

Informe Final

Estimación de la disminución de desechos plásticos de un solo uso producto de su regulación

Matías Fuentealba Pooley

2020

OCEANA



ÍNDICE

Índice	2
Definiciones	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Objetivo	7
2. METODOLOGÍA	7
2.1 Levantamiento de información	7
2.2 Caracterización de plásticos en el estudio	7
2.3 Estimación de desechos plásticos en Chile	8
2.4 Estimación desechos plásticos de ECA	8
2.5 Peso relativo	8
2.6 Determinar escenarios de consumo de PUSU en ECA	8
2.7 Estimar desechos correspondientes a PUSU en ECA	9
2.8 Representación del valor	10
3. RESULTADOS	10
3.1 Levantamiento de información	10
3.2 Caracterización de PUSU y OPP	11
3.2.1 Caracterización PUSU	12
3.2.2 Caracterización OPP	14
3.3 Estimación y clasificación de los residuos plásticos en Chile y en ECA.	16
3.3.1 Residuos plásticos en Chile	16
3.3.2 Residuos plásticos en ECA	18
3.4 Estimación de generación de PUSU en ECA	21
3.4.1 Escenarios de consumo de PUSU en ECA	22
3.4.2 Pesos relativos	25
3.4.3 Resultado: Plásticos de Un Solo Uso en Establecimientos de Consumo de Alimentos durante el año 2017	27
3.4.4 Análisis de estabilidad del resultado	28
3.4.4.1 Variaciones	28
3.5 Representaciones asociadas al resultado final	31
3.5.1 Comparaciones de peso	32
3.5.2 Comparaciones de volumen	32
3.5.3 Huella de carbono	33
4. CONCLUSIONES	35
Bibliografía	37
Anexos	40
4.1 Anexo 1 – Análisis estudios no utilizados	40
4.2 Anexo 2 – Ventas actividades económicas SII	42

DEFINICIONES

Polímero: Macromolécula compuesta por una cadena de monómeros. Es el compuesto principal de los plásticos.

Resina: Polímero sintetizado modificado química o físicamente para crear un plástico.

Plástico: Aquel producto que contiene como componente un polímero que se produce a partir de petróleo o materias primas de origen renovable ya sea de forma total o mixta.

Termoplástico: Familia de plásticos cuyo proceso de derretimiento al calentar y endurecimiento al enfriar es reversible. Por esto, pueden ser calentados, moldeados y enfriados de forma repetitiva.

Termoestables: Familia de plásticos que al ser calentados sufren cambios químicos, por lo cual no pueden ser calentados y moldeados de forma repetitiva, el proceso no es reversible.

Categorías de plásticos: Para efectos de este estudio, se consideran diferentes tipos de termoplásticos. En específico los polímeros tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (PEAD), cloruro de polivinilo (PVC), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y Otros.

Plásticos de un solo uso (“PUSU”): Productos plásticos desechables, como vasos, tazas, tazones, cubiertos (tenedor, cuchara, cuchillo), mezcladores, bombillas, sachet, platos, envases o bandejas de comida preparada y sus envases accesorios, tapas u otros que cumplan con el propósito de los productos individualizados. En concreto, son los productos que busca regular la propuesta de ley sobre plásticos de un solo uso.

Otros productos plásticos (“OPP”): Otros productos de material plástico desechados en establecimientos de consumo de alimentos, que no son regulados en la propuesta de ley sobre plásticos de un solo uso. En esta categoría recaen bolsas de basura, envoltorios para congelar alimentos y de alimentos no preparados, envases de pulpa de fruta o dispensadores de jugo y gaseosas, envases de productos de limpieza, bolsas para congelar, bidones o botellas, sacos y mallas de alimentos, envases aislantes y otros productos ocupados en establecimientos de consumo de alimentos no considerados plásticos de un solo uso.

Proyecto de ley ("PL"): Propuesta de ley, boletín 12.633-12, que busca limitar la generación de productos desechables y regular los plásticos de un solo uso, llevada a cabo por Oceana y Plastic Oceans Chile.

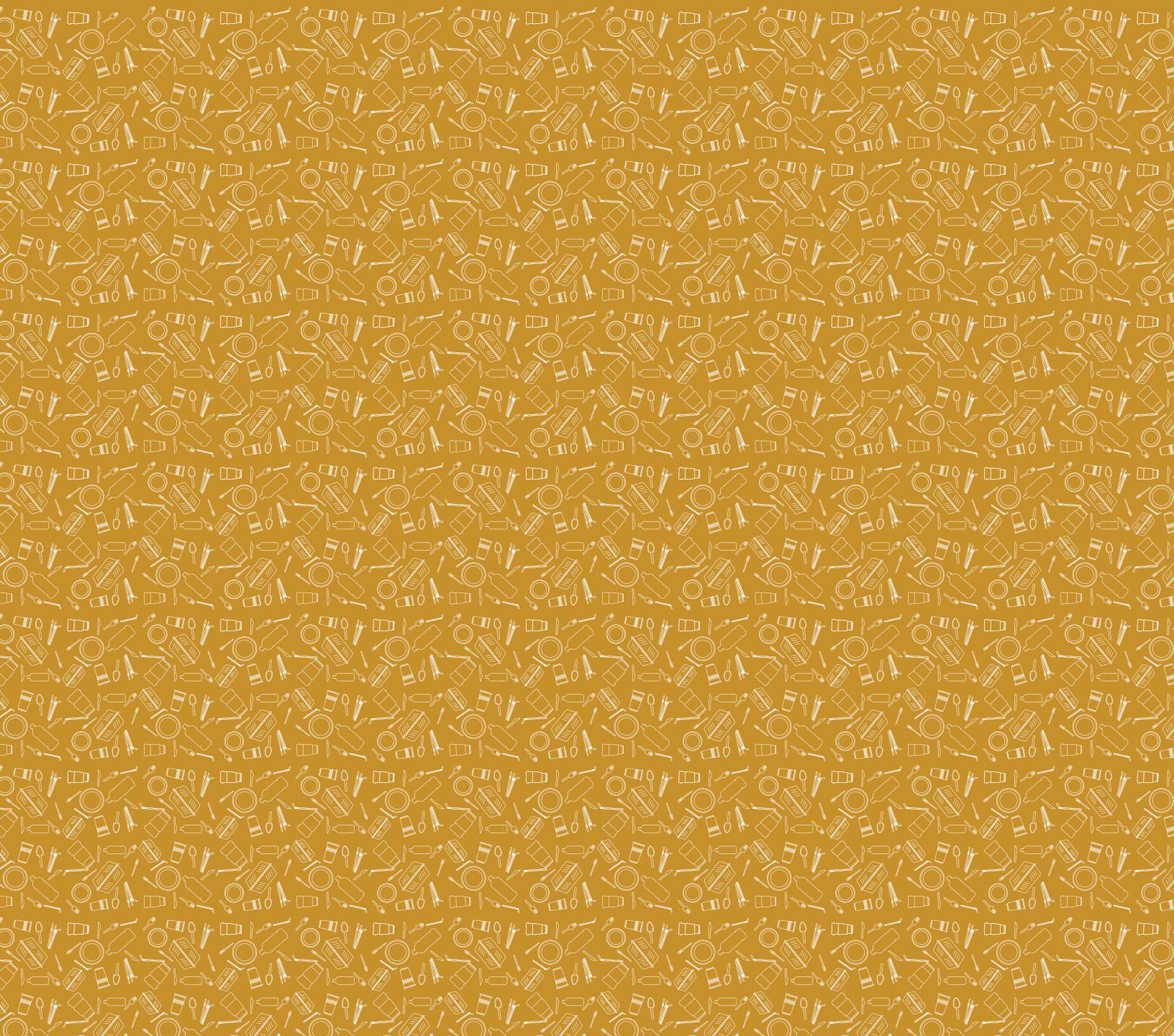
HORECA: Acrónimo de hoteles, restaurantes y cafeterías, término ocupado para referirse al sector de servicio de comidas.

Establecimientos de consumo de alimentos ("ECA"): Establecimientos de expendio de alimentos con consumo, como restaurantes, casinos, clubes sociales, cocinerías, fuentes de soda, cafeterías, salón de té, panaderías, bares u otros establecimientos que sirvan comida preparada o bebestibles. En concreto, los establecimientos considerados en la propuesta de ley que busca regular los plásticos de un solo uso.

Residuos domiciliarios: Residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en viviendas y en establecimientos tales como edificios habitacionales, locales comerciales, locales de expendio de alimentos, hoteles, establecimientos educacionales y cárceles

Residuos sólidos asimilables a domiciliarios: residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en procesos industriales u otras actividades, que no son considerados residuos peligrosos de acuerdo con la reglamentación sanitaria vigente y que, además, por su cantidad composición y características físicas, químicas y bacteriológicas, pueden ser dispuestos en un Relleno Sanitario sin interferir con su normal operación.

1. INTRODUCCIÓN



1.1 Antecedentes

Los desechos son un problema que afecta a todo el planeta, debido a esto, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su Agenda 2030 sobre Desarrollo Sostenible, indica 17 objetivos para lograr un desarrollo sostenible (ODS), donde el objetivo número 12 corresponde a “Producción y consumo responsable”¹. En específico, la meta número 12,5 señala lo siguiente: “Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”.

Dentro de todos los desechos, los plásticos generan un alto impacto, en parte porque una cantidad considerable de ellos termina en el océano. Según Jambeck et al., (2015), entre 4,8 a 12,7 millones de toneladas de plástico (con un promedio de 8 millones de toneladas), provenientes de 192 países con costa, ingresaron al océano durante el año 2010.

Una vez en el mar, estos plásticos se degradan hasta que solo quedan pedazos pequeños de un tamaño igual o inferior a 5 mm, los que se conocen como microplásticos. La ingestión de microplásticos por parte de organismos como el zooplancton, podría ser una vía de transferencia hacia niveles superiores de la trama trófica (Avio et al., 2017). Así, cuanto más pequeña sea la partícula, mayor es la disponibilidad y probabilidad de ser ingerida y traspasada mediante relaciones de consumo directo (Betts 2008), pudiendo provocar diversos daños funcionales en quienes lo ingieren (Brandao et al. 2011).

Además, plásticos de distintos tamaños pueden provocar bloqueo intestinal y lesiones físicas que causan sensación de saciedad, causando alteración de la conducta alimentaria (Wright et al. 2013; Watts et al. 2015) en animales marinos que ingieren plástico. Otros efectos involucran la pérdida de la regulación del ambiente interno del cuerpo (Browne et al. 2013), estrés hepático (Rochman et al. 2013b), alteraciones endocrinas (Teuten et al. 2009; Rochman et al. 2014c), deshidratación, malnutrición y perturbaciones en el metabolismo de quienes lo ingieren (Cedervall 2012).

Otro tipo de alteraciones han sido registradas en la reproducción, impacto en el crecimiento y malformaciones en distintas etapas de desarrollo (Besseling et al. 2013; Della Torre et al. 2014), como también diversos daños celulares, incluidas respuestas inflamatorias agudas (Ahrendt et al., 2020)

En Chile, si bien muchos de los residuos plásticos pueden ser reciclados, la tasa de reciclaje de residuos plásticos es muy baja, llegando a 8,5% anualmente (ASIPLA, 2019b). Esto puede explicarse porque, al año 2018, solo el 54,8% de las municipalidades del país habían implementado planes de reciclaje (Valenzuela-Levi, 2019). En municipalidades que llevan más de 5 años reciclando, la tasa de recolección² promedio es de 1,72% (Valenzuela-Levi, 2019), por lo que urge tomar medidas para reducir la cantidad de plásticos que no son reciclados y terminan como desecho, acumulándose año tras año en los vertederos o incluso en ríos y en el océano.

Los plásticos de un solo uso (“PUSU”) forman parte del problema, reflejado en las cifras obtenidas a partir de las limpiezas de playas, donde los utensilios de plástico son los más comúnmente recolectados (Schnurr et al., 2018). Gran parte de ellos, al quedar en contacto con alimentos y dadas sus características físicas, como su pequeño tamaño y corta vida útil, usualmente no son reciclados. Por los variados problemas medioambientales de los plásticos de un solo uso, distintos países como Costa Rica, Taiwán, Belice e India ya han intervenido legalmente para prohibir su uso (Schnurr et al., 2018).

1. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

2. El término “tasa de recolección” se refiere al ocupado como Separate Collection Rate (SCR) de municipalidades que han implementado reciclaje, de todo tipo de residuos, en (Valenzuela-Levi, 2019).

Chile ha implementado distintas medidas legales para disminuir los residuos plásticos. Una de ellas, es la promulgación de la ley 21.100, que prohíbe la entrega de bolsas plásticas en el comercio de todo el territorio nacional³. Otro ejemplo es la ley de Responsabilidad Extendida del Productor (“ley REP”)⁴, que fomenta el reciclaje exigiendo que los productores de diversos artículos se hagan cargo de los residuos que generan. Con el fin de seguir promoviendo la disminución de residuos plásticos y el cuidado del medio ambiente, la promulgación de una ley que regule el expendio de PUSU, como la ley boletín N°12.633-12, sería un avance para un país más sustentable.

El presente estudio nace a partir de la propuesta del proyecto de ley⁵ que busca regular la generación de productos desechables y plásticos de un solo en Chile, llevado a cabo por Oceana y Plastic Oceans Chile. Por lo tanto, el objetivo de este informe es calcular la disminución de PUSU en caso de aprobarse la ley que regula su expendio en establecimientos de consumo de alimentos (“ECA”).

Para cumplir con el objetivo, primero se estimó la cantidad de residuos plásticos generados en Chile. Luego se determinó el porcentaje de estos residuos que generan los ECA, utilizando datos de los residuos y ventas generadas por diferentes industrias. Finalmente, relacionando el consumo de PUSU y Otros Productos Plásticos “OPP” en ECA con los pesos de los productos considerados, como envases y cubiertos plásticos, fue posible calcular las toneladas de residuos plásticos correspondientes a PUSU y generados por ECA en 2017.

1.2 Objetivo

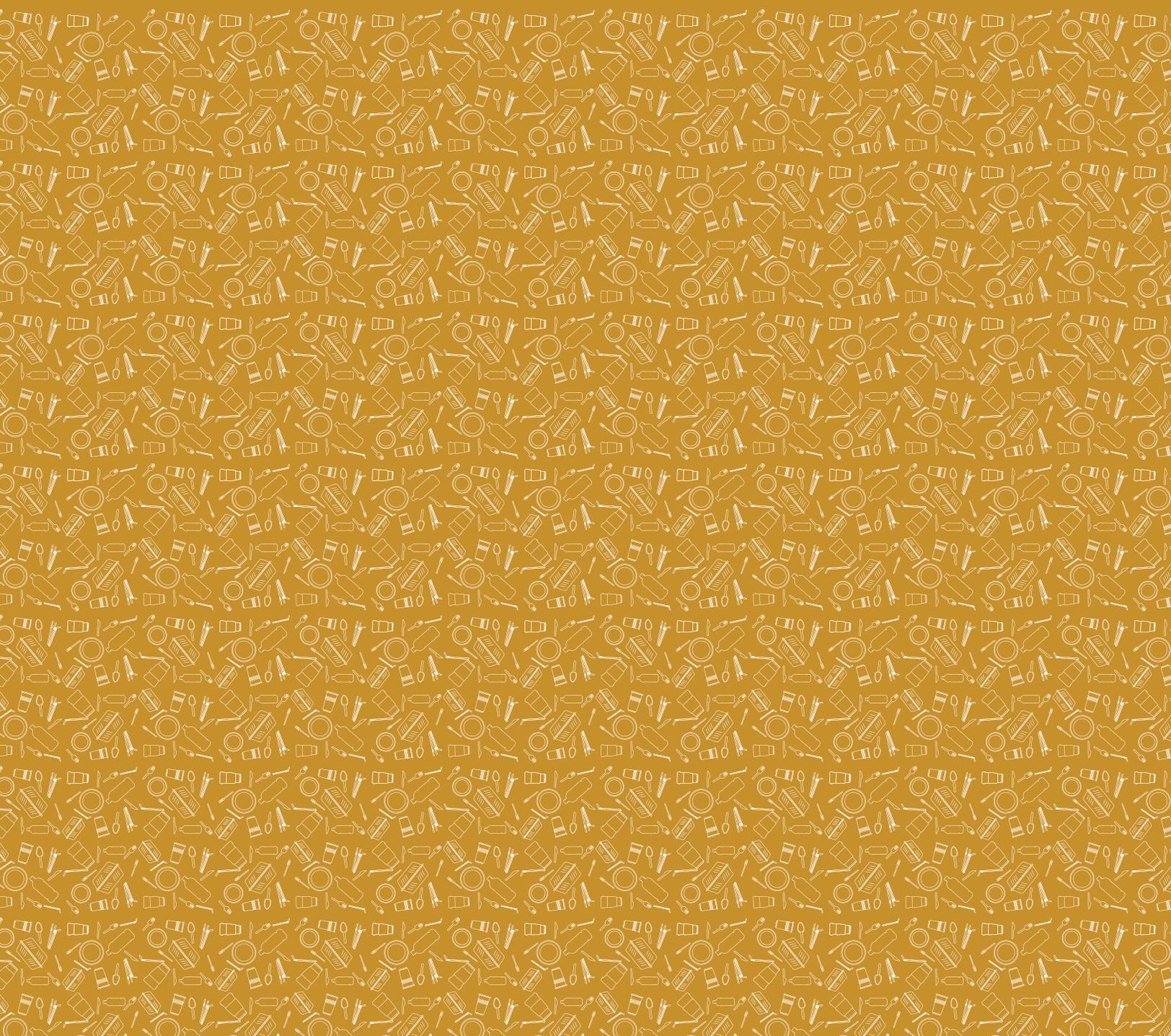
Estimar la disminución del consumo de desechos plásticos de un solo uso (“PUSU”), como cubiertos de plástico, vasos, sachet, tazas, bombillas, envases o bandejas de comida preparada, entre otros, en caso de ser aprobado el proyecto de ley que regula su expendio en establecimientos de consumo de alimentos, como por ejemplo, restaurantes, casinos, clubes sociales, fuentes de soda, entre otros.

3. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1121380>

4. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>

5. (Oceana y Plastic Oceans Chile, 2019). URL: <https://chile.oceana.org/publicaciones/informes/propuesta-para-limitar-la-generacion-de-productos-desechables-y-regular-los>

2. METODOLOGÍA



2.1 Levantamiento de información

Se recopilaron numerosos informes relacionados al objetivo de este estudio, específicamente a la cantidad de residuos domiciliarios y residuos plásticos en Chile, como también de su composición. No todos los informes consultados fueron incluidos en la realización del estudio; el Anexo 1 señala las razones.

2.2 Caracterización de plásticos en el estudio

Se identificó el polímero y el peso⁶ de cada producto correspondiente a PUSU y OPP comúnmente ocupados en ECA.

En los casos en que un producto puede ser fabricado a partir de distintos polímeros se indica más de una categoría, por ejemplo, las cucharas pueden ser de PS o PP. Si la fuente consultada para un producto solo menciona el peso correspondiente a uno de los dos polímeros, el peso del polímero no conocido se calcula a partir de la diferencia entre las densidades de los polímeros⁷.

Para estos escenarios el procedimiento fue el siguiente:

- i. Como la densidad (ρ) de un objeto corresponde a su masa dividido en su volumen ($\rho = m/v$), sabiendo el peso y densidad del polímero del producto, se calcula el volumen como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{Masa}}{\text{Densidad}} = \text{Volumen}$$

- ii. Asumiendo que el volumen de los dos productos fabricados a partir de distintos polímeros es igual, se multiplica el volumen ya calculado por la densidad del otro polímero, obteniendo el peso del producto fabricado con otro polímero. Este cálculo se muestra a continuación:

$$\text{Volumen} * \text{Densidad} = \text{Volumen} * \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} = \text{Masa}$$

En el Capítulo 3.2., en el que se muestra la caracterización de los PUSU y OPP, se especifica cuando se realizó este procedimiento.

Se asume que los pesos de los productos mencionados en las Tablas 2 y 4 del Capítulo 3.2, donde se muestran los pesos y el polímero del cual está fabricado cada producto utilizado en el cálculo, son representativos y no existen más productos que agregar al cálculo.

6. En este informe se habla de peso y masa indistintamente.

7. Las densidades (g/cm³) de cada polímero ocupadas en este informe son las siguientes: PET = 1,56; PEAD = 0,957; PVC = 1,43; PEBD = 0,917; PP = 0,905; PS = 1,05.

2.3 Estimación de desechos plásticos en Chile

Se realizó una comparación entre las fuentes obtenidas para estimar la cantidad de desechos plásticos presentes en los residuos domiciliarios en Chile.

2.4 Estimación desechos plásticos de ECA

Junto con el valor obtenido en el punto 2.3, se calculó las toneladas de desechos plásticos generados (PUSU y OPP) por ECA durante el año 2017. Para esta estimación, se utilizaron las ventas de distintas actividades económicas señaladas en el Servicio de Impuestos Internos (SII) que generan residuos plásticos, incluyendo los distintos servicios de alimentación. Luego, se identificaron cuáles servicios de alimentación corresponden a ECA para calcular la proporción de residuos plásticos generados por éstos últimos.

2.5 Peso relativo

A partir de los valores obtenidos en el punto 2.2, se calculó el “peso relativo” de PUSU y OPP. Para esto, se ponderó el peso total de cada categoría de productos PUSU y OPP separadamente, por el porcentaje de participación de la categoría respectiva en los residuos plásticos en Chile. Esto tiene como objetivo evitar que un producto con peso muy alto en comparación al resto provoque que su categoría corresponda a un porcentaje desproporcionado en el peso total, aun cuando la misma categoría no tiene una participación mayor en los residuos plásticos.

2.6 Determinar escenarios de consumo de PUSU en ECA

Los establecimientos ECA se agruparon en tres categorías y en cada una se definieron distintos escenarios de consumo de PUSU (por ejemplo: Alto, Medio y Bajo). El paso siguiente en cada escenario fue definir la proporción entre el uso de PUSU y OPP (PUSU:OPP).

2.7 Estimar desechos correspondientes a PUSU en ECA

Con los datos obtenidos en los puntos anteriores, se estimó las toneladas de PUSU generados por ECA el año 2017.

Para calcular la cantidad de toneladas de PUSU generadas por cada escenario de ECA en Chile se diseñó una hoja de cálculo que utiliza las proporciones entre PUSU y OPP y los residuos plásticos generados por cada escenario (determinados en el Capítulo 3.4.1) y el peso relativo de PUSU y OPP (calculado en el Capítulo 3.4.2).

Con todos los datos ingresados, la hoja de cálculo resuelve un sistema de dos variables y dos ecuaciones para cada escenario. Por un lado, la ecuación 1 correspondiente al peso es la siguiente:

$$(1) A*(TonPUSU)+B*(TonOPP)=RPsc$$

Donde:

A = Uso de PUSU en el escenario respectivo, variable a determinar.

B = Uso de OPP en el escenario respectivo, variable a determinar

TonPusu (ton) = Peso total de productos PUSU en cada escenario.

TonOPP (ton) = Peso total de productos OPP en cada escenario.

RP (ton) = Peso total de residuos plásticos en cada escenario.

La ecuación 2 corresponde a la proporción del uso entre PUSU y OPP. A y B son las variables de la ecuación 1, C y D son las proporciones señaladas en el Capítulo 3.4.1., en el que se analizan distintos escenarios de consumo de PUSU en los ECA.

$$(2) A:B=C:D$$

De esta forma, el programa determina A y B. Luego calcula las toneladas totales de PUSU y OPP en cada escenario (mencionados en el Capítulo 3.4.1).

Realizando esto para todos los escenarios, se determina el valor final de PUSU en ECA, llegando al resultado final.

Dado a que existen ciertas brechas en la información disponible, se asumieron distintos supuestos para poder calcular las toneladas de PUSU en ECA:

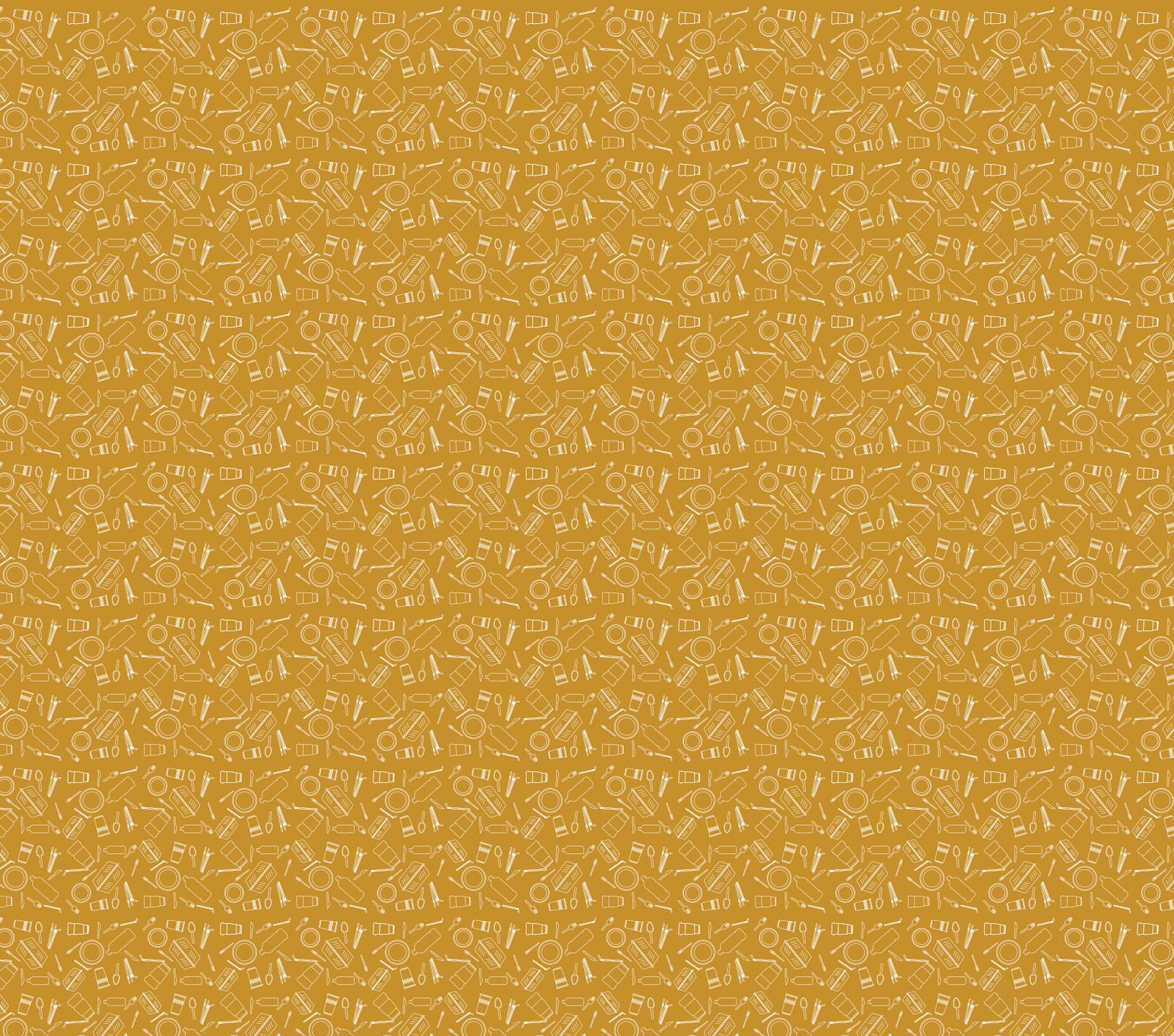
- Las toneladas de Residuos Domiciliarios y Asimilables (RSDyA) son las correspondientes a SUBDERE (2018) (Capítulo 3.3.1).
- El porcentaje de residuos plásticos en los RSDyA del año 2017 es el mismo señalado para el 2010 en IASA (2011), (Capítulo 3.3.1).
- Todos los plásticos presentes en los RSDyA provienen de las actividades económicas identificadas en el Capítulo 3.3.2.
- Las ventas de cada actividad económica son proporcionales a la generación de residuos plásticos (Capítulo 3.3.2).
- La proporción de uso entre PUSU y OPP de los escenarios de cada tipo de establecimiento identificados en cada ECA, mencionado en el Capítulo 3.4.1, son una representación adecuada de la realidad.
- El peso relativo de productos PUSU y OPP, señalado en el Capítulo 3.4.2, incluye a todos los productos utilizados en ECA.

El Capítulo 3.4.4.1 presenta las variaciones del resultado final que resultan de la modificación de cada uno de estos supuestos.

2.8 Representación del valor

El resultado final fue obtenido en toneladas. Con el objetivo de realizar comparaciones, este valor se transformó a volumen y CO2 equivalente. El peso de la categoría "Otros", no fue posible transformarlo a las últimas dos magnitudes mencionadas, debido a que existe una gran cantidad de plásticos con distintas densidades incluidas en aquella categoría, haciendo difícil determinar una densidad representativa. Finalmente, se comparó el peso y volumen con objetos y animales, mientras que el CO2eq con actividades que producen gases de efecto invernadero.

3. RESULTADOS



3.1. Levantamiento de información

Los estudios e informes ocupados para el desarrollo del estudio fueron los siguientes:

Para identificar PUSU y OPP utilizados en ECA (Capítulo 3.2):

- PlasticEurope. (2019). *Plastics - the Facts 2019*. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data>
- Ellen Macarthur Foundation. (2016) Rethinking the future of plastics: the new plastics economy. *Ellen Macarthur Foundation*, 1-120.
- UNEP. (2018). Single-use plastic: A roadmap for sustainability. In *United Nation Environment Programme*
- Ministerio del Medio Ambiente. (2010). *Diagnóstico producción, importación y distribución de envases y embalajes y el manejo de los residuos de envases y embalajes* (Vol. 9, Issue 1). <https://doi.org/10.1558/jsrnc.v4il.24>

Para estimar los residuos plásticos en Chile y en ECA (Capítulo 3.3):

- Fundación Chile. (2020). *Hoja de ruta: Pacto Chileno de los Plásticos*. Santiago.
- SUBDERE. (2018). *Diagnóstico de la situación por comuna y región en materia de RSD y Asimilables*. Subdirección de Desarrollo Regional y Administrativo.
- IASA. (2011). *Económica Para La Implementación Del Plan De Acción " Santiago Recicla " Informe Final*.
- ICEX España Exportación e Inversiones. (2009). El mercado del sector HORECA en Chile. In *Estudios de mercado*.

Para estimar los PUSU en ECA (Capítulo 3.4):

- ICEX España Exportación e Inversiones. (2019). *El mercado del sector HORECA en Chile*.
- OVAM. (2016). *Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events* https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/What-is-Ingeo/Why-it-Matters/LCA/OVAM_Cup_ComparativeLCA_FullReport_0206_pdf.pdf
- ICF Consulting Services & Eunomia. (2018). *Assessment of measures to reduce marine litter from single use plastics Final report and Annex* (European C, Issue May). European Commission. <https://doi.org/10.2779/500175>

Los siguientes estudios fueron revisados y analizados, pero finalmente no se utilizaron para el cálculo final (ver Anexo 1):

- ASIPLA. (2019a) *Estadísticas Industria del Plástico Informe Año 2018 y Primer Semestre 2019*.
- ASIPLA. (2019b). *Estudio sobre reciclaje de plásticos en Chile*.
- CIPA. (2014a). *Diagnóstico y estrategias para la gestión de residuos plásticos en Chile* (p. 38). CIPA, Universidad de Concepción.
- CIPA. (2014b). *Guía para la elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos*. Ministerio del Medio Ambiente, Universidad de Concepción y ASIPLA. Corfo.

3.2. Caracterización de PUSU y OPP

Para caracterizar los PUSU y OPP comúnmente ocupados en ECA, primero se identificaron los productos correspondientes como también el polímero del cual están fabricados. Luego, se señala el peso de cada producto PUSU y OPP, respectivamente.

La Tabla 1 muestra un resumen de la clasificación de PUSU y OPP comúnmente ocupados en ECA según su categoría.

Tabla 1 | Objetos PUSU y OPP comúnmente ocupados en ECA. Elaboración propia a partir de: (PlasticsEurope, 2019); (Ellen Macarthur Foundation, 2016); (UNEP, 2018); (Ministerio del Medio Ambiente, 2010).

Categoría	PUSU de expendio en restaurantes	Otros residuos plásticos en restaurantes
PET	Bandejas de comida preparada, sachets	Botellas, recipientes de limpieza.
PEAD	Botellas para soya	Botellas de leche, botellas de detergente
PVC	-	Envases de productos químicos y sanitarios
PEBD	Envases de comida preparada, películas para envoltorio alimentos, botellas para soya	Bolsas de basura; envases para congelar alimentos; envases de pulpa de fruta y dispensadores de jugo y gaseosa
PP	Vasos para jugos o bebidas; tapas; mezcladores; bombillas; envases de comidas preparadas; cubiertos; platos	Envases de comidas no preparadas; platos aptos para microondas; sacos y mallas de alimentos
PS	Vasos o tazas para bebidas calientes; cubiertos; mezcladores; envases para comidas preparadas; platos	Envases aislantes; bandejas reutilizables
Otros	Tazas de polipapel*	-

*Polipapel: Material compuesto por una lámina de papel tratada con un recubrimiento interior de plástico.

3.2.1. Caracterización PUSU

Los PUSU que el proyecto de ley busca regular en ECA, son los siguientes: vasos, tazas, tazones, cubiertos (tenedor, cuchara, cuchillo), mezcladores, bombillas, platos, envases o bandejas de comida preparada y sus envases accesorios, tapas u otros que cumplan con el propósito de los productos individualizados. Botellas y sachets de soya o salsas también se consideran dentro de esta categoría.

Estos productos son entregados en distintos ECA, como por ejemplo restaurantes, establecimientos de comida rápida, sandwicherías, cafeterías y heladerías, entre otros. Su uso es breve y, en su mayoría, al tener contacto con comida son desechados en vez de reciclados. Por otro lado, al ser productos que pueden generarse a partir de diferentes polímeros (como por ejemplo un vaso, puede ser de tipo PP o PS), su clasificación y reciclaje es complejo.

La Tabla 2 muestra el peso de los productos PUSU, sus categorías y las observaciones correspondientes. Para el cálculo, se asumió que estos pesos son representativos y que no existen más productos que agregar al cálculo.

La Tabla 2 | Productos PUSU, su peso y categorías de plástico identificados. Las observaciones son con respecto a la fuente ocupada para determinar el peso. PH = Empresa Plásticos Haddad⁸; DPS = Empresa DPS Chile⁹

Elaboración propia

PRODUCTO	PESO (GR)*	CATEGORÍA	OBSERVACIONES
Vasos	5	PP (PS)	El peso fue obtenido de ICF Consulting Services & Economía (2018)
Tapas	3	PS (PP)	
Tenedor	2,6	PP (PS)	
Cuchara	2,6	PP (PS)	
Cuchillo	2,6	PP (PS)	
Mezclador	0,6	PP (PS)	
Bombilla	0,4	PS (PS)	
Tazas	7,7	Polipapel	Se utilizó el peso de una taza de material "PE-Coated cardboard cup" señalado en OVAM (2006)
Platos	12	PS (PP)	Promedio entre dos platos de DPS. Uno corresponde a un plato de 22 cm de diámetro y el segundo a un plato de 24 cm de diámetro con división tipo bandeja.
Envases o bandejas de comidas preparadas	20	PET- PS - PP - PEBD	Se asume el valor de "average plastic" señalado en ICF Consulting Services & Economía (2018).
Botella para soya 100cc	10	PEAD	Debido a la variedad de este tipo de envases, se eligieron dos de diferente material señalados en la web de PH.
Botella para soya 40cc	6	PEBD	
Sachet (30 ml)	1,2	PET	Sachet Ltda.

*Peso referencial según fuentes descritas en la Tabla. Pueden existir variaciones a productos vendidos en otros comercios.

Para obtener el peso de productos fabricados a partir de distintos tipos de polímero se realizó el cálculo indicado en el punto 2 de la metodología.

8. www.haddad.cl

9. www.dpschile.cl

La Tabla 3 muestra los productos, sus materiales y peso respectivos. Los valores en rojo corresponden a los pesos calculados a partir de la diferencia de densidades. Los valores en negro corresponden a los mismos de la Tabla 2. El peso total de los productos PUSU identificados es de 162,5 gramos.

La Tabla 3 | Pesos de productos PUSU y sus pesos por categorías. En rojo valores transformados a partir de densidades. Elaboración propia.

PESO EN GRAMOS DE PRODUCTOS PUSU								
Producto	PET	PEAD	PVC	PEBD	PP	PS	Otros	Total
Vasos					5,0	5,8		-
Tapas					2,6	3,0		-
Vasos o tazas polipapel							7,7	-
Tenedor					2,6	3,0		-
Cuchara					2,6	3,0		-
Cuchillo					2,6	3,0		-
Mezclador					0,6	0,7		-
Bombilla					0,3	0,4		-
Platos					10,3	12,0		-
Envases o bandejas de comidas preparadas	20			20,0	20,0	20,0		-
Botella para soya 100cc		10,0						-
Botella para soya 40cc				6,0				-
Sachets (30 ml)	1,2							-
Total	21,2	10,0	0,0	26,0	46,7	50,9	7,7	162,5

*Densidades (g/cm3): PET = 1,56; PEAD = 0,957; PVC = 1,43; PEBD = 0,917; PP = 0,905; PS = 1,05.

3.2.2. Caracterización OPP

Se identificaron otros productos plásticos (OPP) utilizados en ECA que tienen un mayor tiempo de uso, o que no serían regulados de promulgarse la ley, como envases para congelar alimentos, bidones y bolsas de basura. Esto se realizó para poder comparar la proporción de plásticos utilizados en ECA que corresponden a PUSU y OPP respectivamente, debido a que los residuos domiciliarios incluyen ambos tipos de plásticos.

En esta categoría también se consideran botellas para detergente, botellas de bebestibles, recipientes de limpieza y envases de productos químicos y sanitarios, bolsas de basura, envases de comidas no preparadas o congeladas, sacos y mallas de alimentos, entre otros.

La Tabla 4 muestra los productos OPP identificados, el polímero y pesos respectivos. Para el cálculo, se asumió que estos pesos son representativos y que no existen más productos que agregar al cálculo.

La Tabla 4 | Productos OPP, su peso y categorías de plástico identificados. Las observaciones son respecto a la determinación del peso. PH = Empresa Plásticos Haddad¹⁰; Vx = Marca Virutex¹¹; Fs = Empresa Feragus¹²; DPS = Empresa DPS Chile¹³.

PRODUCTO	PESO (GR)	CATEGORÍA	OBSERVACIONES
Bidón para agua, aceite y otros productos (5L)	94,0	PET	Debido a que los ECA pueden ocupar bidones o botellas para agua, aceite, bebida, jugos u otros usos de tipo PET, se asumió como valor representativo un bidón de 5L, señalado en la web de PH.
Bolsa de basura mediana (70x90)	19,0	PEBD	El peso se calculó como el promedio de bolsas de basura señalado por DPS y de bolsas Virutex del mismo tamaño. La densidad ocupada para el plástico PEBD fue de 0,917 g/cm ³ .
Bolsa de basura grande (110x120)	31,5	PEBD	Se utilizaron las dimensiones 110 x 120 x 0,0026 cm, que corresponden a bolsas Virutex. La densidad corresponde al polímero PEBD.
Botella detergente (5L)	125,0	PEAD	El peso corresponde al valor indicado en la web PH.
Botellas productos químicos y sanitarios (5L)	186,8	PVC	El peso fue determinado a partir del valor para botellas de detergente, la densidad del plástico PEAD (0,957 g/cm ³) y PVC (1,43 g/cm ³), asumiendo el mismo volumen y metodología descrita en el capítulo 3.2.2.
Envases de alimentos congelados (carnes, pescados y otros)	10,36	PEBD	Al existir varios tipos de envases, se consideró la suma de dos envases de distinto tamaño, fabricados a partir de poliamida (20%) y PEBD (80%) ¹⁴ , de 90 micras de grosor. Para el cálculo las dimensiones de los envases fueron 30x40 cm y 60x80 cm considerando dos caras. El peso de cada envase se obtuvo usando la ecuación (Ec) detallada luego de la tabla.
Envases de alimentos no preparados (arroz, legumbres, pastas u otros)	1,21	PP	Al existir varios tipos de envases, se midieron dos productos de marcas comúnmente ocupadas en Chile, fabricados a partir de plástico PP (0,905 g/cm ³): un envase de arroz de dimensiones 24x14x5 cm y un envase de tallarines de 32x10 cm. Se asumió 90 micras de grosor para ambos. El peso de cada envase se obtuvo usando la ecuación (Ec) usando sólo la densidad del plástico PP.
Envases de pulpa, jugos o gaseosas	0,99	PEBD	Al existir varios tipos de envases, se asume como representativo un envase de plástico PEBD con dimensiones de 20x30 cm con 90 micras de grosor. El peso de cada envase se obtuvo usando la ecuación (Ec), la densidad del PEBD y multiplicado por la cantidad de caras del producto (2).
Sacos o mallas de alimentos	25,4	PP	El peso fue determinado a partir de las dimensiones señaladas en la web de la empresa Feragus, un grosor igual al doble de una bolsa de basura y la densidad del polímero PP (0,905 gr/cm ³).
Esponja lavalozas	12,0	Otros	El peso es el señalado por la empresa DPS Chile
Total	506.3		

10. <http://www.haddad.cl/>

11. <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/528668/Bolsa-e-asra-7-m-7-litros-niaes/528668>

12. <http://www.feragus.cl/producto/sacos-de-polipropileno/>

13. <https://dpschile.cl/>

14. <https://www.embalajesterra.com/blog/bolsas-para-envasar-al-vacio/>

$$(Ec) = (\text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Grosor} * \rho_1) * \text{NC}$$

Donde ρ_1 corresponde a la densidad del polímero respectivo en cada caso y NC al número de caras del producto.

3.3. Estimación y clasificación de los residuos plásticos en Chile y en ECA.

En este capítulo, primero se muestra la estimación de las toneladas de todos los residuos plásticos pertenecientes a residuos domiciliarios y asimilables (RSDyA) en Chile. Luego, a partir de este dato, junto con las actividades económicas que aportan a los residuos plásticos dentro de los RSDyA, se estimaron los residuos plásticos generados en ECA.

3.3.1. Residuos plásticos en Chile

El estudio SUBDERE (2018) señala que el total de RSDyA para el año 2017 fue de 7.487.559 toneladas. Este valor es levemente inferior al de residuos municipales no peligrosos indicados en el Reporte del Estado del Medio Ambiente 2019 (Ministerio del Medio Ambiente, 2019), o REMA 2019, y señalado en la web¹⁵ del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), correspondiente a 8.121.992 toneladas, también para el año 2017. La diferencia porcentual del valor del REMA 2019 sobre el de SUBDERE (2018) es 8,4%, que puede deberse a la metodología ocupada en el último¹⁶.

Debido a la definición de RSDyA en SUBDERE (2018) y a la metodología utilizada para la elaboración del mismo informe, para efectos de este estudio, se utilizó el valor de RSDyA igual a 7.487.559 toneladas. Luego de obtener el resultado final utilizando el valor de SUBDERE (2018), se calculó la diferencia obtenida en el caso de haber utilizado el valor entregado por el REMA 2019 (Capítulo 3.3.1) para visualizar la variación del resultado.

Por otro lado, los estudios de CONAMA (2006)¹⁷ e IASA (2011), realizan una estimación de la composición de los residuos domiciliarios y RSDyA respectivamente, en la Región Metropolitana. El plástico corresponde a un 9,72% en CONAMA (2006) y a un 11,58% según IASA (2011) de los residuos domiciliarios del año 2005 y 2010 respectivamente. Ambos valores son considerados representativos para todo el país, ya que sus metodologías son confiables y a que la RM representa un alto porcentaje (casi la mitad) de la cantidad de residuos generados respecto al total del país. Según SUBDERE (2018), este porcentaje corresponde al 41,8%, valor que se corresponde con el de REMA 2019, el cual señala que un 44,5% de los residuos municipales no peligrosos en Chile corresponden a los de la Región Metropolitana.

Las toneladas de residuos plásticos del año 2017 determinadas a partir de los porcentajes de composición de residuos domiciliarios y RSDyA, entregados por los informes de IASA y CONAMA, y el promedio de ambos respecto a los RSDyA de SUBDERE (2018), son mostradas en el Gráfico 1.

15. <http://sistemaintegrador.mma.gob.cl/mma-centralizador-publico/indicador/vistaIndicador.jsf?subtema=6>

16. En SUBDERE. (2018) el resultado fue obtenido a partir de información entregada mediante una encuesta en línea SGS-SIGA, revisión de contratos de recolección y disposición final disponible en sitios web de mercado público y transparencia activa año 2017 y RETC 2017.

17. (CONAMA, 2006) caracteriza los residuos domiciliarios en sectores residenciales y sectores comerciales, siendo 9.72% el valor final del estudio, considerando también una fracción de residuos reciclada.

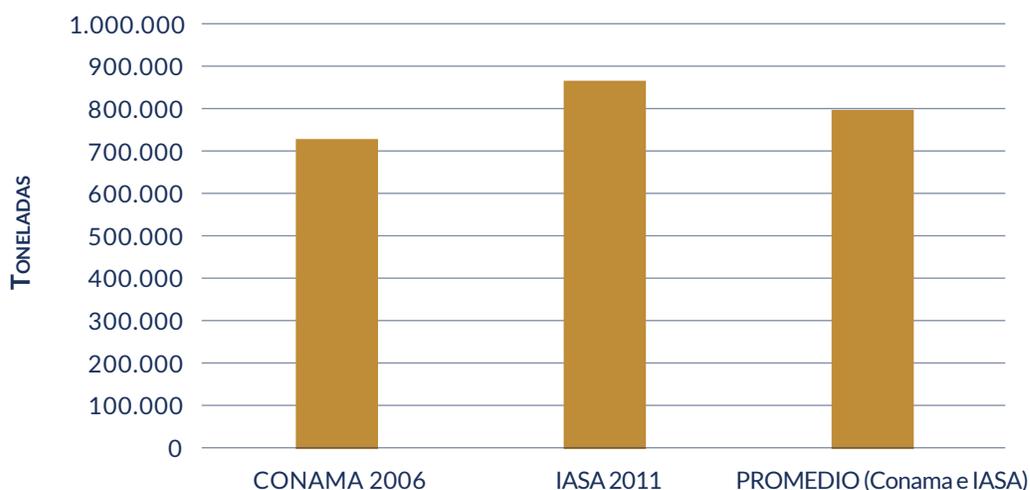


Gráfico 1 | Toneladas de plástico en los residuos domiciliarios de todo Chile indicados en SUBDERE, (2018) determinadas a partir del porcentaje de plástico presente en los residuos domiciliarios de acuerdo con CONAMA, (2006), IASA, (2011) y el promedio entre ambos.

Ambos estudios utilizan metodologías similares, ya que los resultados fueron obtenidos a partir de la observación y análisis de distintas muestras en puntos de recolección de basura, en comunas representativas a distintos niveles socioeconómicos de la Región Metropolitana. Sin embargo en IASA (2011) las muestras analizadas son más del doble que las realizadas por CONAMA (2006). Debido a esto y a que el informe realizado por IASA es más reciente, así como también realiza sus cálculos sobre los RSDyA, se decidió ocupar 11,58% para el porcentaje de residuos plásticos en los RSDyA.

Por lo tanto, tomando el valor de RSDyA señalado por SUBDERE (2018) y el porcentaje de IASA (2011), los residuos plásticos generados en Chile dentro de los RSDyA durante el año 2017 corresponden a **867.059 toneladas**.

3.3.2. Residuos plásticos en ECA

Para definir la fracción de plásticos que aportan los ECA a los RSDyA, primero se calculó los residuos plásticos generados por la industria de servicios alimenticios¹⁸ ocupando las actividades económicas del SII. Luego, se estimaron los residuos plásticos generados específicamente por ECA ocupando las clasificaciones HORECA señaladas en ICEX España Exportación e Inversiones (2019).

Los RSDyA son recolectados por camiones municipales y luego llevados a los centros de acopio. Los residuos de ciertas actividades económicas, que cumplen con diferentes servicios, son gestionados como RSDyA de forma directa o indirecta. Ejemplo de lo último, sucede cuando los residuos recolectados de hogares considerados RSDyA, presentan productos obtenidos de industrias como centros comerciales o restaurantes y servicios de comida. En otros casos, los camiones municipales recolectan basura de forma directa en restaurantes, ferias, mercados, centros comerciales u otro tipo de actividad económica

18. El SII se refiere a este rubro como "Actividades de alojamiento y servicios de comidas", dentro de sus subrubros se presentan, con otros nombres, los que (ICEX España Exportación e Inversiones, 2019) considera como la industria de "Hoteles y restaurantes". La similitud se indica más adelante.

y los llevan a los centros de acopio donde ingresan como RSDyA, tal como se menciona en la definición de SUBDERE (2018).

El objetivo fue identificar las actividades económicas que, debido a la naturaleza de sus ventas, producen residuos plásticos gestionados como RSDyA. Se identificaron dos rubros principales de actividades económicas que aportan a los residuos plásticos dentro de RSDyA en la web del SII¹⁹, se asumirá como supuesto que todos los plásticos presentes en los residuos domiciliarios provienen de estos dos rubros. Los dos rubros son: “Actividades de alojamiento y de servicio de comidas” y “Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas”. Dentro de cada rubro existen diversas actividades económicas agrupadas en subrubros. La Tabla 5 muestra los subrubros escogidos y la Tabla 6 las actividades económicas de cada subrubro seleccionadas.

Todos los ECA se encuentran dentro de los subrubros escogidos del rubro “Actividades de alojamiento y de servicio de comidas” señalado en el SII. Dentro del mencionado rubro, los subrubros no utilizados para el análisis fueron “Actividades de alojamiento para estancias cortas”, “Actividades de campamentos, parques de vehículos de recreo y parques de caravanas” y “Otras actividades de alojamiento”.

La Tabla 5 | Subrubros económicos considerados que aportan residuos plásticos a los RSDyA

RUBRO	SUBRUBRO
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	1. Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas
	2. Suministro de comidas por encargo y otras actividades de comidas
	3. Actividades de servicio de bebidas
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas	4. Venta al por menor de otros productos en comercios especializados
	5. Venta al por menor de productos culturales y recreativos en comercios especializados
	6. Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco en comercios especializados
	7. Venta al por menor en comercios no especializados
	8. Venta al por mayor no especializada
	9. Venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco
	10. Venta al por menor no realizada en comercios, puestos de venta o mercados
	11. Venta al por menor en puestos de ventas y mercados

La Tabla 6 | Actividades económicas consideradas de cada subrubro. Elaboración propia a partir de datos del SII.

SUBRUBRO	ACTIVIDADES ECONÓMICAS CONSIDERADAS
1	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas
2	Suministro de comidas por encargo (servicios de banquetería)
	Suministro industrial de comidas por encargo; concesión de servicios de alimentación
3	Otras actividades de servicio de bebidas n.c.p.
	Actividades de discotecas y cabaret (night club), con predominio del servicio de bebidas
4	Venta al por menor de artículos de perfumería, de tocador y cosméticos en comercios especializados
	Venta al por menor de productos farmacéuticos y medicinales en comercios especializados

19. http://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html

5	Venta al por menor de juegos y juguetes en comercios especializados
6	Todas
7	Venta al por menor en comercios de alimentos, bebidas o tabaco (supermercados e hipermercados)
	Venta al por menor en comercios de vestuario y productos para el hogar (Grandes tiendas)
	Otras actividades al por menor en comercios no especializados n.c.p.
8	Venta al por mayor no especializada
9	Todas
10	Otras actividades de venta por menor no realizadas en comercios, puestos de venta o mercados n.c.p.
	Venta al por menor por correo, por internet y vía telefónica
	Venta al por menor realizada por independientes en la locomoción colectiva
	Venta al por menor mediante máquinas expendedoras
11	Venta al por menor de otros productos en puestos de venta y mercados (incluye ferias)
	Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco en puestos de venta y mercados (incluye ferias)

El Anexo 2 presenta la información del total de actividades económicas presentes en cada subrubro mencionado y todos los subrubros de cada rubro, como también las ventas correspondientes.

El Gráfico 2 muestra el porcentaje de ventas de cada rubro, solamente considerando las actividades económicas de la Tabla 6.

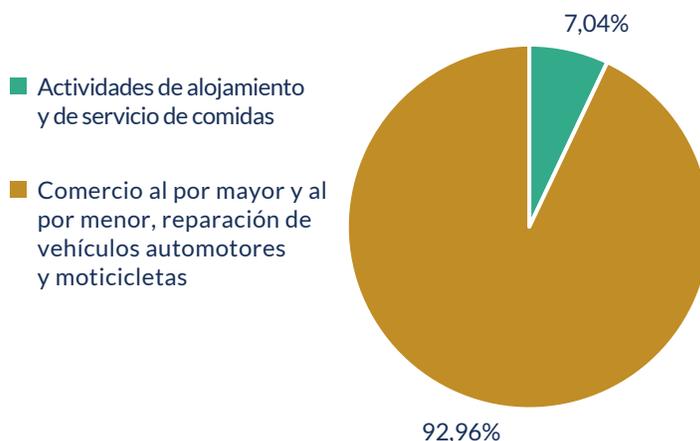


Gráfico 2 | Porcentaje de venta de rubros que aportan en la generación de plásticos en los residuos domiciliarios.

Considerando el supuesto de que los porcentajes de ventas son proporcionales a la producción de plásticos considerados RSDyA, los tres subrubros de “Actividades de alojamiento y de servicios de comida” generarían 61.016,9 toneladas de plástico el año 2017. El Capítulo 3.4.4.1 muestra la variación porcentual del resultado final de agregar más actividades económicas.

A partir del resultado anterior, se determinó la fracción que corresponde a establecimientos ECA. Para esto, se ocupó la clasificación de establecimientos HORECA señalada en ICEX España Exportación e Inversiones (2019). Lo último es posible ya que los datos de dicho informe fueron obtenidos a partir del SII para el año 2017. También la cantidad de empresas dentro de los tres subrubros seleccionados de “Actividades de alojamiento y de servicios de comidas” de acuerdo con el SII, es de 48.126, valor muy similar al señalado por ICEX España Exportación e Inversiones (2019), el que indica que las empresas HORECA son 48.798, mostrando una leve diferencia que se puede considerar despreciable (1,46%). Por lo tanto, se consideró la clasificación de establecimientos HORECA en ICEX España Exportación e Inversiones (2019) para los tres subrubros de “Actividades de alojamiento y de servicio de comidas” de la Tabla 6.

La clasificación utilizada en ICEX España Exportación e Inversiones (2019) es la siguiente:

- Restaurantes
- Establecimientos de comida rápida (Comida de servicio rápido, bares, cafeterías, sandwicherías, heladerías, pizzerías, productos de pastelería y similares).
- Otros establecimientos (Servicios de alimentación prestados en alojamientos o medios de transportes, suministrados por unidades independientes a la que prestan el servicio. Se incluyen kioskos y puestos de calle como food trucks)
- Alimentación institucional
- Catering

El Gráfico 3 muestra el porcentaje de establecimientos HORECA en Chile para el año 2017.

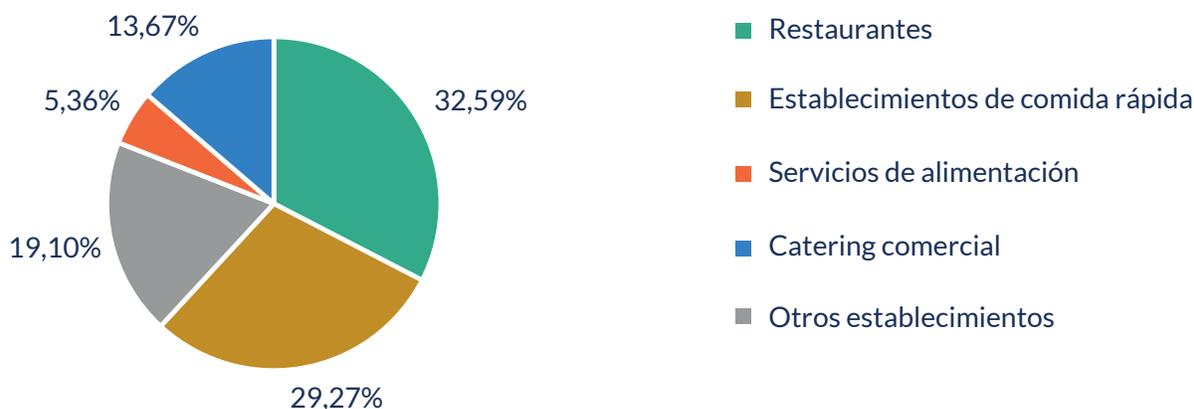


Gráfico 3 | Cantidad porcentual de establecimientos HORECA.
Elaboración propia a partir de los datos de (ICEX España Exportación e Inversiones, 2019).

Los establecimientos HORECA correspondientes a ECA considerados para este estudio son “Restaurantes”, “Establecimientos de comida rápida” y “Otros establecimientos”. El porcentaje de estos tres establecimientos sobre el total de HORECA, como muestra el Gráfico 3, es 80,96%. Por lo tanto, asumiendo este porcentaje también para los residuos plásticos, los ECA generarían 49.399,28 toneladas de plástico el año 2017.

3.4. Estimación de generación de PUSU en ECA

En este capítulo, primero se definen distintos niveles de consumo de PUSU en los tipos de ECA considerados para este estudio señalados como escenarios. Segundo, se calculan los pesos relativos de los productos PUSU y OPP. Finalmente, se señalan todos los supuestos asumidos y la cantidad estimada de residuos correspondientes a PUSU en ECA del año 2017, acompañado de un análisis de estabilidad.

3.4.1. Escenarios de consumo de PUSU en ECA

Teniendo ya la cantidad de residuos plásticos generados en ECA y ocupando la clasificación de ICEX España Exportación e Inversiones (2019), se identificaron tres categorías de ECA. El Gráfico 4 muestra el porcentaje de establecimientos de cada categoría sobre el total de ECA, para el año 2017.

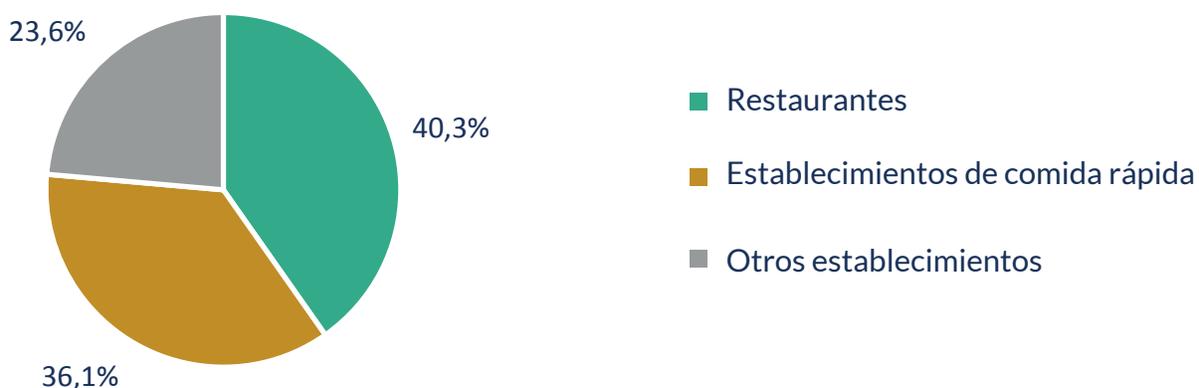


Gráfico 4 | Porcentaje de aporte de plásticos por tipo de establecimientos considerados ECA.
Elaboración propia a partir de datos de (ICEX España Exportación e Inversiones, 2009).

Se asume que la cantidad de establecimientos de cada categoría es proporcional a los residuos plásticos generados. Sin embargo, dentro de cada categoría, existen diferencias de uso de plástico entre distintos establecimientos. Debido a lo último, se definen los siguientes escenarios²⁰ para caracterizar lo más posible la cantidad real de residuos que genera cada categoría.

En la categoría “restaurantes” se identifican los distintos escenarios:

- Restaurantes de uso alto de PUSU: Restaurantes que entregan una alta cantidad de PUSU a los consumidores: como vasos, tazas, bombillas, mezcladores, sachets y en ocasiones, cubiertos y platos de plástico dentro del local. También ocupan una alta cantidad de envases plásticos para consumo de alimentos fuera del local (para llevar o delivery). La proporción asignada entre uso de PUSU y de OPP, es 3:1.
- Restaurantes de uso medio de PUSU: Restaurantes que entregan una cantidad media de PUSU a los consumidores. No entregan cubiertos ni platos de plástico, pero sí vasos, tazas, bombillas, mezcladores y botellas de plástico. Ocupan, de forma general, envases de plástico

20. El uso promedio por tipo de establecimiento de cada uno de los productos PUSU y OPP no es mencionado, ya que su estimación requiere de una metodología sistemática, debido a la gran variedad de productos y establecimientos. La cantidad de uso en cada ECA es la señalada en las relaciones entre PUSU y OPP de cada escenario.

para consumo de alimentos fuera del local. La proporción asignada entre uso de PUSU y OPP, es de 1:1.

- Restaurante de uso bajo de PUSU: Restaurantes que se caracterizan por entregar una baja cantidad de productos de plástico. Se caracterizan por entregar los alimentos y bebidas en platos, cubiertos y vasos de otros materiales no desechables. Su uso principal de PUSU radica en bombillas, mezcladores y en envases de plástico para consumo de alimentos o bebidas fuera del local. La proporción asignada entre uso de PUSU y OPP, es de 1:3.
- Para la categoría “establecimientos de comida rápida”, se identificaron los siguientes ECA: Servicios de comida rápida, casinos, clubes sociales, fuentes de soda, cafeterías, salones de té, panaderías, bares, sandwicherías, pizzerías, pastelerías y similares. Los escenarios son definidos a continuación:
- Grupo 1: Principalmente establecimientos que entregan todos sus productos en materiales de plástico, como cadenas internacionales de establecimientos de comida rápida. Entregan platos o envases de comida de plástico, vasos o tazas de plástico y/o polipapel con sus respectivas tapas, bombillas, sachets, mezcladores, cubiertos y botellas de plástico. Es el escenario que más PUSU ocupa dentro de los ECA. La proporción asignada entre uso de PUSU y OPP es de 4:1.
- Grupo 2: Establecimientos como bares, casinos, sandwicherías, fuentes de soda clubes sociales, pastelerías, salones de té, cafetería y similares, que entregan una alta cantidad de plásticos, pero regularmente entregan productos como vasos de vidrio para consumo en el local, y ocasionalmente, cubiertos o platos que sean de otro material distinto al plástico. En general son establecimientos que no realizan delivery²¹. La proporción asignada entre uso de PUSU y OPP es de 2:1.

Para la categoría “Otros establecimientos”, se identificaron establecimientos que no corresponden a alguna de las categorías anteriores, pero sí son considerados ECA, como food trucks, kioskos y puestos de calle. Debido a la diversidad de establecimientos en esta categoría, se decidió no dividirla en escenarios. La proporción asignada entre uso de PUSU y OPP es de 2:1.

Finalmente, para determinar la proporción de residuos plásticos para cada escenario se ocupó la clasificación realizada en ICEX España Exportación e Inversiones (2019). En él, se separan los establecimientos HORECA según su tamaño de ventas, definiéndose como “Grande”, “Mediano”, “Pequeño” y “Micro”. En la categoría Restaurantes, la distribución por tamaño de ventas realizada en (ICEX España Exportación e Inversiones (2019) es mostrada en el Gráfico 5.

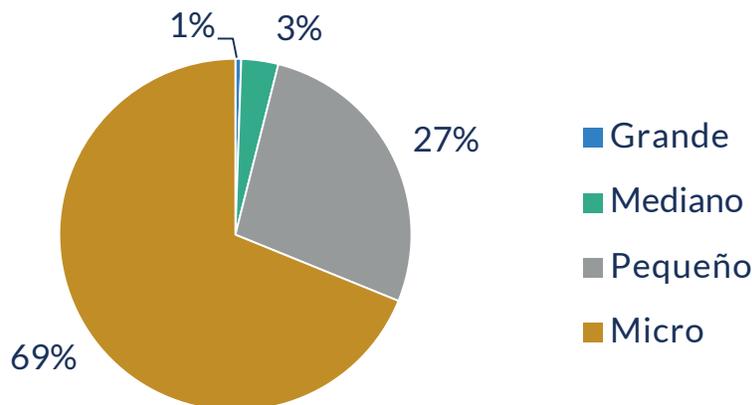


Gráfico 5 | Porcentaje de “Restaurantes” según tamaño de ventas.
Elaborado a partir de datos de ICEX España Exportación e Inversiones (2019).

21. Debido a la pandemia del año 2020, se estima un aumento de delivery de todos los establecimientos, aumentando los residuos plásticos generados por ECA.

Para efectos de este estudio, dentro de la categoría “Restaurantes”, el escenario “Uso bajo” considera a los restaurantes “Grandes” y “Medianos”; el escenario “Uso Medio” considera los restaurantes “Pequeños”; y el escenario “Uso Alto” los restaurantes “Micro”.

En cuanto a la categoría “Establecimientos de comida rápida”, la distribución por tamaño de ventas presentada en ICEX España Exportación e Inversiones (2019) se muestra en el Gráfico 6.

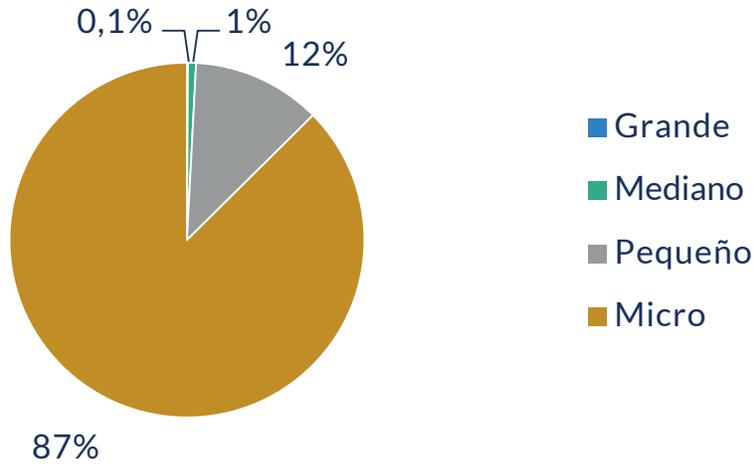


Gráfico 6 | Porcentaje de “Establecimientos de comida rápida” según tamaño de ventas.
 Elaborado a partir de datos de ICEX España Exportación e Inversiones (2019).
 Para el tamaño grande son considerados 11 establecimientos, 0,08%.

Teniendo en cuenta el alto porcentaje de restaurantes tamaño “Micro” y la diversidad de establecimientos en esta categoría, se decidió distribuir por igual los residuos plásticos en cada escenario. Por lo tanto, cada uno de los escenarios “Grupo 1” y “Grupo 2”, generaría igual proporción de residuos plásticos. En cuanto a la categoría “Otros establecimientos”, la distribución por tamaño de ventas realizada en ICEX España Exportación e Inversiones (2019) es mostrada en el Gráfico 7.

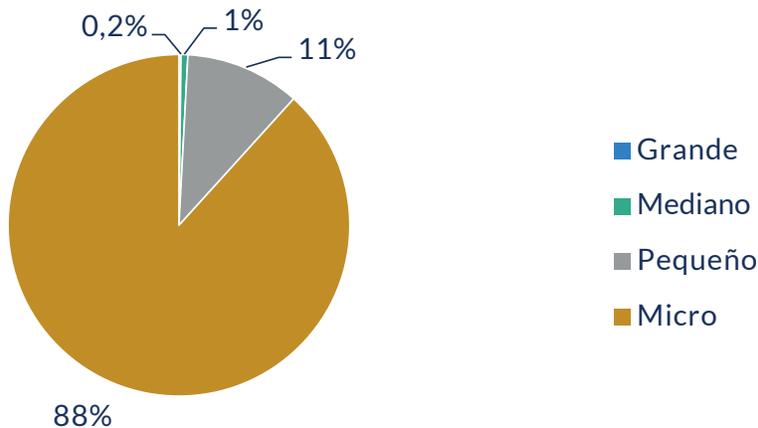


Gráfico 7 | Porcentaje de “Otros establecimientos” según tamaño de ventas.
 Elaborado a partir de datos de (ICEX España Exportación e Inversiones, 2019).
 Grande: 0,20%; Mediano: 1%.

Debido a la diversidad de los establecimientos en esta categoría y al alto porcentaje correspondientes al tamaño “micro”, esta categoría no se dividió en escenarios. Manteniendo lo señalado anteriormente para “Otros establecimientos”.

3.4.2 Pesos relativos

Este cálculo se realizó con el objetivo de evitar que un producto con peso muy alto en comparación al resto provoque que su categoría corresponda a un porcentaje desproporcionado en el peso total, aun cuando la misma categoría no tiene una participación mayor en los residuos plásticos dentro de los RSDyA. El resultado de este procedimiento lo señalaremos como “peso relativo”.

Los porcentajes de cada categoría de plástico en los residuos plásticos dentro de los RSDyA, ocupados en este informe, son los mencionados en Fundación Chile, (2020). El Gráfico 8 muestra el porcentaje de cada categoría de plástico.

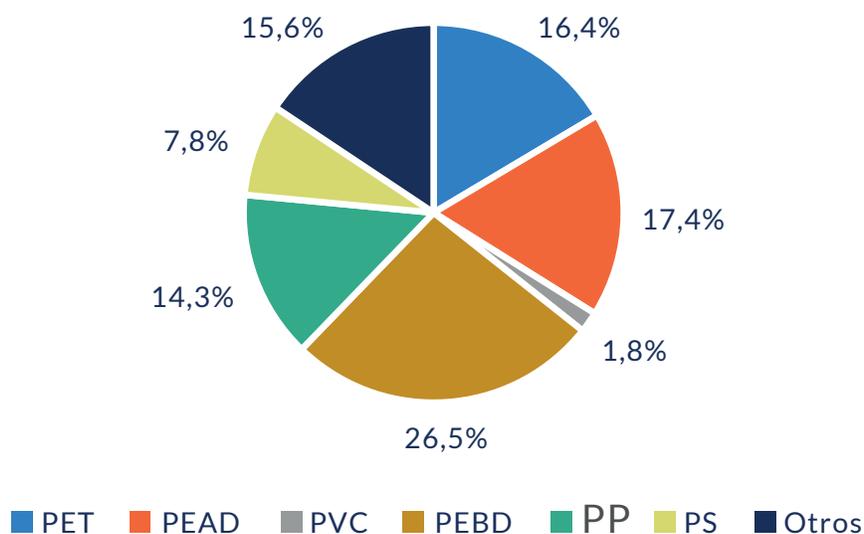


Gráfico 8 | Porcentaje de categorías en residuos plásticos para el año 2017.
Elaboración propia a partir de datos de (Fundación Chile, 2020).

Por lo tanto, el peso total de los productos PUSU y OPP señalados en el Capítulo 3.2.2, de cada categoría de plástico, son ponderados por el porcentaje de la misma categoría señalado en el Gráfico 8, obteniendo el “peso relativo”.

Las Tablas 7 y 8 muestran los valores del peso relativo.

La Tabla 7 | Peso relativo de productos PUSU. Elaboración propia.

CATEGORÍA	PESO PUSU (GR)	% CATEGORÍA	PESO RELATIVO PUSU (GR)
PET	21,20	16,43	3,50
PEAD	10,00	17,44	1,74
PVC	0,00	1,77	0,00
PEBD	26,00	26,52	6,90
PP	46,67	14,27	6,66
PS	50,95	7,84	4,00
Otros	7,70	15,63	1,20
Total	162,5	99,92	23,98

La Tabla 8 | Peso relativo productos OPP. Elaboración propia

CATEGORÍA	PESO OPP (GR)	% CATEGORÍA	PESO RELATIVO OPP (GR)
PET	94,00	16,43	15,44
PEAD	125,00	17,44	21,81
PVC	186,78	1,77	3,31
PEBD	50,48	26,52	16,40
PP	25,40	14,27	3,81
PS	0,00	7,84	0,00
Otros	12,00	15,63	1,88
Total	506,28	99,92	62,64

Los valores necesarios para determinar la cantidad de PUSU en ECA son 23,98 gramos para productos PUSU y 62,64 gramos para productos OPP.

3.4.3. Resultado: Plásticos de Un Solo Uso en Establecimientos de Consumo de Alimentos durante el año 2017

Con los datos obtenidos en los capítulos anteriores y ocupando el procedimiento de cálculo señalado en el punto 7 de la metodología, se determinaron las toneladas de PUSU en ECA. Considerando que:

1. Los RSDyA son 7.487.559 del año 2017 toneladas señalados en (SUBDERE, 2018).
2. El porcentaje de plástico en RSDyA el año 2017 es de 11.58%, indicado en (IASA, 2011).
3. Los residuos plásticos (RP) presentes en los RSDyA son 867.059,3 toneladas el año 2017, calculadas en Capítulo 3.3.1, a partir de los dos valores señalados anteriormente.
4. Las actividades económicas de la Tabla 6 son las únicas que generaron RP dentro de los RSDyA durante el año 2017.

5. Los RP generados por establecimientos ECA fueron 49.399,28 toneladas el año 2017, señaladas en el Capítulo 3.3.2, considerando que la generación de residuos es proporcional a las ventas de cada establecimiento.
6. La producción de residuos plásticos de las categorías “Restaurantes”, “Establecimientos de comida rápida” y “Otros establecimientos” es proporcional a la cantidad de establecimientos respectivos señalados en (ICEX España Exportación e Inversiones, 2019), por lo que el porcentaje de RP de cada uno es igual a los señalado en el Gráfico 4 para cada categoría.
7. Cada categoría se divide en escenarios presentes en el Capítulo 3.4.1. Las relaciones de uso entre PUSU y OPP son las señaladas en el mismo capítulo.
8. El porcentaje de RP de cada escenario es el señalado en el Capítulo 3.4.1.
9. El peso relativo de PUSU y OPP corresponden al de la Tabla 7 y 8, del capítulo 3.4.2.

Finalmente, la Tabla 9 muestra el resultado final.

La Tabla 9 | Resultado final. Toneladas de PUSU generadas en ECA el año 2017

RESULTADO FINAL	
PUSU en ECA (ton)	23.240

3.4.4. Análisis de estabilidad del resultado

El resultado final fue obtenido bajo varios supuestos y parámetros cuyo nivel de precisión es difícil de cuantificar. No se ha encontrado ningún estudio de plásticos de un solo uso llevado a cabo mediante levantamiento de información directa en establecimientos de consumo de alimentos (ECA) en Chile. Por lo tanto, no se puede realizar una comparación del resultado obtenido.

3.4.4.1. Variaciones

Para entender mejor las posibles variaciones en los resultados, se visualizan en este capítulo cambiando los supuestos y modificando los valores de distintos parámetros en base de otras cifras e informes disponibles. El Gráfico 9 muestra un resumen de éstos.

1. Residuos domiciliarios: Existe una diferencia entre los RSDyA y los residuos municipales del REMA 2019 señalados en la web del SINIA. Por lo tanto, utilizando el valor de residuos municipales no peligrosos señalado en el REMA 2019, en vez del valor de SUBDERE (2018), el resultado final sería igual a 25.209 toneladas de PUSU durante el año 2017, presentando un aumento de 8,5% con respecto al resultado final.
2. Porcentaje de residuos plásticos (RP): El porcentaje de RP en RSDyA considerado al año 2010. Suponiendo que los RP aumentaron para el año 2017, el valor final aumentaría. A modo de ejemplo, si el crecimiento de los RP en Chile se asume como lineal, tomando los valores de CONAMA para el año 2005 e IASA del año 2010, el porcentaje de RP en RSDyA el año 2017 sería 14,18%. El resultado final obtenido al ocupar este porcentaje sería de 38.465 toneladas de PUSU durante el año 2017, aumentando en un 22,5% con respecto al resultado final.
3. Actividades económicas: Si se considera que existen otras actividades económicas que aportan a los residuos plásticos gestionados como RSDyA, el resultado final sería menor. Esto

ocurriría porque, al aumentar el número de actividades económicas, el porcentaje de ventas de cada una disminuiría respecto al total. Para que una actividad económica provoque un cambio sustancial en el resultado final, sus ventas tienen que ser de un tamaño considerable. Por ejemplo, agregando una actividad económica con ventas iguales a 1.000.000.000 UF, que no corresponde a ventas en ECA, el resultado final sería 15.670 toneladas de PUSU durante el año 2017, provocando una disminución del 32,6%.

4. Escenarios: La fracción de RP correspondiente a cada escenario fue determinada a partir de las clasificaciones realizadas por tamaño de ventas en ICEX España Exportación e Inversiones (2019). Se le asignó un 4% (restaurantes grandes y medianos) de los RP de la categoría restaurantes al escenario “Uso Bajo” y un 69% al “Uso Alto” (restaurantes micro). A modo de ejemplo, suponiendo un intercambio entre estos porcentajes, el resultado final sería de 17.787 toneladas de PUSU durante el año 2017, presentando una disminución aproximada del 23,4% con respecto al resultado final.
5. Proporciones PUSU y OPP: Las relaciones entre PUSU y OPP son supuestos. De todos modos, para provocar un cambio sustancial en el resultado es necesario modificar las relaciones en gran medida. Por ejemplo, suponiendo dentro de la categoría de “Restaurantes”, que la proporción entre PUSU y OPP del escenario “Uso alto” cambia de 3:1 a 1:3, y además, la proporción del escenario “Uso Bajo” cambia de 1:3 a 1:5, el resultado final es 17.417 toneladas de PUSU durante el año 2017, presentando una disminución aproximada del 25% con respecto al resultado final.
6. Peso relativo: En cuanto al peso relativo de los productos PUSU y OPP, existen productos de ambas categorías que no son considerados debido a falta de información. Sin embargo, de agregar más productos u ocupar otros valores para el peso de ciertos objetos, probablemente el resultado final no sufra cambios considerables. A modo de ejemplo, de agregar un nuevo producto PET de 100 gramos a los productos OPP de la Tabla 4, el resultado final sería igual a 20.526 toneladas de PUSU durante el año 2017, presentando una disminución aproximada de 11,7%.

Finalmente, el Gráfico 9 muestra el resumen de las variaciones del resultado final alterando los distintos parámetros mencionados.

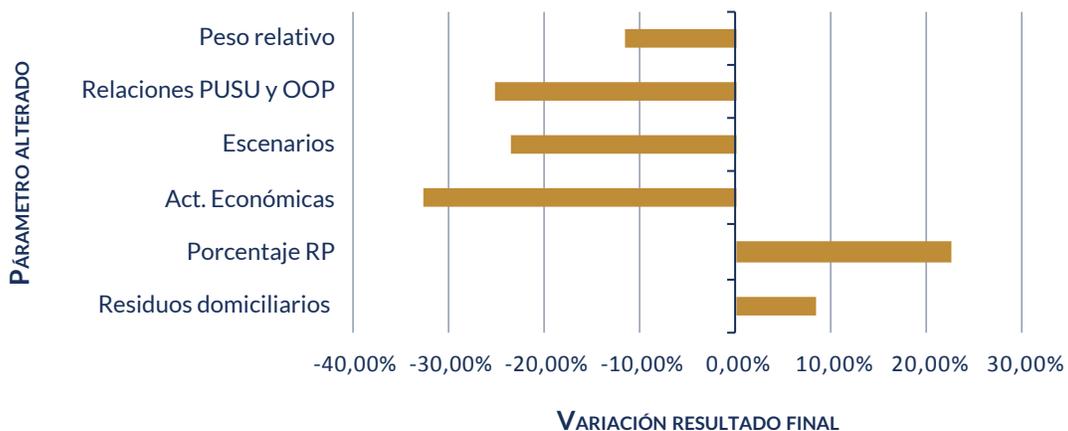


Gráfico 9 | Variación porcentual del resultado final, cambiando el valor de distintos parámetros.

No fue posible determinar un porcentaje de error al resultado final, ya que se desconoce el error inherente en cada uno de los supuestos. Sin embargo, dada la variación del resultado final al alterar distintos parámetros, es posible asumir que el valor correcto se encuentra en un rango de aproximadamente un 40%, con relación a las 23.240 toneladas de PUSU generadas en ECA el año 2017. Es decir, se generaron aproximadamente entre 14.000 y 33.000 toneladas de PUSU en ECA el año 2017, el Gráfico 10 muestra la representación de estos valores y el promedio de la Tabla 9.

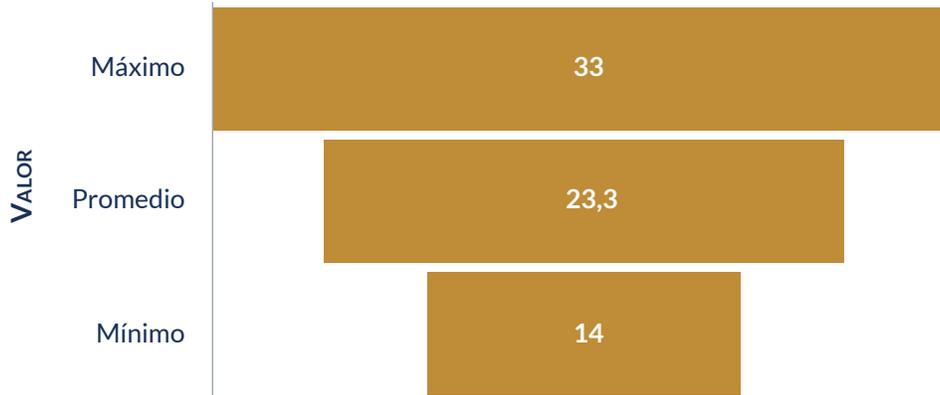


Gráfico 10 | Miles de toneladas PUSU generadas por ECA durante el año 2017. Valor máximo, promedio y mínimo, elaboración propia.

3.5. Representaciones asociadas al resultado final

Teniendo en cuenta que existen otros productos PUSU y OPP, además de los descritos en el Capítulo 3.2, se considera no adecuado calcular la cantidad desechada de cada uno de los productos. Para realizar un estudio que logre determinar lo anterior, sería necesario llevar a cabo otra metodología, incluyendo encuestas a establecimientos de consumo de alimentos (ECA), o toma de muestras de basura en distintos puntos del país. Ejemplo de lo último, es un estudio realizado en Filipinas, el cual señala que uno de los principales plásticos de un solo uso desechados son los sachet (GAIA, 2019). Si bien, el mismo estudio, indica que los sachet encontrados corresponden a una variedad de productos no solamente alimenticios (como shampoo y productos cosméticos), una cantidad considerable en la producción mundial es utilizada para manipular alimentos, mostrado en el Gráfico 11.

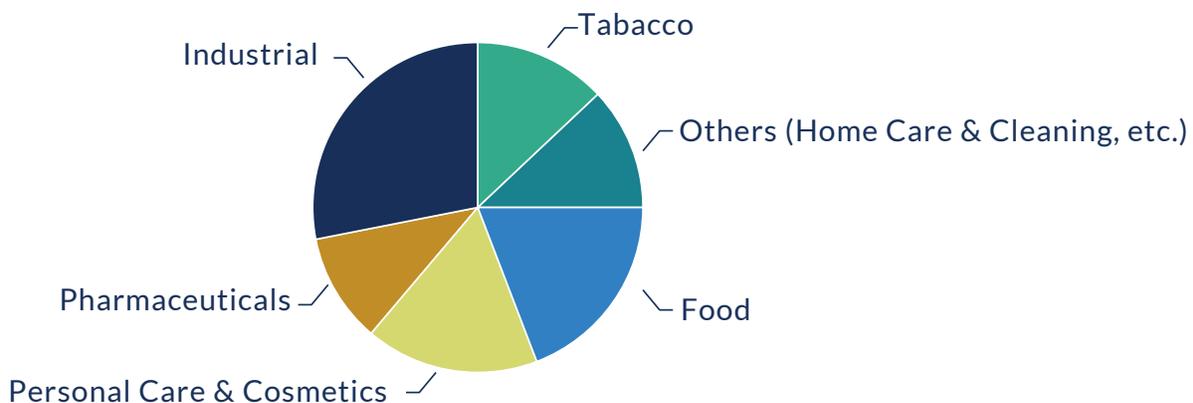


Gráfico 11 | Gráfico de torta sobre diversas aplicaciones de consumo de sachet. Extraído y modificado de Future Market Insights²².

Al igual que no es posible realizar una estimación de la cantidad de sachet desechados por ECA, tampoco lo es para otros productos que son utilizados en gran cantidad, generando un alto daño al medio ambiente. Varios de estos pueden ser fácilmente reemplazados o no utilizados, como por ejemplo bombillas y envases de comida de plástico EPS.

Considerando esto último, y con el objetivo de que el resultado final sea representado de una forma que permita cuantificar la cantidad de plásticos de un solo uso desechado, varias comparaciones fueron realizadas utilizando el valor de la Tabla 9, estas son mostradas a continuación:

3.5.1. Comparaciones de peso

Las toneladas de PUSU generadas en ECA durante el año 2017, equivalen a:

- 63,7 toneladas de residuos PUSU generadas por día; 2.653 kilogramos cada hora y 44,2 kilogramos cada minuto, durante el año 2017.
- 2.324 camiones encargados de la recolección de residuos domiciliarios²³, casi 7 (6,8) camiones por día.
- 116 ballenas azules de 200 toneladas cada una (peso extraído de INACH (2018)).
- 516.443 pingüinos emperadores de 45 kilos cada uno (peso extraído de INACH (2018)).
- 77.466 lobos marinos macho o 161.388 hembras²⁴.
- Casi 3 veces el peso de la Torre Entel (2,7 veces). El peso de la Torre Entel es igual a 8.620 toneladas²⁵.
- 290 Moai Paro de la Isla de Rapa Nui, con un peso de 80 toneladas²⁶ cada uno.
- 1.549.329 Cóndor de los Andes de 15 kilogramos cada uno²⁷.
- 7.746 Mylodon Darwini. Animal prehistórico de la Patagonia, de peso aproximado igual a 3 toneladas²⁸.
- 51.644.310 pelotas de fútbol²⁹.
- Un edificio promedio de 23 pisos con 12 departamentos de 60 m² por piso.³⁰
- 168 Aviones Boeing modelo 747-8F, de peso 137,7 toneladas³¹ cada uno.

3.5.2. Comparaciones de volumen

El volumen fue calculado a partir de las proporciones de residuos de cada categoría y su densidad, mostrado en la Tabla 10. Para la categoría “otros”, no fue posible determinar una densidad representativa ya que incluye alrededor de 300 tipos de plásticos diferentes, por lo que su volumen no es considerado. Debido a lo último, se obtuvo un valor menor al real.

23. Basado en la capacidad de un camión recolector de 19 m, capaz de transportar 10 toneladas de residuos.

24. <https://www.gochile.cl/es/flora-fauna/lobo-marino.htm>

25. <http://www.biblioteca.cchc.cl/datafiles/19318.pdf>

26. <https://www.isladepascua.uchile.cl/moai.html>

27. <https://www.avesdechile.cl/088.htm>

28. https://es.wikipedia.org/wiki/Mylodon_darwini

29. Según la ley N°2 2018/2019 señaladas por la FIFA.

30. Para este cálculo se utilizó una relación comúnmente ocupada en ingeniería, igual a 1 tonelada de hormigón armado por metro cuadrado construido. En un edificio de 1008 m² por piso.

31. <http://www.boeing.com/commercial/747/#/design-highlights/characteristics/747-8f/>

La Tabla 10 | Volumen de cada categoría de plástico en PUSU

CATEGORÍA	% RESIDUOS	DENSIDAD (GR/CM ³)	VOLUMEN (M ³)
PET	16,43	1,56	2.447,4
PEAD	17,44	0,96	4.236,2
PVC	1,77	1,43	287,6
PEBD	26,52	0,92	6.722,1
PP	14,27	0,91	3.665,3
PS	7,84	1,05	1.735,9
Otros	15,63	-	-
Total	100	-	19.094,5

El volumen total es igual a 19.094,5 m³ de PUSU generados en ECA durante el año 2017, sin considerar la categoría "Otros". Lo que corresponde al volumen de/para:

- 5 piscinas olímpicas. (Medidas estándar piscina olímpica: 25x50x3 metros).
- 7 veces el material (hormigón armado) ocupado para la construcción de la Torre Entel.
- Llenar casi la mitad (40%) de la Torre Entel con plástico.
- Llenar 9.547.233 botellas de 2 litros con plástico.

3.5.3. Huella de carbono

Otra estimación importante es la huella de carbono en la producción de los PUSU a regular. Para esto, se ocuparon los valores de kilogramos de CO₂ equivalente (CO₂eq³²) generada en el ciclo de vida de 1 kg de cada polímero, señalada en la Tabla 7 de Spierling et al. (2018).

Para calcular el CO₂eq generado por la producción de PUSU el año 2017, primero se multiplicó el porcentaje de cada categoría o polímero de plástico (señalada en el Gráfico 8) por el total de PUSU generados (Tabla 9), obteniendo las toneladas de PUSU de cada categoría. Luego, los valores de Spierling et al. (2018), mencionados anteriormente, fueron multiplicados por las toneladas correspondientes a cada categoría, obteniendo el CO₂eq generado por cada tipo de polímero en los PUSU. Sumando todos los valores obtenidos en el paso anterior, se obtiene que los PUSU entregados en ECA generaron aproximadamente 37.073,1³³ toneladas de CO₂eq el año 2017. Esta cantidad corresponde a que:

- 2.206 personas se compren un auto nuevo, según valor promedio de CO₂eq al comprar autos nuevos en de la Fuente et al. (2017).
- 53.266 personas consuman un kilo de carne todas las semanas durante un año, según valores en de la Fuente et al. (2017).
- 176.538 personas reciclen durante un año, según valores de (Wynes & Nicholas, 2018).
- Una persona maneje 212.697.292,5 km en auto, según valores de auto promedio en DEFRA (2020)³⁴.
- Una persona de la vuelta a la tierra en auto 5.300 veces.

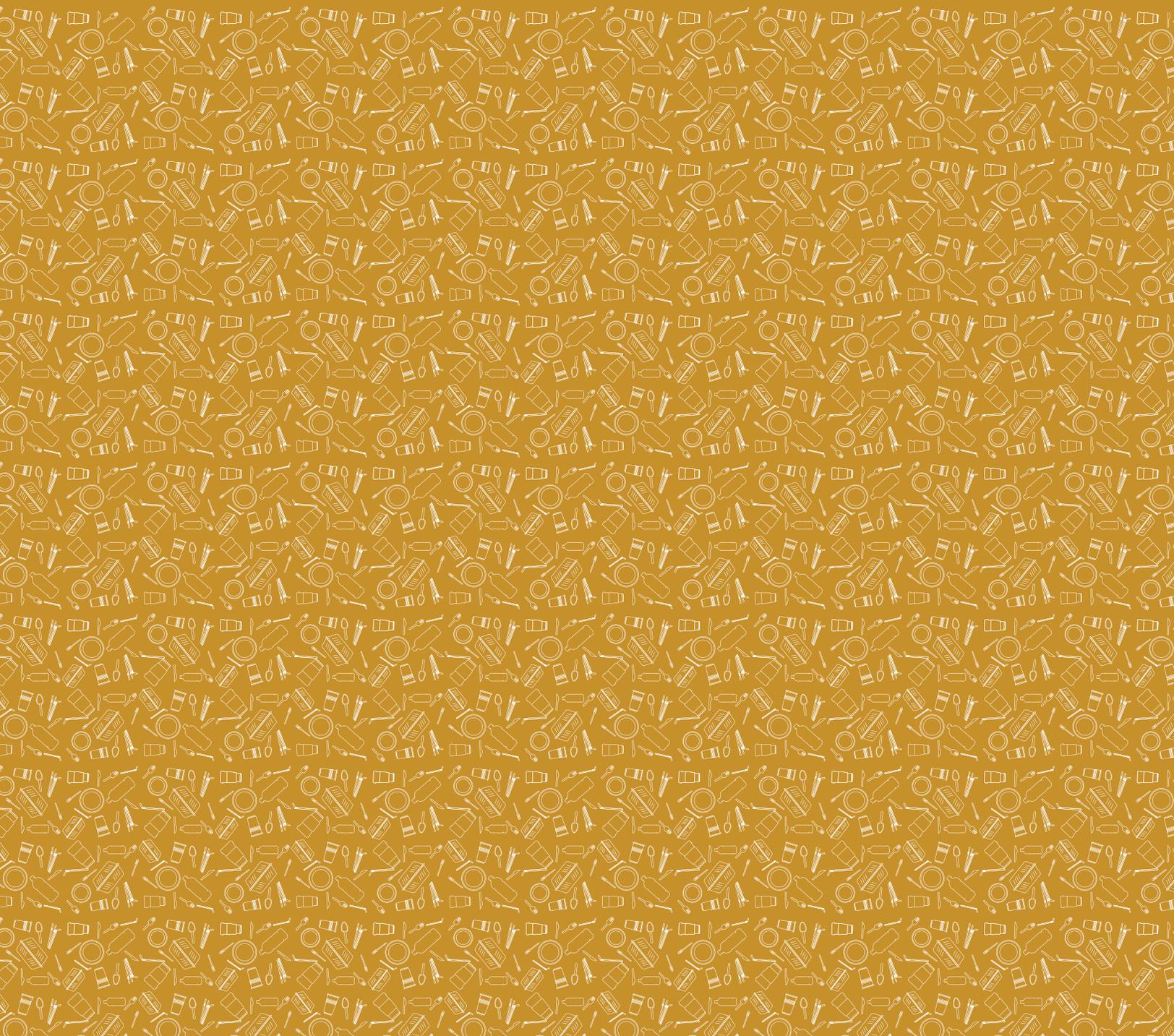
32. Unidad comúnmente utilizada para referirse a la huella de carbono. Corresponde a la masa total emitida de los distintos gases de efecto invernadero medida por su equivalencia a CO₂.

33. Este valor no considera el CO₂eq generado por las toneladas de residuos plásticos de la categoría "Otros", correspondiente aproximadamente al 15% de los residuos, ya que la densidad de esta categoría no es posible de determinar.

34. DEFRA (2020). GHG Conversion Factors for Company Reporting. Department for Environment, Food & Rural Affairs. UK Government.

- 49.464 personas viajen en auto del extremo sur de Chile al extremo norte, según valores de auto promedio en DEFRA (2020) y asumiendo un largo de 4.300 km de Chile.
- 450.629 personas viajen en auto de Santiago a la Serena, según valores de auto promedio en DEFRA (2020).
- Una persona de la vuelta a la tierra 5.088 veces en avión, según valores de vuelo promedio en DEFRA (2020).
- 24.730 personas viajen en avión de Santiago a Nueva York, según valores de vuelo promedio en DEFRA (2020).
- 82.632 personas viajen en avión de Santiago a Lima, según valores de vuelo promedio en DEFRA (2020).

4. CONCLUSIONES



El resultado sobre las toneladas de plásticos de un solo uso desechadas por establecimientos de consumo de alimentos es un valor estimado a partir de varios supuestos considerados adecuados, cumpliendo con el objetivo del presente informe. Al ser este, según lo investigado, el primer y único estudio enfocado en los residuos plásticos de un solo uso generados por la industria de servicio de alimentos en Chile, podemos asumir, luego del análisis del Capítulo 3.4.4.1, que aproximadamente se generan entre 14.000 y 33.000 toneladas de PUSU cada año solamente en los ECA del país. La obtención de este resultado, además de ser un avance en el estudio de plásticos de un solo uso en Chile, muestra la importancia de la promulgación de una ley que regule los plásticos de un solo uso entregados en ECA.

Es difícil realizar una comparación y calcular el porcentaje de error del resultado final, por no existir estudios similares ni datos obtenidos directamente de los ECA, como composición de residuos o compras de productos.

Los plásticos de un solo uso representan miles de toneladas de residuos que, comparándolo a otras magnitudes como las señaladas en el Capítulo 3.5, nos ayuda a cuantificar la cantidad que estamos desechando. También su producción genera una alta cantidad de CO₂eq, por lo que su regulación, además de generar efectos positivos en los ecosistemas, ayudaría a mitigar el cambio climático.

El resultado obtenido, así como los daños ambientales provocados por los plásticos de un solo uso, indican la relevancia de adoptar medidas legales para regular y reducir el expendio de plásticos de un solo uso en los establecimientos ECA del país.

Considerando los estudios consultados, es necesario mencionar que las fuentes ocupadas fueron las que presentaron menos incertidumbre sobre sus metodologías y resultados. Al no existir un estudio similar al presente, la metodología fue adecuándose a la información encontrada.

Los mayores problemas para realizar una estimación precisa de los residuos plásticos de un solo uso en Chile son las brechas de información y la falta de una metodología estandarizada para hacerles un seguimiento.

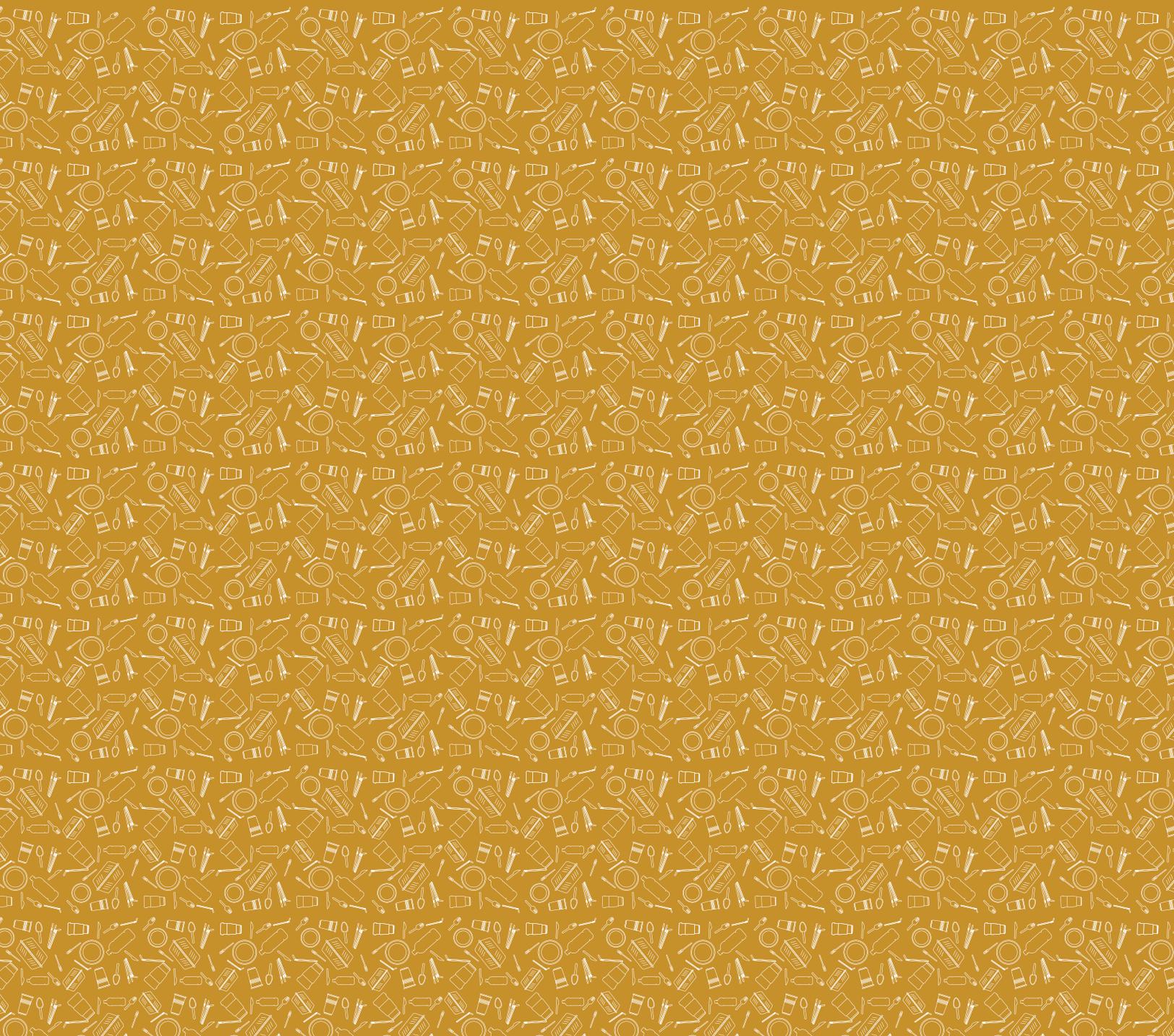
Cabe destacar la necesidad de unificar las metodologías que utilizan las distintas organizaciones dedicadas a evaluar el uso, consumo y gestión de los plásticos en el país. El uso de una metodología estándar será útil para monitorear la evolución de la composición de residuos, así como también evaluar la efectividad de diversas leyes y medidas de reciclaje, reducción y reutilización.

Los informes de CONAMA e IASA utilizados fueron de utilidad para realizar este estudio, a pesar de su antigüedad ya que ocuparon metodologías adecuadas. Sin embargo, se requiere la unificación de las metodologías con otras instituciones, además de informes actualizados a la fecha, para poder realizar estimaciones y comparaciones con mayor precisión.

Uno de los cálculos que puede presentar el mayor grado de error es el de los residuos plásticos generados por cada escenario en los establecimientos de consumo de alimentos, al no encontrarse ejemplos de análisis parecidos. Para obtener resultados con mayor grado de precisión, es necesario llevar a cabo estudios en terreno que consideren encuestas a diversos establecimientos de consumo de alimentos, observación a consumidores y su comportamiento y conseguir datos sobre las compras específicas de los ECA. Lo último, acompañado de una metodología que permita obtener datos representativos para todo el territorio nacional, contemplando sus variaciones. Debido al tiempo y recursos necesarios de un trabajo como aquel, como también la situación nacional al año 2020, no fue posible dentro del alcance del presente informe.

Finalmente, el problema de la contaminación por plásticos radica en la “Tragedia de los comunes” (Hardin, 1968), ya que los residuos generados son producto de la acción de millones de personas que buscan su “utilidad propia” al consumir y desechar. Por lo tanto, para que un cambio individual provoque resultados a gran escala es necesario complementar las regulaciones a los plásticos junto con programas continuos en el tiempo y multidisciplinarios acerca de educación ambiental, con el fin de que las personas entiendan que el cuidado de los ecosistemas es tarea de todos.

BIBLIOGRAFÍA



- Ahrendt, C., Perez-Venegas, D., Urbina, M., Gonzalez, C., Echeveste, P., Aldana, M., Pulgar, J., Galbán-Malagón, C. (2020). Microplastic ingestion cause intestinal lesions in the intertidal fish *Girella laevis*. *Marine Pollution Bulletin*. 110795. 10.1016/j.marpolbul.2019.110795.
- ASIPLA. (2019a). Estadísticas Industria del Plástico Informe Año 2018 y Primer Semestre 2019. 17.
- ASIPLA. (2019b). Estudio sobre reciclaje de plásticos en Chile.
- Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>
- Besseling, E., Wegner, A., Foekema, E. M., Van den Heuvel-Greve, M. J., & A.A, Koelmans. 2013. Effects of microplastic on performance and PCB bioaccumulation by the lugworm *Arenicola marina* (L.). *Environmental Science and Technology*. 47 (1): 593–600
- Betts, K. 2008. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans? *Environmental Science and Technology*, 42, 8995.
- Brandao, M.L., Braga, K.M., & L.J, Luque. 2011. Marine debris ingestion by magellanic penguins, *Spheniscus magellanicus* (Sphenisciformes), from the Brazilian Coastal Zone. *Marine Pollution Bulletin*. 62, 2246–2249.
- Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., & R.C, Thompson. 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology*. 23, 2388–2392.
- Cedervall, T., Hansson, L. A., Lard, M., Frohm, B., & S, Linse. 2012. Food chain transport of nanoparticles affects behaviour and fat metabolism in fish. *PLoS ONE*. 7 (2): e32254.
- CIPA. (2014a). Diagnóstico y estrategias para la gestión de residuos plásticos en Chile (p. 38). CIPA, Universidad de Concepción.
- CIPA. (2014b). Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos. Ministerio del Medio Ambiente, Universidad de Concepción y ASIPLA. CORFO.
- CONAMA. (2006). Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana. de la Fuente, A., Rojas, M., & Mac Lean, C. (2017). A human-scale perspective on global warming: Zero emission year and personal quotas. *PLoS ONE*, 12(6), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179705>
- DEFRA (2020). GHG Conversion Factors for Company Reporting. Department for Environment, Food & Rural Affairs. UK Government.
- Della Torre, C., Bergami, E., Salvati, A., Faleri, C., Cirino, P., Dawson, K.A and I. Corsi. 2014. Accumulation and Embryotoxicity of Polystyrene Nanoparticles at Early Stage of Development of Sea Urchin Embryos *Paracentrotus Lividus*. *Environ. Sci. Technol*
- Ellen Macarthur Foundation. (2016). Rethinking the future of plastics: the new plastics economy. Ellen Macarthur Foundation, 1–120.
- Fundación Chile. (2020). Hoja De Ruta: Pacto Chileno De Los Plásticos. In *Circula El Plástico*.
- GAIA. (2019). Plastics Exposed: How Waste Assessments and Brand Audits are Helping Philippine Cities Fight Plastic Pollution. 60. <http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/PlasticsExposed-2.pdf>
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162(3859), 1243–1248.
- IASA. (2011). Estudio de factibilidad técnico ambiental, social y económica Para La Implementación Del Plan De Acción “ Santiago Recicla ” Informe Final.
- ICEX España Exportación e Inversiones. (2019). El mercado del sector HORECA en Chile. In *Estudios de mercado*. <http://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2015408070.html?idPais=AR>
- ICF Consulting Services & Eunomia. (2018). Assessment of measures to reduce marine litter from single use plastics Final report and Annex (European C, Issue May). European Commission. <https://doi.org/10.2779/500175>
- INACH. (2018). Enciclopedia visual de la Antártica. Instituto Antártico Chileno, Ministerio de

Relaciones Exteriores Gobierno de Chile.

Jambeck, J. R., Ji, Q., Zhang, Y.-G., Liu, D., Grossnickle, D. M., & Luo, Z.-X. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 764–768. <https://doi.org/10.1126/science.1260879>

Ministerio del Medio Ambiente. (2010). Diagnóstico, producción, importación y distribución de envases y embalajes y el manejo de los residuos de envases y embalajes (Vol. 9, Issue 1). <https://doi.org/10.1558/jsrnc.v4il.24>

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente 2019.

Oceana y Plastic Oceans Chile. (2019). Propuesta para limitar la generación de productos desechables y regular los plásticos. <https://chile.oceana.org/publicaciones/informes/propuesta-para-limitar-la-generacion-de-productos-desechables-y-regular-los>

OVAM. (2006). Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events. https://www.natureworksllc.com/~/_media/Files/NatureWorks/What-is-Ingeo/Why-it-Matters/LCA/OVAM_Cup_ComparativeLCA_FullReport_0206_pdf.pdf

Plastic Europe. (2019). *Plastics - the Facts 2019*.

Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T., & S.J, Teh. 2013b. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3, 3263

Rochman, C. M., Kurobe, T., Flores, I., & S.J, Teh. 2014c. Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. *Science of the Total Environment*. 493, 656–661

Schnurr, R. E. J., Alboiu, V., Chaudhary, M., Corbett, R. A., Quanz, M. E., Sankar, K., Srain, H. S., Thavarajah, V., Xanthos, D., & Walker, T. R. (2018). Reducing marine pollution from single-use plastics (SUPs): A review. *Marine Pollution Bulletin*, 137(May), 157–171. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.001>

Spielerling, S., Knüpfner, E., Behnsen, H., Muderbach, M., Krieg, H., Springer, S., Albrecht, S., Herrmann, C., & Endres, H. J. (2018). Bio-based plastics - A review of environmental, social and

economic impact assessments. *Journal of Cleaner Production*, 185, 476–491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.014>

SUBDERE. (2018). Diagnóstico de la situación por comuna y región en materia de RSD y Asimilables.

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., & A, Björn. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 2027–2045

UNEP. (2018). Single-use plastic: A roadmap for sustainability. In *United Nation Environment Programme*.

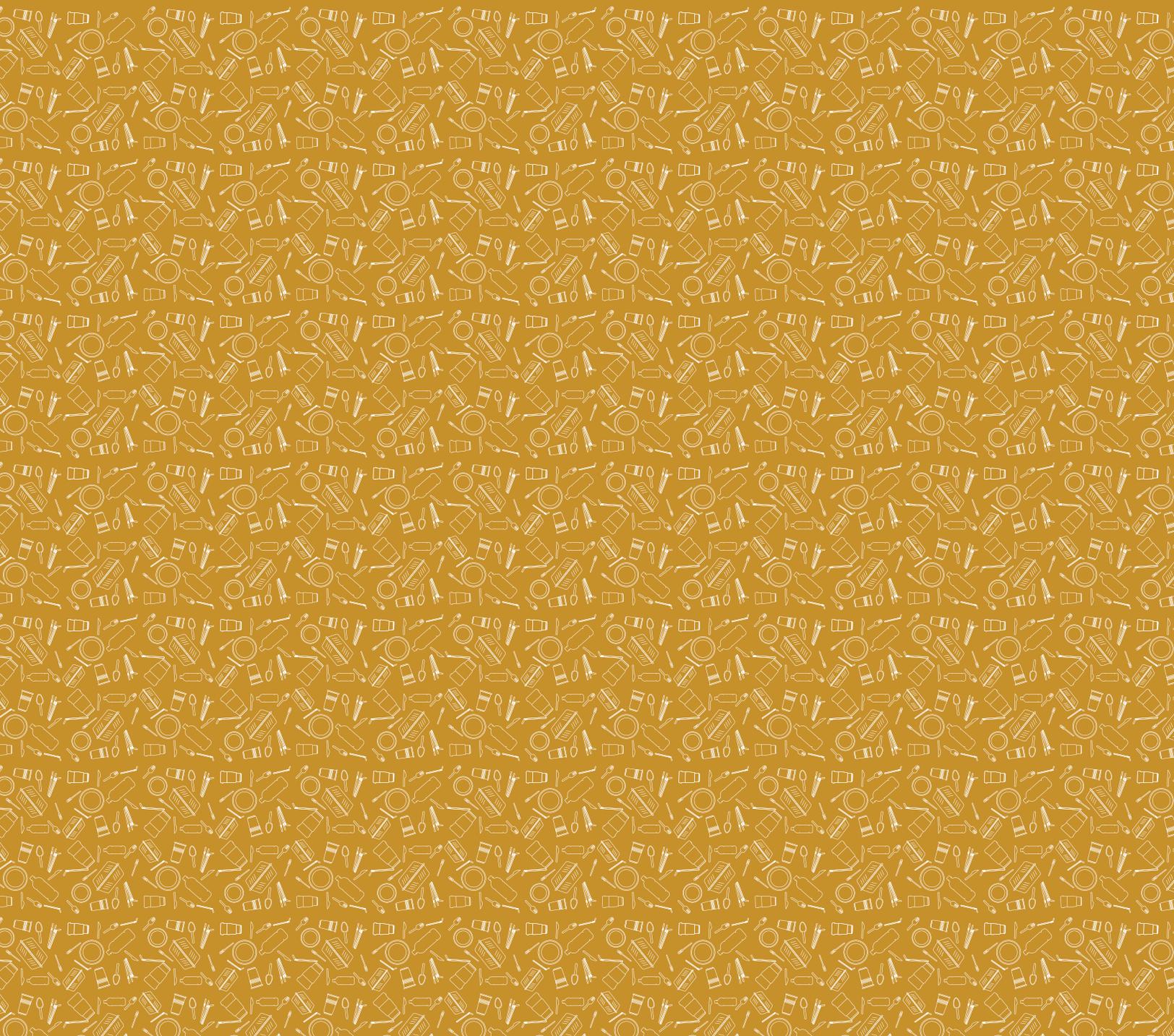
Valenzuela-Levi, N. (2019). Factors influencing municipal recycling in the Global South: The case of Chile. *Resources, Conservation and Recycling*, 150(April). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104441>

Watts, A, Urbina, M, Corr, S, Lewis, C, Galloway, T.S. 2015. Ingestion of Plastic Microfibers by the Crab *Carcinus maenas* and Its Effect on Food Consumption and Energy Balance. *Environ Sci Technol* 49(24):14597–14604

Wright, S. L.; Rowe, D.; Thompson, R. C.; Galloway, T. S. 2013. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Curr. Biol.* 23 (23), 1031–1033

Wynes, S., & Nicholas, K. A. (2018). The climate mitigation gap: Education and government recommendations miss the most effective individual actions. *Environmental Research Letters*, 13(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab213>

ANEXOS



4.1 Anexo 1 – Análisis estudios no utilizados

Los siguientes cuatro informes, luego de ser analizados, no fueron utilizados:

- ASIPLA. (2019a). Estadísticas Industria del Plástico Informe Año 2018 y Primer Semestre 2019. 17.
- ASIPLA. (2019b). Estudio sobre reciclaje de plásticos en Chile.
- CIPA. (2014a). Diagnóstico y estrategias para la gestión de residuos plásticos en Chile (p. 38). CIPA, Universidad de Concepción.
- CIPA. (2014b). Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos. Ministerio del Medio Ambiente, Universidad de Concepción y ASIPLA. CORFO.

En lo que refiere a los dos informes de ASIPLA, ambos informes estiman el “consumo aparente” de plástico, a partir de la suma entre el consumo de materias primas e importaciones de las manufactureras de plástico, menos las exportaciones de manufactureras.

Uno de los problemas presentados fue que las cifras de consumo aparente entre 2014 y 2018 señaladas en ASIPLA (2019a) no concuerdan con la entregada en ASIPLA (2019b), igual a 990.000 toneladas, la cual no especifica el año. El consumo aparente del 2018 según ASIPLA (2019a) fue de 1.043.000 toneladas de plástico.

Luego de esto, en ASIPLA (2019b) se menciona una tasa de reciclaje de plástico igual a 8,5%. Asumir que todo el plástico que no es reciclado es desechado, es un error según lo mencionado en CIPA (2014b), debido a que la fracción de consumo de plástico de industrias como la Construcción y Minería posee un tiempo amplio de uso. También CIPA (2014b), señala que es posible suponer que la fracción correspondiente a envases y embalajes (48%) es un valor aproximado y moderado para los residuos plásticos generados.

Si se considera que los residuos plásticos corresponden al 48% del consumo aparente del año 2018 indicado en ASIPLA (2019a), el resultado es igual a 500.640 toneladas. Este resultado es considerablemente menor al entregado en la Capítulo 3.3.1, lo mismo ocurre ocupando el valor de ASIPLA (2019b). Uno de los factores a considerar, es que cualquier combinación de resultado, ocupando el porcentaje de residuos plásticos en Chile de IASA (2011) y CONAMA (2006), sobre los RSDyA de SUBDERE (2018) o del REMA 2019, es mayor a 200.000 toneladas respecto al valor señalado en el párrafo anterior. Debido a esto, es correcto asumir que ocupando los informes tanto de ASIPLA como CIPA (2014b), se llega a un valor subestimado.

El informe “Diagnóstico y estrategias para la gestión de residuos plásticos en Chile” publicado por CIPA el año 2014, estima la cantidad de residuos plásticos desagregada por categoría tanto del sector municipal como industrial. Este informe también presentó inconsistencias.

En primer lugar, la Tabla 47 de CIPA (2014a), contiene un error numérico en la suma, donde la suma de las toneladas de cada categoría de plástico no se corresponde con el total. A continuación se muestran

los datos de la tabla 47 del informe CIPA (2014a).

Tabla 47 de CIPA (2014b) | Tipos de plástico generados por sector municipal. Se observa que la suma de las toneladas de cada categoría de plástico no se corresponde con el valor total del mismo año.

PLÁSTICOS T/AÑO	2008	2009	2010	2011
PET	5.327,78	3.732,95	2.034,88	315,87
PEAD	27,00	4,84	0,53	0,37
PVC	0,00	0,84	0,53	1,44
PEBD	0,00	0,84	0,53	0,34
PP	1,04	1,88	2,58	2,85
PS	0,04	0,88	0,58	1,50
Otros	45,00	22,00	21,00	14,00
Total	7.408,86	5.772,22	4.070,65	2.347,37

Fuente: Bases de datos ICCOM

Consultado a CIPA vía correo electrónico, señalaron que en el cálculo sumaron el valor del año al total de residuos plásticos. Por lo tanto, por ejemplo, para el año 2008 si se resta el valor 2.008 al total de ese año (7.408,86), se llega al valor correcto de 5.400,86 t/año.

Teniendo en cuenta esto y corrigiendo los valores, de igual forma algunos datos presentan inconsistencias. Por ejemplo, observando la Imagen 3, el plástico PET disminuye considerablemente año a año, lo que no coincide con la tasa de crecimiento del 0,39 t/año determinada en el mismo informe (Tabla 11). Por otro lado, la disminución del total de plásticos generados por el sector municipal desde el año 2008 al 2011, no concuerda con el aumento, año a año, de los residuos municipales no peligrosos observado en los diversos Reportes del Estado del Medio Ambiente, realizados por el Ministerio del Medio Ambiente.

A partir de estos valores, CIPA (2014a) calcula las Tasas de Crecimiento Anual (TCA), con el objetivo de realizar proyecciones. La Tabla 11 muestra las TCA para el sector municipal.

La Tabla 11 | Tasa de crecimiento anual de cada categoría de plástico en el sector municipal. Elaboración propia con valores extraídos de (CIPA, 2014b)

CATO UNAEGORÍA	TCA (TON/AÑO)
PET	0,39
PEAD	0,24
PVC	1,2
PEBD	0,74
PP	1,39
PS	3,35
OTROS	0,68
Total	100

Ocupando estas TCA, a partir de los datos del mismo informe, la proyección para el año 2018 de residuos plásticos generados por el sector municipal es de 24.057 toneladas. Realizando lo mismo para el sector industrial, el resultado es de 281.240 toneladas. Ambos valores son considerablemente menores

a lo señalado en el Capítulo 3.3.1.

Los valores tan subestimados como las TCA menores a 1 señaladas en la Tabla 11, pueden deberse, en parte, a la metodología realizada por CIPA (2014b), ya que la obtención de datos de aquel informe consistió en un cuestionario enviado a diversas municipalidades e industrias, obteniendo solamente un 22% de respuestas, lo que no es representativo a nivel país. Además, para obtener los resultados, no diferenciaron municipalidades por sector socioeconómico para extrapolar los valores a Chile, actividad que sí fue realizada por IASA (2011) y CONAMA (2006).

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos anteriores, se decidió no utilizar los valores y resultados indicados en los cuatro informes mencionados al comienzo del anexo.

4.2 Anexo 2 – Ventas actividades económicas SII

La Tabla 12 indica las ventas anuales durante el 2017 de los dos rubros considerados.

La Tabla 12 | Ventas totales durante el 2017 de rubros considerados. Datos extraídos del SII.

RUBRO	VENTAS 2017 (UF)
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	196.641.747
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas	4.915.868.539

Las Tablas 13 y 14 muestran la lista de todos los subrubros de cada rubro de la Tabla 10 y sus ventas anuales. En negrita, se indican los subrubros de donde se escogieron las actividades económicas.

La Tabla 13 | Subrubros del rubro “Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas” con ventas anuales respectivas durante el 2017. Datos extraídos del SII.

COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR, REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES Y MOTOCICLETAS	VENTAS 2017 (UF)
477 - Venta al por menor de otros productos en comercios especializados	396.792.875
465 - Venta al por mayor de maquinaria, equipo y materiales	303.000.113
476 - Venta al por menor de productos culturales y recreativos en comercios especializados	223.444.360
475 - Venta al por menor de otros enseres domésticos en comercios especializados	357.816.105
474 - Venta al por menor de equipo de información y de comunicaciones en comercios especializados	32.928.997
472 - Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco en comercios especializados	235.757.884
471 - Venta al por menor en comercios no especializados	192.763.524
469 - Venta al por mayor no especializada	913.310.102
466 - Otras actividades de venta al por mayor especializada	345.082.822
462 - Venta al por mayor de materias primas agropecuarias y animales vivos	89.771.573
454 - Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y sus partes, piezas y accesorios	83.620.575
461 - Venta al por mayor a cambio de una retribución o por contrata	130.121.797

453 - Venta de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	77.608.825
463 - Venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco	487.603.028
452 - Mantenimiento y reparación de vehículos automotores	51.716.621
451 - Venta de vehículos automotores	602.969.232
464 - Venta al por mayor de enseres domésticos	267.307.744
479 - Venta al por menor no realizada en comercios, puestos de venta o mercados	39.987.378
478 - Venta al por menor en puestos de venta y mercados	735.972

La Tabla 14 | Subrubros del rubro “Actividades de alojamiento de servicio de comidas” con ventas anuales respectivas durante el 2017. Datos extraídos del SII.

ACTIVIDADES DE ALOJAMIENTO Y DE SERVICIO DE COMIDAS	VENTAS 2017 (UF)
551 - Actividades de alojamiento para estancias cortas	42.672.167
552 - Actividades de campamentos, parques de vehículos de recreo y parques de caravanas	-
559 - Otras actividades de alojamiento	8.287.028
561 - Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	101.719.199
562 - Suministro de comidas por encargo y otras actividades de servicio de comidas	40.308.644
563 - Actividades de servicio de bebidas	3.654.708

Las ventas de las actividades económicas consideradas para el cálculo en el Capítulo 3.3.2 se muestran en la Tabla 15.

La Tabla 15 | Ventas anuales 2017 actividades económicas consideradas. Datos extraídos del SII

ACTIVIDAD ECONÓMICA CONSIDERADA	VENTAS 2017 (UF)
Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	101.719.199
Suministro de comidas por encargo (servicios de banquetería)	11.595.748
Suministro industrial de comidas por encargo; concesión de servicios de alimentación	28.712.896
Otras actividades de servicio de bebidas n.c.p.	76.562
Actividades de discotecas y cabaret (night club), con predominio del servicio de bebidas	3.578.146
Venta al por menor de artículos de perfumería, de tocador y cosméticos en comercios especializados	7.028.653,77
Venta al por menor de productos farmacéuticos y medicinales en comercios especializados	43.775.726
Venta al por menor de juegos y juguetes en comercios especializados	4.719.063,85
Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco en comercios especializados	235.757.884
Venta al por menor en comercios de alimentos, bebidas o tabaco (supermercados e hipermercados)	165.880.831
Venta al por menor en comercios de vestuario y productos para el hogar (Grandes tiendas)	24.421.537
Otras actividades al por menor en comercios no especializados n.c.p	2.461.156

Venta al por mayor no especializada	913.310.102
Venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco	487.603.028
Otras actividades de venta por menor no realizadas en comercios, puestos de venta o mercados n.c.p	28.896.007
Venta al por menor por correo, por internet y vía telefónica	9.422.119
Venta al por menor realizada por independientes en la locomoción colectiva	79.692
Venta al por menor mediante máquinas expendedoras	423.763
Venta al por menor de otros productos en puestos de venta y mercados (incluye ferias)	39.589
Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco en puestos de venta y mercados (incluye ferias)	669.902