestión de los RRFF ha llevado a los mismos a encontrarlos principalmente en los cuerpos de agua y sedimentos, los problemas asociados a los mismos dependerán, principalmente, de su diversidad química [44]. Una de las propiedades más preocupantes de algunos contaminantes, en este caso los fármacos, es la bioacumulación [41]. Los efectos toxicológicos sobre los cuerpos de agua son múltiples pudiéndose nombrar [44]:

- Cito y genotoxicidad.
- Inducción/depleción de los componentes enzimáticos de los sistemas antioxidantes.
- Alteraciones del sistema reproductivo.
- Reducción de la producción embrionaria.
- Alteraciones en la motilidad espermática.
- Disrupción endocrina.
- Feminización de machos y masculinización de hembras.

- Alteración en la expresión génica.
- Alteración de los mecanismos de defensa inmunológica.
- Cambios en el metabolismo nitrogenado.
- Acumulación en tejidos críticos.
- Modificación en la performance natatoria y en la conducta de escape de predadores.
- Inhibición de la función ovárica.
- Inducción de conductas ansiogénicas.

Estos efectos dependerán de las condiciones ambientales pertenecientes al cuerpo de agua y de las propiedades de la molécula del fármaco como: perfil fisicoquímico, pH, fuerza iónica, sensibilidad/resistencia a la degradación, solubilidad, lipofilicidad, volatilidad, hidrofobicidad, entre otros. También deben tomarse en cuenta no solo los efectos sobre los cuerpos de agua, sino que pueden existir efectos de translocación a animales, vegetales y potencialmente traducirse en un reingreso al humano mediante la ingesta [44].

En estudios que involucran 71 países, se han detectado residuos de fármacos en el ambiente, principalmente en aguas superficiales y efluentes sanitarios, pudiéndose observar en la Figura N° 5.3 los resultados del mismo [45].

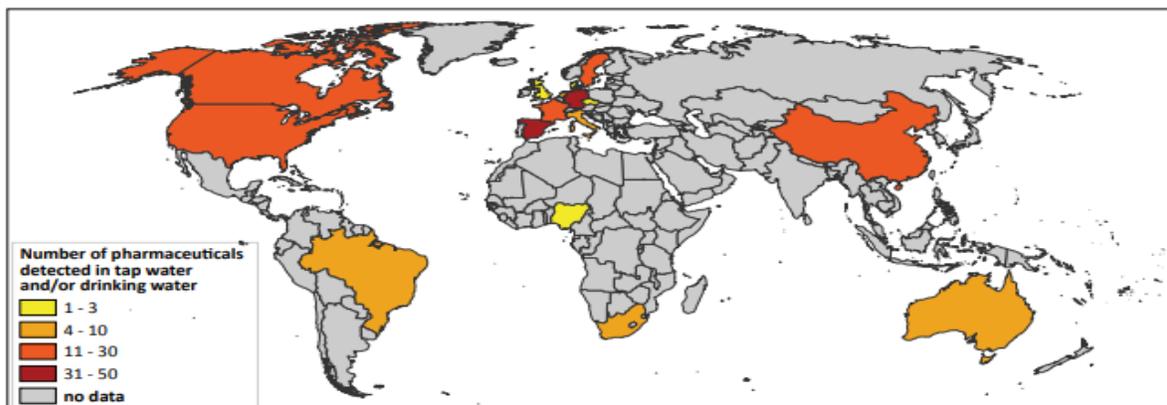


Figura 5.3: número de fármacos detectados en aguas superficiales, aguas freáticas, agua corriente y/o agua de consumo. Recuperado de "Fármacos en el medio ambiente – la perspectiva global; Incidencia, efectos y acción cooperativa potencial bajo el SAICM", de German Environmental Agency, 2014, p. 6. Recuperado de: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/farmacos_en_el_medio_ambiente.pdf

Uno de los efectos más alarmantes de estos residuos es el aumento de la resistencia antibiótica, la cual es un aumento de los organismos patógenos resistentes a los agentes antimicrobianos, desarrollándose por la presencia de residuos antibióticos en el ambiente que luego, son transferidos a los patógenos [45]. Uno de los fármacos con mayor presencia en el ambiente es el antiinflamatorio Diclofenaco, siendo encontrado que en 34 países se han superado los valores de PNEC (concentraciones previstas sin efecto) [45].

Los fármacos que a la fecha son una preocupación a nivel mundial, son los siguientes [41]:

- Antibióticos.
- Citostáticos.
- Antidepresivos.
- Antiparasitarios.
- Antiinflamatorios.
- Beta-bloqueadores.
- Reguladores de lípidos.
- Anticonceptivos y reguladores hormonales.
- Analgésicos.

5-3) Tecnologías de tratamiento y disposición final

En el caso de los RRFF se presentan diversas opciones de tratamientos como, por ejemplo:

- Incineración: proceso que implica la combustión de los residuos.
- Tratamientos biológicos: solo aplicables para plasmas, aunque pueden terminar formando parte de los lodos.

- Descomposición química: uso de hidrolisis ácidas, básicas, enzimáticas o bien realizar quelaciones.
- Encapsulación: inmovilización de los residuos dentro de un contenedor plástico o metálico, se rellena con RRFF hasta un 75% de la capacidad y posteriormente se completa con cemento, cal, espuma plástica o arena de alquitrán.
- Inertización: este proceso involucra la mezcla de los residuos con cemento u otras sustancias antes de la disposición final, diferenciándose del anterior tratamiento por no utilizar ninguna clase de contenedor.
- Coprocesamiento: este proceso busca aprovechar el poder calorífico de estos residuos para utilizarlos como materia prima o combustibles en procesos industriales que precisen alcanzar altas temperaturas.

Los residuos que han sido encapsulados o inertizados deberán ser dispuestos finalmente en un sitio preparado para tal fin. En muchos casos se disponen en rellenos de seguridad debido a que, a pesar de encontrarse aislados, aún posee características peligrosas.

Otra opción viable es el uso de rellenos de seguridad, en donde los RRPP son eliminados sin tratamiento previo, pero deben ser diseñados, construidos y operados para tal fin. Estas obras de ingeniería se tratan de proyectos de alto costo económico tanto para su construcción como operación, dentro de sus mayores desventajas (además del monetario) es que requieren grandes superficies de terreno para ser implementadas y se trata de un factor clave para el tiempo de vida útil del mismo.

Capítulo VI: propuesta del sistema de gestión

6-1) Categorización

Debido a la variedad de residuos que encuadran en las categorías farmacológicas y patológicas se han seleccionado las siguientes 3 sub-categorías, contemplando a los siguientes elementos:

- Residuos farmacológicos: fármacos en general, que ya no sean considerados aptos para el consumo o se encuentren en desuso.
- Residuos de productos de higiene absorbentes: pañales, toallas sanitarias, tampones, pañuelos descartables.
- Residuos contaminados de sangre o fluidos: agujas, curitas, vendajes, tiras reactivas de glucemia, bisturíes, preservativos, copas menstruales, heces de animales, otros elementos contaminados*.

Estas tres sub-categorías se categorizarán en colores, según lo indicado en la Tabla 6.1.

*Acorde al alcance planteado en el presente TFI, se excluyen los residuos derivados de alimentos, animales, entre otros.

Categoría	Sub-categoría	Color de categorización
Residuos farmacológicos	Residuos farmacológicos	Azul
Residuos patológicos	Residuos de productos de higiene absorbentes	Amarillo
	Residuos contaminados con sangre y fluidos	Rojo

Tabla 6.1: categorización de los residuos a gestionar. Fuente: elaboración propia.

El sistema se basa en una segregación en origen que luego será gestionada de manera diferenciada, en dependencia a la sub-categoría a tratar. Para ello se recomienda adoptar las siguientes medidas:

- 1) Implementación de un marco normativo elaborado por las autoridades competentes con el asesoramiento técnico pertinente, en el cual se establezcan las bases y fundamentos del sistema de gestión. Se recomienda, por ende, la creación de los siguientes programas:
 1. “Programa de gestión de residuos farmacológicos provenientes del ámbito domiciliario”.
 2. “Programa de gestión de residuos patológicos provenientes del ámbito domiciliario”:
 3. “Programa de gestión de residuos de productos de higiene absorbentes provenientes del ámbito domiciliario”.

- 2) Para la ejecución de los programas se recomienda realizar las campañas de concientización y sensibilización, a fin de alcanzar la difusión requerida. Se recomienda que sean incluidos los daños en la salud humana y el ambiente que genera la incorrecta gestión de estos residuos detallando las obligaciones aplicables a los ciudadanos.
- 3) Otro aspecto a considerar es la inscripción del municipio de San Carlos de Bariloche y de Dina Huapi, o quien asuma la responsabilidad de realizar la gestión de los residuos en cuestión, como operador (transportista y tratador), debiendo respetar los aspectos legales que se encuentran establecidos en el Decreto Provincial N° 971/06. A su vez deberán inscribirse ambos municipios como generadores de estos residuos.

6-2) Actores involucrados

Como todo sistema de gestión una de las primeras fases a desarrollar es identificar los actores que se encuentran o se encontrarán involucrados, a fin de minimizar la posibilidad de falla en la implementación del plan de gestión. Los actores, miembros o integrantes de la GIRSU, pueden encontrarse ligados a la implementación de los presentes programas de manera directa o bien indirecta e inclusive formando parte en más de un rol.

Los actores de la GIRSU que se encuentran directamente ligados se detallan a continuación:

- Generadores: se incluyen a cada uno de los domicilios de los municipios de Dina Huapi y Bariloche, siendo también representados como tales a los turistas. Debido a que los turistas suelen alojarse en hospedajes, los generadores que representan a los turistas son las personas físicas o jurídicas a la cual se encuentra ligada el hospedaje. En el Anexo N° 3, se presenta el *“Manual de buenas prácticas domiciliarias para la separación, manipulación y acopio de residuos patológicos y farmacológicos”*. Por

medio de este material los generadores dispondrán la información necesaria para la correcta implementación y funcionamiento de esta propuesta de gestión.

- Operador/es: aquellos que almacenan, transportan, tratan y disponen finalmente los residuos. El operador puede ser público, privado o mixto, es decir que el/los municipio/s pueden ser los encargados de gestionar estos residuos. El o los operadores deberán cumplir con toda la normativa vigente y llevar un control continuo de todo el proceso de gestión.
- Autoridades regulatorias: son las encargadas de determinar si la gestión es llevada a cabo según las normativas vigentes y aplicables. La autoridad de aplicación cumple una función clave, dado que serán quienes controlarán que la salud humana y ambiental sean preservadas. Quienes son competentes en esta propuesta son: Subsecretaría de Medio Ambiente de San Carlos de Bariloche y Secretaría de Ambiente de la Provincia de Río Negro.

Los actores involucrados en la GIRSU que actúan de manera directa son:

- Sistema educativo: tanto de manera formal o informal, son los encargados de divulgar conocimientos referidos a la importancia de una correcta GIRSU y cómo se relaciona con la gestión de residuos patológicos y farmacológicos. Son quienes forman a las futuras generaciones para que apliquen de manera responsable sistemas similares.
- Poder político: son los encargados de legislar y tomar las decisiones sobre las políticas públicas que incluyen las ambientales.
- Medios de comunicación: son los encargados de difundir y entrelazar a todos los actores (directos e indirectos) del sistema. A su vez serán quienes forman la opinión pública, por lo que su rol es fundamental.
- Sociedad civil organizada: estos incluyen a la población organizada en Organizaciones No Gubernamentales (ONG), agrupaciones vecinales u otros grupos sin fines de lucro que pueden estar relacionados con el

ambiente, suelen ser quienes identifican los fallos en el sistema o si existe alguna amenaza que atente contra la salud humana y el ambiente.

- Organismos financieros: ya sean locales, regionales o internacionales, son aquellos que suelen financiar proyectos de gran envergadura que permiten la mejora de aspectos sociales y ambientales.
- Sector comercial: potenciales compradores de las materias primas obtenidas a partir de la implementación de este sistema de gestión. A su vez son quienes podrán proveer de bienes y servicios necesarios para ejecutar los programas.
- Salud pública: son los encargados de articular programas de prevención de enfermedades, intoxicación, entre otros, debido a la generación de RPF y brindar a la GIRSU una estructura que la soporte.

Como se ha mencionado, los actores miembros de una GIRSU son múltiples y con funciones variadas, siendo posible que un actor tenga más de una función. Los actores se encuentran resumidos en la Figura 6.1.

Actores de gran relevancia en la gestión propuesta son: el Colegio de Farmacéuticos de Río Negro y el Ministerio de Salud de Río Negro, por medio de los cuales se desea generar convenios para utilizar instalaciones de los mismos para establecer puntos de acopio transitorios en ambas ciudades.

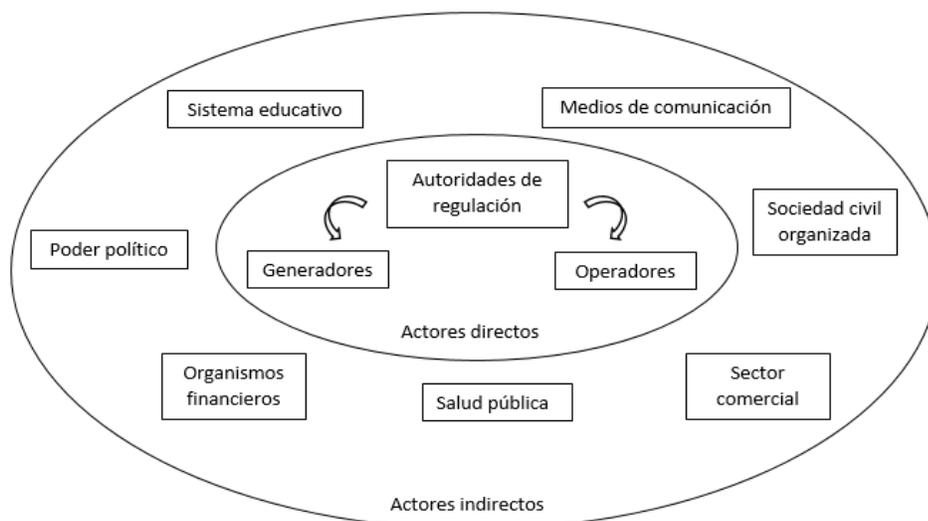


Figura 6.1: actores involucrados en la GIRSU. Fuente: elaboración propia.

6-3) Estimación de la generación de los residuos

6-3-1) Análisis de la información

Para realizar la estimación de la cantidad de RPFD generados en los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, se basó (en primera instancia) en la información suministrada por el informe de la empresa Ingeniería y Asistencia Técnica Argentina Sociedad Anónima (IATASA) [46] denominado “*Plan de Gestión de RSU para los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi de la provincia de Río Negro*”, realizado en el año 2010. Cabe resaltar que el estudio de IATASA, avalado por la autoridad de aplicación, es el único que incorpora la clasificación de residuos abordados en este trabajo.

Este informe proporciona de los siguientes datos:

1. La Producción Per Cápita (PPC) de RSU de ambos municipios:
 - a. Dina Huapi: 0,781 kg/hab*día.
 - b. San Carlos de Bariloche: 0,849 kg/hab*día.

Las PPC reportadas por IATASA presentan una exactitud de milésima de kilogramos, con lo cual se puede inferir que no resultan un valor práctico. A pesar de esto serán utilizados estos valores, considerándose criterioso respetar los valores proporcionados por la empresa.

2. Tasas de crecimiento de las PPC:
 - a. Dina Huapi: 0,61%.
 - b. San Carlos de Bariloche: 0,81%.

Las tasas de crecimiento de las PPC, representan el aumento de la generación de residuos con el transcurso del tiempo debido al modelo actual de consumismo. IATASA informa que estas tasas fueron obtenidas por medio de la

extrapolación de datos de algunos partidos representativos del área metropolitana [46].

3. Composición física* de los RSU de ambos municipios y desvíos standard (Figura 6.2):

Composición física de los RSU Bariloche-2010		
Componentes	COMPOSICIÓN TOTAL	DESVÍO STANDARD
Papeles y cartones	13,33%	2,838%
Diarios y revistas	1,89%	1,124%
Papeles de oficina (Alta calidad)	1,07%	1,054%
Papel mezclado	6,53%	2,032%
Cartón	2,75%	1,344%
Envases Tetrabrick	1,09%	0,850%
Plásticos	15,59%	2,981%
PET (1)	2,22%	1,220%
PEAD (2)	1,47%	1,004%
PVC (3)	0,14%	0,272%
PEBD (4)	6,51%	2,047%
PP (5)	3,36%	1,525%
PS (6)	1,32%	0,917%
Otros (7)	0,57%	0,489%
Vidrio	5,58%	1,959%
Verde	3,04%	1,464%
Ámbar	0,71%	0,769%
Blanco	1,84%	1,123%
Plano	0,00%	0,000%
Metales ferrosos	1,66%	1,016%
Metales no ferrosos	0,30%	0,525%
Latas de aluminio	0,26%	0,449%
Aluminio (film)	0,03%	0,246%
Cobre	0,01%	0,116%
Materiales textiles	2,99%	1,217%
Madera	0,23%	0,516%
Goma, cuero, corcho	0,26%	0,477%
Pañales descartables y apósitos	5,68%	-----
Materiales de construcción y demolición	1,63%	1,163%
Residuos de poda y jardín	7,48%	1,915%
Residuos peligrosos	0,18%	0,592%
Residuos patógenos	0,59%	0,492%
Medicamentos	0,06%	0,302%
Desechos alimenticios	39,25%	3,791%
Misceláneos menores a 25,4 mm	4,99%	2,112%
Aerosoles	0,15%	0,532%
Pilas	0,01%	0,046%
Material electrónico	0,00%	0,029%
Otros	0,00%	0,000%
PESO VOLUMETRICO PROMEDIO		
Peso volumétrico (tn/m3)	0,194	0,031
PRODUCCION PER CAPITA		
PPC (kg/hab x día)	0,849	0,088

Figura 6.2: composición y desvío standard de los RSU de Bariloche en 2010. Recuperado de "Gestión Integral de residuos Sólidos Urbanos en los Municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, provincia de Río Negro; Anexos", de IATASA, 2010, p. 138.

*IATASA adopta las definiciones de residuos peligrosos, patógenos y medicamentos, del relevamiento de: manuales de organismos internacionales y legislación local, provincial y nacional.

Debido a que el informe solo presenta la composición física de los RSD para Bariloche y dado que, las costumbres y características de la población son similares, se consideró que Dina Huapi presenta una composición idéntica.

Para la proyección poblacional se utilizaron los datos proporcionados por el censo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) realizado en el año 2010, a fin de obtener los datos censales de ambos municipios.

- Población de Dina Huapi al año 2010: 3730 habitantes.
- Población de San Carlos de Bariloche al año 2010: 112887 habitantes.

La proyección de la población es aquella proporcionada por el “*Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos para la Provincia de Río Negro*” [47], la cual alcanza el año 2034 (Tabla 6.2).

Año	Población de San Carlos de Bariloche [N° de habitantes]	Población de Dina Huapi [N° de habitantes]
2010	112887	3730
2011	117461	4074
2012	119807	4250
2013	122144	4426
2014	124467	4600
2015	126732	4766
2016	128975	4919
2017	131201	5070
2018	133406	5219
2019	135589	5302
2020	137748	5369
2021	139882	5435
2022	141992	5501
2023	144077	5566
2024	146135	5630
2025	148166	5693
2026	150169	5755
2027	152147	5817
2028	154099	5877
2029	156023	5937
2030	157920	5996
2031	159789	6054
2032	161631	6112
2033	163446	6168
2034	165231	6224

Tabla 6.2: proyección de las poblaciones de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi.
Recuperado de “*Plan Provincial de gestión de residuos Sólidos Urbanos para la Provincia de Río Negro; Estudio de Diagnóstico: producto 1*”, de URS Corporation SA, 2014, p. 132.

Considerando que el municipio de San Carlos de Bariloche es un destino turístico internacional los RPFD generados por los mismos son considerados para la estimación realizada en este trabajo. Para ello, se utilizó de dato: la cantidad de plazas instaladas, considerándose que la máxima PPC turística en la ciudad será cuando todas las plazas se encuentren completas, maximizando la cantidad de residuos producidos. Considerar una ocupación del 100% de las plazas de los turistas, permite al sistema adoptar la condición más crítica y conservadora, a pesar de que la misma no transcurre durante todo el año y considerando que se propone un sistema de tratamiento que pueda funcionar a largo plazo. Según informa el municipio de San Carlos de Bariloche [48], la cantidad de plazas instaladas en el período 2010-2017, se encuentran informadas en la Tabla 6.3. En la Tabla 6.4 es posible observar la tasa de crecimiento de las plazas disponibles en este período de años.

Año	Plazas instaladas
2010	25365
2011	25404
2012	25649
2013	26358
2014	27617
2015	28746
2016	29103
2017	29190

Tabla 6.3: plazas instaladas en San Carlos de Bariloche período 2010-2017.
Recuperado de "Comparación anual años 2005 a 2017, encuesta de coyuntura hotelera; San Carlos de Bariloche", de municipalidad de San Carlos de Bariloche, (s.f.), p. 7.

Período de años	Crecimiento [%]
2010-2011	0
2011-2012	1
2012-2013	3
2013-2014	5
2014-2015	4
2015-2016	1
2016-2017	0

Tabla 6.4: crecimiento de las plazas instaladas en San Carlos de Bariloche período 2010-2017. Recuperado de “Comparación anual años 2005 a 2017, encuesta de coyuntura hotelera; San Carlos de Bariloche”, de municipalidad de San Carlos de Bariloche, (s.f.), p. 7.

6-3-2) Metodología para los cálculos

Para la estimación de las cantidades de RPF D generados en ambos municipios se realizaron los siguientes pasos.

En primer lugar, fue tomada la proyección de la población presentada en el “Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos para la Provincia de Río Negro”.

Posteriormente se realizó la proyección de la PPC, tomando como base la PPC del año 2010, acorde se detalla a continuación:

$$PPC_{(t)} = PPC_{(0)} + [(PPC_{(0)} * \text{tasa de crecimiento de PPC}) / 100]$$

Donde:

$PPC_{(t)}$: PPC del año a estimar.

$PPC_{(0)}$: PPC del año anterior a la cual se desea estimar.

Para estimar la cantidad máxima de residuos que pueden ser generados en este sistema de gestión, se consideró la composición de residuos total de cada sub-categoría y su desvío standard, mediante el uso de la variable “composición maximizada [%]”:

$$\text{Composición maximizada} = \text{composición total} + \text{desvío standard}$$

Posteriormente, se estimó la cantidad de kilogramos diarios que produce el municipio en cada una de estas sub-categorías, tomando en cuenta solo los domicilios:

$$\text{Kilogramos diarios producidos en los domicilios}_{(t)} = [(\text{PPC}_{(t)} * \text{composición maximizada}_{(t)}) / 100] * \text{Población}_{(t)}$$

Luego se estimaron estas cantidades anualmente:

$$\text{Kilogramos anuales producidos en los domicilios}_{(t)} = \text{Kilogramos diarios producidos en los domicilios}_{(t)} * 365 \text{ días}$$

Finalmente, se estimó las toneladas anuales producidas por los domicilios mediante:

$$\text{Toneladas anuales producidas en los domicilios}_{(t)} = \text{Kilogramos diarios producidos en los domicilios}_{(t)} / 1000$$

Estos cálculos fueron realizados para cada una de las sub-categorías seleccionadas a gestionar, aplicable a ambos municipios. En cuanto a la producción de estos residuos por parte del turismo fue analizado de la siguiente manera. En primera instancia, se adoptaron los valores de plazas instaladas, que fueron registrados por el municipio de Bariloche en el período 2010-2017. Para realizar la proyección entre los años 2017 y 2034, se consideró (en forma conservativa), que la tasa anual de crecimiento sería equivalente al 5%; siendo esta la mayor tasa de crecimiento de todo el período 2010-2017. El valor de crecimiento adoptado permite compensar la ausencia de información en referencia a los turistas que se alojan en la ciudad de Dina Huapi.

Posteriormente, se estimó la cantidad de residuos que los turistas generarían en un día mediante:

$$\text{Kilogramos diarios producidos por turistas}_{(t)} = [(\text{PPC}_{(t)} * \text{composición maximizada}_{(t)}) / 100] * \text{Plazas disponibles}_{(t)}$$

Finalmente, la cantidad de residuos generados por los turistas diariamente fue sumado a la cantidad de residuos generados en los domicilios diariamente para cada municipio.

Se han realizado consideraciones para la estimación de los residuos que deberán ser gestionados por este sistema, entre las que se encuentran:

- Tasa anual de crecimiento de las plazas disponibles equivalente al 5%.
- Ocupación del 100% de las plazas durante todo el año.
- Obtener un porcentaje de efectividad en la separación de residuos del programa equivalente al 100%.
- Considerar únicamente la población de turistas de la ciudad de Bariloche dado que, la población de turistas de Dina Huapi queda contenida dentro de ella.

Estas consideraciones, a pesar de que a priori resultan excesivas, permiten ser conservativos al momento de diseñar todo el sistema, debido a que supone las condiciones más críticas y no permitirían que el sistema quede sub-dimensionado, considerando que el sistema que se propone cuenta con tecnologías en paralelo e independientes.

6-3-3) Resultados obtenidos

A continuación, son presentados los resultados obtenidos en las estimaciones realizadas. La Tabla 6.5 presenta la proyección de la PPC de los RSU para cada municipio. En la Tabla 6.6 se presenta la composición maximizada de

generación para cada sub-categoría, donde la composición maximizada es la suma de la composición total y su desvío standard. La Tabla 6.7 presenta las estimaciones de la PPC de cada fracción de residuos para los años 2010 y 2034. La Tabla 6.8 presenta la estimación de la cantidad de residuos generados en los domicilios para cada sub-categoría en los años 2010 y 2034. En la Tabla 6.9 son presentadas las estimaciones de las toneladas anuales producidas en los domicilios en los años 2010 y 2034. La Tabla 6.10 presenta las estimaciones pertinentes a la generación de cada sub-categoría generada por los turistas para los años 2010 y 2034. Cabe destacar que la Tabla 6.11 representa a la situación más crítica a gestionar diariamente, debido a que contempla la producción de ambos municipios y el momento en que la plaza de alojamiento de la ciudad se encuentra ocupada en su totalidad. Las tablas con los resultados para todo el período comprendido entre 2010 y 2034 son presentadas en el Anexo N° 4.

Año	PPC de RSU de San Carlos de Bariloche [kg/día*persona]	PPC de RSU de Dina Huapi [kg/día*persona]
2010	0,849	0,781
2011	0,856	0,786
2012	0,863	0,791
2013	0,870	0,795
2014	0,877	0,800
2015	0,884	0,805
2016	0,891	0,810
2017	0,898	0,815
2018	0,906	0,820
2019	0,913	0,825
2020	0,920	0,830
2021	0,928	0,835
2022	0,935	0,840
2023	0,943	0,845
2024	0,951	0,850
2025	0,958	0,856
2026	0,966	0,861
2027	0,974	0,866
2028	0,982	0,871
2029	0,990	0,877
2030	0,998	0,882
2031	1,006	0,887
2032	1,014	0,893
2033	1,022	0,898
2034	1,030	0,904

Tabla 6.5: proyección de las PPC de los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi.

Fuente: elaboración propia.

	Composición total [%]	Desvío standard [%]	Composición maximizada [%]
Residuos farmacológicos	0,060	0,302	0,362
Residuos patológicos	0,590	0,492	1,082
Residuos de PHA	5,680	0	5,680

Tabla 6.6: composición maximizada de generación para cada sub-categoría. Fuente: elaboración propia.

	PPC de San Carlos de Bariloche 2010 [g/día*persona]	PPC de San Carlos de Bariloche 2034 [g/día*persona]	PPC de Dina Huapi 2010 [g/día*persona]	PPC de Dina Huapi 2034 [g/día*persona]
Residuos farmacológicos	3,073	3,729	2,827	3,272
Residuos patológicos	9,186	11,145	8,450	9,781
Residuos de PHA	48,223	58,504	44,361	51,347

Tabla 6.7: PPC de cada sub-categoría para los años 2010 y 2034. Fuente: elaboración propia.

	RRFF San Carlos de Bariloche	RRFF Dina Huapi	RRPPa Bariloche	RRPPa Dina Huapi	Residuos de PHA Bariloche	Residuos de PHA Dina Huapi
Kilogramos diarios producidos en los domicilios en 2010	347	11	1037	32	5444	166
Kilogramos diarios producidos en los domicilios en 2034	616	20	1842	61	9670	320
Kilogramos anuales producidos en los domicilios en 2010	126619	3833	378505	11498	1986987	60408
Kilogramos anuales producidos en los domicilios en 2034	224950	7446	672367	22229	3529623	116618

Tabla 6.8: estimación de la cantidad de residuos generados en los domicilios en los años 2010 y 2034 para cada sub-categoría. Fuente: elaboración propia.

	RRFF San Carlos de Bariloche	RRFF Dina Huapi	RRPPa Bariloche	RRPPa Dina Huapi	Residuos de PHA Bariloche	Residuos de PHA Dina Huapi
Toneladas anuales producidas en 2010	127	4	379	12	1987	60
Toneladas anuales producidas en 2034	225	7	672	22	3529	117

Tabla 6.9: estimación de las toneladas anuales producidas de los domicilios años 2010 y 2034.
Fuente: elaboración propia.

	Farmacos producidos por turistas	Patológicos producidos por turistas	PHA producidos por turistas
Kilogramos diarios producidos en 2010	78	233	1223
Kilogramos diarios producidos en 2034	250	746	3916

Tabla 6.10: estimación de la cantidad de residuos generados por los turistas en San Carlos de Bariloche en los años 2010 y 2034. Fuente: elaboración propia.

	Fármacos producidos por turistas y domicilios	Patológicos producidos por turistas y domicilios	PHA producidos por turistas y domicilios
Kilogramos diarios producidos en 2010	435	1302	6833
Kilogramos diarios producidos en 2034	886	2608	13905

Tabla 6.11: producción diaria maximizada en los años 2010 y 2034 para las ciudades de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi. Fuente: elaboración propia.

Capítulo VII: propuesta de gestión de residuos farmacológicos provenientes del ámbito domiciliario

En la Figura 7.1 se presenta el diagrama de flujo del sistema de gestión propuesto para la sub-categoría azul. Posteriormente se explicará detalladamente cada una de sus etapas, las cuales son: generación y disposición primaria, recolección y transporte, tratamiento y disposición final.

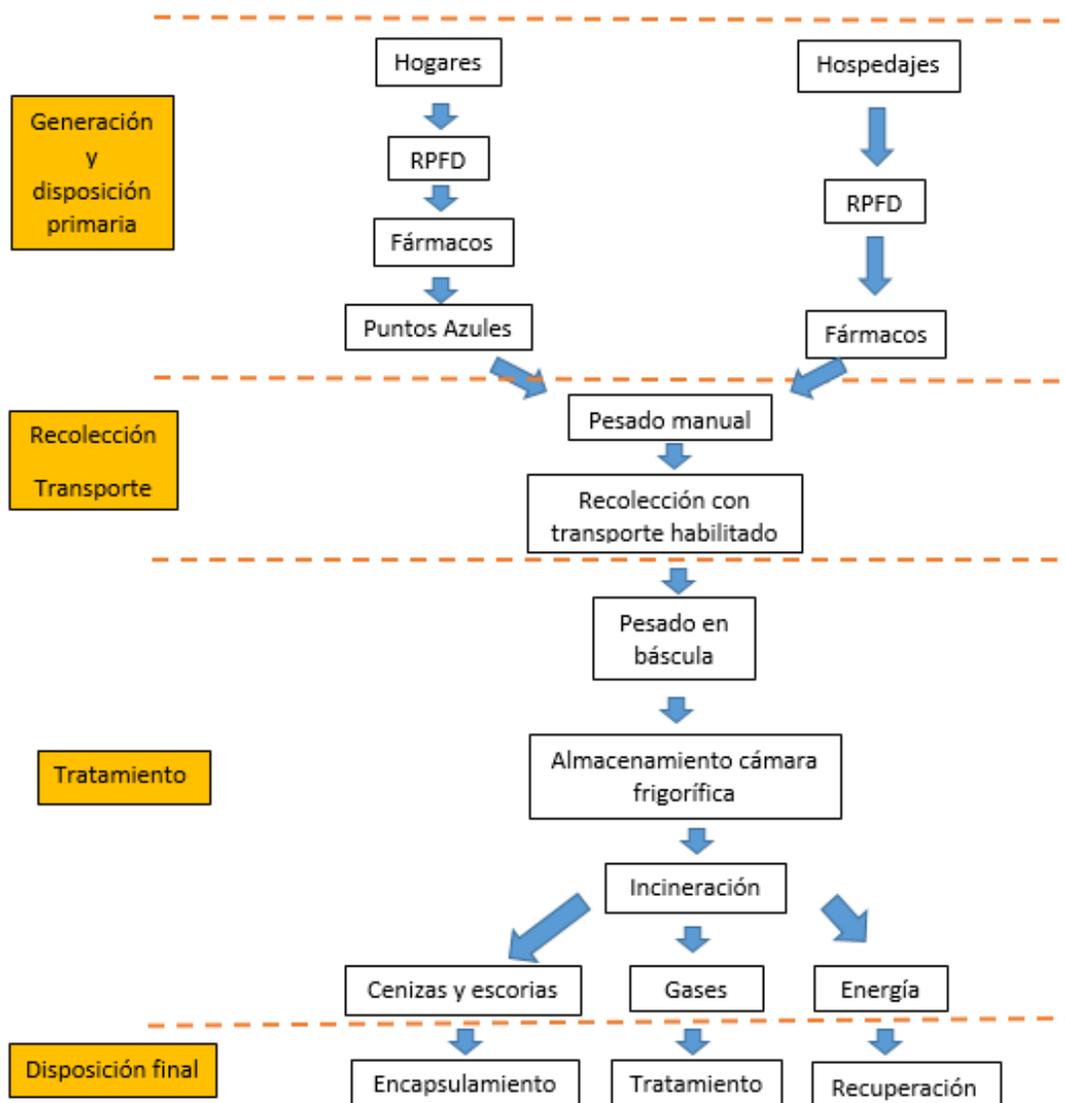


Figura 7.1: diagrama del sistema de gestión de residuos farmacológicos. Fuente: elaboración propia.

7-1) Generación y disposición primaria

Una vez identificados aquellos fármacos que ya no sean aptos para el consumo humano/animal, serán dispuestos en una bolsa/contenedor distinto al utilizado para la disposición de los RSU. Se deberá tener en cuenta al momento de disponerlos el estado de agregación del residuo. En caso de que el fármaco se encuentre en estado líquido asegurarse que, el envase se encuentre sellado y no presente fisuras, de lo contrario deberá ser re-embasado en un nuevo contenedor indicando en el mismo que se trata de un fármaco. En caso de tratarse de un fármaco en estado sólido, se dispondrá dentro de la bolsa/contenedor en conjunto con su blíster o caja original, de ser posible. Estos residuos deben encontrarse en todo momento alejado del alcance general.

En el caso de los sitios de alojamiento para turistas, los mismos deberán poseer en su *hall* de entrada un recipiente diferenciado con cartelería señalando cuál es la función del recipiente y con las medidas de seguridad pertinentes. Se recomienda que la cartelería se encuentre en los idiomas: español, inglés y portugués. Será responsabilidad del alojamiento el contratar el servicio de recolección habilitado.

Cada persona generará una cantidad aproximada de 3,7 gramos diarios de residuos farmacológicos para el año 2034, debiéndose tomar en cuenta este valor para su almacenamiento en el hogar.

Como se ha mencionado anteriormente, el Colegio de Farmacéuticos de Río Negro será un actor clave para la ejecución de este programa. El mismo permitirá establecer un sistema en donde las farmacias adheridas sean sitios donde los vecinos puedan acercar estos residuos, denominándolos "puntos azules". Las consideraciones a contemplar al momento de elaborar este convenio son: el conjunto de farmacias que adherirán al programa, las obligaciones por parte del municipio referidos a su rol en la gestión y las obligaciones por parte de las farmacias y/o el Colegio de Farmacéuticos.

Considerando las farmacias habilitadas dentro de ambos municipios he identificándolas como potenciales puntos azules se obtiene como resultado la Tabla 7.1 [49].

Posibles puntos azules	Localidad	Ubicación
Hospital Dr. Ramón Carrillo	S.C. de Bariloche	Moreno N° 601
Acuario	S.C. de Bariloche	J. M. de Rosas N° 498
Andino Patagónica SCS	S.C. de Bariloche	Cerrada
Araucana I	S.C. de Bariloche	Moreno N° 514
Asurmendi	S.C. de Bariloche	Moreno N° 730
Austral	S.C. de Bariloche	9 de Julio N° 1018
Avenida Max Weder	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 395
Bancaria Bariloche	S.C. de Bariloche	Elordi N° 520
Barberis	S.C. de Bariloche	Onelli N° 377
Botánica Quebec	S.C. de Bariloche	Moreno N° 55
Cruz del sur	S.C. de Bariloche	Beschtedt N° 1793
Cumbre I	S.C. de Bariloche	Diagonal Gutierrez N° 22
Cumbre II	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 701
De la cruz	S.C. de Bariloche	Av. Pioneros N° 4171
De miguel	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 130
Detina	S.C. de Bariloche	Av. Bustillo N° 12508
Diagonal	S.C. de Bariloche	Diagonal Capraro N° 1301
Dr. Pasteur	S.C. de Bariloche	Elordi N° 1164
Elustondo	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 379
Farmacenter	S.C. de Bariloche	San Martín N° 162
Farmacenter II	S.C. de Bariloche	San Martín N° 598
Gallardo	S.C. de Bariloche	Gallardo N° 218
Gilmore	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 802
Iberia	S.C. de Bariloche	20 de Febrero N° 410
Las victorias	S.C. de Bariloche	Cerrada
Los andes	S.C. de Bariloche	Av. Bustillo N° 13118
Luna Lanz	S.C. de Bariloche	Onelli N° 1505
Nueva Brown	S.C. de Bariloche	Av. Pioneros N° 195
Nueve de Julio	S.C. de Bariloche	9 de Julio N° 631
Nueve de Julio II	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 1031
Onelli	S.C. de Bariloche	Onelli N° 631
Patagónica	S.C. de Bariloche	Diagonal Capraro N° 1050
Piren Huapi	S.C. de Bariloche	Av. Bustillo N° 8550
Quilmes	S.C. de Bariloche	Pasaje Gutierrez N° 2598
Ruta 40	S.C. de Bariloche	Juan Hermann N° 3995
Santa lucia	S.C. de Bariloche	Av. De los Pioneros N° 3860
Total S.C.S.	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 71
Visconti	S.C. de Bariloche	12 de Octubre N° 1708
Zona Vital Mitre	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 609
Zona Vital Nahuel	S.C. de Bariloche	Perito Moreno N° 246
Dina Huapi	Dina Huapi	Estados Unidos N° 430
Limay	Dina Huapi	El Salvador N° 118

Tabla 7.1: ubicación de los posibles puntos azules. Fuente: adaptado de "Solicitud de información", de colfarn, 2019, Correo electrónico enviado a: (secretaria@colfarn.org.ar).

A pesar de que se encuentran en el listado oficial del Colegio de Farmacéuticos las farmacias Las Victorias y Andino Patagónica SCS ya no existen como comercios abiertos y operativos (es decir se encuentran cerradas). De todos modos, serán consideradas como existentes, debido a que se trata de un documento oficial. En el Anexo N° 5 se ubican en el mapa de la ciudad cada uno de los puntos azules comercialmente operativos en Dina Huapi, en el oeste, sur y casco céntrico de San Carlos de Bariloche.

Los contenedores y bolsas ubicadas en los puntos azules deberán contar con una “tarjeta de control de residuos” con los siguientes datos (se añade en el Anexo N° 6 el formato correspondiente a la misma):

- Nombre del establecimiento.
- Domicilio del establecimiento.
- Tipo de residuo.
- Firma y aclaración del responsable del establecimiento.

Considerándose las generaciones domiciliarias diarias de residuos farmacológicos para el año 2034 en cada municipio, es posible determinar el almacenamiento diario en cada punto azul. En la ciudad de San Carlos de Bariloche se estima una generación de 616 kilogramos y suponiendo un almacenamiento en proporciones similares en las 38 farmacias comercialmente operativas, cada una debería tener la capacidad de almacenar 16 kilogramos de residuos diariamente. Mientras que en la ciudad de Dina Huapi, con una generación de 20 kilogramos diarios de fármacos, cada farmacia almacenaría un total aproximado de 10 kilogramos diariamente de residuos.

7-2) Recolección y transporte

La recolección de los residuos se realizará en función de la periodicidad de llenado del contenedor, debiendo ajustarse de manera tal que la recolección sea

eficiente. Al momento de ser recogidos, el transportista deberá completar los siguientes datos en la “planilla de control de residuos” (Anexo N° 7):

- Nombre del establecimiento.
- Domicilio del establecimiento.
- Fecha de retiro.
- Hora de retiro.
- Cantidad de kilogramos/litros retirados.
- Número de bultos.
- Firma y aclaración del responsable del establecimiento.
- Firma y aclaración del transportista.
- Anomalías: fisuras, presencia de objetos punzocortantes sueltos o de líquidos, otros.

Se propone para esta gestión, que el transportista posea una balanza portátil con la cual realizará el pesado de los bultos entregados por cada establecimiento. Posteriormente se procederá a la firma de la planilla, dejando constancia mediante el “comprobante de retiro” (Anexo N° 8). La recolección será llevada a cabo por medio de un sistema de transporte habilitado, teniendo como mínimo dos (2) unidades según lo establece el Decreto Provincial N° 970/06 y debiéndose cumplir todas las condiciones de transporte impuestas en el mismo. Si se realiza una recolección diaria de estos residuos en cada farmacia, el total a recolectar en ambos municipios es de 636 kilogramos, pudiéndose ser recolectado el conjunto con un solo vehículo tipo Partener/Fiorino/Kangoo o similares dado que su capacidad de carga ronda entre 650 y 800 kilogramos. A este aspecto deberá considerar la recolección de los alojamientos turísticos que contraten el servicio de transporte habilitado, adicionándose 250 kilogramos diarios de RRFF generados por los turistas. En caso de que el volumen de los residuos resulte excesivo para este tipo de vehículo, se propone que sea compensado o bien con la utilización de un vehículo más o utilizando un transporte con mayor capacidad. También, se deberá

evaluar detalladamente las variables involucradas al momento de colocar el proyecto en marcha, si es factible ambientalmente y económicamente realizar más de un viaje con el mismo transporte.

7-3) Tratamiento

Los residuos recolectados por el transporte habilitado, serán llevados a la planta de tratamiento, estableciéndose en el Capítulo X posibles ubicaciones de la misma. En primera instancia el transporte pasará por una báscula la cual tomará el peso lleno y posteriormente lo contrastará en vacío. Esto permitirá cotejar, con las planillas de control, el peso de la carga. De esta manera se evitará que exista la posibilidad de que estos residuos se separen del sistema para ingresar al mercado negro de estupefacientes. Finalizado el pesaje, la carga será almacenada en una cámara frigorífica. En la cámara se contará con contenedores diferenciados para el correcto almacenamiento de los mismos.

Como tratamiento para estos residuos, se ha determinado que la opción más viable es un tratamiento térmico por combustión, siendo utilizado como tecnología un horno rotatorio. El motivo de selección de esta tecnología se detalla a continuación:

- Tecnología más utilizada en el mundo para la incineración de residuos peligrosos.
- Permite el tratamiento de más de un tipo de residuo: sólidos, líquidos, lodos e inclusive gases.
- El sistema rotatorio permite una distribución uniforme del calor.
- Al no contener partes metálicas en su interior no presenta limitaciones de temperatura.
- Permite variar su velocidad de rotación e inclinación, disminuyendo los tiempos de residencia.
- Permite el tratamiento de grandes volúmenes de residuos.

- La incineración por combustión es una tecnología de bajo costo en comparación con los procesos de pirólisis y gasificación.
- La disminución del volumen de los residuos es mayor que en otros tipos de tratamientos no térmicos (aproximadamente 90-95%).
- Es un tratamiento alternativo aplicable a los residuos de PHA.
- Puede ser incinerado cualquier tipo de residuo considerado como peligroso, siempre que la totalidad de las emisiones generadas durante el proceso sean debidamente tratadas, eliminándose su potencial peligrosidad.

7-4) Disposición final

Las cenizas, escorias y gases producidos durante la incineración serán gestionados de manera diferenciada acorde a lo que será detallado en el Capítulo X, a fin de asegurar la preservación de la salud humana y la calidad ambiental. En referencia a la energía obtenida durante este proceso de incineración, será recuperada y utilizada dentro de la misma planta, mediante el uso de intercambiadores de calor.

Capítulo VIII: propuesta de gestión de residuos patológicos provenientes del ámbito domiciliario

En la Figura 8.1 se detalla el diagrama de flujo aplicable a la gestión de RRPPa, siendo posteriormente explicada cada una de sus etapas.

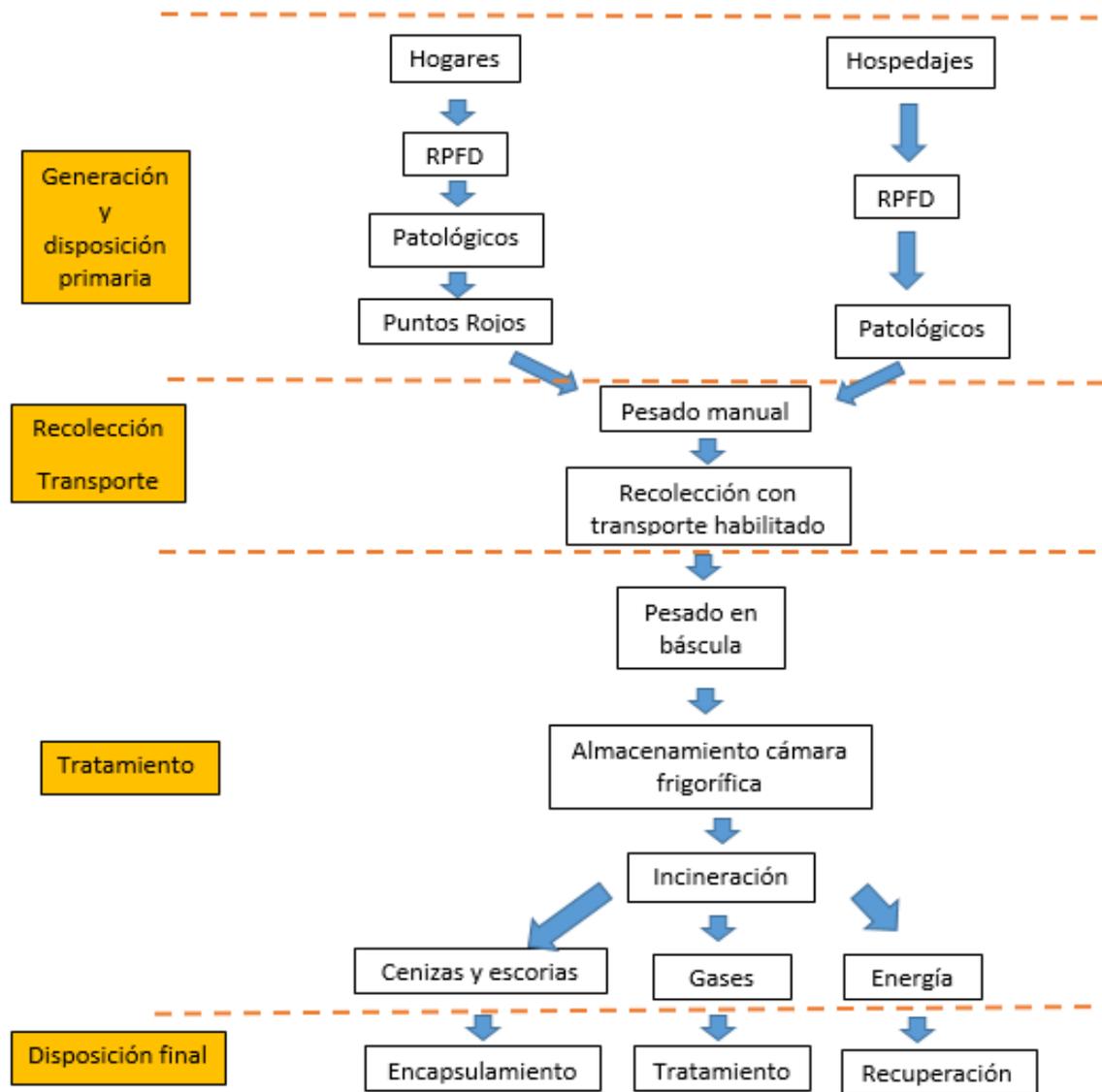


Figura 8.1: sistema de gestión de residuos patológicos. Fuente: elaboración propia.

8-1) Generación y disposición primaria

La categoría roja debe ser dispuesta en el hogar con mayor meticulosidad y alejado de los sitios de uso común del hogar. Para la disposición de elementos punzocortantes, como los bisturíes y agujas, deben ser dispuestos en contenedores para tal fin, como se indica en la Figura 8.2 [50], siendo rellenado únicamente hasta $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad, a fin de efectuar un correcto cierre del contenedor. Tales contenedores podrán ser obtenidos en los centros de salud, farmacias u por medio de la empresa operadora y deben contener el símbolo de riesgo biológico con el texto: “advertencia: objetos filosos/sharps”. De no obtener estos contenedores, la opción recomendada por los servicios sanitarios, es disponerlos dentro de contenedores plásticos resistentes y a prueba de fugas. Los residuos deben ser contenidos en recipientes de High Density Polyethylene (de sus siglas en inglés: HDPE) y debe agregarse de manera manual el símbolo de riesgo biológico y la frase “objeto filoso”.



Figura 8.2: contenedores de residuos punzocortantes. Recuperado de “*Sharps disposal containers*”, de FDA, 2018. Recuperado de: <http://colfarma.info/colfarchascomus/programa-municipal-de-recoleccion-de-medicamentos-vencidos-y-o-en-desuso-domiciliarios/>

En caso que no haya presencia de objetos punzocortantes, los residuos deben ser contenidos de manera obligatoria en bolsas de residuos patológicos, las

cuales deben ser de color rojo, con el símbolo de riesgo biológico, de un espesor mínimo de 90 micrones y cerradas con un precinto inviolable, según lo establece el Decreto Provincial N° 971/06. Estas bolsas no pueden ser almacenadas en el mismo sitio que los RSU, por lo que es necesario disponerlas en un contenedor diferenciado y que el mismo se encuentre refrigerado. En caso de no poseer un sitio con refrigeración, colocarlo en zonas que no se encuentren expuestas al sol, sean frescas y no estén en contacto con animales o niños. Para aquellos residuos con contenido líquido, deben ser depositados dentro de una bolsa con algún tipo de material absorbente (aserrín, algodón o similares) y dispuestos en una batea de contención. Esta batea deberá contener el total del volumen del líquido en caso de derrame.

Las bolsas para residuos patológicos y contenedores para residuos punzocortantes deben ser adquiridas en comercios habilitados, debiéndose asegurar (en conjunto con el municipio y/o la empresa operaria) el continuo abastecimiento de los insumos. En caso de tratarse de lugares de alojamiento turístico, el mismo debe proporcionar las bolsas para tal fin, además de ofrecer información y tener cartelera específica para que el turista tenga conocimiento de cómo deben ser dispuestos estos residuos. A su vez el alojamiento debe contar con un deposito refrigerado para almacenar transitoriamente estos residuos y posteriormente contratar el servicio de recolección habilitado. Queda en obligación por parte del turista, adquirir los contenedores para residuos punzocortantes.

Se ha determinado que cada persona generará una cantidad equivalente a 11 gramos de residuos patológicos diariamente para el año 2034, debiéndose tomar en cuenta esta estimación para el almacenamiento hogareño.

De la misma manera que se ha planteado los puntos azules, se recomienda que se establezca el sistema de “puntos rojos”. Los mismos serán sitios preparados para el almacenamiento transitorios de esta clase de residuos. Para alcanzar tal fin se debería consensuar con el Ministerio de Salud de la Provincia de Río Negro, la utilización de las instalaciones de los centros de atención de salud de los municipios, para que los vecinos depositen allí sus residuos patológicos. Esta proposición se basa en la primicia de que estos sitios cuentan con lugares para el propicio

almacenamiento de los residuos al encontrarse regulados por entes de salud. Se cuentan con 18 posibles puntos rojos presentados en la Tabla 8.1 [51].

Posibles puntos rojos	Localidad	Ubicación
Hospital Zonal Dr. Ramón Carrillo	S.C. de Bariloche	Moreno N° 61
Centro de salud Pilar I	S.C. de Bariloche	Centro Comunitario Pilar I Ruta 40
Centro de salud Lera	S.C. de Bariloche	25 de mayo y Los Colihues
Centro de salud Virgen Misionera	S.C. de Bariloche	Tejada Gomez 7120
Centro de salud Arrayanes	S.C. de Bariloche	Maitenes N° 800
Centro de salud 34 Hectáreas	S.C. de Bariloche	Barrio 2 de abril (Ctro. Comunitario)
Centro de salud El Frutillar	S.C. de Bariloche	Chocori N° 4065
Centro de salud La Cumbre	S.C. de Bariloche	Los Andes N° 1707
Centro de salud Madre Teresa	S.C. de Bariloche	Avda. Bustillo Km 20
Centro de salud San Francisco III	S.C. de Bariloche	Costa Rica 1150 (esquina San Jose)
Centro de salud Las Quintas	S.C. de Bariloche	Onelli Y Brown
Centro de salud Casa de Salud	S.C. de Bariloche	Ruta 40 y Beschtedt
Centro de salud Ojo de Agua	S.C. de Bariloche	Malvina Soledad
Centro de salud Pilar II	S.C. de Bariloche	Centro Comunitario Pilar II Ruta 40
Hospital Privado Regional del Sur	S.C. de Bariloche	20 de Febrero N° 598
Sanatorio del Sol	S.C. de Bariloche	20 de Febrero N° 640
Clínica San Carlos	S.C. de Bariloche	Avenida Ezequiel Bustillo Km 1
Centro de Salud Dina Huapi	Dina Huapi	Las Rosas y las Amapolas

Tabla 8.1: ubicación de los posibles puntos rojos. Adaptado de “Centros de salud Bariloche”, de Ministerio de Salud de Río Negro, 2019. Recuperado de:
https://salud.rionegro.gov.ar/sala/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=38

En el Anexo N° 9 se presentan cada uno de los puntos rojos ubicados en Dina Huapi, en el oeste sur y casco céntrico de San Carlos de Bariloche. Estos puntos, a pesar de que son considerados como centros de salud por el Ministerio de Salud de la Provincia, no cuentan con salas médicas siendo en algunos casos centros comunitarios, es decir, sitios de congregación barrial. De todos modos, estos sitios pueden ser adaptados para tal fin.

En los puntos rojos, los vecinos darán entrega de las bolsas de residuos patológicos donde el personal se encargará de trasladarlo hasta la zona de acopio en cumplimiento del Decreto Provincial N° 971/06. El personal llevará hasta la zona de acopio y completará la “tarjeta de control de residuos”, completando los siguientes datos:

- Nombre del establecimiento.
- Domicilio del establecimiento.
- Tipo de residuo.
- Firma y aclaración del responsable del establecimiento.

Finalmente, los residuos de origen domiciliario serán almacenados de forma diferenciada respecto a los residuos que han sido generados dentro del establecimiento.

Considerándose una generación diaria para la ciudad de San Carlos de Bariloche de 1842 kilogramos y una disposición de manera homogénea en los 17 puntos rojos de la ciudad, cada punto almacenará diariamente aproximadamente 108 kilogramos. Mientras que el municipio de Dina Huapi consta de tan solo un punto rojo, debiendo almacenar 61 kilogramos diarios aproximadamente. Este aspecto es de suma relevancia al momento de determinar la capacidad de almacenamiento de cada punto y establecer el período de recolección.

8-2) Recolección y transporte

La recolección de los RRPPa en los puntos rojos será definida de acuerdo a la demanda y volumen recolectado. En el caso de los sitios de alojamientos de turistas, el dueño puede optar por trasladar los residuos de manera privada con vehículo habilitado, o bien contratar el servicio de transporte propio del sistema.

Al momento de ser retirados los residuos se completarán los datos de la “planilla de control”:

- Nombre del establecimiento.

- Domicilio del establecimiento.
- Fecha de retiro.
- Hora de retiro.
- Cantidad de kilogramos/litros retirados.
- Número de bultos.
- Firma y aclaración del responsable del establecimiento.
- Firma y aclaración del transportista.
- Anomalías: fisuras, presencia de objetos punzocortantes sueltos o de líquidos, otros.

Al igual que en el programa de residuos farmacológicos, se propone que el transportista realice el pesado de los bultos entregado por el establecimiento. Finalizado este procedimiento se procederá a la firma de la planilla, dejando constancia de un “comprobante de retiro”. La recolección será llevada a cabo por medio del mismo sistema de transporte que el programa de fármacos, cumpliendo con las mismas condiciones anteriormente estipuladas.

Dadas las cantidades a ser recolectadas en cada punto, la recolección de los residuos puede darse de diversas maneras. En el caso de Dina Huapi es posible que estos residuos sean recolectados en conjunto con los fármacos para no generar el desplazamiento de dos vehículos distintos hacia dicha ciudad. Por otro lado, para Bariloche se puede recomendar el uso de un vehículo de carga ligera como camiones refrigerados o tipo Peugeot “Boxer” o similares, los cuales prestan capacidades de carga variables de entre 1,5 a 3 toneladas. En caso de que el volumen de los residuos sea excesivo para este tipo de vehículo se recomienda que sea utilizado un vehículo más o bien se considere la utilización de otro tipo de vehículo. Otra opción es que se realicen más de un viaje con el transporte, todas las opciones contempladas para la recolección son tentativas y pueden ser replanteadas al momento de ejecutar la gestión.

8-3) Tratamiento

De manera similar al programa anterior, el transporte será pesado en una báscula antes y después de ingresar a la planta, y posteriormente los residuos serán almacenados en la cámara frigorífica. Las posibles ubicaciones de la planta son contempladas en el Capítulo X. A su vez se aplicará el tratamiento de incineración por combustión en horno rotatorio al igual que los fármacos, debido a las cualidades que presenta este tipo de tecnología. Estos residuos serán incinerados en conjunto con los fármacos por lo que no se precisa el uso de un equipo diferenciado. Serán tomadas todas consideraciones de monitoreo de gases durante todo el proceso para disminuir los riesgos sobre la salud humana y el ambiente.

8-4) Disposición final

Las cenizas, escorias y gases producidos durante la incineración serán gestionados de manera diferenciada acorde a lo detallado en el Capítulo X, de manera recíproca a lo estipulado en el tratamiento de residuos farmacológicos.

Capítulo IX: propuesta de gestión de residuos de productos de higiene absorbentes provenientes del ámbito domiciliario

En la Figura 9.1 se observa el diagrama de flujo del sistema de gestión propuesto para los residuos de PHA, posteriormente será explicada cada una de sus etapas.

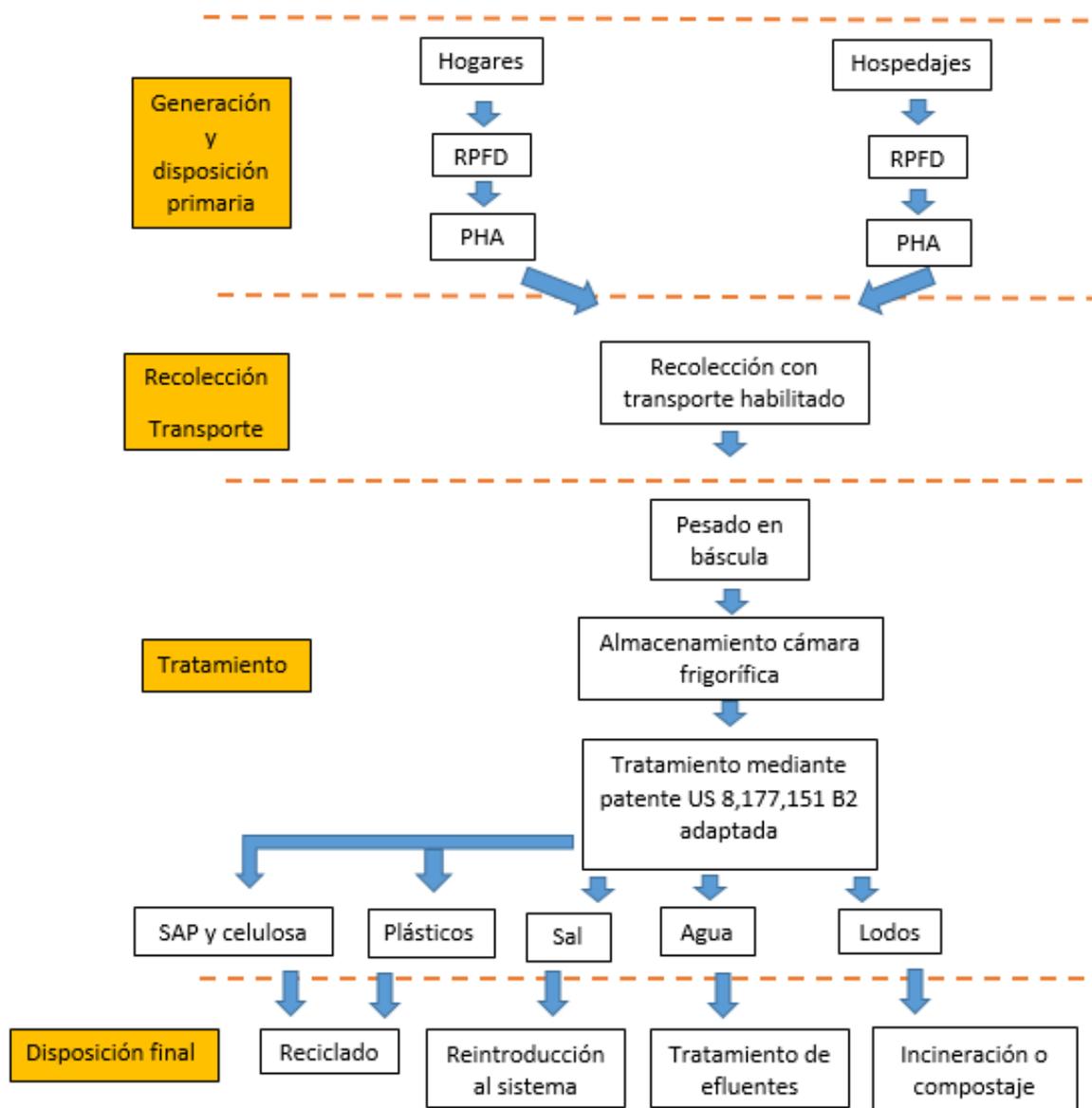


Figura 9.1: sistema de gestión de residuos PHA. Fuente: elaboración propia.

9-1) Segregación y disposición primaria

Los residuos de la categoría amarilla, deberán ser segregados de forma diferenciada al resto de los RSU. Los mismos serán dispuestos en bolsas de residuos patológicos con las mismas especificaciones que aquellas de la categoría roja exceptuando su color, el cual debe ser amarillo. Hasta el momento de su recolección se recomienda el almacenamiento de estos residuos en un lugar fresco y alejado de animales y niños. Los generadores de estos residuos podrán anotarse por medio de un sistema online el cual les proporcionará un número de usuario y de esta manera serán incorporados a los recorridos de recolección estipulados para este programa. Podrá ser considerado establecer rutas y que los vecinos se anoten a las rutas preestablecidas.

Los hospedajes deberán colocar cartelería específica para el programa y deberán proporcionar a los turistas la bolsa correspondiente para segregar estos residuos. Se recomienda que la cartelería en estos sitios sea presentada en tres idiomas: español, inglés y portugués. El hospedaje se anotará por medio del sistema online para ser incluido dentro de los recorridos de recolección y deberá almacenar esto residuos en la misma cámara que los residuos de la categoría roja.

9-2) Recolección y transporte

Estos residuos serán recolectados con los camiones habilitados que cumplan con los estándares establecidos en el Decreto Provincial N° 971/06. Para ser agregados al recorrido de recolección de los PHA, cada domicilio/hospedaje deberá haberse inscripto por medio del sistema online especificando: su categoría (domicilio/hospedaje) y periodicidad de recolección. El transportista habilitado, al momento de retirar estos residuos hará firmar al domicilio/hospedaje la “planilla de retiro de residuos de PHA” (Anexo N° 10). Debido a la geografía de ambas ciudades, será considerado el uso de contenedores en zonas de difícil acceso ya sea por el terreno o por condiciones climáticas adversas. Tales zonas pueden ser barrios como:

El Faldeo, Ladera Norte, Villa los Coihues, Nahuel Hue, Frutillar o zonas de similares características topográficas. Finalizada la recolección los camiones trasladarán los residuos a la planta de tratamiento.

El total de residuos domiciliarios generados en la ciudad de San Carlos de Bariloche para el año 2034 se estima en 9670 kilogramos diarios, mientras que para la ciudad de Dina Huapi se calculan 320 kilogramos diarios. Para la recolección de los mismos puede considerarse el uso de 4 a 5 camiones refrigerados con capacidad de 3 toneladas o superior, pudiendo combinarse con el uso de los otros vehículos anteriormente mencionados. A su vez se deberá considerar la recolección de los residuos generados en hospedajes, los cuales aumentan la capacidad de recolección 3916 kilogramos diarios, para el año 2034.

9-3) Tratamiento

Una vez en la planta el transporte será pesado en la báscula antes y después de ingresar, para determinar la cantidad de residuos que ingresan por medio de diferencia de peso. Las posibles ubicaciones de la planta son contempladas en el Capítulo X. Posteriormente se colocará en la “planilla de control de PHA” (Anexo N° 11) los siguientes datos:

- Números de usuario online de los sitios recolectados.
- Kilogramos de residuos.
- Fecha de recepción.
- Estado de las bolsas contenedoras.

Finalizado el pesaje, los bultos serán almacenados transitoriamente en la cámara frigorífica, en contenedores diferenciados de las categorías roja y azul. El tratamiento seleccionado para los residuos de esta categoría, se basa de una tecnología diseñada específicamente para la recuperación de los elementos mayoritarios que los conforman como ser:

- Celulosa y SAP.
- Polietileno y polipropileno.

Esta tecnología se basa en una serie de procesos diseñados no solo para eliminar el potencial riesgo biológico asociado a estos residuos, sino que permitan recuperar los materiales para ser re-introducidos a las cadenas de producción. Se ha planteado el uso de la Patente desarrollada por la empresa Knowaste con número: US 8,177,151 B2 del año 2012 [52]. Los procesos a desarrollar para el reciclado de estos residuos son presentados en la Figura 9.2, siendo el mismo uno de los tres propuestos en la Patente. Este diseño se basa en una fase de trituración, proseguida de una expansión del gel mediante adición de agua, luego este material es prensado contra una pantalla perforada y dividido en dos corrientes. El material retenido en la prensa es retirado para ser introducido en un *pulper*, al cual se le añade alum: $KAl(SO_4)_2$, para retirar los plásticos, mientras que el agua con contenido de alum y los sólidos restantes son conducidos por una pantalla lateral la cual separa la fase líquida de la sólida. La fase líquida ingresa al sistema de tratamiento de efluentes, mientras que los sólidos son prensados. El material que fue separado por medio de la prensa al principio del proceso puede ser compostado, o bien se le es añadido sal y pasado por una centrífuga. Será agregado al sistema, a manera de recomendación, el uso de un separador magnético luego de la trituración y un sistema de esterilizado por autoclave luego de la adición de agua para el lavado y expansión del gel. Cabe señalar que este proceso es identificado por Dixhoorn [53] como un diseño que se encuentran a escala piloto y están siendo re-escaladas por su gran potencial.

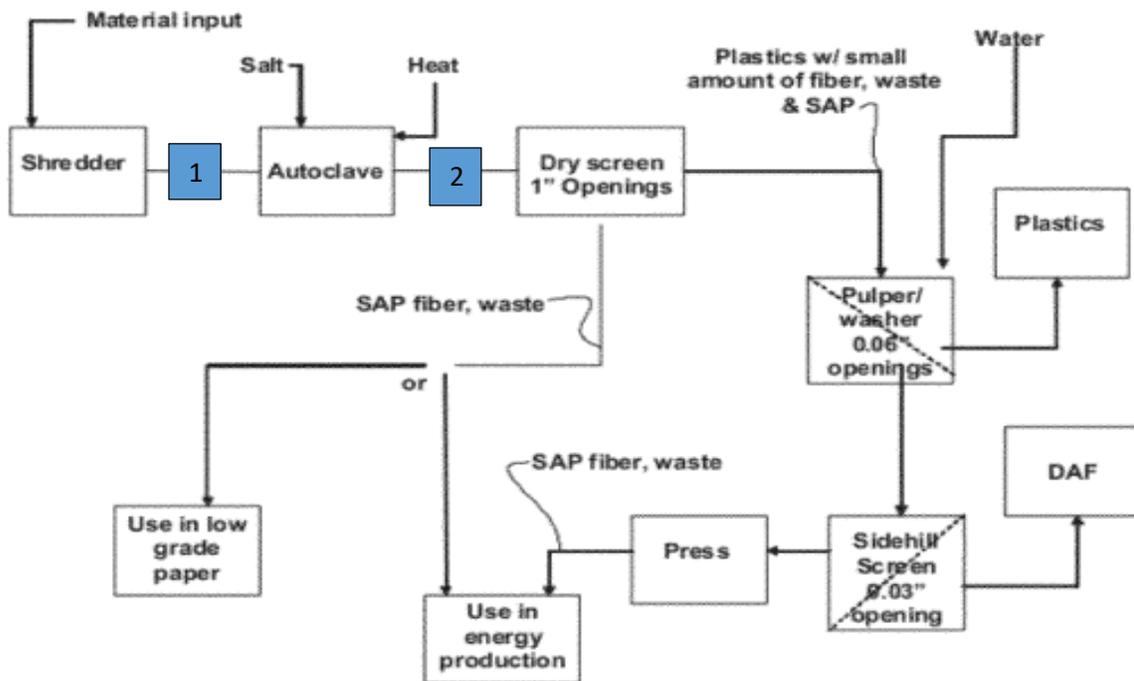


Figura 9.2: tratamiento de residuos PHA. Adaptado de "US Patent N° 8,177,151 B2", de Grimes, 2012, assignee to: Knowaste International.

N°1 corresponde a separación magnética.

N° 2 corresponde a esterilización por autoclave.

9-4) Disposición final

Ambos elementos recuperados del proceso (fibras y plásticos) será enviados a fábricas que re-introduzcan estos materiales a las líneas de producción, verificando previamente su condición de esterilidad a través de monitoreos. Debe tomarse en cuenta que este tratamiento utiliza agua como parte de la separación de los elementos, por lo que se deberá contemplar la instalación de una planta de efluentes. En este tratamiento se ha determinado incinerar los lodos generados en el tratamiento de efluentes, en el mismo horno incinerador propuesto para los RRFF y RRPPa, debido a que la tecnología seleccionada permite el tratamiento de este tipo de residuos.

Capítulo X: diseño general de la planta de tratamiento

En este capítulo se establecerán los lineamientos básicos que deben ser contemplados al momento de la puesta en marcha de la planta de tratamiento y una propuesta de su ubicación. Se tomarán en cuenta: equipos a utilizar, dimensionamiento, características de montaje y planificación para la operación del sistema.

10-1) Potencial ubicación de la planta de tratamiento

Se recomienda que la planta de tratamiento sea instalada en un sitio apta para este tipo de industria, para eso es recomendado que sea considerado colocar el emplazamiento en el Parque Productivo Tecnológico Industrial Bariloche, siendo un lugar idóneo para este tipo de instalaciones. Acorde a lo establece el Plan de Estructuración Urbano Ambiental de este parque tecnológico, es posible la instalación de industrias peligrosas y/o nocivas. Una de las principales ventajas que presenta este sitio es la escasa densidad de población cercana. Otra ventaja de este sitio es el fácil traslado de los residuos que ingresan debido a que, al encontrarse sobre la Avenida de Circunvalación, el acceso resulta sencillo tanto desde el centro de Bariloche como desde Dina Huapi o bien desde el sur de la ciudad. Otra de las ventajas que presenta es la dirección imperante de los vientos, que al igual que en la ciudad de Bariloche son del noroeste, permitiendo que cualquier emisión gaseosa liberada como causa de accidente, no resulte en posibles consecuencias sobre poblaciones cercanas.

Se debe considerar que para la selección del sitio depende de varios factores, principalmente de las decisiones políticas al momento de la aplicación de estos proyectos. De todos modos, se debe considerar que para la selección de un lugar debe realizarse el Estudio de Impacto Ambiental pertinente y tomar en cuenta a su vez los posibles planes de ordenamiento territorial que existan.

10-2) Características generales básicas de instalación y operación

El funcionamiento de la planta de tratamiento de RPF D se encuentra adaptada para el tratamiento de 17399 kg diarios de residuos, siendo la suma de la generación diaria de las tres sub-categorías de residuos para el año 2034. Se plantea que la planta funcione en dos turnos consecutivos de 8 horas cada uno, por lo que los tratamientos serán adaptados para tratar en 16 horas todos los residuos producidos en un día. En cumplimiento del Decreto Provincial N° 971/06, se contará con dos equipos de tratamiento para que exista un sistema de back up. En consecuencia, la planta contará con los siguientes tratamientos:

1. Tratamiento de RRPPa y RRFF: horno incinerador por combustión.
2. Tratamiento de PHA: uso patente US 8,177,151 B2 adaptada.
3. Tratamiento de back up para todos los residuos: horno incinerador por combustión.

El horno incinerador de back up será de idénticas dimensiones al primero. En caso de encontrarse inoperativos los sistemas de tratamiento 1 y 2, las dimensiones del tratamiento de back up no serán suficiente para el completo tratamiento de todo el caudal de residuos diarios, por lo que se podrá plantear un turno complementario o el tratamiento de los residuos por orden de llegada a la planta.

10-3) Báscula

La misma se encontrará al ingreso de la planta, se utilizará para el pesaje de los transportes que ingresan a la planta y de esta manera establecer no solo un control sobre la cantidad de residuos que son ingresados al tratamiento, sino que también permitirá verificar (en contraste con las planillas de control), si ha existido una “fuga” de residuos. Esta fuga es principalmente para controlar el volumen de los RRFF y que no exista la posibilidad de que se posibilite su venta en el mercado

negro, por la sustracción en alguna etapa de la gestión. La selección de la báscula debe contemplar los siguientes aspectos:

- Si se trata de una báscula por peso completo (todo el camión) o es báscula por ejes (se registra el peso parcial pesando desde cada eje).
- Materiales: hormigón, acero, combinado.
- Sistema analógico o digital.
- Tipo de fundación: sobre piso, semi-foso o en foso.

Dado que los transportes pueden ser de diversas marcas y modelos, se recomienda el uso de báscula fija, por ejes, a nivel de piso y con sistema digital, permitiendo un pesaje de mayor exactitud que el que presentan los sistemas mecánicos. En cuanto al tipo de fundación a utilizar no se realizan observaciones algunas, pero se debe considerar el tipo de eje (simple o doble) con la que contará la flota para seleccionar la báscula idónea. Se recomienda que la misma sea calibrada regularmente, siendo recomendado por diversos fabricantes que no se supere un tiempo mayor a un año. Esta calibración puede ser realizada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) u otra institución avalada.

El uso de la báscula permitirá determinar a su vez la cantidad de residuos que ingresan a la planta. Esto puede ser de utilidad para evaluar periódicamente cómo evoluciona la separación de estos residuos y sus posibles fluctuaciones. Mediante el desarrollo de esta práctica será posible a su vez determinar si las estimaciones realizadas en un principio se ajustan a la realidad.

10-4) Cámara frigorífica

La cámara debe contemplar el almacenamiento de residuos durante un período mayor a 24 horas en caso de que la planta se encuentre inactiva. Esto puede deberse a mantenimiento de los equipos, problemas técnicos o cualquier otro motivo que impida el continuo funcionamiento de la misma. Por ende, se debe establecer: cuántos días deben permanecer como máximo dentro de la cámara los residuos y de esta manera determinar el volumen máximo a contener. Se

contemplará la cantidad máxima de residuos que puedan ser generados por día, siendo utilizados los valores de generación diaria al año 2034:

- RRFF: 886 kg/día.
- RRPPa: 2608 kg/día.
- PHA: 13905 kg/día.

Las legislaciones provinciales de nuestro país establecen variaciones entre uno (1) a cinco (5) días de almacenamiento en función de la temperatura [23]. La provincia de Río Negro en su Decreto Provincial N° 971/06 establece un período máximo de 24 horas si no se cuenta con un equipo de enfriamiento. Por otra parte, la provincia de Mendoza por medio del Decreto Provincial N° 2108/05 establece un almacenamiento de hasta cinco (5) días con temperaturas entre 3°C y 5°C. Por ende, se considera conservativo utilizar un tiempo de almacenamiento máximo de tres (3) días con temperaturas de 3°C a 5°C.

Considerando este aspecto, la cantidad de residuos a almacenar es:

- RRFF: 2658 kg.
- RRPPa: 7824 kg.
- PHA: 41715 kg.

A fin de estimar el volumen que deberá tener la cámara frigorífica se determinará el volumen que ocupa cada uno de estos residuos. Se considera que un pañal sucio pesa 210 g (0,21 kg) y tiene un volumen de 0,79 litros ($7,90 \times 10^{-4} \text{ m}^3$) [32]. Por ende, el volumen de los residuos PHA corresponde a $156,92 \text{ m}^3$, siendo estimado por medio de la Ecuación N° 10.1:

$$\begin{array}{l} 0,21 \text{ kg} \quad \text{_____} \quad 7,90 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ 41715 \text{ kg} \quad \text{_____} \quad 156,92 \text{ m}^3 \end{array}$$

Ecuación N° 10.1: estimación del volumen ocupado por los residuos PHA, para ser almacenados durante tres días.

Para ésta estimación ha sido aplicado el peso promedio de los pañales obtenidos bibliográficamente. No obstante, y de manera práctica, se ha realizado una estimación del peso promedio de los pañales producidos por un bebe. Para esto fueron realizadas treinta (30) pesadas de pañal, a un bebe de dos (2) meses, el cual aún no consume alimentos sólidos. Los resultados son presentados en el Anexo N° 12. Los pesajes fueron realizados durante quince (15) días, pesándose dos (2) pañales por día. El pesado fue realizado por medio de una balanza electrónica, con capacidad máxima de diez (10) kg y precisión de un (1) gramo. Dado que, el valor promedio obtenido de manera práctica no resulta en un valor representativo, por tratarse de un solo individuo, el mismo no ha sido utilizado.

En el caso de los RRPPa y los RRFF, se considera una densidad de 0,11 kg/l [54]. Esta densidad es considerada para los residuos patológicos producidos en hospitales, debido a que no se ha encontrado referencias para los RRFF. Se considerará que ambos se encuentran contemplados en este valor. Mediante el mismo es posible determinar que el volumen de residuos correspondiente a un almacenamiento de tres (3) días para estas dos sub-categorías es: 95,29 m³, siendo estimado por medio de la Ecuación N° 10.2:

$$\text{Densidad} \approx \text{masa} / \text{volumen}$$

$$\text{Volumen} \approx \text{masa} / \text{densidad}$$

$$\text{Volumen} \approx (2658 \text{ kg} + 7824 \text{ kg}) / 0,11 \text{ kg/litro}$$

$$\text{Volumen} \approx 95290,91 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen} \approx 95,29 \text{ m}^3$$

Ecuación N° 10.2: estimación del volumen ocupado por los residuos RRFF y RRPPa, para ser almacenados durante tres días.

Finalmente, y considerando todos los residuos, se obtiene que el volumen total a almacenar durante tres (3) días es de 253 m³ aproximadamente.

El Decreto Provincial N° 971/06 establece que los lugares de almacenamiento transitorio, los residuos patológicos deben ser dispuestos en “recipientes troncos cónicos”. Para maximizar la capacidad de los contenedores, se recomienda el uso de recipientes de 120 litros, que no superen el metro de altura, siendo una totalidad de 2102 contenedores plásticos dentro de la cámara frigorífica, siendo estimados por medio de la Ecuación N° 10.3.

$$1 \text{ m}^3 \text{ ____ } 1000 \text{ litros}$$

$$253 \text{ m}^3 \text{ ____ } 253000 \text{ litros} \rightarrow \frac{253000 \text{ litros}}{120 \text{ litros/contenedor}} \approx 2109 \text{ contenedores}$$

Ecuación N° 10.3: estimación de la cantidad de contenedores a ser dispuestos en el sitio de almacenamiento transitorio dentro de la planta de tratamiento.

Considerando que el diámetro promedio de los contenedores de 120 litros es aproximadamente 50 cm, la superficie mínima que ocuparán estos contenedores es de aproximadamente 420 m², siendo estimada por medio de la Ecuación N° 10.4:

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi (0,25\text{m})^2$$

$$A = 0,20 \text{ m}^2 \rightarrow A_{\text{total}} = 0,20 \text{ m}^2 \times 2102 \text{ contenedores} \approx 420,40 \text{ m}^2$$

Ecuación N° 10.4: estimación del área mínima que ocuparán los contenedores en el sitio de almacenamiento transitorio dentro de la planta de tratamiento.

Si se considera una altura de almacenamiento en una habitación de 2,1 metros de altura el volumen del sitio será de 883 m³. En Europa muchos establecimientos de incineración cuentan con búnkeres de entre 500 a 2000 m³ [55], es por ello que el almacenamiento de 883 m³ no resulta un valor anómalo.

Para minimizar la superficie se debe considerar sistemas que permitan el almacenamiento de dos o más contenedores en forma vertical, pudiéndose utilizar un sistema de puente grúa para elevar los contenedores. A su vez se debe

proporcionar una superficie mayor que permita a los empleados trabajar libremente y sin obstáculos. Deben cumplimentarse las condiciones de almacenamiento transitorio establecidas en el Decreto Provincial N° 971/06.

10-5) Sistema de transporte interno

Para trasladar los residuos de la cámara frigorífica a las zonas de tratamiento, se recomienda el uso de contenedores metálicos sobre rieles. Se propone que estos rieles no sean instalados a sobre-nivel, sino que se traten de una instalación a nivel de piso.

En la cámara frigorífica serán vertidos los residuos que se encuentren dentro de los contenedores plásticos hacia los contenedores metálicos sobre rieles mediante el uso de puente grúa. El uso de carros con rieles permitirá una transferencia de residuos por un camino fijo, disminuyendo los riesgos asociados al traslado de cargas dentro de una instalación.

10-6) Tratamiento térmico: incineración

Como se ha mencionado anteriormente, se utilizará un tratamiento térmico por combustión mediante el uso de horno rotatorio. Se recomienda que este tipo de sistema cuente con las siguientes características:

- Sistema de secado.
- Instalación de carga/ alimentación.
- Instalaciones de incineración.
- Intercambiador de calor con generación de energía.
- Tratamiento de gases de escape y chimenea.
- Almacenamiento de cenizas y escorias.

Antes de ser introducidos en el horno se considera una buena práctica el secado previo de los residuos para eliminar su contenido de humedad, el cual es

uno de los factores que disminuyen la eficiencia del tratamiento. Este sistema de secado es recomendado para los residuos con alto contenido de humedad como los lodos de depuradoras, provenientes de los efluentes generados en el tratamiento de pañales. Se considera que los mismos pueden ingresar una vez que presenten un 35% de materia seca [55]. Para ello se recomienda el uso de aire caliente que provendrá del proceso de incineración, es decir, que previo al ingreso de residuos con alto contenido de humedad, el horno ya debe encontrarse en régimen de temperatura.

Debido a que se trata de un horno rotatorio, la boca de ingreso se encuentra por encima del nivel del suelo, por lo que será necesario la instalación de una cinta transportadora vertical, que traslade los residuos desde el carro de rieles a la boca de alimentación del horno rotatorio. Otra opción viable es la utilización de una garra mecánica hidráulica, la cual eleve los residuos hasta la boca de entrada.

Dentro del horno rotatorio la primera fase de la incineración se lleva a cabo en la cámara primaria. La temperatura de trabajo en la misma varía entre los 800°C y 1400°C, no debiendo superar los 1500°C [56]. La temperatura de 800°C promueve la destrucción de las dioxinas y furanos, los cuales son formados en temperaturas entre los 200°C y 650°C. Tales compuestos se forman debido al cloro contenido en los residuos. Se tratan de sustancias altamente reguladas por ser cancerígenas, mutagénicas, teratogénicas y neurotóxicas. Para evitar su generación se debe asegurar que los residuos se encuentren el menor tiempo posible entre los 200°C y los 650°C. Para ello debe asegurarse un “salto” térmico brusco mediante la inyección de aire hasta asegurarse alcanzar los 800°C.

Las características de operación del horno dependerán de la cantidad de residuos a tratar, tomándose en cuenta que deben ser tratados aproximadamente 10 toneladas diarias de residuos. Si se considera una jornada laboral de dos turnos de 8 horas, el horno deberá tratar 625 kg/h. Estos hornos poseen velocidades de rotación variables de 0,05 a 2 rotaciones por minuto y tiempos de residencia entre 30 a 90 minutos [56]. En la Figura 10.1 es posible observar la sección frontal de un horno rotatorio.

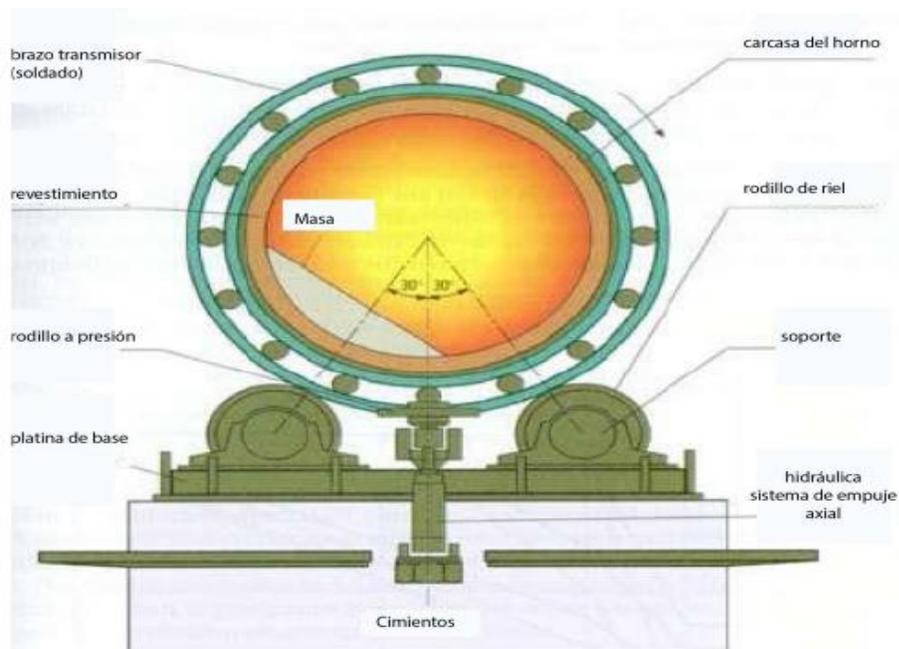


Figura 10.1: sección frontal de un horno rotatorio. Recuperado de “Manual de gestión de residuos industriales peligrosos dirigidos a las autoridades de economías de ingresos bajos y medios”, de GIZ, 2012, p. 288.

Recuperado de: https://www.global-chemicals-waste-platform.net/fileadmin/files/Toolkit_Spanish/Manual_and_Menu_Overview__all_modules_in_one_pdf__EN_SP/Manual_de_gestion_de_residuos_industriales_peligrosos_2311_compressed.pdf

En conjunto con los residuos es insuflado aire para la combustión y por el lado contrario los gases de la combustión, las escorias y las cenizas abandonan el horno. Estas últimas se separan de los gases mediante un descargador de escorias en la parte final del cilindro, mientras que los gases son ingresados a una cámara de combustión secundaria. En la Figura 10.2 se puede observar un esquema general de un incinerador rotatorio.

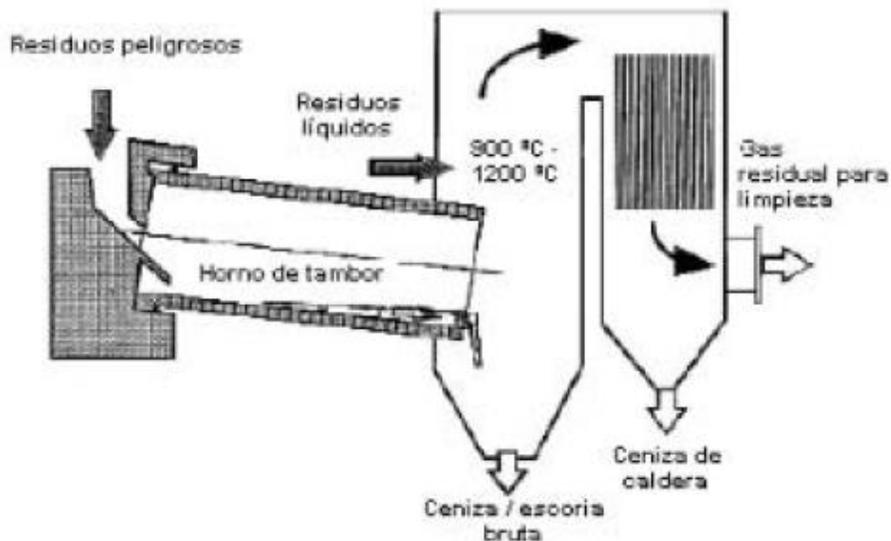


Figura 10.2: horno rotativo, con descargador de escorias. Recuperado de "Mejores técnicas disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos", de Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011, p. 56. Recuperado de: http://www.prtr-es.es/Data/images/MTD_Incineracion_residuos_ES.pdf

En la cámara de combustión secundaria la temperatura varía entre los 900°C y los 1200°C, pudiéndose inyectar aire secundario para realizar una combustión completa de los gases, con un porcentaje de saturación de oxígeno de al menos el 6%. Esto permite que los compuestos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, generados durante el salto térmico de la cámara de combustión primaria, sean destruidos. Para maximizar la eficiencia en la eliminación de estos contaminantes los gases deben permanecer un tiempo mínimo en esta cámara. La Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo establece un tiempo mínimo de al menos 2 segundos mientras que el GIZ informa 5 segundos, por ello es recomendado adoptar este último tiempo de residencia, para ser conservativos y de esta manera asegurarse completamente la destrucción de estos compuestos. Se recomienda que a la salida de esta cámara de combustión se coloquen medidores de monitoreo continuo de gases para prevenir el escape de sustancias tóxicas. Estos medidores deberán contemplar los siguientes compuestos, a los cuales se le medirá su concentración: vapor de agua, monóxido y dióxido de carbono, ácidos halogenados, COP, NO_x, SO_x, material particulado y metales pesados.

Luego de que los gases pasen por la cámara de combustión secundaria, deberán ser enfriados para evitar la formación de dioxinas. Esto se debe a que las mismas se forman “ex novo”, en un rango de temperaturas entre 200°C y 400°C cuando hay una fuente de carbono y partículas metálicas que actúen como catalizadores. Por tal motivo los gases ingresan a un enfriador o una unidad intercambiadora de energía, la cual permita un descenso brusco de la temperatura. En este caso se recomienda el uso de un intercambiador de calor, que permita recuperar el calor de estos gases. Podría ser utilizada una caldera que suministre vapor al tratamiento de los residuos PHA o bien para el secado de los residuos previo al ingreso al horno. Es considerado que la cogeneración de energía para suministrar calor (en forma de agua caliente o vapor) a la planta, es una de las mejores opciones económicas en comparación de producir energía eléctrica [55]. En las plantas de tratamiento de residuos peligrosos que utilizan estos sistemas, los gases son enfriados en un generador de vapor (o caldera), con una capacidad de 16 MW a 35 MW, produciendo vapor a una presión entre 13 y 40 bares; y una temperatura entre 207°C y 385 °C. En esta fase se recomienda realizar mediciones de temperatura de los gases al ingreso de la caldera y del vapor de agua a la salida de la caldera.

A pesar de esta disminución de la temperatura aplicada a los gases, existe generación de dioxinas, por esto es necesario aplicar procesos que permitan la destrucción de manera definitiva. Estos sistemas se denominan Tratamientos de Gases de Combustión (TGC) y existen múltiples y variados ejemplos, los cuales dependen de varios factores [55]:

- Carga de material particulado en la corriente de gas.
- Tamaño medio de las partículas.
- Distribución de tamaño de las partículas.
- Caudal de gas.
- Temperatura del gas de combustión.
- Optimización del equipo.
- Requerimientos de concentraciones de salida.

La selección del TGC dependerá en gran medida de las tecnologías que se encuentren disponibles en el territorio. En este trabajo se planteará el uso de cuatro tecnologías para disminuir el potencial riesgo de los gases provenientes del tratamiento.

En primera instancia se eliminará la componente ácida de los gases: dióxido de azufre (SO_2), ácido clorhídrico (compuestos inorgánicos con cloro) y ácido fluorhídrico (compuestos inorgánicos con flúor). Para esto se recomienda el uso de un neutralizador como cal, pudiendo ser utilizada en seco, semi seco o húmedo. De estos es recomendado los sistemas secos (aunque presenta altos consumos de reactivo y rendimientos medios) o bien los semi-secos, en los cuales se atomiza la cal obteniendo altos rendimientos. No es recomendado el uso de sistemas húmedos, debido a que se deberá considerar el tratamiento del agua de lavado que se produce. Los sistemas atomizadores, la cal es inyectada directamente dentro de la corriente de gas, siendo en una etapa posterior, recogidos por un sistema de filtro que elimine el material particulado. Estos sistemas pueden tratarse de atomizadores de flujo vertical u horizontal, los cuales difieren en el sentido en que es atomizado el absorbente y por ende la ubicación del colector de partículas. Estos sistemas una vez recuperado el absorbente puede ser re-introducido hasta que quede agotado químicamente.

En segunda instancia se recomienda la instalación de un filtro ciclón, el cual permite la separación del material particulado que se encuentre acompañando a los gases. En este sistema el gas que ingresa al filtro escapa a lo largo de la pared del filtro en una órbita helicoidal, mientras que el material particulado se desliza hacia abajo. Mediante esta tecnología no solo es detenida la emisión del material particulado, sino que el mismo suelo arrastrar algunos metales pesados como, por ejemplo: plomo, cobre, cromo, manganeso y níquel.

En tercera instancia se plantea el uso de carbón activado para la eliminación de CO, CO_2 , dioxinas, furanos y metales pesados, siendo esta la tecnología más ampliamente utilizada para estos contaminantes. La modalidad más frecuente en plantas de incineración es inyectar el carbón activado (adsorbente) en forma de polvo directamente en la corriente de gas a tratar (de flujo arrastrado). Este sistema

requiere la instalación de filtros posteriores para retener las partículas inyectadas, pero presenta como desventaja los costes monetarios en la pérdida del adsorbente. Por eso mismo se recomienda la utilización de carbón activado dentro de una estructura monolítica. La tecnología a utilizar dependerá de su disponibilidad en el mercado y la viabilidad económica al momento de implementarla.

Por último, para la eliminación de los óxidos de nitrógeno (NO_x) se plantea el uso de un sistema de Reducción Catalítica No Selectiva (de sus siglas en inglés: SNCR) mediante la inyección de un agente reductor (urea o amoníaco). Este sistema se recomienda colocar luego de la cámara de combustión secundaria en los hornos de incineración de residuos peligrosos dado que el régimen de temperaturas favorables para este tratamiento es aproximadamente entre los 900°C a 1100°C [56].

Finalmente, y luego de los TGC, es posible que los gases tratados sean emitidos a la atmósfera por medio de una chimenea. Se recomienda la instalación de un sistema duplicado de analizador de gases al final de la chimenea para el monitoreo continuo de las emisiones. El sistema se plantea por duplicado para evitar errores frente a un fallo de alguno de los equipos. En la Figura N° 10.3 se esquematiza el diagrama de flujo para la incineración. Los filtros una vez finalizada su vida útil serán reemplazados por nuevos, y los ya utilizados (que se encuentran gastados) serán introducidos al incinerador.

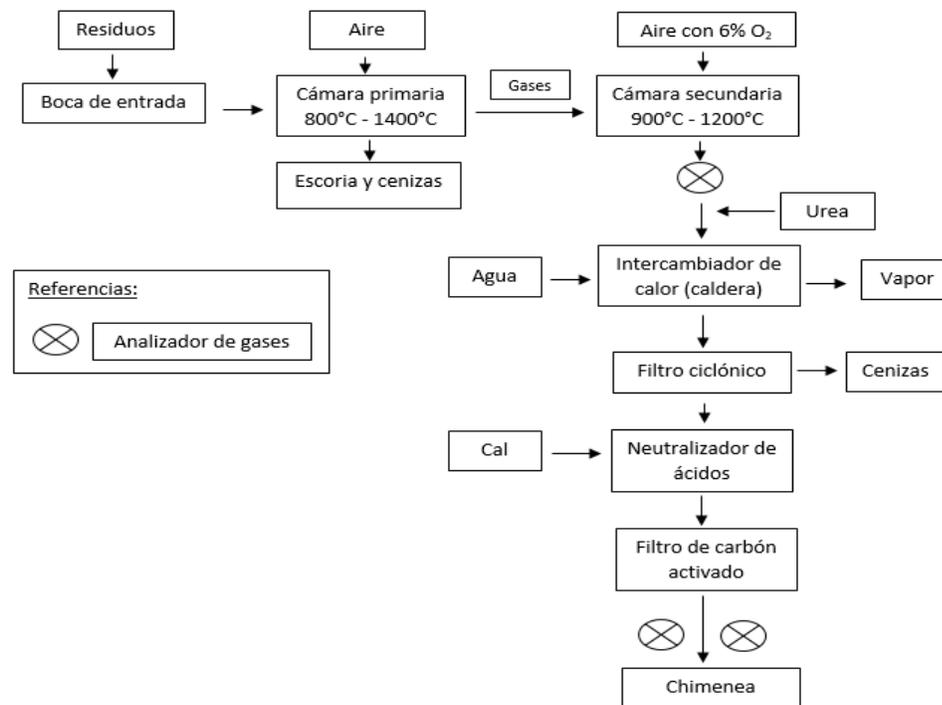


Figura 10.3: diagrama de flujo del proceso de incineración. Fuente: elaboración propia.

10-7) Tratamiento para residuos PHA

Este tratamiento se realizará mediante la adaptación de la Patente 8,177,151 B2. Los residuos serán trasladados desde la cámara frigorífica por medio del sistema de rieles. De allí los residuos serán volcados en una cinta transportadora vertical que los verterá dentro del primer proceso: la trituradora primaria. En esta fase la bolsa es destruida y se realiza una trituración que permite un mejor acceso al contenido de la bolsa. Serán tratados 13905 kilogramos diariamente, por lo que se debe considerar que todas las fases deben estar estimadas para esta cantidad. La planta trabajará con dos turnos de 8 horas, por ende, la trituradora deberá trabajar a un flujo másico de 870 kg/h aproximadamente.

Finalizado el proceso de trituración un sistema de cintas transportadoras con imanes rotatorios eliminará cualquier tipo de residuo ferroso que se encuentre mezclado. Los residuos ferrosos eliminados serán dispuestos en contenedores metálicos al final de la cinta magnética.

Los residuos triturados son depositados por la cinta en un sistema de lavado el cual permitirá eliminar los residuos biológicos humanos. A su vez permitirá al SAP absorber agua suficiente para encontrarse totalmente saturado. Para ello se recomienda una proporción 10:1, es decir un equivalente a 10 partes de agua por cada 1 parte de residuo seco.

Concluido el lavado y encontrándose saturado el SAP se recomienda que los residuos ingresen en un sistema de esterilizado por medio de autoclave, donde se eliminará el potencial riesgo biológico. Este proceso es el limitante de tiempo, debido a que no se trata de un proceso continuo sino tipo batch. El tiempo requerido para completar el proceso variará en función de la tecnología a implementar, para disminuirlos se ha seleccionado como mejor opción el uso de autoclaves de vacío. Estos realizan la extracción de aire y posteriormente inyectan vapor, a diferencia de los autoclaves convencionales, los cuales generan el vapor dentro de la cámara. Su funcionamiento se basa en las siguientes fases:

- Stand-by: fase en la cual ingresan los residuos, se cierra herméticamente, se da inicio al programa y comienza a precalentarse.
- Fase de vacío: momento en el que se extrae el aire que se encuentra en la cámara y desciende la presión.
- Fase de vapor: el vapor comienza ser inyectado a la cámara.
- Fase de acondicionamiento: regulación de la inyección de vapor hasta alcanzar las condiciones óptimas de trabajo.
- Fase de esterilizado: aquí los residuos deberán tener un determinado tiempo de permanencia para que se les elimine el potencial riesgo biológico, siendo este tiempo variable con la presión y temperatura de trabajo.
- Fase de descarga: se extrae el vapor que se encuentra en la cámara finalizado el tiempo de esterilización.
- Fase de secado: aquí se espera que los residuos sean secados, debido a la absorción de agua durante el proceso de esterilizado.

El vapor inyectado en el autoclave proviene de la caldera del proceso de incineración, permitiendo evaporar el agua contenida en el residuo. La presión de trabajo suele aproximarse a 2,1 bar a una temperatura de 121°C [52]. El sistema de vacío permite disminuir los tiempos, pudiendo llegar a durar 35 minutos un ciclo completo de desinfección, a comparación de los sistemas convencionales que suelen durar una hora. Para mejorar la continuidad del tratamiento completo, se recomienda el uso de al menos dos (2) autoclaves, los cuales funcionarán de manera alternada, es decir, mientras un autoclave se encuentre esterilizando, el segundo comience el proceso. Para determinar el correcto funcionamiento del esterilizador se deberá incorporar ensayos biológicos. Son utilizados para el ensayo, esporas de control en ampollas, las cuales presentan un cambio de coloración en el medio si el esterilizado no es correcto. Se recomienda colocar las ampollas a tres alturas distintas y en tres sectores diferentes, para abarcar la totalidad del volumen del autoclave, siendo un total de nueve (9) ampollas. Se recomienda realizar el ensayo biológico una vez a la semana.

Finalizado el ciclo de esterilización el vapor es retirado y el sistema es despresurizado mediante las bombas de vacío. A continuación, los residuos son enviados a una prensa en donde el material introducido es presionado contra una pantalla. La misma posee perforaciones entre 0,063 pulgadas y 0,125 pulgadas. Estas perforaciones permiten el paso del 50% del SAP y algunas fibras, mientras que el resto queda retenido dentro de la prensa junto con el plástico.

Debido a que el plástico aún se encuentra en conjunto con SAP y algunas fibras, este material es introducido dentro de un pulper con una sustancia que rompa los enlaces entre el SAP y el resto de los sólidos. La sustancia recomendada dentro de la patente es alum, la cual actúa como agente secuestrante del SAP eliminándole el contenido de agua y densificándolo. Se recomienda que la cantidad de alum a introducir sea equivalente en peso a la cantidad de SAP remanente en el material. Luego de este proceso el plástico queda reducido en piezas de 20 mm de diámetro aproximadamente, que para ser finalmente separado del SAP y de las fibras es enviado a un separador por fricción, con aperturas entre 1 mm y 6 mm. El plástico ya separado puede ser enviado a un sistema de lavado con agua para eliminar

cualquier impureza y finalmente prensarlos para eliminar el contenido de humedad dejando los sólidos en un 20% a 60% en volumen total.

Habiendo ya sido separados los plásticos en el separador por fricción, se debe separar del agua el SAP y las fibras con contenido de alum. Para ello es utilizado una pantalla lateral con perforaciones de 0,25 mm que retengan este material, pudiendo alcanzar un caudal de 380 litros por minuto.

El SAP y las fibras separadas en el prensado se introducen en un sistema para eliminar el contenido de agua, luego de su lavado y esterilizado. Para ello, se utiliza cloruro de sodio o de potasio, siendo recomendado cloruro de potasio. La sal es introducida en cantidades equivalentes a dos gramos de sal seca por cada gramo de SAP. Posteriormente el agua remanente es evaporada y la sal es separada por medio de un sistema centrífugo de tambor el cual presenta perforaciones de 0,1 mm, permitiendo eliminar la sal y reteniendo el SAP y las fibras.

Esta patente incluye el tratamiento para el agua que es eliminada luego de pasar por la pantalla lateral, pero el mismo será incluido en el sistema de tratamiento de efluentes en el apartado 10-7.

10-8) Planta de tratamiento de efluentes

El sistema para el tratamiento de efluentes de la planta deberá considerar el sistema propuesto en la patente US 8,177,151 B2 para el tratamiento del agua luego de la separación del SAP y las fibras en la pantalla lateral. La misma recomienda el uso de sistemas de flotación por aire disuelto (DAF, del inglés: Dissolved Air Flotation), el cual permite separar por medio del uso de burbujas finas el material suspendido en el efluente. Este material será arrastrado a la superficie y permitirá ser eliminado por sistemas de “rozado”, es decir, por medio de un sistema mecánico de recolección de elementos flotantes. Estos sistemas son representativos de tratamientos primarios de efluentes industriales.

A su vez se debe tomar en cuenta el agua proveniente del deshidratado con sal del SAP y el efluente de lavado luego de ser triturado el residuo. En esta segunda

fase, el agua de lavado contiene restos de fluidos humanos y posibles restos de materiales sólidos arrastrados del triturado.

Tomando en consideración lo anteriormente mencionado, se considera que la planta de efluentes debe contar con un sistema que incorpore las siguientes fases:

- Fase pretratamiento: cribado para la eliminación de material sólido que haya sido arrastrado luego de la trituración.
- Fase tratamiento primario: uso de sistema DAF para eliminación de material en suspensión.
- Fase tratamiento secundario: sistema de lodos activados para la eliminación de microorganismos patógenos y fecales.
- Fase disposición final: sistema de lecho nitrificante para infiltrar.

Este sistema permitirá la infiltración del efluente en el suelo, mientras que los sólidos eliminados por el pretratamiento y el tratamiento primario podrán considerarse aptos para ser incinerado mediante los hornos de la planta. Los parámetros físico-químicos y biológicos a medir para determinar la calidad del agua a infiltrar comprenden: DBO, DQO, coliformes totales, fosfatos, nitratos, aluminio, potasio y sulfatos, los últimos tres útiles para determinar la presencia de alum en el efluente.

10-9) Sistemas generales de la planta

Debido a la importancia de la planta de tratamiento, producto de la inherente peligrosidad de los residuos a tratar, es necesario incorporar algunos sistemas que permitan el normal y total funcionamiento de la misma. Para ello se recomienda que la planta cuente con un sistema de generación de electricidad propio, capaz de mantener a la planta funcionando en casos de corte de electricidad. Se deberá incorporar un grupo electrógeno con potencia suficiente para mantener operativa la

planta y la instalación de una caldera para la producción de vapor para el uso del autoclave, en caso de que los hornos no se encuentren operativos.

10-10) Disposición final y/o reciclado

Luego de los tratamientos, se han identificado los siguientes elementos como sub-productos generados:

1. Cenizas y escorias: provenientes de la cámara de combustión primaria y del filtro ciclónico.
2. SAP y fibras: provenientes de la separación de los residuos PHA.
3. Plásticos: complemento de la separación de los residuos PHA.
4. Material sólido/semisólido: proveniente del pre-tratamiento y tratamiento primario de efluentes.

Las cenizas y escorias producidas son considerados residuos peligrosos, por ende serán encapsuladas en contenedores metálicos y se les mezclará con hormigón. Este tratamiento denominado inertización permitirá posteriormente enviar los contenedores a disposición final, en rellenos de seguridad aptos para tal fin, pudiendo considerarse la creación de uno en el predio de la misma planta. Los tambores metálicos deberán poseer elementos identificatorios como: contenido, fecha de sellado y lugar de tratamiento.

El SAP y las fibras por su parte son elementos que han sido estudiados y resultado efectivo para diversas actividades una vez verificada su inocuidad, presentando las siguientes utilidades [52]:

- Compostaje, siendo estos elementos mezclados con restos orgánicos, lodos de depuradora y residuos de poda y jardín.
- Restauración para zonas que han sido arrasadas por el fuego o zonas áridas. Estos elementos mezclados con semillas, permite la revegetación de zonas perturbadas, debido a la capacidad del SAP para retener agua y liberarlo de manera lenta. A su vez su presencia cerca de la superficie

permite la oxidación y degradación por fotólisis, favoreciendo la descomposición y generando una nueva cubierta de suelo. A su vez, si se ha secado el material con sal a base de potasio, este material actúa como fertilizante.

- Prevención de incendios dado que, el SAP un elemento que retiene humedad. Puede ser dispersado sobre estructuras en caso de cercanías de un incendio, sirviendo como protección del calor y las llamas.
- Otro de sus usos es para el secuestro/eliminación de sustancias químicas peligrosas presentes en agua y suelo. El SAP deshidratado puede ser esparcido en el suelo previniendo que el agua contaminada penetre en el suelo.
- El SAP húmedo previene el flujo de agua y otros fluidos, pudiendo prevenir que los mismos entren en contacto con el suelo en caso de derrame.

El plástico recuperado puede ser vendido a plantas que reutilicen estos productos. Pudiendo venderse en forma de scrap o crudo.

Por último, el material sólido proveniente del pre-tratamiento y tratamiento primario de la planta de efluentes puede ser introducido al incinerador para su degradación.

Capítulo XI: presupuesto

En el presente capítulo se realizará un estimativo de los costos para la instalación de la planta propuesta.

En la Tabla 11.1 se presenta la distribución de costos de capital, según sus componentes para el tratamiento por medio de la incineración [57].

Componente	Distribución del valor capital
Equipo incinerador	40%
Equipos para producción de energía (calderas y turbinas)	10%
Sistema TGC	15%
Obra civil de ingeniería (emplazamiento del edificio)	25%
Otros (por ejemplo: permisos, trabajos generales, conexión de red eléctrica)	10%

Tabla 11.1: distribución de costos de capital para plantas incineradoras. Adaptado de *“Waste to Energy: A Technical Review of Municipal Solid Waste Thermal Treatment Practices; Final Report”*, de Stantec, 2011, p. 161, British Columbia Ministry of Environment, Beaconsfield, Quebec.

Tomando como referencia la tabla anterior se ha procedido a determinar los costos de los equipos de incineración mediante horno rotatorio. La empresa Emison [58] presenta en su página web un listado con los costos de los hornos rotatorios según la capacidad de trabajo, siendo presentados en la Figura 11.1. Todos los equipos incluyen: chimenea de un metro, quemador de gas y cámara de combustión secundaria.

HORNOS ROTATIVOS					
Modelo	Potencia en Kcal/H	Ø interior	Longitud cilindro	Capacidad Kg/h	Precio en Euros
IN - 10	50.000	50	200	10 - 25	48.114
IN - 20	100.000	60	250	20 - 50	57.465
IN - 30	150.000	65	300	30 - 75	70.070
IN - 40	200.000	70	350	40 - 100	84.151
IN - 50	250.000	75	380	50 - 125	98.261
IN - 60	300.000	80	400	60 - 150	116.015
IN - 100	500.000	100	440	100 - 250	134.717
IN - 150	750.000	120	440	150 - 375	182.290
IN - 200	1.000.000	130	500	200 - 500	219.425
IN - 300	1.500.000	150	600	300 - 750	264.015
IN - 400	2.000.000	165	650	400 - 1000	318.114
IN - 500	2.500.000	175	700	500 - 1.250	357.465

Figura 11.1: precios de hornos rotativos. Recuperado de “*Hornos rotativos*”, de Emison, 2019.
Recuperado de:

<https://www.emison.es/medioambiente/pdf/incineracion/horno%20de%20incineracion%20rotativo.pdf>
Las unidades de diámetro interior y longitud son presentadas en centímetros.

Debido a que la capacidad de incineración máxima para el año 2034 es de 3494 kilogramos diarios y se realiza el trabajo durante 16 horas al día, la capacidad de procesamiento del equipo debe ser de 219 kg/h. Por tal motivo se recomienda la utilización del modelo IN-200 y dado que el mismo representa un 40% del total del capital de la planta, se requiere una inversión inicial de 548563 Euros para el desarrollo de la planta completa de incineración. Considerando que se ha planteado en este trabajo contar con un sistema duplicado de hornos rotatorios (por ende, de TGC y calderas), se debe agregar un 65% más de valor, siendo en total de 870770 Euros.

En referencia al sistema de tratamiento de residuos PHA, se recomienda que los equipos e instrumentos a utilizar sean diseñados y presupuestados para el caso específico de esta gestión, considerando que se trata de una tecnología recientemente patentada.

Otro aspecto considerado de relevancia para ejecutar este proyecto es el valor del terreno. Como se ha mencionado anteriormente, se ha planteado la utilización de un terreno en el Parque Productivo Tecnológico Industrial Bariloche. Los valores de los terrenos de este sitio se encuentran dentro de la página web del proyecto: “*pitbariloche.com*”. En los mismos se observa que los valores varían en dependencia de variables como: la forma de pago y la superficie. Se observa en los precios que los lotes suelen partir de una base aproximada de ciento treinta mil (130.000) dólares, aumentando su valor con el tamaño del lote.

En relación al personal de la planta, deberá realizarse una estimación detallada al colocar el proyecto en marcha, considerando que muchos procesos pueden realizarse en forma automatizada acorde a la inversión inicial. La Tabla 11.2 se presenta la distribución de los costos de operación de una planta de incineración modelo europea.

Componente de la planta de incineración	Porcentaje del costo del capital
Sueldos y salarios, administración	25%-30%
Mantenimiento	35%-40%
Servicios (energías, comunicación, combustibles, etc) y suministros	20%
Manejo y disposición de residuos	20%

Tabla 11.2: distribución de los costos de operación de una planta de incineración europea. Adaptado de “*Waste to Energy: A Technical Review of Municipal Solid Waste Thermal Treatment Practices; Final Report*”, de Stantec, 2011, p. 162, British Columbia Ministry of Environment, Beaconsfield, Quebec.

En cuanto a los valores de los vehículos se resumen en la Tabla 11.3, los valores aproximados de las diversas marcas y modelos correspondientes al año en curso*. Cabe citar que, en el caso de los chasis debe incluirse el costo de la instalación del acoplado refrigerado.

*Año en curso: 2019

Marca	Modelo	Precio aproximado
Peugeot	Parten Furgón	\$ 700 mil
Peugeot	Boxer	\$ 1,3 millones
Renault	Kangoo Z.E	\$ 1,5 millones
Renault	Master Furgón	\$ 1,5 millones
Iveco	Chasis Daily	\$ 1,5 millones
Ford	Chasis Transit	\$ 1,5 millones
Renault	Chasis Master	\$ 1,3 millones

Tabla 11.3: precios aproximados de vehículos de carga (2019). Fuente: elaboración propia

Propuesta de mejora

En este trabajo se han identificado diversos elementos que han servido como aprendizaje. En primer lugar, la bibliografía utiliza de manera indiscriminada los términos: patológicos, patógenos y patogénicos para referirse al mismo tipo de residuos, siendo el término correcto biopatogénico. En segundo lugar, se ha identificado como vulnerabilidad que la provincia de Río Negro cuenta con tan solo una planta de tratamiento de residuos patológicos, sin incluir a los PHA, presentándose como un riesgo en caso de un cierre temporario o permanente de dicha planta. A su vez esta empresa almacena los residuos farmacológicos, para ser tratados en otro sitio.

Los cálculos realizados en este trabajo se han regido únicamente por los datos suministrados por IATASA dado que, no se han elaborado otros informes avalados por la autoridad de aplicación que incluyan, de manera tan específica, la composición física de los residuos. Por este motivo, se recomienda desarrollar un nuevo muestreo que permita corroborar las cantidades estimadas de RRFF, RRPPa y PHA en ambos municipios. Cabe mencionar que, este tipo de muestreo, requiere ser planificado por profesionales idóneos en el área a fin de que los resultados obtenidos sean fidedignos.

Finalmente, este trabajo tiene como fin la divulgación de la conciencia ambiental, concretamente referida a este tipo de residuos, dejando abiertas las

puertas para la elaboración de planes, proyectos y programas que mejoren la situación actual de los residuos de los municipios, tanto los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, como de cualquier otro municipio que tenga como meta la mejora de la calidad de vida y el ambiente.

Conclusiones

Desde la revolución industrial, los residuos han sido uno de los ejes más problemáticos con los que se topan las gestiones municipales. La manufacturación de nuevos productos, el aumento de la población y su urbanización, el modelo de consumo imperante en conjunto con la economía lineal han sido los detonantes del aumento de la generación de residuos que provocan hoy en día una presión cada vez mayor sobre el ambiente. Con el pasar del tiempo, la composición física de los residuos se ha alterado, incorporando también compuestos xenobióticos. Un elevado porcentaje de los residuos peligrosos forman parte de esta categoría, es decir aquellos residuos que pueden causar un daño (de manera directa o indirecta) a los seres vivos o contaminar el ambiente en general. A pesar de que los mismos, durante mucho tiempo, se han visto ligados únicamente a grandes generadores, los hogares son un punto de generación. Su omisión se puede fundar en dos bases: en la dificultad para controlar su generación y en los costos operativos de implementar una gestión adecuada en función a la poca cantidad que los domicilios generan en forma individual. Pero con el incremento de la fracción peligrosa en los residuos domiciliarios y luego, al ser extrapolados a la generación de todos los hogares dentro un municipio, los valores resultan en la necesidad de la implementación de una gestión diferenciada. Por estos motivos se han ido implementando nuevas normativas, planes y programas que involucran la gestión de los residuos peligrosos domiciliarios, con las correspondientes medidas de prevención.

Dentro de los RPD que pueden ser catalogados dentro de los RSD, se encuentran los residuos patológicos y farmacológicos. La falta de una correcta gestión de estos residuos atenta contra la salud de las personas y el ambiente y no solo se encuentran expuestos aquellos que trabajan directamente con los residuos,

sino a la población en general debido a que estos residuos están ingresando a distintos sistemas no aptos para su tratamiento.

En el presente TFI se ha propuesto un sistema de gestión integral que abarca tres sub-categorías de residuos patológicos y farmacológicos: fármacos, PHA y patológicos. Se debe considerar que esta propuesta no debe ser interpretada como una única solución a la problemática sino que, debe ser comprendida como una solución ambientalmente sustentable y en vistas a la teoría de economía circular.

En referencia a la propuesta para gestionar los residuos de fármacos, se ha basado en que las mismas comienzan a tomar impulso en nuestro país, comenzando a ejecutarse en diversos municipios. Por otro lado, la propuesta de gestionar los residuos patológicos se basa en la fundamental duda por quienes generan residuos con contenido de sangre (y otros fluidos) y comprenden que la eliminación de estos residuos en conjunto con los RSD, no es compatible debido a la potencial presencia de patógenos. Con base a esto, también se ha profundizado en la detección de estos residuos en los hogares, obteniendo como resultado un listado más amplio y determinando que la mayoría de los hogares los generan. En concordancia con este análisis se ha hallado que, como parte de los residuos patológicos (pero pudiendo ser considerados como sub-categoría) son encontrados los residuos PHA. Estos últimos presentan las siguientes características: son generados en grandes cantidades y múltiples empresas los han identificado como recuperables pudiendo ser incorporados dentro de un sistema de economía circular.

El sistema de gestión propuesto, mediante la utilización de puntos rojos y azules de los residuos patológicos y farmacológicos, permite disminuir los sitios de recolección para la fase de transporte y a su vez asegurarse de que el almacenamiento transitorio de estos residuos se realice en condiciones seguras mediante su disposición en instalaciones preparadas para tal fin. En cuanto a la recolección de PHA mediante un registro online, permitirá generar rutas de recolección especialmente diseñadas para aumentar la eficiencia del transporte y de esta manera disminuir los costos asociados a esta fase.

Los tratamientos propuestos para los residuos patológicos y farmacológicos permitirán no solo una gestión ambientalmente y socialmente sustentable, sino que

permitiría aprovechar subproductos asociados a estos residuos. La incineración se trata de una propuesta viable y que, mediante su correcta aplicación, resulta en un beneficio por disminuir el volumen de residuos peligrosos, facilitando la disposición final de los mismos. La implementación de un sistema de horno rotatorio por combustión, resulta de su amplia utilización ya existente en el mercado internacional debido a que permite el tratamiento de diversos tipos de residuos peligrosos y presenta como ventaja sus bajos costos de aplicación y mantenimiento en relación a tecnologías como la gasificación o la pirolisis. Por otra parte, la instalación de un sistema de recuperación de calor, permitirá a la planta disminuir los costos de consumo de energía eléctrica. En relación al tratamiento de los residuos PHA, la aplicación de la patente de Knowaste permite no solo la recuperación de la mayoría del material componente del residuo, sino que se trata de un proceso que aplica tecnología que es accesible en nuestro país.

El correcto tratamiento y monitoreo de los subproductos del tratamiento como ser: efluentes líquidos y gaseosos y residuos sólidos, permitirá aplicar las tecnologías propuestas como una solución amigable con el ambiente.

Es menester para el correcto funcionamiento de esta gestión, la difusión y capacitación hacia la comunidad en general del funcionamiento del mismo para que, la misma puede implementarse desde cada hogar de manera sencilla y segura.

Bibliografía

- [1] Henry, G. y Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental* (2ª ed). México: "Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- [2] Tchobanoglous, G., Theissen, H. y Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos; principios de ingeniería y administración*. Mérida: CIDIAT; Serie Ambiente y Recursos Naturales Renovables.
- [3] Benavides, L. (2016). *Residuos Sólidos: Un Enfoque Multidisciplinario* (vol 1). Libros en red.
- [4] Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Hacia una economía circular; resumen ejecutivo*. Recuperado de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pdf [3/11/2019]
- [5] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Arg). (2016). *Plan Nacional de Economía Circular de Residuos*.
- [6] Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*. Caracas: CAF.
- [7] Tchobanoglous, G. y Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management* (2ª ed). McGraw-Hill Professional.
- [8] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision, Volume II: Demographic Profiles* (ST/ESA/SER.A/400).
- [9] INDEC. (2010). *Censo 2010 Bariloche*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- [10] Municipalidad de San Carlos de Bariloche. (2008). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*.
- [11] Orlandi, F. (2011). *Plan de Ordenamiento Territorial: políticas, instrumentos y proyectos para el ordenamiento territorial de San Carlos de Bariloche*.
- [12] Secretaría de Asuntos Municipales (SAM Arg). (2016). *Gestión Integral de residuos Sólidos Urbanos*.
- [13] Martínez, J. (2005). *Guía para la gestión Integral de Residuos Sólidos; Fundamentos* Tomo 1. Montevideo: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- [14] Toro, E., Narea, M., Pacheco, J., Contreras, E. y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: United Nations.
- [15] Ceamse. (2019). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Ceamse.gov. Recuperado de: <https://www.ceamse.gov.ar/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos/area-de-cobertura/#>. [3/11/2019]
- [16] Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable (Arg). (2005). *Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*.
- [17] Gonzales, G. (2010). *Residuos sólidos urbanos Argentina; tratamiento y disposición final, situación actual y alternativas futuras*. Cámara de la Construcción Argentina: área de pensamiento estratégico.
- [18] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2016). *Mapas críticos gestión de residuos marzo 2016*.

- [19] APRA. (2019). *Residuos especiales*. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, recuperado de: https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/residuos_esp.php?menu_id=32338 [3/11/2019]
- [20] Ley Nacional N° 24051. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 17 de enero 1992.
- [21] Acurio, G., Rossini, A., Teixeira, P. y Zapeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana.
- [22] Sáez, A., Urdantea, G. y Joheni, A. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Revista Omnia, 20 (3), 121-135.
- [23] Asociación para el estudio de los Residuos Sólidos (ARS). (2012). *Estrategia nacional para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos; República Argentina*.
- [24] Ministerio de Ambiente Perú. (2014). *Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013*.
- [25] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2009). *Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Efecto Invernadero 2000-2004*.
- [26] Moreno, P., Martínez, F., Mendoza, F. y Guzmán, A. (2016). *Herramientas para la evaluación de riesgos sobre el ambiente y la salud, por la disposición final de residuos sólidos urbanos*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 32. 47-62.
- [27] Ministerio de Salud. (2017). *Análisis de las normativas de residuos biopatogénicos en la República Argentina*. Departamento de Salud Ambiental.
- [28] Abril, J. y López, F. (2005). *Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios y similares en el municipio de Arauca, capital*. Trabajo de grado para ingeniería ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, Arauca.
- [29] Gerba, C., Tamimi, A., Pettigrew, C., Weisbrod, A. & Rajagopalan, V. (2011). *Sources of microbial pathogens in municipal solid waste landfills in the United States of America*. Revista Waste Management & Research, 29 (8), 781-790.
- [30] Martínez, J. (2005). *Guía para la gestión Integral de Residuos Sólidos; Fichas temáticas Tomo 2*. Montevideo: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- [31] Kashyap, P., Win, T. & Visvanathan, C. (2016). *Absorbent hygiene products – an emerging urban waste management issue*. Conference Proceedings - Asia-Pacific Conference on Biotechnology for Waste Conversion 2016, Hong Kong, 5-8 December 2016.
- [32] Puig, A., Forn, M. y Ventosa, I. (2008). *Pañales reutilizables como estrategia de prevención de residuos*. Residuos: revista técnica, 18 (103), 26-37.
- [33] Faulker, G. (2015). *Knowaste submits plan for UK's largest AHP recycling facility*. Recuperado de: <http://www.recyclingwasteworld.co.uk/news/knowaste-submits-plans-for-uks-largest-ahp-recycling-facility-1/99189/> [3/11/18]
- [34] Ministerio de Salud (Chile). (2001). *Desechos Hospitalarios: Riesgos Biológicos y Recomendaciones Generales Sobre su Manejo*.
- [35] Swisscontact. (2003). *Manejo Integral de Residuos Sólidos Generados en Establecimientos de Salud*. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/scmmrsge.pdf>
- [36] Quiñones, M. (1997). *Caracterización, manejo y disposición final de los residuos peligrosos, biológicos-infecciosos, en el área Metropolitana de Monterrey*. Tesis de Maestría en Ciencias en la Especialidad de Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León.

- [37] World Health Organization (WHO). (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*. Recuperado de: http://www.searo.who.int/srilanka/documents/safe_management_of_wastes_from_healthcare_activities.pdf [3/11/2019]
- [38] Municipio de Villarino. (2019). *Descarte responsable de medicamentos vencidos*. Recuperado de: <http://www.villarino.gob.ar/2018/03/13/campana-de-descarte-de-medicamentos-vencidos/> [3/11/18]
- [39] Fourquet, P. (2018). *Programa municipal de recolección de medicamentos vencidos y/o en desuso domiciliario*. Recuperado de: <http://colfarma.info/colfarchascomus/programa-municipal-de-recoleccion-de-medicamentos-vencidos-y-o-en-desuso-domiciliarios/> [3/11/18]
- [40] Tomassetta, P. (2019). *Consulta puntos amarillos*. Correo electrónico enviado a: (ptommas0@rosario.gov.ar).
- [41] Felicity, T. & WHO. (2017). *Pharmaceutical waste in the environment: a cultural prospective. Public health panorama*, 03 (01) , 127 - 132.
- [42] Maghear, A., Milkowska, M. & Pharmaceutical Policy Officer. (2018). *The environmental impact of pharmaceutical manufacturing: How does industry address its own waste?*. Brussels: Health Care Without Harm.
- [43] Peñate, I., Haza, U., Wilhelm, A. y Dalmas, H. (2009). *Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategias para afrontar la problemática*. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 40 (3), 173-179.
- [44] Sáliban, A. (2014). *Los fármacos como contaminantes emergentes de los ambientes acuáticos*. Revista Farmacéutica, 156 (1-2), 76-92.
- [45] German Environment Agency (Alemania). (2014). *Fármacos en el medio ambiente – la perspectiva global; Incidencia, efectos y acción cooperativa potencial bajo el SAICM*. Recuperado de: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/farmacos_en_el_medio_ambiente.pdf [3/11/18]
- [46] IATASA. (2010). *Gestión Integral de residuos Sólidos Urbanos en los Municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, provincia de Río Negro; Anexos*.
- [47] URS Corporation SA. (2014). *Plan Provincial de gestión de residuos Sólidos Urbanos para la Provincia de Río Negro; Estudio de Diagnóstico: producto 1*.
- [48] Municipalidad de San Carlos de Bariloche. (s.f.). *Comparación anual años 2005 a 2017, encuesta de coyuntura hotelera; San Carlos de bariloche*.
- [49] Colfarn (2019). *Solicitud de información*. Correo electrónico enviado a: (secretaria@colfarn.org.ar).
- [50] FDA. (2018). *Sharps disposal containers*. Recuperado de: <http://colfarma.info/colfarchascomus/programa-municipal-de-recoleccion-de-medicamentos-vencidos-y-o-en-desuso-domiciliarios/> [3/11/18]
- [51] Ministerio de Salud de Río Negro. (2019). *Centros de salud Bariloche*. Recuperado de: https://salud.rionegro.gov.ar/sala/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=38 [3/11/18]
- [52] Grimes, D. (2012). US Patent No. 8,177,151 B2. Assignee to: Knowaste International.

[53] Dixhoorn, F. (2016). *Evaluation of the Potential Diaper Recycling Within AEB Amsterdam*. Trabajo realizado para: Intership of the Master Sustainable Energy Technology, Amsterdam.

[54] Liberti, L. (1994). *Optimization of infectious hospital waste management in Italy. Part I: Waste Production and characterization study*. *Waste management and research*, 12 (5), 373-385.

[55] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2011). *Mejores técnicas disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos*. Recuperado de: http://www.prtr-es.es/Data/images/MTD_Incineracion_residuos_ES.pdf

[56] GIZ. (2012). *Manual de gestión de residuos industriales peligrosos dirigidos a las autoridades de economías de ingresos bajos y medios*. Recuperado de:

https://www.global-chemicals-waste-platform.net/fileadmin/files/Toolkit_Spanish/Manual_and_Menu_Overview__all_modules_in_one_pdf__EN_SP/Manual_de_gestion_de_residuos_industriales_peligrosos_2311_compressed.pdf [3/11/18]

[57] Stantec. (2011). *Waste to Energy: A Technical Review of Municipal Solid Waste Thermal Treatment Practices; Final Report*.

[58] Emison. (2019). *Hornos rotativos*. Recuperado de:

<https://www.emison.es/medioambiente/pdf/incineracion/horno%20de%20incineracion%20rotativo.pdf> [3/11/18]

Anexos

Anexo 1: Anexo I Ley Nacional N° 24.051

CATEGORIAS SOMETIDAS A CONTROL (Corrientes de desechos)

- Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal.
- Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
- Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.
- Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios.
- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
- Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).

- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
- Y13 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
- Y15 Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
- Y16 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
- Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Desechos que tengan como constituyente:

- Y19 Metales carbonilos.
- Y20 Berilio, compuesto de berilio.
- Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
- Y22 Compuestos de cobre.

- Y23 Compuestos de zinc.
- Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.
- Y25 Selenio, compuestos de selenio.
- Y26 Cadmio, compuestos de cadmio.
- Y27 Antimonio, compuestos de antimonio.
- Y28 Telurio, compuestos de telurio.
- Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
- Y30 Talio, compuestos de talio.
- Y31 Plomo, compuestos de plomo.
- Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico.
- Y33 Cianuros inorgánicos.
- Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
- Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida.
- Y36 Asbestos (polvo y fibras).
- Y37 Compuestos orgánicos de fósforo.
- Y38 Cianuros orgánicos.
- Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
- Y40 Eteres.
- Y41 Solventes orgánicos halogenados.
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.

- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
- Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).
- Y48 Todos los materiales y/o elementos diversos contaminados con alguno o algunos de los residuos peligrosos identificados en el Anexo I o que presenten alguna o algunas de las características peligrosas enumeradas en el Anexo II de la Ley de Residuos Peligrosos cuyo destino sea o deba ser una Operación de Eliminación según el Anexo III de la citada ley. A los efectos de la presente norma, se considerarán, en forma no excluyente, materiales diversos y/o elementos diversos contaminados, a los envases, contenedores y/o recipientes en general, tanques, silos, trapos, tierras, filtros, artículos y/o prendas de vestir de uso sanitario y/o industrial y/o de hotelería hospitalaria cuyo destino sea o deba ser una Operación de Eliminación de las previstas en el Anexo III de la presente Ley. *(Categoría incorporada por art. 1° de la Resolución N° 897/2002 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable B.O. 2/9/2002, texto según art. 1° de la Resolución N° 830/2008 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable B.O. 30/7/2008).*

Anexo 2: Anexo I Ley Nacional N° 24.051

Clase de las Naciones Unidas	N° de Código	CARACTERISTICAS
1	H1	Explosivos: Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
3	H3	Líquidos inflamables: Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etcétera, pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5 °C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6 °C, en ensayos con cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta

		tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición).
4.1	H4.1	Sólidos inflamables: Se trata de sólidos o desechos sólidos distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.
4.2	H4.2	Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.
4.3	H4.3	Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
5.1	H5.1	Oxidantes: Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden,

		en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.
5.2	H5.2	Peróxidos orgánicos: Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente —O—O— son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.
6.1	H6.1	Tóxicos (venenosos) agudos: Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
6.2	H6.2	Sustancias infecciosas: Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
8	H8	Corrosivos: Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.
9	H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: Sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.

9	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogena.
9	H12	Ecotóxicos: Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
9	H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.

Anexo 3: manual de buenas prácticas para los domicilios

Manual de buenas prácticas domiciliario para la separación, manipulación y acopio de residuos patológicos y farmacológicos





¿Qué son los residuos patológicos y farmacológicos domiciliarios?

Son residuos generados en los domicilios que se encuentran categorizados a nivel nacional como *residuos peligrosos*.

Los residuos patológicos y farmacológicos domiciliarios, en adelante RPF, son considerados como peligrosos por su capacidad intrínseca (propia/inherente) de producir un daño de manera directa o indirecta a seres vivos o contaminar el ambiente en general.

Los fármacos son *“formulaciones farmacéuticas que están constituidas por un principio activo o conjunto de ellos, de origen natural o sintético. Están destinados para su utilización en las personas o animales y tienen propiedades para prevenir, tratar o aliviar enfermedades o dolencias o modificar funciones fisiológicas”*, es decir, que los residuos farmacológicos son aquellas medicaciones que ya no son utilizadas o no se encuentran en estado para el fin que debían cumplir.

Los residuos patológicos son considerados como: *“todo tipo de material orgánico o inorgánico que por sus características tenga propiedades potenciales o reales biocidas, infestantes, infectantes, alergógenas o tóxicas, sin distinción del estado físico de la materia y/o que puedan presentar características, reales potenciales, de toxicidad y/o actividad biológica que pueda afectar directa o indirectamente a los seres vivos y causar contaminación del suelo, el agua o el aire”*. Por ende, son los residuos que han sido contaminados por algún tipo de fluido humano o animal. Dentro de esta categoría se encuentran los residuos de Productos Higiénicos Absorbentes (PHA), que incluyen a los residuos sanitarios producidos en el hogar con la capacidad de absorber los fluidos humanos de origen humano.



¿Qué es un sistema de gestión integral de residuos?

Un sistema de gestión integral de residuos es una herramienta que contempla todas las acciones asociadas a los residuos desde su generación hasta su disposición final y el tratamiento de posibles subproductos generados como gases y líquidos. Esta herramienta debe ser eficiente y a su vez no debe procurar daño alguno sobre las personas y/o el ambiente.



Fases de un sistema integral de residuos (ceamse)



¿Qué programas se proponen?

En los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi se propone la aplicación de 3 programas:

1. “Programa de Gestión de Residuos Farmacológicos Provenientes del Ámbito Domiciliario”.
2. “Programa de Gestión de Residuos Patológicos Provenientes del Ámbito Domiciliario”:
3. “Programa de Gestión de Residuos de Productos de Higiene Absorbentes Provenientes del Ámbito Domiciliario”.

¿Qué residuos se contemplan?

Patológicos:

- Agujas hipodérmicas.
- Jeringas.
- Apósitos.
- Bisturíes.
- Catéteres.
- Copas menstruales.
- Curitas.
- Lancetas.
- Preservativos.
- Tiras reactivas de glucemia.
- Sondas.
- Pañuelos descartables.
- Papel higiénico.
- Otros elementos contaminados que se categoricen en la definición dada.

Farmacológicos:

Todos los fármacos para uso humano o animal que ya no sean utilizados o no se encuentren apto para su uso.

Manual de buenas prácticas domiciliario para la separación, manipulación y acopio de residuos patológicos y farmacológicos



Residuos PHA:

- Pañales.
- Toalla femenina.
- Tampón.
- Otros residuos similares absorbentes de fluidos.

Manera de separarlos y disponerlos en el hogar

Patológicos:

En caso que el residuo a disponer se trate de un elemento punzo-cortante, el mismo debe ser eliminado mediante el uso de descartadores plásticos. En caso de no poseerlo se recomienda el uso de contenedores plásticos de polietileno de alta densidad, los cuales se identifican por contener las siglas HDPE. En este caso se deberá agregar de manera manual el símbolo de riesgo biológicos con el texto: "advertencia: objetos filosos/sharps". En ambos casos los contenedores no deben ser llenados en más de un 75%.



Si los residuos patológicos no son del tipo punzo-cortantes, los mismos deben ser dispuestos en bolsas aptas para estos residuos, siendo denominadas estas bolsas: "bolsas de residuos patológicos", las cuales se encuentran especialmente diseñadas para contener este tipo de residuos. La misma debe ser de color rojo, encontrarse cerrada mediante precinto y poseer el símbolo de riesgo biológico.

Manual de buenas prácticas domiciliario para la separación, manipulación y acopio de residuos patológicos y farmacológicos



Estas bolsas deben almacenarse en una zona alejada de niños y animales y si es posible encontrarse refrigerada o bien en una zona fresca y resguardado del sol. La misma no debe ser dispuesta bajo ningún motivo en conjunto con los residuos sólidos urbanos.

Farmacológicos:

Los fármacos líquidos deben disponerse en contenedores sellados y sin fisuras, de lo contrario deberá ser re-ensado en un nuevo contenedor indicando en el mismo que se trata de un fármaco. En caso de tratarse de un fármaco sólido, disponerlo dentro de la bolsa/contenedor en conjunto con su blíster o caja original, de ser posible.

Estos residuos pueden ser dispuestos en bolsas para residuos sólidos urbanos convencionales, pero debe ser asegurado que la misma indique externamente el contenido. Estas bolsas deben encontrarse en una zona alejada de niños y animales y no debe ser dispuesta con el resto de los RSU o eliminada al desagüe.

Residuos PHA:

Estos residuos deben encontrarse diferenciados del resto de los RSU y ser dispuestos de manera separada. Se recomienda que los mismos sean eliminados en bolsas de color amarillo, precintadas y preferentemente en bolsas de residuos patológicos. Deben encontrarse fuera del alcance de niños y animales, en una zona preferentemente refrigerada o bien fresca y al resguardo del sol.





¿Cómo eliminarlos de manera segura?

Se propone en caso de los residuos patológicos y farmacológicos la implementación de “puntos rojos” y “puntos azules” respectivamente (ver detalles más adelante). Los puntos rojos recomendados son los Centros de Atención de Salud de ambos municipios, incluyendo: el Hospital Zonal, sanatorios y salitas médicas. En cuanto a los puntos azules se plantea la utilización de las farmacias de ambos municipios que se adhieran a tal programa. Para la eliminación de los residuos PHA se plantea un sistema de registro *online* con la empresa operadora encargada de los residuos, de esta manera el domicilio registrado será incorporado a las rutas de recolección con el transporte habilitado.

Riesgos asociados a la incorrecta manipulación y/o gestión

Los riesgos que presentan estos residuos dependen de sus características físico, químicas y biológicas. Los residuos patológicos punzo-cortantes como agujas o bisturís contaminados presentan un doble riesgo: el primero es el de producir cortes y/o pinchaduras, el segundo asociado a contraer enfermedades por la presencia de sangre en el elemento. Entre las enfermedades posibles a contraer se encuentran: VIH/SIDA, hepatitis B y C, toxoplasmosis y otras enfermedades virales y/o parasitarias.

Existen otros vehículos de transmisión además de los cortes y pinchazos, pudiendo generarse por contacto con sangre, heces, pus y otras secreciones. Algunas de estas infecciones pueden ser: Candidaemia (por contacto con sangre), hepatitis A o influenza aviar (contacto con heces), infecciones de piel (contacto con pus), entre otras.

En referencia a los fármacos dependerá principalmente del principio activo de cada residuo. La diferencia que presentan estos en relación a los patológicos y PHA es el peligro asociado a su venta en el mercado negro como droga de abuso. Los riesgos sobre la salud humana y el ambiente dependerán, como ya se ha mencionado, del tipo de fármaco y si el mismo es consumido o eliminado. En el caso de ser consumido los efectos que pueden generar son: infecciones, alergias, resistencia a los fármacos, mutaciones, cáncer o incluso la muerte. Otro factor

Manual de buenas prácticas domiciliario para la separación, manipulación y acopio de residuos patológicos y farmacológicos



de relevancia es la eliminación de estos compuestos en los desagües cloacales y/o pluviales, favoreciendo, entre otros aspectos, la letalidad y resistencia de microorganismos con las consecuencias negativas que ello acarrea. En otros casos la presencia de la droga Paracetamol en los tratamientos de cloración puede producir productos secundarios genotóxicos y mutagénicos y su eliminación en cursos de agua favorecen efectos en la biota acuática tales como: cito y genotoxicidad, acumulación en tejidos críticos, alteraciones en el sistema reproductivo, entre otros aspectos.

Ubicación posibles puntos rojos:

Posibles puntos rojos	Localidad	Ubicación
Hospital Zonal Dr. Ramón Carrillo	S.C. de Bariloche	Moreno N° 61
Centro de salud Pilar I	S.C. de Bariloche	Centro Comunitario Pilar I Ruta 40
Centro de salud Lera	S.C. de Bariloche	25 de mayo y Los Colihues
Centro de salud Virgen Misionera	S.C. de Bariloche	Tejada Gomez 7120
Centro de salud Arrayanes	S.C. de Bariloche	Maitenes N° 800
Centro de salud 34 Hectáreas	S.C. de Bariloche	Barrio 2 de abril (Ctro. Comunitario)
Centro de salud El Frutillar	S.C. de Bariloche	Chocori N° 4065
Centro de salud La Cumbre	S.C. de Bariloche	Los Andes N° 1707
Centro de salud Madre Teresa	S.C. de Bariloche	Avda. Bustillo Km 20
Centro de salud San Francisco III	S.C. de Bariloche	Costa Rica 1150 (esquina San Jose)
Centro de salud Las Quintas	S.C. de Bariloche	Onelli Y Brown
Centro de salud Casa de Salud	S.C. de Bariloche	Ruta 40 y Beschtedt
Centro de salud Ojo de Agua	S.C. de Bariloche	Malvina Soledad
Centro de salud Pilar II	S.C. de Bariloche	Centro Comunitario Pilar II Ruta 40
Hospital Privado Regional del Sur	S.C. de Bariloche	20 de Febrero N° 598
Sanatorio del Sol	S.C. de Bariloche	20 de Febrero N° 640
Clínica San Carlos	S.C. de Bariloche	Avenida Ezequiel Bustillo Km 1
Centro de Salud Dina Huapi	Dina Huapi	Las Rosas y las Amapolas


Ubicación de posibles puntos azules:

<i>Posibles puntos azules</i>	<i>Localidad</i>	<i>Ubicación</i>
Hospital Dr. Ramón Carrillo	S.C. de Bariloche	Moreno N° 601
Acuario	S.C. de Bariloche	J. M. de Rosas N° 498
Andino Patagónica SCS	S.C. de Bariloche	Cerrada
Araucana I	S.C. de Bariloche	Moreno N° 514
Asurmendi	S.C. de Bariloche	Moreno N° 730
Austral	S.C. de Bariloche	9 de Julio N° 1018
Avenida Max Weder	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 395
Bancaria Bariloche	S.C. de Bariloche	Elordi N° 520
Barberis	S.C. de Bariloche	Onelli N° 377
Botánica Quebec	S.C. de Bariloche	Moreno N° 55
Cruz del sur	S.C. de Bariloche	Beschtedt N° 1793
Cumbre I	S.C. de Bariloche	Diagonal Gutierrez N° 22
Cumbre II	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 701
De la cruz	S.C. de Bariloche	Av. Pioneros N° 4171
De miguel	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 130
Detina	S.C. de Bariloche	Av. Bustillo N° 12508
Diagonal	S.C. de Bariloche	Diagonal Capraro N° 1301
Dr. Pasteur	S.C. de Bariloche	Elordi N° 1164
Elustondo	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 379
Farmacenter	S.C. de Bariloche	San Martín N° 162
Farmacenter II	S.C. de Bariloche	San Martín N° 598
Gallardo	S.C. de Bariloche	Gallardo N° 218
Gilmore	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 802
Iberia	S.C. de Bariloche	20 de Febrero N° 410
Las victorias	S.C. de Bariloche	Cerrada
Los andes	S.C. de Bariloche	Av. Bustillo N° 13118
Luna Lanz	S.C. de Bariloche	Onelli N° 1505
Nueva Brown	S.C. de Bariloche	Av. Pioneros N° 195
Nueve de Julio	S.C. de Bariloche	9 de Julio N° 631
Nueve de Julio II	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 1031
Onelli	S.C. de Bariloche	Onelli N° 631
Patagónica	S.C. de Bariloche	Diagonal Capraro N° 1050
Piren Huapi	S.C. de Bariloche	Av. Bustillo N° 8550
Quilmes	S.C. de Bariloche	Pasaje Gutierrez N° 2598
Ruta 40	S.C. de Bariloche	Juan Hermann N° 3995

Manual de buenas prácticas domiciliario para la separación, manipulación y acopio de residuos patológicos y farmacológicos



Puntos azules	Localidad	Ubicación
Santa lucia	S.C. de Bariloche	Av. De los Pioneros N° 3860
Total S.C.S.	S.C. de Bariloche	Av. Gallardo N° 71
Visconti	S.C. de Bariloche	12 de Octubre N° 1708
Zona Vital Mitre	S.C. de Bariloche	Bartolomé Mitre N° 609
Zona Vital Nahuel	S.C. de Bariloche	Perito Moreno N° 246
Dina Huapi	Dina Huapi	Estados Unidos N° 430
Limay	Dina Huapi	El Salvador N° 118

El cuidado del ambiente es una tarea conjunta
que entre todos podemos llevar adelante, juntos podemos.

“La tierra no es una herencia de nuestros padres,
sino un préstamo de nuestros hijos”
(Proverbio iberoamericano)

Anexo 4: tablas de estimaciones con los períodos comprendidos entre 2010 y 2034.

Referencia Año	Población Bariloche	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos farmacológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos farmacológicos [%]	Composición maximizada de los residuos farmacológicos [%]	Días en el año	Kilogramos diarios producidos en los domicilios de Bariloche	Kilogramos anuales producidos en los domicilios de Bariloche	Toneladas anuales producidas en los domicilios de Bariloche
2010	112887	0,849	0,060	0,302	0,362	365	347	126635	127
2011	117461	0,856	0,060	0,302	0,362	365	364	132833	133
2012	119807	0,863	0,060	0,302	0,362	365	374	136584	137
2013	122144	0,870	0,060	0,302	0,362	365	385	140376	140
2014	124467	0,877	0,060	0,302	0,362	365	395	144204	144
2015	126732	0,884	0,060	0,302	0,362	365	406	148018	148
2016	128975	0,891	0,060	0,302	0,362	365	416	151858	152
2017	131201	0,898	0,060	0,302	0,362	365	427	155730	156
2018	133406	0,906	0,060	0,302	0,362	365	437	159630	160
2019	135589	0,913	0,060	0,302	0,362	365	448	163556	164
2020	137748	0,920	0,060	0,302	0,362	365	459	167506	168
2021	139882	0,928	0,060	0,302	0,362	365	470	171479	171
2022	141992	0,935	0,060	0,302	0,362	365	481	175475	175
2023	144077	0,943	0,060	0,302	0,362	365	492	179494	179
2024	146135	0,951	0,060	0,302	0,362	365	503	183533	184
2025	148166	0,958	0,060	0,302	0,362	365	514	187591	188
2026	150169	0,966	0,060	0,302	0,362	365	525	191667	192
2027	152147	0,974	0,060	0,302	0,362	365	536	195765	196
2028	154099	0,982	0,060	0,302	0,362	365	548	199882	200
2029	156023	0,990	0,060	0,302	0,362	365	559	204017	204
2030	157920	0,998	0,060	0,302	0,362	365	570	208170	208
2031	159789	1,006	0,060	0,302	0,362	365	582	212340	212
2032	161631	1,014	0,060	0,302	0,362	365	593	216528	217
2033	163446	1,022	0,060	0,302	0,362	365	605	220733	221
2034	165231	1,030	0,060	0,302	0,362	365	616	224951	225

Generación de RRFF en San Carlos de Bariloche período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Población Dina Huapi	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos farmacológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos farmacológicos [%]	Composición maximizada de los residuos farmacológicos [%]	Días en el año	Kilogramos diarios producidos en los domicilios de Dina Huapi	Kilogramos anuales producidos en los domicilios de Dina Huapi	Toneladas anuales producidas los domicilios de en Dina Huapi
2010	3730	0,781	0,060	0,302	0,362	365	11	3849	4
2011	4074	0,786	0,060	0,302	0,362	365	12	4230	4
2012	4250	0,791	0,060	0,302	0,362	365	12	4439	4
2013	4426	0,795	0,060	0,302	0,362	365	13	4651	5
2014	4600	0,800	0,060	0,302	0,362	365	13	4864	5
2015	4766	0,805	0,060	0,302	0,362	365	14	5070	5
2016	4919	0,810	0,060	0,302	0,362	365	14	5265	5
2017	5070	0,815	0,060	0,302	0,362	365	15	5459	5
2018	5219	0,820	0,060	0,302	0,362	365	15	5654	6
2019	5302	0,825	0,060	0,302	0,362	365	16	5779	6
2020	5369	0,830	0,060	0,302	0,362	365	16	5888	6
2021	5435	0,835	0,060	0,302	0,362	365	16	5997	6
2022	5501	0,840	0,060	0,302	0,362	365	17	6106	6
2023	5566	0,845	0,060	0,302	0,362	365	17	6216	6
2024	5630	0,850	0,060	0,302	0,362	365	17	6326	6
2025	5693	0,856	0,060	0,302	0,362	365	18	6436	6
2026	5755	0,861	0,060	0,302	0,362	365	18	6546	7
2027	5817	0,866	0,060	0,302	0,362	365	18	6657	7
2028	5877	0,871	0,060	0,302	0,362	365	19	6766	7
2029	5937	0,877	0,060	0,302	0,362	365	19	6877	7
2030	5996	0,882	0,060	0,302	0,362	365	19	6988	7
2031	6054	0,887	0,060	0,302	0,362	365	19	7098	7
2032	6112	0,893	0,060	0,302	0,362	365	20	7210	7
2033	6168	0,898	0,060	0,302	0,362	365	20	7321	7
2034	6224	0,904	0,060	0,302	0,362	365	20	7432	7

Generación de RRFF en Dina Huapi período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Población Bariloche	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos patológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos patológicos [%]	Composición maximizada de los residuos patológicos [%]	Días en el año	Kilogramos diarios producidos en los domicilios de Bariloche	Kilogramos anuales producidos en los domicilios de Bariloche	Toneladas anuales producidas en los domicilios de Bariloche
2010	112887	0,849	0,590	0,492	1,082	365	1037	378505	379
2011	117461	0,856	0,590	0,492	1,082	365	1088	397032	397
2012	119807	0,863	0,590	0,492	1,082	365	1118	408242	408
2013	122144	0,870	0,590	0,492	1,082	365	1150	419576	420
2014	124467	0,877	0,590	0,492	1,082	365	1181	431019	431
2015	126732	0,884	0,590	0,492	1,082	365	1212	442417	442
2016	128975	0,891	0,590	0,492	1,082	365	1244	453895	454
2017	131201	0,898	0,590	0,492	1,082	365	1275	465468	465
2018	133406	0,906	0,590	0,492	1,082	365	1307	477125	477
2019	135589	0,913	0,590	0,492	1,082	365	1339	488860	489
2020	137748	0,920	0,590	0,492	1,082	365	1372	500667	501
2021	139882	0,928	0,590	0,492	1,082	365	1404	512542	513
2022	141992	0,935	0,590	0,492	1,082	365	1437	524487	524
2023	144077	0,943	0,590	0,492	1,082	365	1470	536500	536
2024	146135	0,951	0,590	0,492	1,082	365	1503	548571	549
2025	148166	0,958	0,590	0,492	1,082	365	1536	560700	561
2026	150169	0,966	0,590	0,492	1,082	365	1570	572883	573
2027	152147	0,974	0,590	0,492	1,082	365	1603	585130	585
2028	154099	0,982	0,590	0,492	1,082	365	1637	597438	597
2029	156023	0,990	0,590	0,492	1,082	365	1671	609797	610
2030	157920	0,998	0,590	0,492	1,082	365	1705	622210	622
2031	159789	1,006	0,590	0,492	1,082	365	1739	634674	635
2032	161631	1,014	0,590	0,492	1,082	365	1773	647190	647
2033	163446	1,022	0,590	0,492	1,082	365	1808	659759	660
2034	165231	1,030	0,590	0,492	1,082	365	1842	672367	672

Generación de RRPPa en San Carlos de Bariloche período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Población Dina Huapi	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos patológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos patológicos [%]	Composición maximizada de los residuos patológicos [%]	Días en el año	Kilogramos diarios producidos en los domicilios de Dina Huapi	Kilogramos anuales producidos en los domicilios de Dina Huapi	Toneladas anuales producidas en los domicilios de Dina Huapi
2010	3730	0,781	0,590	0,492	1,082	365	32	11505	12
2011	4074	0,786	0,590	0,492	1,082	365	35	12643	13
2012	4250	0,791	0,590	0,492	1,082	365	36	13269	13
2013	4426	0,795	0,590	0,492	1,082	365	38	13903	14
2014	4600	0,800	0,590	0,492	1,082	365	40	14538	15
2015	4766	0,805	0,590	0,492	1,082	365	42	15154	15
2016	4919	0,810	0,590	0,492	1,082	365	43	15736	16
2017	5070	0,815	0,590	0,492	1,082	365	45	16318	16
2018	5219	0,820	0,590	0,492	1,082	365	46	16900	17
2019	5302	0,825	0,590	0,492	1,082	365	47	17274	17
2020	5369	0,830	0,590	0,492	1,082	365	48	17599	18
2021	5435	0,835	0,590	0,492	1,082	365	49	17924	18
2022	5501	0,840	0,590	0,492	1,082	365	50	18252	18
2023	5566	0,845	0,590	0,492	1,082	365	51	18580	19
2024	5630	0,850	0,590	0,492	1,082	365	52	18908	19
2025	5693	0,856	0,590	0,492	1,082	365	53	19237	19
2026	5755	0,861	0,590	0,492	1,082	365	54	19565	20
2027	5817	0,866	0,590	0,492	1,082	365	55	19896	20
2028	5877	0,871	0,590	0,492	1,082	365	55	20224	20
2029	5937	0,877	0,590	0,492	1,082	365	56	20555	21
2030	5996	0,882	0,590	0,492	1,082	365	57	20886	21
2031	6054	0,887	0,590	0,492	1,082	365	58	21217	21
2032	6112	0,893	0,590	0,492	1,082	365	59	21551	22
2033	6168	0,898	0,590	0,492	1,082	365	60	21881	22
2034	6224	0,904	0,590	0,492	1,082	365	61	22214	22

Generación de RRPPa en Dina Huapi período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Población Bariloche	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos PHA [%]	Desvío standard de la composición de los residuos PHA [%]	Composición maximizada de los residuos PHA [%]	Días en el año	Kilogramos diarios producidos en los domicilios de Bariloche	Kilogramos anuales producidos en los domicilios de Bariloche	Toneladas anuales producidas en los domicilios de Bariloche
2010	112887	0,849	5,680	0	5,680	365	5444	1986977	1987
2011	117461	0,856	5,680	0	5,680	365	5710	2084233	2084
2012	119807	0,863	5,680	0	5,680	365	5871	2143080	2143
2013	122144	0,870	5,680	0	5,680	365	6034	2202581	2203
2014	124467	0,877	5,680	0	5,680	365	6199	2262651	2263
2015	126732	0,884	5,680	0	5,680	365	6363	2322487	2322
2016	128975	0,891	5,680	0	5,680	365	6528	2382737	2383
2017	131201	0,898	5,680	0	5,680	365	6695	2443494	2443
2018	133406	0,906	5,680	0	5,680	365	6862	2504685	2505
2019	135589	0,913	5,680	0	5,680	365	7031	2566291	2566
2020	137748	0,920	5,680	0	5,680	365	7201	2628272	2628
2021	139882	0,928	5,680	0	5,680	365	7372	2690608	2691
2022	141992	0,935	5,680	0	5,680	365	7543	2753317	2753
2023	144077	0,943	5,680	0	5,680	365	7716	2816375	2816
2024	146135	0,951	5,680	0	5,680	365	7890	2879743	2880
2025	148166	0,958	5,680	0	5,680	365	8064	2943416	2943
2026	150169	0,966	5,680	0	5,680	365	8239	3007371	3007
2027	152147	0,974	5,680	0	5,680	365	8416	3071664	3072
2028	154099	0,982	5,680	0	5,680	365	8593	3136272	3136
2029	156023	0,990	5,680	0	5,680	365	8770	3201151	3201
2030	157920	0,998	5,680	0	5,680	365	8949	3266317	3266
2031	159789	1,006	5,680	0	5,680	365	9128	3331744	3332
2032	161631	1,014	5,680	0	5,680	365	9308	3397450	3397
2033	163446	1,022	5,680	0	5,680	365	9489	3463429	3463
2034	165231	1,030	5,680	0	5,680	365	9670	3529614	3530

Generación de residuos de PHA en San Carlos de Bariloche período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Población Dina Huapi	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos PAH [%]	Desvío standard de la composición de los residuos PHA [%]	Composición maximizada de los residuos PHA [%]	Días en el año	Kilogramos diarios producidos en los domicilios de Dina Huapi	Kilogramos anuales producidos en los domicilios de Dina Huapi	Toneladas anuales producidas en los domicilios de Dina Huapi
2010	3730	0,781	5,680	0	5,680	365	165	60395	60
2011	4074	0,786	5,680	0	5,680	365	182	66367	66
2012	4250	0,791	5,680	0	5,680	365	191	69657	70
2013	4426	0,795	5,680	0	5,680	365	200	72984	73
2014	4600	0,800	5,680	0	5,680	365	209	76316	76
2015	4766	0,805	5,680	0	5,680	365	218	79552	80
2016	4919	0,810	5,680	0	5,680	365	226	82607	83
2017	5070	0,815	5,680	0	5,680	365	235	85662	86
2018	5219	0,820	5,680	0	5,680	365	243	88717	89
2019	5302	0,825	5,680	0	5,680	365	248	90678	91
2020	5369	0,830	5,680	0	5,680	365	253	92384	92
2021	5435	0,835	5,680	0	5,680	365	258	94090	94
2022	5501	0,840	5,680	0	5,680	365	263	95814	96
2023	5566	0,845	5,680	0	5,680	365	267	97537	98
2024	5630	0,850	5,680	0	5,680	365	272	99261	99
2025	5693	0,856	5,680	0	5,680	365	277	100984	101
2026	5755	0,861	5,680	0	5,680	365	281	102706	103
2027	5817	0,866	5,680	0	5,680	365	286	104446	104
2028	5877	0,871	5,680	0	5,680	365	291	106167	106
2029	5937	0,877	5,680	0	5,680	365	296	107905	108
2030	5996	0,882	5,680	0	5,680	365	300	109642	110
2031	6054	0,887	5,680	0	5,680	365	305	111378	111
2032	6112	0,893	5,680	0	5,680	365	310	113131	113
2033	6168	0,898	5,680	0	5,680	365	315	114864	115
2034	6224	0,904	5,680	0	5,680	365	319	116614	117

Generación de residuos de PHA en Dina Huapi período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Plazas disponibles	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos farmacológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos farmacológicos [%]	Composición maximizada de los residuos farmacológicos [%]	Kilogramos diarios producidos por turistas [kg]
2010	25365	0,849	0,060	0,302	0,362	78
2011	25404	0,856	0,060	0,302	0,362	79
2012	25649	0,863	0,060	0,302	0,362	80
2013	26358	0,870	0,060	0,302	0,362	83
2014	27617	0,877	0,060	0,302	0,362	88
2015	28746	0,884	0,060	0,302	0,362	92
2016	29103	0,891	0,060	0,302	0,362	94
2017	29190	0,898	0,060	0,302	0,362	95
2018	30650	0,906	0,060	0,302	0,362	100
2019	32182	0,913	0,060	0,302	0,362	106
2020	33791	0,920	0,060	0,302	0,362	113
2021	35481	0,928	0,060	0,302	0,362	119
2022	37255	0,935	0,060	0,302	0,362	126
2023	39117	0,943	0,060	0,302	0,362	134
2024	41073	0,951	0,060	0,302	0,362	141
2025	43127	0,958	0,060	0,302	0,362	150
2026	45283	0,966	0,060	0,302	0,362	158
2027	47547	0,974	0,060	0,302	0,362	168
2028	49925	0,982	0,060	0,302	0,362	177
2029	52421	0,990	0,060	0,302	0,362	188
2030	55042	0,998	0,060	0,302	0,362	199
2031	57794	1,006	0,060	0,302	0,362	210
2032	60684	1,014	0,060	0,302	0,362	223
2033	63718	1,022	0,060	0,302	0,362	236
2034	66904	1,030	0,060	0,302	0,362	250

Generación de RRFF por turistas en San Carlos de Bariloche período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Plazas disponibles	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos farmacológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos farmacológicos [%]	Composición maximizada de los residuos farmacológicos [%]	Kilogramos diarios producidos por turistas [kg]
2010	25365	0,849	0,590	0,492	1,082	233
2011	25404	0,856	0,590	0,492	1,082	235
2012	25649	0,863	0,590	0,492	1,082	239
2013	26358	0,870	0,590	0,492	1,082	248
2014	27617	0,877	0,590	0,492	1,082	262
2015	28746	0,884	0,590	0,492	1,082	275
2016	29103	0,891	0,590	0,492	1,082	281
2017	29190	0,898	0,590	0,492	1,082	284
2018	30650	0,906	0,590	0,492	1,082	300
2019	32182	0,913	0,590	0,492	1,082	318
2020	33791	0,920	0,590	0,492	1,082	336
2021	35481	0,928	0,590	0,492	1,082	356
2022	37255	0,935	0,590	0,492	1,082	377
2023	39117	0,943	0,590	0,492	1,082	399
2024	41073	0,951	0,590	0,492	1,082	422
2025	43127	0,958	0,590	0,492	1,082	447
2026	45283	0,966	0,590	0,492	1,082	473
2027	47547	0,974	0,590	0,492	1,082	501
2028	49925	0,982	0,590	0,492	1,082	530
2029	52421	0,990	0,590	0,492	1,082	561
2030	55042	0,998	0,590	0,492	1,082	594
2031	57794	1,006	0,590	0,492	1,082	629
2032	60684	1,014	0,590	0,492	1,082	666
2033	63718	1,022	0,590	0,492	1,082	705
2034	66904	1,030	0,590	0,492	1,082	746

Generación de RRPPa por turistas en San Carlos de Bariloche período 2010-2034. Fuente: elaboración propia.

Referencia Año	Plazas disponibles	PPC [kg/hab x día]	Composición de los residuos farmacológicos [%]	Desvío standard de la composición de los residuos farmacológicos [%]	Composición maximizada de los residuos farmacológicos [%]	Kilogramos diarios producidos en por turistas [kg]
2010	25365	0,849	5,680	0	5,680	1223
2011	25404	0,856	5,680	0	5,680	1235
2012	25649	0,863	5,680	0	5,680	1257
2013	26358	0,870	5,680	0	5,680	1302
2014	27617	0,877	5,680	0	5,680	1375
2015	28746	0,884	5,680	0	5,680	1443
2016	29103	0,891	5,680	0	5,680	1473
2017	29190	0,898	5,680	0	5,680	1489
2018	30650	0,906	5,680	0	5,680	1577
2019	32182	0,913	5,680	0	5,680	1669
2020	33791	0,920	5,680	0	5,680	1766
2021	35481	0,928	5,680	0	5,680	1870
2022	37255	0,935	5,680	0	5,680	1979
2023	39117	0,943	5,680	0	5,680	2095
2024	41073	0,951	5,680	0	5,680	2218
2025	43127	0,958	5,680	0	5,680	2347
2026	45283	0,966	5,680	0	5,680	2485
2027	47547	0,974	5,680	0	5,680	2630
2028	49925	0,982	5,680	0	5,680	2784
2029	52421	0,990	5,680	0	5,680	2947
2030	55042	0,998	5,680	0	5,680	3119
2031	57794	1,006	5,680	0	5,680	3302
2032	60684	1,014	5,680	0	5,680	3495
2033	63718	1,022	5,680	0	5,680	3699
2034	66904	1,030	5,680	0	5,680	3916

Generación de residuos de PHA por turistas en San Carlos de Bariloche período 2010-2034.
Fuente: elaboración propia.

Anexo 5: puntos azules localizados en San Carlos de Bariloche y Dina Huapi.



Puntos azules ubicados al oeste de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Puntos azules ubicados al oeste de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Puntos azules ubicados en el sur del casco céntrico de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Puntos azules ubicados en el casco céntrico de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Puntos azules en Dina Huapi. Fuente: elaboración propia.

Anexo 6: tarjeta de control de residuos

TARJETA DE COTROL DE RESIDUOS	
Nombre del establecimiento:	
Domicilio del establecimiento:	
Tipo de residuo:	
Farmacológico	<input type="checkbox"/>
Patológico	<input type="checkbox"/>
Firma y aclaración del responsable del establecimiento	

Anexo 7: planilla de control de residuos

Planilla de control de residuos							
Nombre del establecimiento	Domicilio del establecimiento	Cantidad de kg/litros retirados	Fecha y hora de retiro	N° de bultos	Firma y aclaración del transportista	Firma y aclaración del responsable del establecimiento	Anomalías

Anexo 8: comprobante de retiro

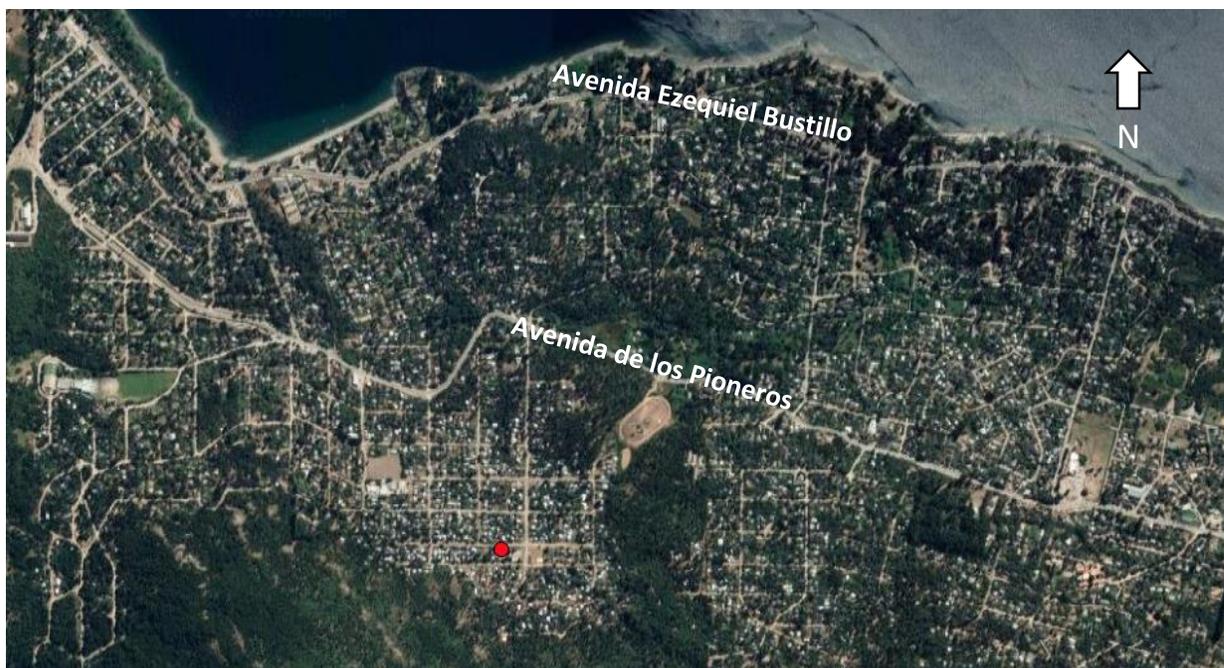
COMPROBANTE DE RETIRO	
Establecimiento:	
Cantidad de kilogramos retirados:	
Fecha:	
Firma y aclaración del transportista:	

Firma y aclaración del responsable del establecimiento	

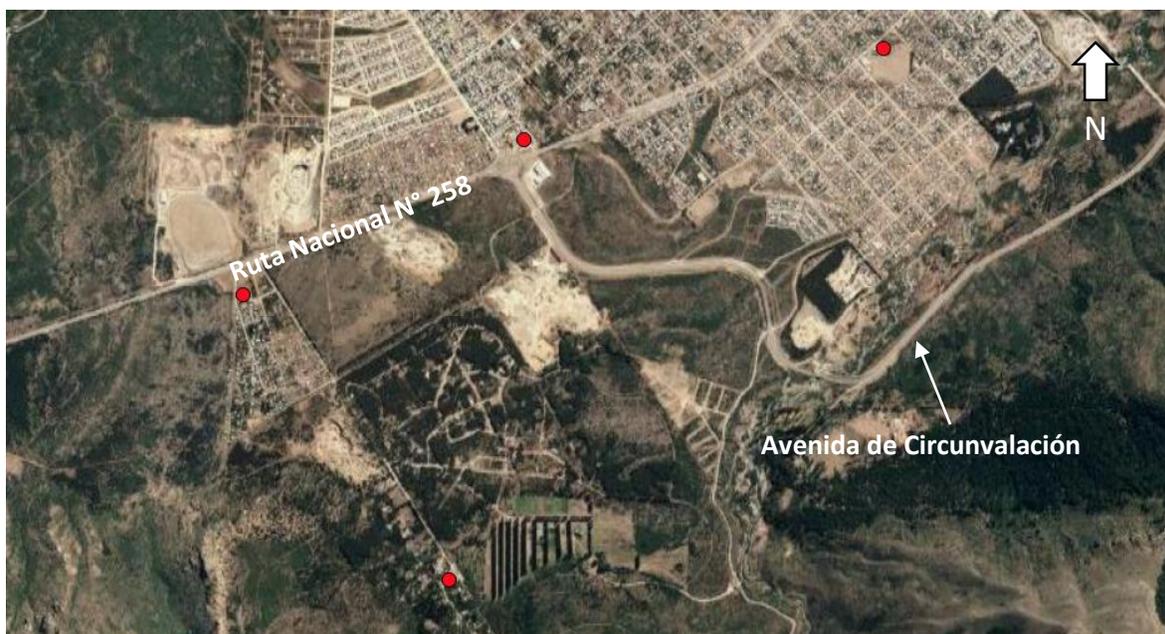
Anexo 9: puntos rojos localizados en San Carlos de Bariloche y Dina Huapi.



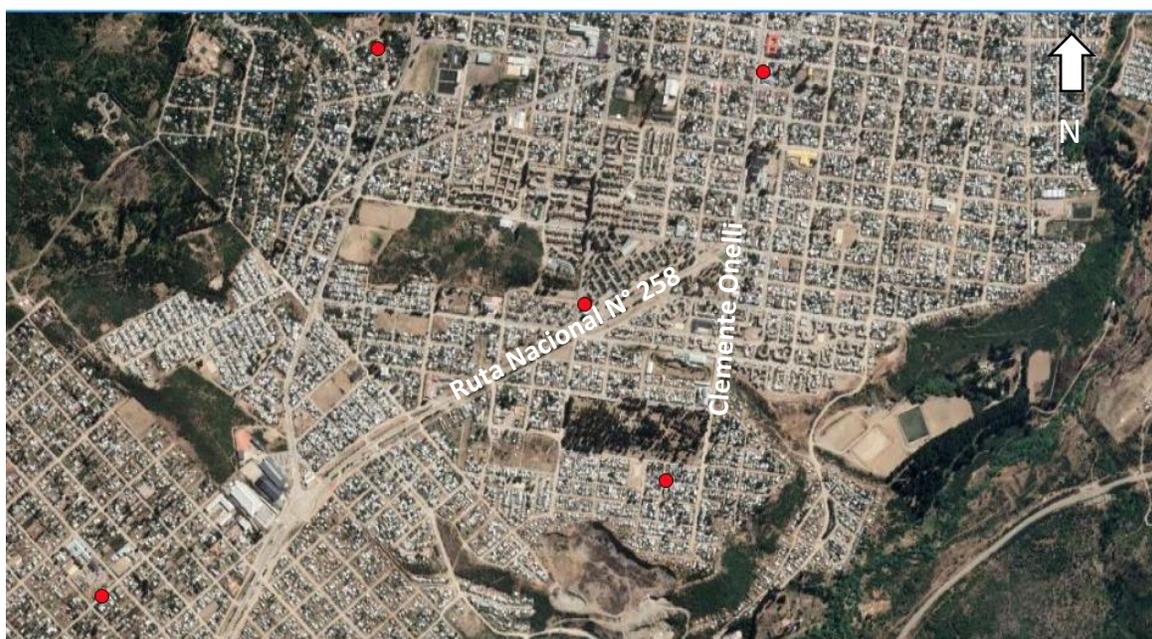
Punto rojo en el oeste de Bariloche, centro de salud Madre Teresa. Fuente: elaboración propia.



Punto rojo en el oeste de Bariloche, centro de salud Virgen Misionera. Fuente: elaboración propia.



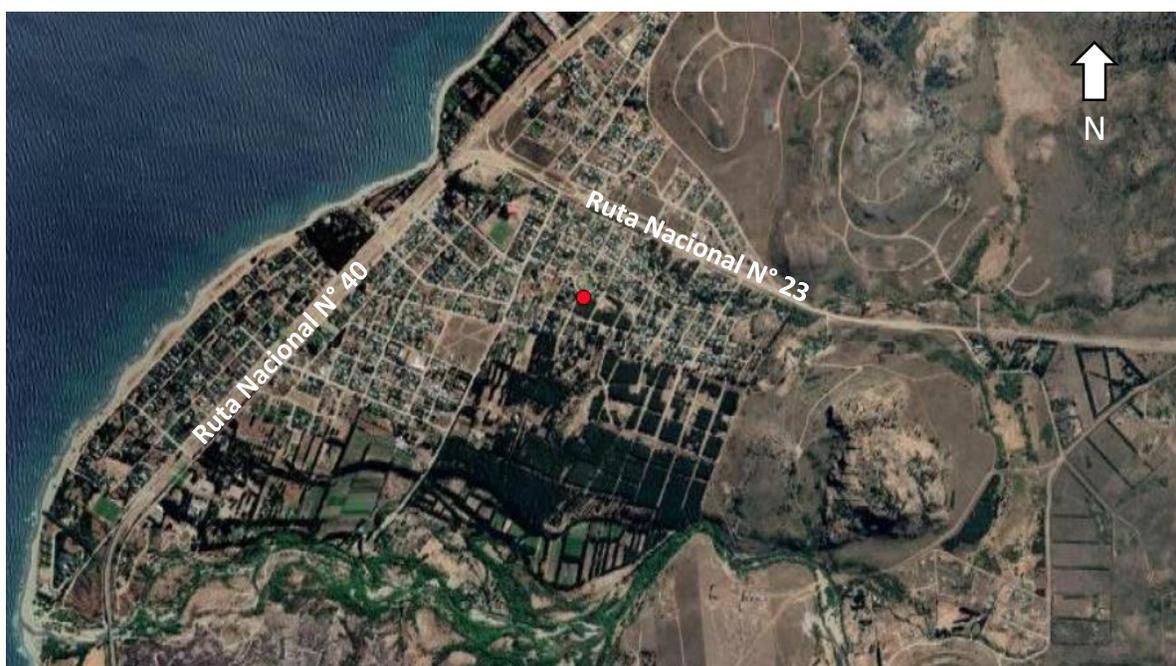
Puntos rojos en el sur del casco de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Puntos rojos en el sur del casco de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Puntos rojos ubicados en el casco céntrico de Bariloche. Fuente: elaboración propia.



Punto rojo ubicado en Dina Huapi, centro de salud Dina Huapi. Fuente: elaboración propia.

Anexo 10: planilla de retiro de PHA

PLANILLA DE RETIRO DE PHA			
N°	Nombre de usuario y dirección	Cantidad de bultos retirados	Firma del usuario
1			
2			
3			
4			
5			
...			

Anexo 11: planilla de control de PHA

PLANILLA DE CONTROL PHA			
N°	Fecha de recepción	Kilogramos de residuos	Estado de las bolsas contenedoras
1			
2			
3			
4			
5			
...			

Anexo 12: resultados obtenidos del pesado de pañales

Indexación	Peso [g]
Pañal 1	218
Pañal 2	178
Pañal 3	141
Pañal 4	135
Pañal 5	140
Pañal 6	180
Pañal 7	163
Pañal 8	165
Pañal 9	134
Pañal 10	198
Pañal 11	145
Pañal 12	148
Pañal 13	196
Pañal 14	176
Pañal 15	179
Pañal 16	206
Pañal 17	221
Pañal 18	193
Pañal 19	212
Pañal 20	205
Pañal 21	205
Pañal 22	126
Pañal 23	158
Pañal 24	174
Pañal 25	218
Pañal 26	105
Pañal 27	214
Pañal 28	113
Pañal 29	118
Pañal 30	129
Promedio aproximado	170