



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MEDIOAMBIENTE
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Propuesta de lineamientos de acción para el manejo de residuos
antropogénicos marinos y especies sinantrópicas en el
rompeolas de Avenida Perú, Viña del Mar.**

DANIELA CONTARDO CONTRERAS

Tesis presentada para obtener el grado académico de Magíster en
Gestión Ambiental

Profesor Guía:

DR. HERNÁN GAETE OLIVARES

Profesor Co – Guía:

DR. MOISÉS AGUILERA MOYA

Profesor informante:

MSc. JAVIER ARANCIBIA FORTES

Viernes 05 de enero 2024.

*A Nicolás,
por su compañía, amor
e incondicionalidad
durante este proceso.*

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) por el apoyo financiero a través del proyecto FONDECYT #1210146. Este financiamiento fue fundamental para llevar a cabo la investigación que constituye la base de esta tesis.

Agradezco al Dr. Moisés Aguilera, guía y mentor de este proyecto. Su experiencia y orientación fueron invaluable para el desarrollo y la culminación de esta investigación. Agradezco también al Sr. Felipe Espinoza quien apoyo cada muestreo, así como el diseño de estos durante el trabajo de campo del presente trabajo. Sus aportes fueron esenciales para el enriquecimiento de las ideas y el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Los residuos antropogénicos marinos (RAM) son desechos generados por la actividad humana que ingresan a los océanos y mares. Estos residuos provienen de diversas fuentes, como actividades industriales, urbanas, agrícolas, turísticas y de transporte. Los RAM incluyen una amplia variedad de materiales, como plásticos, metales o desechos orgánicos. Actualmente son un problema complejo a nivel mundial, con diversos factores de origen y que se han acumulado en rompeolas a lo largo de las ciudades costeras. La presencia de RAM en estas infraestructuras se debe a la carencia de lineamientos de acción y medidas específicas para atender la disposición de estos residuos. Por ello, el presente trabajo de título formuló los lineamientos de acción base tendientes al uso sustentable del rompeolas. Este objetivo se cumple a través de un diagnóstico que dimensiona la acumulación de residuos, así como las variables que influyen en esta acumulación, atendiendo a la incidencia adicional de la presencia de roedores en la zona atraídos por alimentos asociados a estos residuos. Junto con el análisis de datos de RAM, se levantó información sobre la percepción de los usuarios del rompeolas sobre la presencia de residuos y usos del rompeolas, esta información en conjunto con un análisis de normativa y revisión de experiencias de manejo de RAM permitió diseñar y proponer líneas de acción para atender a la acumulación de RAM, así como a la presencia de especies sinantrópicas en el rompeolas y que establece bases para una gestión integrada de RAM que tienda a la valorización de estos. Además, se estiman los costos incurridos en levantar esta información, así como los costos que conllevaría materializar los lineamientos de acción propuestos.

Los principales resultados, indican que los RAM se asocian directamente al Índice de Complejidad Estructural (ICE) del rompeolas, así como la ausencia de basureros, mientras que las especies sinantrópicas se asocian a la ausencia de luz y presencia de expendios de comida menores o quioscos. La población usuaria del rompeolas demostró un gran aprecio y expresó su interés por acceder a más información sobre el ecosistema marino. Es por esto que los lineamientos consideran tres líneas de acción cuyos objetivos son: 1. mantener el rompeolas con niveles mínimos de residuos, promoviendo una disminución perceptible en la presencia de desechos, 2. fomentar la educación ambiental, investigación e innovación para el desarrollo de soluciones para prevenir, reducir, recuperar, reutilizar, valorizar y monitorear los RAM y 3. Reducir la población de

roedores en el rompeolas. El presente estudio proporciona pautas valiosas para un manejo de los RAM, promoviendo la valorización de estos residuos y la preservación del ecosistema marino y áreas costeras. La implementación efectiva de estas medidas requerirá la colaboración activa entre las autoridades, la comunidad y otros actores relevantes.

ÍNDICE

RESUMEN	3
1.INTRODUCCIÓN	9
2. PROBLEMA	11
3. OBJETIVOS	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 NORMATIVA E INSTITUCIONALIDAD DE LA ZONA COSTERA EN CHILE	13
4.2 JURISDICCIÓN DEL BORDE COSTERO	14
4.3 RESIDUOS MARINOS.....	15
4.4 COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS RESIDUOS ANTROPOGÉNICOS MARINOS	16
4.5 MANEJO DE LOS RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS	17
4.6 ESTRATEGIAS DE GESTIÓN PARA LOS RESIDUOS MARINOS ANTROPOGENICOS	18
4.7 EFECTOS DE LOS RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS	19
4.8 TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE ROMPEOLAS.....	20
4.9 ESPECIES SINANTRÓPICAS EN LOS ROMPEOLAS	21
5. METODOLOGÍA.....	22
5.1 ENFOQUE DEL ESTUDIO.....	22
5.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	22
5.3 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS	23
5.4 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL (ICE)	23
5.5 ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FAUNA SINANTRÓPICA	24
5.6 MEDICIÓN DE DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE MUESTREO Y RECEPTORES DE RESIDUOS, QUIOSCOS Y MIRADORES	25
5.7 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE PERCEPCIÓN DE RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS Y ESPECIES SINANTRÓPICAS.....	25
5.8 REVISIÓN DE NORMATIVA Y EXPERIENCIAS DE MANEJO ASOCIADAS A RAM	26
5.9 DISEÑO PARA LA PROPUESTA DE LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS PARA RAM.....	27
5.10 DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS LINEAS DE ACCIÓN	28
6. RESULTADOS.....	29
6.1 DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS.....	29
6.2 ÍNDICE DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL (ICE)	31

6.3 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FAUNA SINANTRÓPICA	32
6.4 DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE MUESTREO Y RECEPTORES DE RESIDUOS, QUIOSCOS Y MIRADORES.....	33
6.4 ENTREVISTA SOBRE PERCEPCIÓN DE USUARIOS.....	34
6.5 REVISIÓN DE NORMATIVA AMBIENTAL ASOCIADA Y EXPERIENCIAS DE MANEJO ASOCIADAS A RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS	35
6.5.1 REVISIÓN DE NORMATIVA	35
6.5.2 REVISIÓN DE EXPERIENCIAS	37
6.6 ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES	38
6.6.1 DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA	38
6.6.2 DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DE MEDIOS Y FINES	42
6.7 LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS PARA LA RAM Y ESPECIES SINANTRÓPICAS EN ROMPEOLAS.....	43
6.8 DETERMINACIÓN DE COSTOS	48
7. DISCUSIÓN.....	50
7.1 LINEAMIENTOS DE ACCIÓN PARA RAM Y ESPECIES SINANTRÓPICAS	50
7.2 POLÍTICAS AMBIENTALES RESPECTO DE LOS RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS EN CHILE	51
7.3 EFECTIVIDAD Y LIMITANTES DE LOS LINEAMIENTOS DE ACCIÓN	53
8. CONCLUSIONES	55
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
10. ANEXOS	62

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Estaciones de muestreo definidas para la toma de datos.....	22
Representación esquemática del método "cinta y cadena" para estimación del ICE.....	23
Ejemplificación de instalación de cámaras en rompeolas para captura de vectores biológicos o especies sinantrópicas.....	24
Flujo de metodología para revisión de bibliografía basada en Medina-López et al., 2010.....	26
Flujograma para estimación de costos en proyectos adaptado de Balanda A. (2005).	29
Comparación de la densidad residuos marinos antropogénicos (RAM) entre estaciones.....	30
Desglose por estación de la composición de residuos encontrados.....	31
Comparación del Índice de Complejidad Estructural (ICE) registrado en las distintas estaciones de muestreo del rompeolas.....	32
Comparación de la presencia de especies sinantrópicas entre las estaciones del rompeolas.....	32
Evidencias de presencia de roedores en cada estación de muestreo presentes en el rompeolas.....	33
Distancias promedio entre puntos de muestreo y quioscos, receptores de residuos y miradores.....	34
Árbol de problemas, causas y efectos para RAM y especies sinantrópicas en rompeolas.	42
Árbol de soluciones para RAM y especies sinantrópicas en rompeolas.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Organismos y atribuciones en la zona costera chilena. Adaptado de Castro & Morales (2006).....	14
Preguntas y alternativas abordadas en encuesta estructurada en las inmediaciones del rompeolas.....	25
Escala asignada para el cálculo de incidencia en la determinación de problemáticas.	27
Determinación de problemas, causas y consecuencias sobre RAM y especies sinantropicas en rompeolas.	40
Cálculo de activos y pasivos sobre problemáticas identificadas.	41
Detalle de actividades, indicadores, plazos, costos e impulsores de la línea de acción N.º1.....	45
Detalle de actividades, indicadores, plazos, costos e impulsores de la línea de acción N.º2.	47
Detalle de actividades, indicadores, plazos, costos e impulsores de la línea de acción N.º3.....	48
Costos asociados a las líneas de acción.....	49

1.INTRODUCCIÓN

Viña del Mar es una ciudad costera a orillas del Océano Pacífico perteneciente a la Región de Valparaíso en Chile, la cual ha experimentado un notable avance en su proceso de urbanización desde su fundación, desarrollando variadas actividades asociadas a la costa, las que generan interacciones muy dinámicas entre los sistemas ecológico y social, pudiendo ser más o menos armónicas, dependiendo de la forma en que ocurre ese desarrollo (Pickett et al., 2014). La Avenida Perú ubicada en la zona costera de Viña del Mar atrae anualmente a una gran cantidad de turistas, así como pobladores de la comuna por su atractiva cercanía al océano, el lugar es una zona urbana, con residencias y locales comerciales que se han visto afectados por fuertes oleadas causantes de daños estructurales. Desde 1936 esta zona cuenta con un rompeolas que ha tenido que someterse a mejoras para prevenir los daños causados por las fuertes marejadas (González, 2019), siendo esta última mejora inaugurada durante agosto de 2022, creando un refuerzo con tetrápodos de hormigón y reorganizando las rocas en según la propuesta desarrollada en 2016 por el Instituto Nacional de Hidrografía (INH) a solicitud de la Dirección de Obras Portuarias (DOP) perteneciente al Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Estas infraestructuras, si bien tienen el objetivo de salvaguardar los paseos adyacentes a la costa, también configuran un medio de conexión entre la zona urbanizada y el medio marino, recibiendo residuos antropogénicos marinos (RAM) (Thompson et al., 2015) que acaban contaminando el medio oceánico (Aguilera et al., 2016; Thiel et al., 2015) y, por otra parte, ofrece refugio a especies sinantrópicas que se consideran vectores biológicos (Aguilera et al., 2023b).

El Pacífico Suroriental está altamente contaminado por residuos antropogénicos marinos (Bravo et al., 2009), cuyo origen, según estudios en aguas costeras chilenas, es de origen local y se identifica a la bahía de la Región de Valparaíso como un foco importante por la abundante densidad de microplásticos generados (Thiel, 2018). Estos estudios se han centrado en los residuos antropogénicos marinos asociados a costas naturales, mientras que, para el caso de estructuras artificiales, como los rompeolas, los estudios han observado una acumulación significativa y rápida de residuos antropogénicos marinos, como envases de plástico, bolsas, botellas y otros desechos en distintos rompeolas de Chile, entre ellos, el de Avenida Perú en Viña del Mar (Aguilera et al., 2023a). Los recientes estudios también relacionan la acumulación de residuos con la complejidad estructural que tienen estas obras para protección costera, ya que por su

configuración de enrocados y estructuras artificiales crean intersticios que retienen los residuos depositados.

Un gran porcentaje de los residuos que son depositados indiscriminadamente y acumulados en los rompeolas corresponden a residuos derivados de los plásticos (Aguilera et. al., 2016; Thiel et al., 2018) los cuales, se degradan por la acción mecánica de las marejadas y la exposición a la radiación solar, lo que fragmenta estos residuos en partículas menores a 5 mm que pueden, incluso, llegar a ser imperceptibles. Estos microplásticos, en ocasiones son ingeridos por la fauna marina, ocasionando una obstrucción del tracto digestivo, problemas cardiacos e incluso aumentando la mortalidad (Molina & Murillo, 2016; Rist et al., 2018).

Adicionalmente, estudios refuerzan la idea de que estas estructuras, caracterizadas por una compleja morfología tridimensional con un alto índice de complejidad estructural por sus espacios estrechos, son beneficiosas para especies como *Rattus norvegicus* que se consideran vectores biológicos nocivos para la salud de las personas, y se benefician del rompeolas ya que encuentran allí refugio temporal o hábitat permanente para su desarrollo, así como alimentación por los residuos alimentarios que se encuentran en el rompeolas derivado del consumo de alimentos (Aguilera et al., 2023b). Actualmente, estas zonas no cuentan con un acciones definidas respecto a la disposición de los residuos que acumula, por lo que es fundamental establecer lineamientos que ayuden a mitigar estos efectos sanitarios y en los ecosistemas marinos.

En el presente estudio se propondrán lineamientos de acción para los residuos antropogénicos marinos acumulados en el rompeolas, siendo estructuradas mediante el análisis de los diversos factores que influyen sobre la acumulación de residuos, así como la presencia de vectores, considerando como pilar fundamental los requerimientos de turistas y pobladores de la comuna. Esto permitirá, avanzar hacia el uso sustentable de estas estructuras de forma coordinada con la comunidad, reduciendo los impactos potenciales que se presentan.

2. PROBLEMA

El litoral marítimo chileno, abarca más de 80 mil kilómetros de costa (Silva y Palma, 2006), brindando acceso directo al mar a 102 municipios, donde reside aproximadamente el 21% de la población nacional (Bravo et al., 2013). Esta zona costera es un área valiosa para Chile, aunque se encuentra altamente vulnerable por las presiones relacionadas a las actividades que el hombre ejerce sobre ella, viéndose afectada por el notorio aumento en la población y consecuente incremento de sus usos para actividades turísticas, industriales, transporte, entre otras. Parte importante de este desarrollo se acompaña de estructuras, conocidas como rompeolas que protegen la zona litoral de las grandes marejadas. Los rompeolas cubren alrededor de 300 kilómetros de costa chilena y acumulan una gran cantidad de residuos de origen antropogénico (Aguilera et. al., 2016). Estos residuos, compuestos en su mayoría por plásticos, ingresan al ecosistema marino, fragmentándose y generando microplásticos que representan una amenaza para la fauna marina local (Thiel et al., 2003; Hinojosa y Thiel, 2009). Además, los residuos de alimentos consumidos en la zona atraen vectores biológicos, generando preocupaciones sanitarias, ya que estas especies no solo transitan para buscar alimento, sino que también establecen hábitats permanentes en los rompeolas debido a los espacios estrechos entre las rocas y la permanente oferta alimentaria (Aguilera et al., 2023).

A pesar de este escenario, Chile no cuenta con normativa o regulación encargada de establecer políticas públicas, planes o programas capaz de formular líneas de acción y respectivas medidas que aborden esta creciente acumulación de residuos en zonas costeras con rompeolas, esta acumulación debe abordarse y existe una gran variedad de estrategias posibles (Kerber, 2017), entre ellas, soluciones con un enfoque fragmentado, y estrategias con enfoque integral para el manejo de residuos. Mientras estén ausentes las directrices y coordinación institucional para tomar acción sobre los RAM acumulados en rompeolas, los residuos se seguirán acumulando y consecuentemente siendo un problema ecosistémico y de salud pública.

3. OBJETIVOS

Objetivo general:

Proponer lineamientos de acción para el manejo de residuos antropogénicos marinos (RAM) y especies sinantrópicas en el rompeolas de Avenida Perú en Viña del Mar, Chile.

Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico sobre residuos antropogénicos marinos y especies sinantrópicas presentes en el sector del rompeolas de Viña del Mar analizando las variables influyentes en su acumulación y percepción de usuarios.
2. Revisar normativa y experiencias de manejo asociadas a residuos antropogénicos marinos (RAM).
3. Diseñar lineamientos de acción para la gestión de RAM en el rompeolas de Avenida Perú, Viña del Mar.
4. Determinar costos requeridos para llevar a cabo estudios e implementación de los lineamientos para la reducción de RAM y especies sinantrópicas en el rompeolas de Av. Perú, Viña del Mar.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 NORMATIVA E INSTITUCIONALIDAD DE LA ZONA COSTERA EN CHILE

Para comprender la zona del rompeolas de Viña del Mar, así como la generalidad de estas estructuras en Chile, es necesario identificar el funcionamiento del espacio litoral, en su normativa jurisdiccional, administración y gestión relacionada con la limpieza de la zona costera, considerando esta como la estrategia principal relacionada con los RAM. A continuación, se señala la definición de algunos términos relacionados con la costa chilena según su legislación, como plantea el artículo 1º del Reglamento de Concesiones Marítimas, D.S N.º 9 (2018):

- **Borde costero:** Franja del territorio que comprende la costa marina, fluvial y lacustre y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Se entenderá por mar territorial aquel que se encuentra definido en el artículo 593 del Código Civil.
- **Terreno de playa:** Faja de terreno de propiedad del Fisco, sometida al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio, de hasta 80 metros de ancho, medida desde la línea de la playa de la costa del litoral y desde la ribera en los ríos o lago, se consideran rellenos artificiales hechos sobre la playa o fondos de mar.
- **Línea de playa:** De acuerdo con el artículo 594 del Código Civil, corresponde al deslinde superior de la playa de mar hasta donde llegan las olas en las más altas mareas.
- **Línea de más baja marea:** Línea que representa el nivel mínimo alcanzado por una marea vaciante en el período de sicigias y cuando la luna se encuentra a su menor distancia de la tierra.
- **Playa de mar:** Extensión de tierra que las olas bañan y desocupan alternativamente comprendida entre la línea de más baja marea y la línea de la playa.

Como se ha planteado, la zona costera en la que se emplaza el rompeolas, presenta una conexión que presta interacciones entre el mar y la tierra. Por lo que se comprende como borde costero a un concepto jurídico administrativo, la zona costera se comprende, a su vez, como un concepto que incluye la complejidad de la zona, considera un límite

variable, de distintos ecosistemas costeros y presta una gran gama de servicios ecosistémicos (Castro & Morales, 2006; Martínez et al. 2019).

La Ley de Costas presentada en el Día Mundial de Los Océanos en un seminario internacional con presencia de parlamentarios, la academia y organizaciones sociales, busca robustecer y dar una mejor gobernanza a las múltiples actividades que ocurren en la zona costera. En esta iniciativa de "Ley de Costas", el concepto de "borde costero" que se formuló en 1944 por la Política Nacional de Uso del Borde Costero, es "aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playa fiscales situados en el litoral, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina". Expertos afirman que esta normativa es insuficiente para enfrentar las graves amenazas que suponen la erosión de las playas y la pérdida grandes superficies de ecosistemas costeros, por lo que se propone generar un cambio en estos conceptos con la finalidad de avanzar hacia una adecuada gestión a los ecosistemas marino-costeros

4.2 JURISDICCIÓN DEL BORDE COSTERO

El D.F.L N.º 340 de 1960 otorga al Ministerio de Defensa Nacional la administración a partir de 12 NM fuera de la costa hasta 80 m desde la línea de marea más alta. Sus atribuciones son el control, fiscalización y vigilancia de la costa y mar territorial, además de la facultad privativa de conceder uso de playa, terrenos de playa, fondo de mar, porciones de agua y rocas para uso privado. El detalle de los organismos con influencia en la zona costera y sus atribuciones puede observarse en la tabla 1.

Tabla 1. Organismos y atribuciones en la zona costera chilena. Adaptado de Castro & Morales (2006).

Sector	Organismos	Atribuciones
Dominio marítimo	Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina.	Control, fiscalización y vigilancia de las costas del mar territorial.
	DIRECTEMAR	Facultad privativa de conceder el uso de playa para uso privado Seguridad a la navegación y vida humana

		Formulación de programas, políticas, planes, normas y criterios para la conservación del patrimonio natural chileno.
Ambiental	Ministerio de Medio Ambiente	Educación ambiental Conservación marina
	DIRECTEMAR	Evaluación Ambiental Estratégica Fiscalización de normas para mantención del medio marino Control de la contaminación en el medio marino
	Superintendencia de Servicios Sanitarios	Control de efluentes a zonas costeras
Uso de suelo	Ministerio de Salud	Control de efluentes, autorización de desagües, vaciado de aguas servidas.
	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Construcción, urbanización y planificación urbana
	DIRECTEMAR	Fiscalización y control de terrenos de playa fiscales
	Ministerio de Obras Públicas	Obras portuarias y vialidad
	Servicio Nacional de Turismo	Declaración de centros de interés turístico

4.3 RESIDUOS MARINOS

Los océanos son esenciales para el equilibrio del planeta, ofrecen servicios ecosistémicos, facilitando el desarrollo social y económico de la humanidad. Sin embargo, a pesar de sus múltiples beneficios, los ecosistemas costeros y marinos son cada vez más vulnerables y se enfrentan a constantes riesgos ambientales como consecuencia de la intervención humana, la contaminación por residuos sólidos en los océanos es en un 80% proveniente de fuentes terrestres (PNUMA, 2017; 2017; Galgani et al., 2015) y se conoce como Residuo Antropogénico Marino (desde ahora RAM), definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como "cualquier material sólido persistente, fabricado o procesado que se descargue, evacúe o abandone en el medio marino y costero".

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, planteando 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental, entre ellos, el objetivo N.º 14 respecto de los RAM, llamando a conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos. Propone objetivos enfocados en reducir y erradicar el vertimiento de residuos, indicando en el punto N.º 14.1 que a 2025, se debería prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos (ONU, 2022).

La Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (UNEA) fue establecida durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20), ha reconocido los RAM como una problemática que debe ser abordada por los países de la región, aprobando un conjunto de resoluciones atinentes, entre las que se incluyen:

- **UNEP/EA.4/Res.6. Residuos plásticos y microplásticos marinos:** fomenta las buenas prácticas, la innovación en el diseño de productos que reduzcan las liberaciones de microplásticos, la correcta gestión de residuos, y la generación de información técnica y científica sobre RAM, desde la perspectiva del consumo y la producción sostenibles.
- **UNEP/EA.4/Res.7. Gestión ambientalmente racional de los desechos:** promueve una gestión ambientalmente racional de los desechos y la recuperación de los residuos plásticos marinos que, no solo, mejorarían la salud humana, sino que también protegerían los medios marinos.

En Chile, se ha evidenciado que la mayoría de los desechos de las aguas costeras del Sistema de la Corriente de Humboldt (HCS) son arrastrados mar adentro hacia el Giro Subtropical del Pacífico Sur (SPSG). Las densidades más altas de micro y macroplásticos flotantes se informan en el SPSG y se revelaron interacciones con plásticos para 97 especies en el Pacífico SE, incluidas 20 especies de peces, 5 tortugas marinas, 53 aves marinas y 19 mamíferos marinos (Thiel et al., 2018).

4.4 COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS RESIDUOS ANTROPOGÉNICOS MARINOS

Los RAM, se compone principalmente de plástico, representando el 95% de los residuos acumulados en las costas y ecosistemas marinos. Este plástico proviene principalmente

de bolsas, botellas, envases de alimentos y otros que se descomponen en cientos de años, mientras que otros quedan, más bien, intactos (Galgani et al.,2015).

Los RAM, según el PNUMA (2013), se compone de metales, vidrios, concreto, papel, cartón, poliestireno, cacho, sogas, textiles, madera y materiales peligrosos tales como municiones, asbestos y desechos médicos. Su concentración aumenta en las costas cercanas a la fuente de origen, es decir, las zonas urbanas que presentan mayor presencia de residuos, aumentan la concentración de estos residuos en los sistemas oceánicos cercanos (Pantoja et al., 2015).

Los estudios realizados en el último tiempo (Hidalgo-Ruz et al., 2018; Munari et al., 2016; Rangel et al., 2017; Thiel et al., 2013), indican que los factores como la ubicación, forma de la playa, corrientes y origen de los desechos influyen en la acumulación de residuos en las zonas costeras. Concluyen, a la vez, que el plástico es el principal residuo encontrado en zonas urbanas y turísticas. Además, estudios recientes muestran que el tipo de estructura urbana o artificial contribuye significativamente a la acumulación de RAM en la costa (Aguilera et al.,2016).

4.5 MANEJO DE LOS RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS

En los últimos años, se han desarrollado instrumentos que tienen como objetivo minimizar los efectos de los RAM, a nivel internacional, nacional y regional. Por un lado, se encuentran instrumentos manifestados a través de acuerdos regionales y nacionales y, por otra parte, acuerdos internacionales que establecen una guía general para combatir los RAM y alienta a los distintos países a seguir las acciones propuestas (Chen, 2015). Además, existen estrategias de gestión como un marco básico para erradicar los RAM (revisar punto 4.4) y se clasifican de acuerdo a sus objetivos (Chen, 2015; PNUMA, 2019; Sheavly & Register, 2007), entre los cuales se encuentran: estrategias de prevención, estrategias de mitigación, estrategias de eliminación y estrategias para cambio de conducta.

La gestión de los RAM puede adoptar diversas formas, ya que depende del contexto institucional de cada país y los actores involucrados, como actores de mercado, del estado y sociedad civil (PNUMA, 2019).

4.6 ESTRATEGIAS DE GESTIÓN PARA LOS RESIDUOS MARINOS ANTROPOGENICOS

A continuación, se presentan las definiciones de cada estrategia y las medidas que se pueden tomar en cada una, según Chen (2015):

- **Estrategia de Prevención:** Corresponden a las medidas centradas en evitar la generación de RAM y evitar que entre al mar. Dentro de estas se encuentran las principales como la reducción de la fuente, reutilización y reciclaje de residuos. Se pueden realizar mejoras a los productos por medio de diseño ecológico o venta de envases "rellenables" de un producto, por ejemplo. Otras iniciativas puede ser la utilización de envases de materiales eco amigables y el mantenimiento y reparación de productos para alargar su vida útil. Igual de importante, las leyes y políticas enfocadas en la restricción de ciertos productos, como por ejemplo las bolsas plásticas y en la mejora de la gestión de residuos, como es el caso de la Responsabilidad Extendida del Productor.
- **Estrategias de Mitigación:** Hacen referencia a los métodos que se aplican para el desecho de los residuos. Se hace énfasis en normativas y regulaciones de comando y control, por ejemplo, la prohibición de cierto tipo de residuos que llegan a los vertederos costeros y de ciertas actividades en el mar.
- **Estrategias de Eliminación:** Correspondiente a las medidas que son aplicadas para eliminar los desechos ya presentes en el ecosistema costero. Un ejemplo de esto son las limpiezas de playa, las que generalmente son costosas y requieren de varias horas de trabajo, donde solo se retiran los desechos de mayor tamaño, quedando varios desechos más pequeños en los terrenos de playa. Otras iniciativas consisten en la participación de buzos para la recolección y monitoreo de desechos marinos, incluyendo a pescadores del sector específico. Las actividades de registro y monitoreo en playas entran en esta categoría, ya que por lo general incluye la recolección de los desechos registrados. Este monitoreo es fundamental para evaluar leyes y políticas de gestión costera, además de la generación de mapas de RAM para los procesos de toma de decisiones y la gestión de playas específicas (Ribic et al., 2010).
- **Estrategias de Cambio de conducta:** Son medidas que buscan influir en el comportamiento de las personas para que logren involucrarse en actividades de reducción de los RAM. Se espera que la comunidad vea los desechos como recursos y elijan opciones de consumo responsable. Ejemplos de esta estrategia

son las campañas de educación, limpieza de playas voluntaria, actividades de sensibilización y la provisión de incentivos. Esta estrategia apoya de manera transversal a las estrategias anteriormente mencionadas, ya que su objetivo es que sean consumidores responsables a la hora de comprar, que se deshagan de sus residuos de manera adecuada y participen de la limpieza de la playa. Es considerada la estrategia que aborda la problemática de los RAM desde su raíz.

En Chile, el año 2021, el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), aprobó mediante el acuerdo N.º 24/2021 la "Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos" (ENGRMM), su objetivo principal es articular la política pública nacional en torno a la gestión de los residuos marinos y microplásticos, proporcionando los lineamientos nacionales para enfocar la gestión, fomentar la coordinación y coherencia de las acciones de los diferentes sectores con competencia. Además, se constituyó el Pacto chileno de los plásticos, fijando el objetivo de que el 100% de los envases plásticos sean reutilizables, reciclables o compostables al año 2025. Este pacto fue suscrito por 15 empresas líderes de Chile en la industria del consumo masivo.

La ENGRMM estrategia incluye un plan de acción para el período 2021 a 2030, donde se incluyen actividades tendientes a fortalecer la coordinación nacional e internacional, impulsar la educación ambiental sobre residuos marinos, la investigación e innovación y el emprendimiento nacional sobre estas materias que permitirá a Chile coordinar la gestión nacional sobre residuos marinos y establecer sinergias entre los servicios públicos con competencia y también con la sociedad civil, a fin de cumplir los compromisos internacionales adquiridos por Chile en materia de residuos marinos y enfrentar adecuadamente los diversos procesos e iniciativas internacionales que buscan gestionar los residuos marinos y microplásticos.

4.7 EFECTOS DE LOS RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS

Los problemas causados por los desechos marinos tienen múltiples facetas y están esencialmente enraizados en prácticas inadecuadas de manejo de residuos sólidos. También, el tipo de diseño de productos que no consideran el impacto sobre el ciclo de vida, elecciones del consumidor, pérdida accidental, falta de una adecuada infraestructura para la gestión de desechos, el vertido de residuos, y el poco entendimiento del público respecto a las potenciales consecuencias de sus acciones (PNUMA, 2013). Sin embargo, la principal fuente de desechos marinos son producto de la conducta humana, de las acciones y actividades realizadas en el mar, por lo que se ha

considerado como un problema cultural (De Veer et al., 2022) y es por lo que la normativa y gestión asociada a los RAM se encuentra en estrecha relación con las condiciones educativas y sociales de cada país (Beeharry et al., 2017).

Siendo el principal causante de la presencia de RAM los asuntos relacionados con la conducta humana, podría pensarse que gran parte de la problemática puede abordarse desde la perspectiva de la sensibilización, concientización y educación ambiental (De Veer et al., 2022). Sin embargo, esto debe ser coordinado en conjunto con campañas y programas que de forma estructurada guíen a la comunidad a un sistema pro – ambiental. Además de contar y asegurar la disponibilidad de buena infraestructura de reciclaje y valorización de residuos.

Los efectos de los RAM se pueden categorizar en biológicos, ecosistémicos y socioeconómicos (Thiel et al., 2013), en el ámbito biológico, la fauna marina puede ser afectada por los residuos debido a la ingestión principalmente (Derraik 2002). Son desechos plásticos degradados los que son en su mayoría ingeridos por la fauna. Sumado a esto, el enredo es otro problema que amenaza la vida de la fauna marina, provocado sobre todo por residuos generados por la industria pesquera. En los factores bióticos de los ecosistemas, los residuos alteran y degradan el hábitat marino por medio de la obstrucción de la luz solar, cortes en la superficie y abrasión. A su vez, los desechos pueden convertirse en vehículos para la llegada de especies invasoras, lo cual provoca una pérdida de biodiversidad y altera el funcionamiento de los ecosistemas locales (PNUMA, 2013). Al sector económico, los RAM le afecta a escala local, la presencia de estos residuos perjudica estéticamente los bordes costeros, alterando la percepción de los usuarios, pérdidas económicas por la preferencia de sectores limpios y por los altos gastos de limpieza que se requieren para mantener el espacio turístico (Hidalgo-Ruz et al., 2018).

4.8 TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE ROMPEOLAS

Los rompeolas son obras para la protección de bahías, que se han venido empleando de manera generalizada desde la década de los años setenta en países como Estados Unidos, España, Israel e Italia. Su funcionamiento se inspiradas en las formaciones naturales paralelas a la costa existentes en el litoral como arrecifes o pequeñas islas, y que resguardan a las zonas urbanas aledañas de la acción del oleaje un determinado, además, son capaces de crear zonas de acreción (Córdova et. al., 2017).

Por su forma, existen tres tipos de rompeolas: trapecial, vertical o mixto. Los rompeolas de tipo trapecial, son montículos de enrocados, grava, tetrápodos o bloques de concreto sueltos. Donde la estabilidad del talud expuesto depende de la relación entre la altura de las olas y la densidad de los elementos, es decir, la carga y fuerza. El rompeolas de tipo vertical, se diseña de forma que la estructura actúa como un bloque sólido, se considera, de igual forma para su instalación una sección transversal al fondo del bloque para darle estabilidad y sujeción. La principal diferencia entre estos dos tipos, es la interacción de la estructura con el suelo, ya que los rompeolas talud ofrecen más flexibilidad. En tanto los rompeolas mixtos o compuestos, consideran las variaciones de rompeolas con elementos rígidos y una estructura flexible, complementando un paramento vertical y una berma de elementos sueltos (Ruiz, 2008).

Los rompeolas se pueden clasificar también según el tipo de material de construcción, dentro de los más comunes se encuentran de roca (enrocamiento), elementos artificiales (dolor, tetrápodos, coreloc, cubos, entre otros) y combinados, como lo es el caso del rompeolas de Viña del Mar. Los rompeolas enrocados consisten de un núcleo que generalmente tienen una anchura de 3m en su extremo superior y una altura de 0,5m por encima del nivel medio del mar. También se compone de una capa secundaria, que actúa como base de la coraza y protección para el núcleo evitando su erosión o pérdida de elementos. Este rompeolas cuenta con una coraza exterior a la capa secundaria que es la defensa principal del rompeolas ante el oleaje, se forma por bloques en varias capas de roca o elementos artificiales (PIANC, 2003).

4.9 ESPECIES SINANTRÓPICAS EN LOS ROMPEOLAS

Las infraestructuras costeras diseñadas para mitigar los efectos de las marejadas, tienen un alto Índice de Complejidad Estructural (ICE) para lograr su objetivo (Aguilera et al., 2016), sin embargo, trae algunas consecuencias, como proporcionar un hábitat nuevo para distintas especies marinas y terrestres, así como para vegetaciones, que pueden adaptarse a estos entornos (Bulleri et al., 2020; Aguilera et al., 2023b), afectando la biodiversidad local o regional, potenciando la homogenización biótica, especialmente cuando especies generalistas del hábitat logran verse beneficiadas, esto, es además una alerta, ya que, estas especies lograrían expandir su distribución.

Estudios realizados en rompeolas, indican que la presencia de mamíferos sinantrópicos es mayor en rompeolas que en hábitats rocosos naturales, por los subsidios alimentarios proporcionados por el ser humano, mejorando las poblaciones de vectores biológicos

(Aguilera et al. 2023b; Bateman y Fleming, 2012). En Chile e Italia, los gatos domésticos asilvestrados, *Felis catus* y la rata noruega *Rattus norvegicus*, se encontraron habitando y alimentándose en los intersticios de las rocas, en los rompeolas (Aguilera et al., 2023b). Especialmente, en Chile la rata *R. norvegicus* es relativamente común en estas infraestructuras (Aguilera et al., 2018).

5. METODOLOGÍA

5.1 ENFOQUE DEL ESTUDIO

La presente investigación es considerada como exploratoria, cuyo alcance es comprender y familiarizarse con la problemática de la falta de una institución con competencias específicas sobre los RAM y, por lo tanto, una falta de coordinación de políticas públicas y estrategias de manejo relativas a rompeolas como elementos susceptibles de acumular residuos y albergar especies sinantrópicas. En el estudio se examinando un tema poco estudiado en el contexto nacional e internacional, donde la literatura científica, en su mayoría, revelan lo escaso que son los estudios aplicados a la perspectiva planteada para el análisis del problema.

5.2 ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación geográfica – espacial consiste en el rompeolas de Avenida Perú, emplazado en la zona costera (ZC) de la comuna de Viña del Mar. Debido a que la presente investigación se encuentra enmarcada en el proyecto FONDECYT 1210146 (Dr. Moisés Aguilera como investigador principal): “Efectos interactivos de los impulsores urbanos, sobre la fuerza de la interacción herbívoro-alga, determina una nueva estructura funcional en los ecosistemas costeros”, considerando la elección de la comuna y espacio particular por ser un caso representativo de las zonas litorales costeras urbanizadas y que se espera puedan aportar conocimiento sobre la gestión eficiente de las estructuras costeras y la contaminación marina.

La zona de rompeolas en el sitio de estudio, tiene una extensión de 750m aproximadamente. En este rompeolas se establecieron 4 estaciones de muestreo para la cuantificación de los RAM (Figura 1). En cada estación de muestreo se asignaron con 1m de distancia 5 transectas, en cada una se establecieron tres puntos de muestreo. De

esta forma se obtuvieron 15 muestras por estación y un total de 60 muestras en toda la extensión del rompeolas.



Figura1. Estaciones de muestreo definidas para la toma de datos.

5.3 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS

Para determinar la densidad de los RAM presentes en el rompeolas, se estableció en cada punto de muestreo un cuadrante de 50 x 50 cm en los cuales se tomó una fotografía con cámara marca Nikon dt 500. Cada imagen fue analizada y se contabilizaron la cantidad de residuos (ítems) allí presentes para determinar su composición.

Posteriormente, la densidad de RAM se estimó de la siguiente forma (Aguilera et al., 2016):

$$densidad = items \times 0,25 m^2$$

La toma de datos se realizó la primera semana de enero 2023 (revisar anexo 1).

5.4 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL (ICE)

En los mismos puntos de muestreo se estimó el Índice de Complejidad Estructural (ICE) del rompeolas. Para esto, se utilizó el método de "cadena y cinta" descrito por Beck (1998). Para esto, se midió la longitud lineal en los puntos de muestreo con una cinta métrica y midió la longitud de la cavidad utilizando una cadena que conectó todos los

puntos topográficos de cada zona (Figura 2). Con esta información, el ICE se estimó utilizando la siguiente fórmula:

$$ICE = \frac{\text{longitud de la cadena en la cavidad (m)}}{\text{longitud lineal sobre la cavidad (m)}}$$

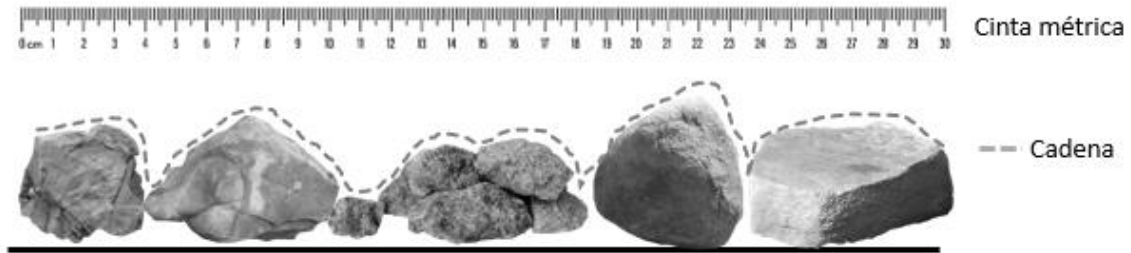


Figura 2. Representación esquemática del método “cinta y cadena” para estimación del ÍCE.

La toma de datos se realizó la primera semana de enero 2023 (revisar anexo 1).

5.5 ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FAUNA SINANTRÓPICA

Para estimar la frecuencia de ocurrencia de roedores (vectores biológicos) se instalaron “cámara trampa” (marca WOSPORT NEXT VISTA (Figura 3), en cada estación de muestreo indicadas anteriormente durante la última y primera semana de octubre y noviembre respectivamente del presente año (revisar anexo 1). Las cámaras fueron mantenidas durante 24 h en el rompeolas, lo que permitió estima, así el promedio de ocurrencia en cada estación utilizando la siguiente fórmula basada en el estudio de Valencia-Pacheco et. al., 2011:

$$\text{Frecuencia de ocurrencia (\%)} = \frac{\text{Número total de eventos de la especie}}{\text{Número total de eventos}} \times 100$$



Figura 3. Ejemplificación de instalación de cámaras en rompeolas para captura de vectores biológicos o especies sinantrópicas.

5.6 MEDICIÓN DE DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE MUESTREO Y RECEPTORES DE RESIDUOS, QUIOSCOS Y MIRADORES

Para medir la distancia entre puntos de muestreo y basureros, contenedores, quioscos y miradores se creó un mapa utilizando el software colaborativo para mapeo web "Google My Maps" utilizando el editor y procesador de texto WYSIWYG donde se georreferenciaron cada uno de estos elementos y las transectas fijadas en el rompeolas. Posteriormente, utilizando la función "medir distancia" de la misma plataforma se obtuvo la distancia entre los puntos de las transectas y los elementos mencionados.

5.7 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE PERCEPCIÓN DE RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS Y ESPECIES SINANTRÓPICAS

Se levantó información social para conocer la percepción que tiene la comunidad y sobre todo los usuarios del rompeolas respecto principalmente a los RAM y su manejo en el rompeolas. Para esto se elaboró una entrevista estructurada (Tabla 2) que aborda siete preguntas con opciones fijas modificadas de Aguilera et. al., (2023b), la encuesta se realizó según lo estipulado en el cronograma, siendo previamente validada por dos expertos en el área de la gestión ambiental. La encuesta se aplicó en el paseo costero del rompeolas durante periodo de vacaciones de invierno del presente año, bajo la justificación de un mayor flujo de personas, locales o turistas.

Tabla 2. Preguntas y alternativas abordadas en encuesta estructurada en las inmediaciones del rompeolas.

Preguntas	Alternativas
¿Ha observado residuos en la berma o rompeolas?	<ul style="list-style-type: none"> • Si, siempre • Casualmente • No, nunca
¿Cree que se necesitan más basureros en la zona?	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No • No estoy seguro/a
¿Cree que la zona está poco iluminada durante la noche?	<ul style="list-style-type: none"> • Si, debiese haber más iluminación. • No, creo que está suficientemente iluminado. • Hay demasiada iluminación.
¿Qué uso le da principalmente al rompeolas?	<ul style="list-style-type: none"> • Recreativo en conjunto a amigos o familia. • Consumir alimentos o bebestibles. • Observar el océano.
¿Le gustaría visitar el rompeolas y recibir información sobre la fauna o el ecosistema marino?	<ul style="list-style-type: none"> • Si, creo que sería interesante. • No, no me interesa. • No lo se.
¿Cree que hay suficientes miradores en la Avenida?	<ul style="list-style-type: none"> • Creo que son insuficientes. • Creo que son suficientes. • Creo que no debería haber.
¿Cree que la municipalidad se encarga del retiro de los residuos en el rompeolas?	<ul style="list-style-type: none"> • Si. • No. • No lo sé.

5.8 REVISIÓN DE NORMATIVA Y EXPERIENCIAS DE MANEJO ASOCIADAS A RAM

Para la formulación de la propuesta de lineamientos de acción para los RAM, es necesario realizar una revisión de las normativas e iniciativas relacionadas con esta materia. Para el desarrollo de este objetivo se estableció como pauta una simplificación de la metodología de revisión sistemática bibliográfica propuesta por Medina-López et al. (2010) (Figura 4).

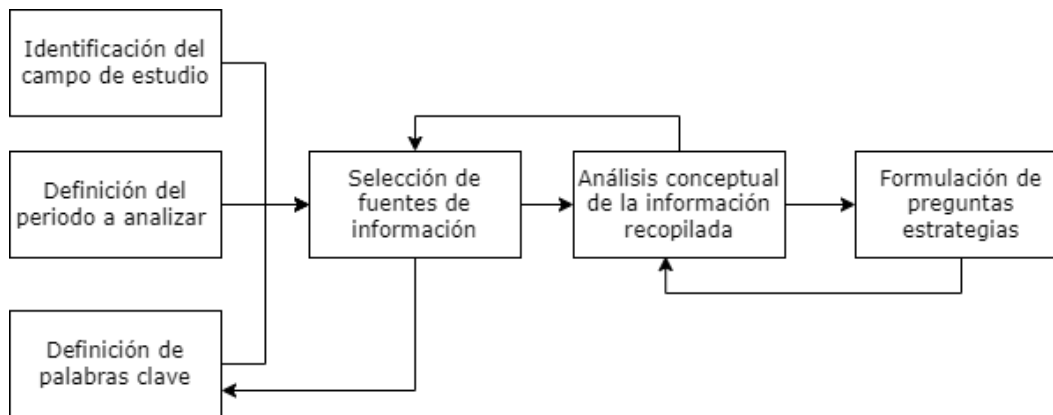


Figura 4. Flujo de metodología para revisión de bibliografía basada en Medina-López et al., 2010.

La identificación del campo de estudio, incluyó determinar y limitar la problemática, así como determinar objetivos y delimitar el marco teórico. El rango temporal, se utilizó para acotar la recolección de publicaciones con documentos relevantes a escala internacional sobre residuos marinos, asignando la primera regulación internacional con respecto a la liberación de desperdicios en el mar en 1972, "Convention for the Prevention of Marine Pollution by the Dumping of Waste and Other Matter" (IMO, 1972). Ya que la propuesta de lineamientos para RAM tiene un carácter exploratorio, se abarcaron fuentes secundarias, como artículos, actas de congresos y libros, así como publicaciones científicas y anuarios estadísticos de instituciones con relación a la RAM. La búsqueda se realizó a través de palabras claves relativas a la problemática del estudio y para el análisis de resultados, se retomaron los pasos previos y determinando la nómina definitiva de fuentes de información y palabras clave.

Posterior al análisis conceptual de la información recopilada en la búsqueda, se formuló una serie de preguntas como resultado, que la bibliografía debe ser capaz de responder siendo útiles a la consecución de los objetivos.

5.9 DISEÑO PARA LA PROPUESTA DE LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS PARA RAM

Para la presentación de la información recopilada, se realizó un análisis de problemáticas según la metodología para análisis y solución de problemas planteado por la CEPAL en

la metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas (2011).

Esta metodología se basa, en síntesis, en identificar una situación actual y una situación proyectada u objetivo, reconociendo los obstáculos que impiden el logro de esta situación proyectada. El análisis de las problemáticas se realizó mediante un "Árbol del problema", basado en la identificación de problemáticas. El método de delimitación del problema se realizó mediante una matriz que consideró ejes o dimensiones del problema, indicando posibles causas y consecuencias o efectos además del problema que las articula. Una vez identificados los problemas asociados en distintas dimensiones al problema principal, se ponderaron según el nivel de incidencia, ocupando la siguiente escala de valorización generada para el análisis:

Tabla 3. Escala asignada para el cálculo de incidencia en la determinación de problemáticas.

Escala asignada	Incidencia
0	Sin relación
1	Levemente influyente
2	Influyente
3	Fuertemente influyente

Una vez identificadas y ponderadas las problemáticas, se formuló un "Árbol de Medios y Fines", los cuales surgieron de transformación a positivo de las causas y efectos a medios y fines respectivamente. En este árbol, los medios, pasan a constituir los objetivos a lograr en el rompeolas para los que se elaboran acciones.

Posteriormente se procedió a realizar una matriz que considera, según lo indicado en la "Estrategia Nacional para Residuos Marinos y Microplásticos" (2021): medidas requeridas para lograr los objetivos a lograr en el rompeolas, las actividades necesarias para llegar a estos medios, indicadores de cumplimiento, plazos, costos unitarios y responsables.

5.10 DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS LINEAS DE ACCIÓN

Una vez determinados los lineamientos de acción, se procedió a estimar los costos que requeriría instaurar las líneas de acción siguiendo de forma adaptada por el proyecto, lo

expuesto en Balanda A. (2005). Se contactó para la cotización de estructuras, implementos u equipos requeridos, a empresas certificadas del territorio para considerar su costo, por unidades requeridas. Por otra parte, la determinación del costo que requieren las medias asociadas a profesionales u personal, se estableció fijando un valor por hora de trabajo y horas requeridas anualmente. De esta forma, obtener un costo anual por concepto y línea de acción.

Adicionalmente, se considera en la determinación de costos, el trabajo de diagnóstico inicial, revisión de normativa, experiencias asociadas a RAM y determinación de las líneas de acción estimadas (Figura 5).

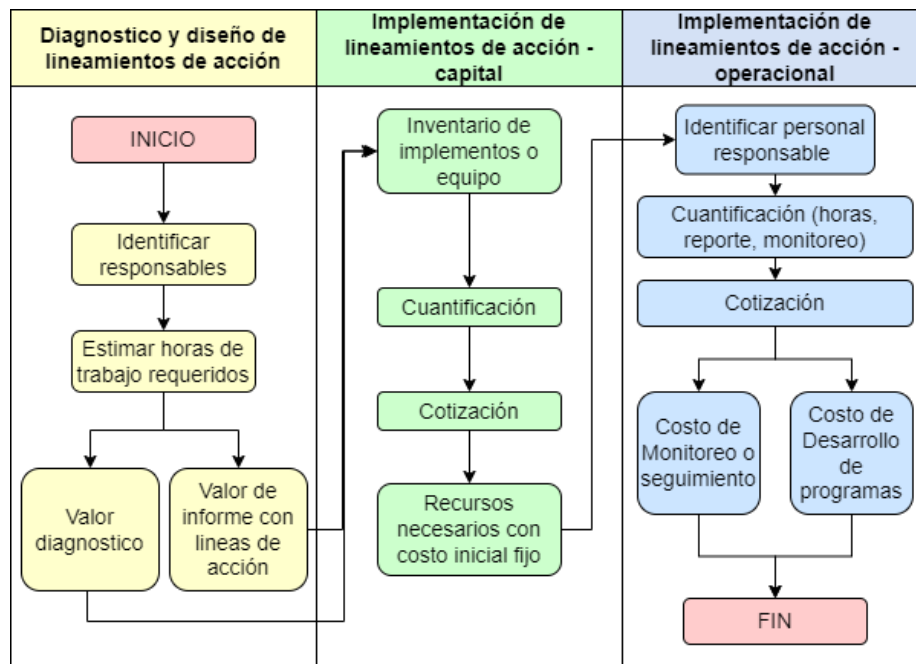


Figura 5. Flujograma para estimación de costos en proyectos adaptado de Balanda A. (2005).

6. RESULTADOS

6.1 DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS

El análisis sobre presencia RAM indican que, de los 9 tipos de RAM en la figura 6, indican que, en ninguna de las estaciones se encuentran todos los tipos de residuos (10 tipos en total), siendo la estación 2 muestra una menor cantidad de tipos de residuos. Así

mismo, las estaciones 3 y 4 del rompeolas es el que contiene un mayor número de residuos totales. Mientras que la estación 2 tiene un menor número de RAM totales.

En la estación 1 y 3 se encuentran 8 y 9 tipos de RAM respectivamente, siendo los que indican una mayor frecuencia, seguido por la estación 4 y 1 con 7 y 6 tipos de residuos respectivamente.

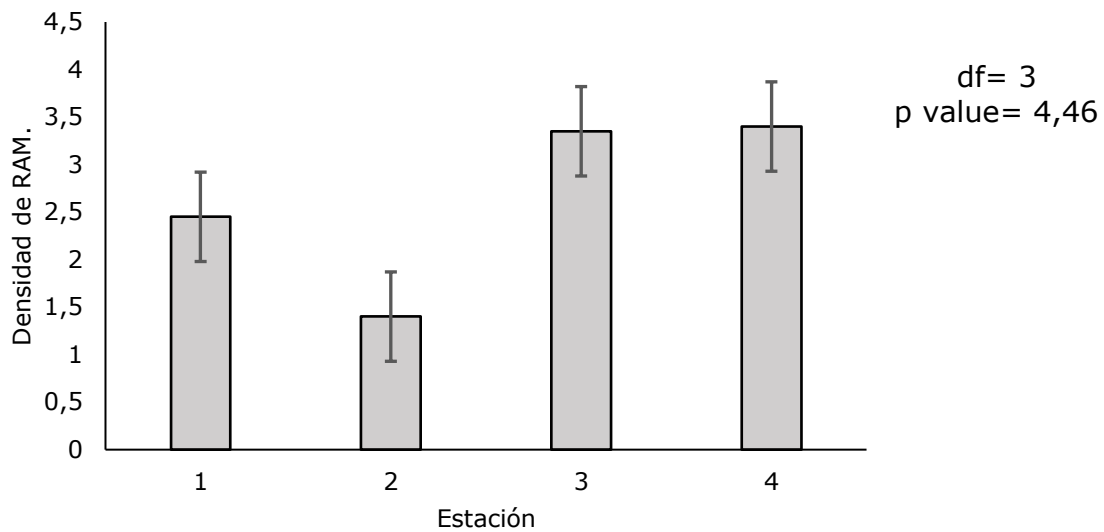
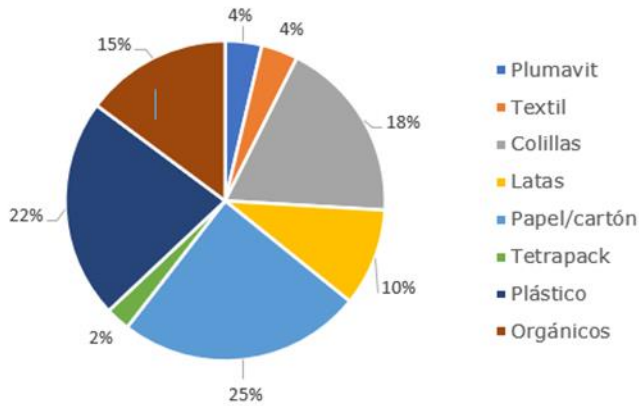


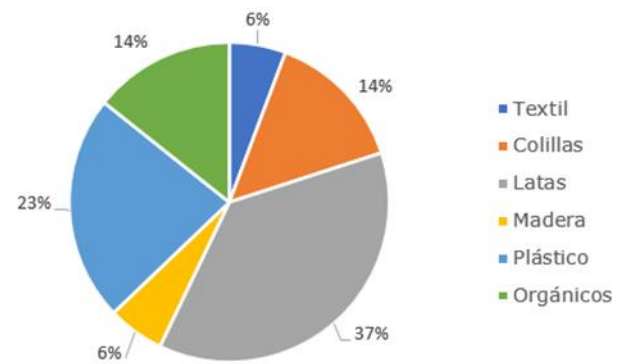
Figura 6. Comparación de la densidad de residuos antropogénicos marinos (RAM) entre estaciones.

En cada estación se desglosó el tipo de RAM que se encuentran (Figura 7). En la estación 1, el tipo de residuos más abundante fueron los papeles/cartones, seguido por plástico y residuos orgánicos. En la estación 2, se observa que los RAM más abundante son plásticos y latas de aluminio, mientras que en la estación 3, lo más abundante son plásticos, colillas y latas en orden decreciente. Finalmente, en la estación 4, los residuos más abundante son latas de aluminio, plástico y colillas de cigarrillos.

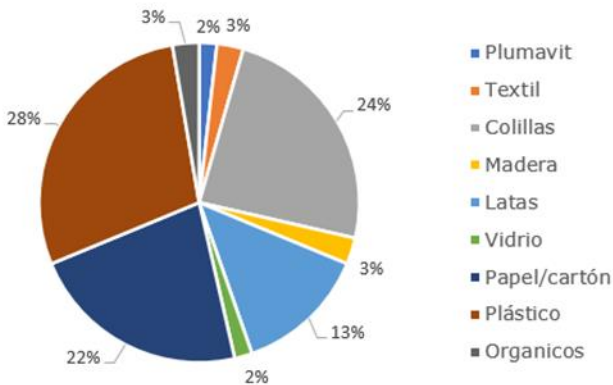
Estación 1



Estación 2



Estación 3



Estación 4

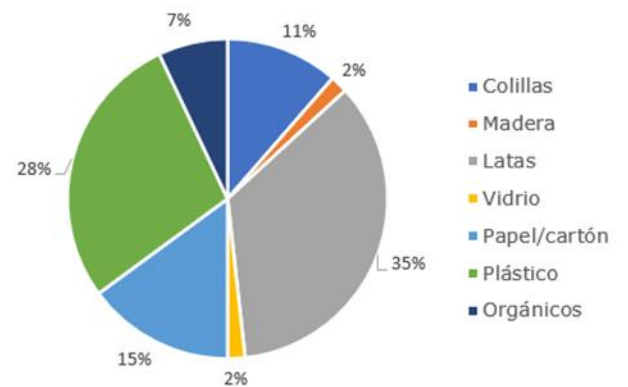


Figura 7. Distribución (%) por estación de la composición de residuos antropogénicos marinos (RAM) encontrados.

6.2 ÍNDICE DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL (ICE)

Los datos indican que existen diferencias significativas en el ICE entre al menos dos las estaciones que se están comparando. El valor p bajo respalda esta conclusión. Sugiere que las diferencias no son el resultado del azar y que al menos una de las estaciones es significativamente diferente de las demás en términos de ICE.

En Índice de Complejidad Estructural (ICE) promedio para cada estación puede observarse en la Figura 8. Donde se observa que las estaciones 3 y 4, correspondientes al "rompeolas nuevo", entre Av. Teniente Merino y 8 Norte, tienen un mayor ICE.

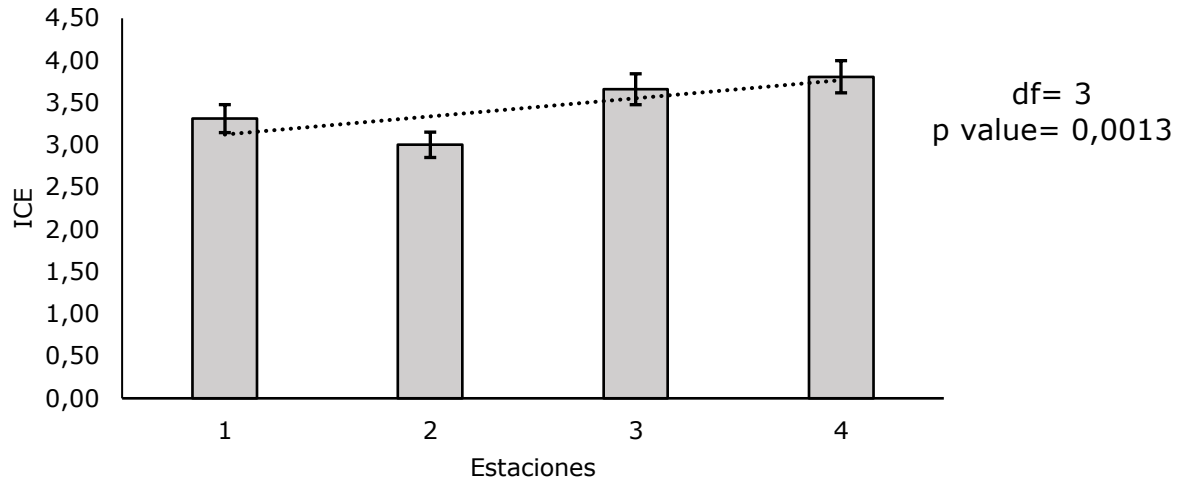


Figura 8. Comparación del Índice de Complejidad Estructural (ICE) registrado en las distintas estaciones de muestreo del rompeolas.

6.3 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FAUNA SINANTRÓPICA

A lo largo de todo el rompeolas se evidenció la presencia de roedores, *Rattus spp.* (aparentemente *Rattus norvegicus*). Se indica la frecuencia de ocurrencia en la figura 7.

La presencia de roedores es mayor en las estaciones 3 y 4, siendo la estación tres la zona con mayor ocurrencia de avistamientos, seguido por la estación 4, 2 y finalmente la estación 1, más cercana a Av. Los Héroes (Figura 10).

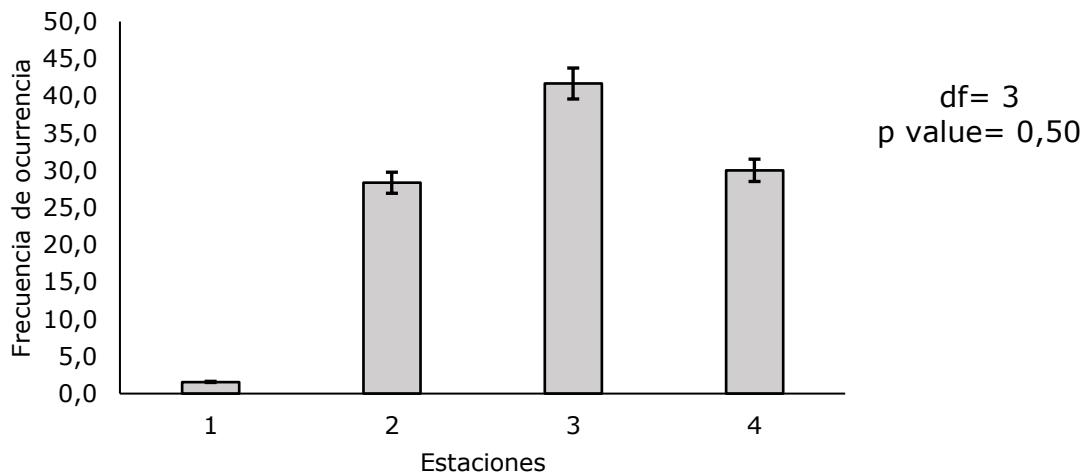


Figura 9. Comparación de la presencia de especies sinantrópicas entre las estaciones del rompeolas.



Figura 10. Evidencias de presencia de roedores en cada estación de muestreo presentes en el rompeolas.

6.4 DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE MUESTREO Y RECEPTORES DE RESIDUOS, QUIOSCOS Y MIRADORES

La distancia promedio desde las transectas, en las estaciones de muestreo hasta los basureros, contenedores (660 lt), quioscos y miradores se observan en la figura 11. La mayor distancia hacia los basureros está en la estación 4, mientras que la mayor distancia hasta los contenedores es en la estación 1.

La distancia hacia los basureros es mayor a medida que se avanza en las estaciones, esto se debe a que el último basurero de la extensión total se encuentra entre las estaciones 2 y 3, en la Av. Teniente Merino, la que coincide con el inicio del rompeolas nuevo.

Así mismo, se observa que la distancia hasta los contenedores es mayor en las primeras transectas, correspondientes a estaciones 1 y 2, ya que en esta zona no hay presencia de contenedores, solo basureros. Es decir, desde el inicio del rompeolas, en Av. Los Héroes, hasta Av. Teniente Merino, solo hay basureros, no contenedores y desde Av. Teniente Merino hasta 8 Norte, no hay basureros, solo contenedores.

En cuanto a los quioscos, la distancia es mayor en las transectas de la estación 1, ya que los quioscos se concentran en las estaciones 2, 3 y 4. La distribución de los miradores se observa más bien variada a lo largo del rompeolas, las únicas estaciones más alejadas de los miradores son las transectas 18 y 19 pertenecientes a la estación 4.

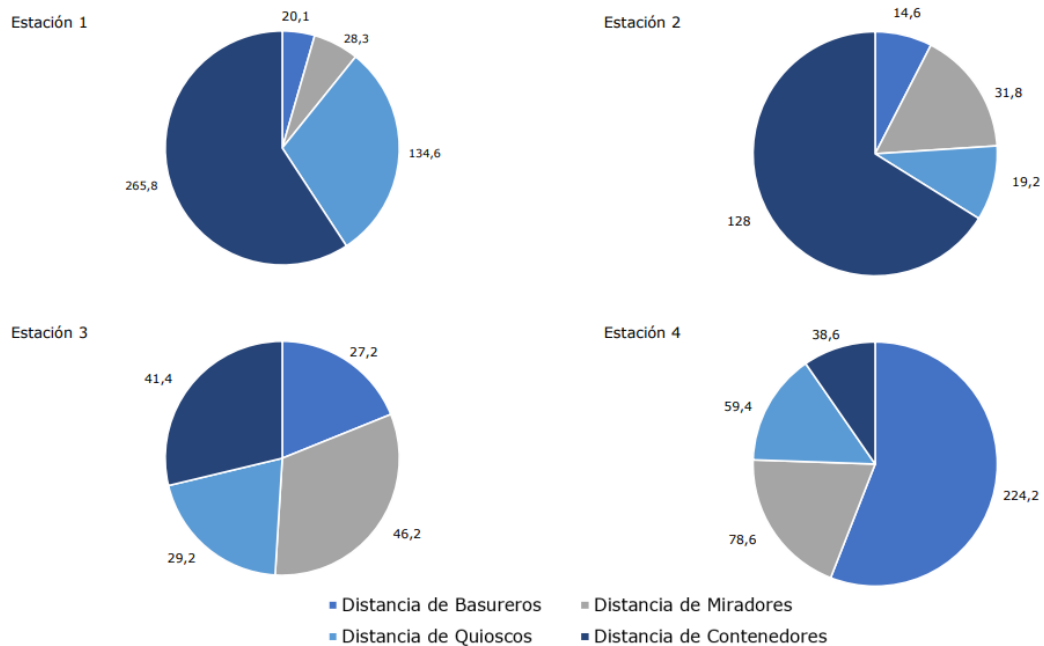


Figura 11. Distancias promedio entre puntos de muestreo y quioscos, receptores de residuos y miradores.

6.4 ENTREVISTA SOBRE PERCEPCIÓN DE USUARIOS

Los datos de la encuesta (ANEXO 2), indican que las personas observan casualmente residuos en el rompeolas y más de la mitad de los encuestados creen que se necesitan más basureros. Aproximadamente la misma cantidad de personas percibe que hay suficiente, demasiada o muy poca iluminación. Los mayores usos que se le dan al rompeolas, son observar el océano y consumir alimentos o bebidas. A más del 90% de las personas les gustaría recibir información sobre los ecosistemas oceánicos cuando visitan el rompeolas y más del 50% creen que son necesarios más miradores. En cuanto a manejo de residuos en el rompeolas, casi el 50% creen que la municipalidad de encarga del manejo de residuos en el rompeolas.

6.5 REVISIÓN DE NORMATIVA AMBIENTAL ASOCIADA Y EXPERIENCIAS DE MANEJO ASOCIADAS A RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS

6.5.1 REVISIÓN DE NORMATIVA

Dentro de los cuerpos legales que regulan la gestión de los RAM, se encuentra de forma amplia el Reglamento para el control de la contaminación acuática (D.S N°1/MINDEF, 1993), que explícitamente prohíbe verter lastre, escombros o basuras que causantes o susceptibles de causar daño en aguas de jurisdicción nacional, considerando a los recursos hidrobiológicos, salud humana, deterioro de la calidad del agua y uso menoscabo de esparcimiento y del medio ambiente marino. En este mismo, se declara que DIRECTEMAR es el organismo encargado de realizar investigaciones correspondientes, así como las actividades de limpieza de playas.

La ley N°20.920 es un cuerpo legal, también conocido como Responsabilidad Extendida del Productor o Ley REP que define conceptos como la gestión integral de residuos. Sin embargo, no se consideran los residuos generados a partir de elementos flotadores dentro de los productos prioritarios definidos por la norma. Si se considera, sobre los sistemas de gestión y planes de gestión de residuos que los productores deberán implementarlos para cumplir lo establecido en los instrumentos especificados por el Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

En cuanto a la fiscalización y cumplimiento de normativa vigente es una atribución de la Superintendencia del Medio Ambiente, el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) y DIRECTEMAR según el D.S N°290/MINECONOMIA, 2015. De igual forma, existen instancias capaces de administrar el borde costero y otras actividades que se realicen en la zona, como las Comisiones Regionales de Uso de Borde Costero según lo indica el D.S N°475/MINDEF, 1995.

A nivel local, son las municipalidades las encargadas del aseo y ornato de cada comuna, incluyendo el transporte y disposición de residuos, según lo declarado por la Ley 18.695, el Código Sanitario, Decreto con Fuerza de Ley N.º 725/MINSAL y el D.L N.º3.063, Ley de Rentas Municipales/MI,. La municipalidad, también deberá hacerse cargo cuando se trate de manejo de residuos en lugares de uso público, incluyendo playas sin centros de cultivo cercanos.

Adicionalmente, el D.S. N.º12/MMMA, 2020 establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes. Este Decreto incluye metas cuantitativas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes, domiciliarios y no domiciliarios, de cartón para líquidos, metal, papel y cartón, plásticos y vidrio.

Existen otros instrumentos legales que se enfocan en los residuos plásticos, siendo que estos componen aproximadamente el 80% de los RAM aplicarían a esta materia, entre ellos la Ley 21.100/MMA, 2018 tiene por objeto proteger el medio ambiente mediante la prohibición de entrega de bolsas plásticas de comercio, entendiéndose por estas últimas aquellas bolsas entregadas por un establecimiento de comercio para el transporte de mercaderías o, en el caso de compras realizadas por medios electrónicos, bolsa para el transporte de mercaderías que es entregada al consumidor final. También se encuentra la Ley 21.368/MMA, 2021 que busca disminuir la generación de residuos, mediante la limitación en la entrega de productos de un solo uso en establecimientos de expendio de alimentos, el fomento a la reutilización y la certificación de los plásticos de un solo uso, así como la regulación de las botellas plásticas desechables.

En 2019 se suscribió el Pacto Chileno de los Plásticos (PCP). Este instrumento es parte de la Red Global de Pactos por los Plásticos, siendo Chile el primer país de Latinoamérica y el tercero en el mundo, después de Reino Unido y Francia, en sumarse. En particular, establece las siguientes metas al 2025: 1. tomar acciones para eliminar los envases y productos plásticos problemáticos e innecesarios a través del rediseño, innovación o modelos de entrega alternativos; 2. que el 100% de los envases y embalajes sean diseñados para ser reutilizables, reciclables o compostables; 3. que un tercio de los envases y embalajes plásticos domiciliarios y no domiciliarios sean reusados, reciclados o compostados; 4. los envases y embalajes deben tener, entre sus distintos formatos, en promedio, un 25% de material reciclado.

El año 2021 el MMA formula la Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos (ENGRMM) donde se visualiza a los ecosistemas acuáticos del país, sin la presencia de residuos marinos RM, siendo su objetivo general el articular una política pública nacional en torno a la gestión de los RM y microplásticos, proporcionando los lineamientos nacionales para enfocar la gestión, fomentar la coordinación y coherencia de las acciones de los diferentes sectores con competencia. Lo anterior, a fin de reducir, recuperar y prevenir el ingreso de residuos a los ecosistemas acuáticos y sus impacto.

6.5.2 REVISIÓN DE EXPERIENCIAS

Para la revisión de documentos se utilizaron las siguientes palabras claves: Marine debris management, marine litter, antropogenic litter, marine debris, gestión de residuos costeros, planes de limpieza en playas. La revista científica que publicó más investigaciones que contenían las palabras claves fue "Marine Pollution Bulletin", esta revista especializa en contaminación marina. Solo uno de los artículos trata específicamente de los residuos marinos antropogénicos en rompeolas, mientras que los demás se enfocan en su presencia en zonas costeras, oceánicas o bien, playas arenosas (ANEXO 3).

Dentro de las experiencias de manejo sobre los RAM, se encuentra el caso de Corea del Sur, donde a inicios del 2000 se desarrolla la aplicación de un Sistema de Manejo Total para Residuos Marinos, el cual tiene cuatro ejes principales, incluye acuerdos legales e institucionales para su implementación. Los ejes son: 1. la prevención de entrada de residuos desde ríos y actividades terrestres, 2. El desarrollo de artefactos para la investigación y cuantificación de RAM, 3. El desarrollo de artefactos de limpieza, como barcos adaptados y 4. Incentivo para el tratamiento y reutilización de RAM. Para la limpieza se confeccionaron barcos dependiendo de los sustratos, para ríos, aguas costeras y también artefactos montables en naves. En cuanto al tratamiento y reutilización, se utiliza principalmente la pirolisis para la recuperación de petróleo y una planta incineradora de RAM.

Otro caso es el de Escocia, donde la estrategia para la RAM considera recomendaciones de La Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR), corresponde también con medidas desarrolladas por la Union Europea y concuerda por los lineamientos establecidos en la estrategia nacional de residuos (Marine Scotland, 2014; Nature Scotland, 2014). Apuntado a un territorio nacional sin producción de residuos enfatizando en la prevención por medio de la generación de cambios en el comportamiento individual. Conceptualmente, se reconoce la presencia acumulación de residuos que trae consigo una serie de impactos y problemáticas en la dimensión ambiental, social y económica. Apunta a que la solución es el control y reducción de residuos. Respecto a los RAM específicamente, la estrategia tiene como objetivo "la reducción de ítems de residuos visibles con categorías específicas en las líneas de costa", para la consecución del objetivo, se determinaron indicadores basados en la cantidad de residuos acumulados, incluye análisis de composición,

distribución y procedencia, haciendo referencia a la acumulación de residuos en la línea de costa. Un segundo indicador, considera la tendencia de residuos acumulados en la columna de agua monitoreando la ingesta por aves marinas, obtenido por investigaciones científicas del área. El tercer indicador, considera la tendencia de residuos acumulados en columnas de agua mediante muestreadores multinivel.

Las recomendaciones de tres organismos internacionales, la UNEP & IOC (2013) OSPAR (2016) y la Unión Europea (2008), son relativamente parecidas, por lo que se pueden simplificar en los siguientes conceptos:

1. Campañas de limpieza, recomendando de tres a cuatro limpiezas anuales a nivel nacional.
2. Trazar transectos en playas, de longitud variables, siendo el aproximado 100m perpendiculares a la línea de costa y recolectando residuos mayores a 2,5cm pudiendo variar según la longitud de los transectos.
3. Las playas se diferencian según el nivel de intervención humana, categorizándolas como costas urbanas, costas rurales y costas cercanas a desembocaduras de ríos.
4. La categorización de RAM se basa en la fuente de origen, por lo que varía dependiendo del nivel de intervención y las actividades que se desarrollen en cada sitio.

6.6 ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES

6.6.1 DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En consideración del diagnóstico realizado sobre los RAM, se determinaron problemáticas asociadas al área de estudio. Se identificaron 6 ejes o dimensiones del árbol con sus problemáticas, causas y efectos (Tabla 4). La problemática principal identificada es la ausencia de pautas que tiendan a la sustentabilidad del uso del rompeolas de Av. Perú, que se debe a un conjunto de elementos, como la falta de sinergia entre los actores involucrados, que corresponden a DIRECTEMAR y el municipio; la escasez de medidas ambientales de índole precautoria sobre los RAM, ya que se observa una alta densidad de residuos en el rompeolas; la baja consideración sobre asuntos ambientales a la hora de distribuir los receptores de residuos tales como basureros o contenedores, ya que uno de los resultados del diagnóstico es que la distribución de estos no es homogénea, lo que resulta en una mayor acumulación de residuos en las zonas sin basureros; la falta

de medidas que atiendan al control de plagas, ya que se evidenció la presencia de roedores en toda la extensión del rompeolas; la carencia de acciones que eviten la afectación paisajística, donde la encuesta indica que un 46% de los usuarios reportan haber observado residuos siempre y el 53% dice haber visto residuos casualmente; la falta de instrucciones para la localización e instalación de puntos verde y/o puntos limpio, ya que no existe ningún punto de acopio para la valorización de residuos y la poca preocupación de comercios cercanos al rompeolas por la contaminación, ya que una gran cantidad de residuos son provenientes de expendios de comida rápida cercanos al rompeolas y se encontraron en todas las estaciones residuos orgánicos.

Dentro de los efectos directos de las causas se encuentran medidas inadecuadas para RAM en el rompeolas, ya que, como se menciona anteriormente, existe una gran presencia de residuos no solo acumulados en el rompeolas, sino que también en el paseo costero, siendo respaldado por la opinión de los usuarios, adicionalmente se evidencia con la ausencia de puntos de acopio y por lo tanto la desvalorización de residuos; la disposición indiscriminada de RAM y su acumulación en el rompeolas evidenciado en el diagnóstico; la presencia de especies sinantropicas, es decir, roedores y la presencia de residuos provenientes de comercio cercano al rompeolas, este efecto se observa en la cantidad de restos alimentarios encontrados.

Dentro de las consecuencias que traen estos elementos, destaca la acumulación de residuos y el daño al medio ambiente que se genera, sobre todo, en el mismo rompeolas y las zonas aledañas, es decir, la desembocadura del estero y la playa arenosa colindante. Otra consecuencia es una posible afectación a las actividades turísticas, que son de gran valor en la zona, y las encuestas indican que las personas demuestran un gran aprecio por el ecosistema costero, así como es el principal incentivo de la visita al rompeolas. Finalmente, se considera como consecuencia una posible afectación a la salud de los usuarios del rompeolas, ya que las especies sinantropicas presentes en el rompeolas, son en su totalidad roedores, los cuales se consideran vectores biológicos de enfermedades para seres humanos.

Tabla 4. Determinación de problemas, efecto, causas y consecuencias sobre RAM y especies sinantrópicas en rompeolas.

N.º	Dimensión	Causa	Problema/ Efecto	Consecuencias
1	Principal		Ausencia de pautas tendientes a la sustentabilidad del rompeolas de Av. Perú, Viña del Mar	
2	Público	Poca sinergia entre autoridades con competencias en rompeolas	Medidas inadecuadas para RAM en el rompeolas	Acumulación de residuos en rompeolas
3	Ambiental	Escasez de medidas ambientales precautorias sobre los RAM en rompeolas	Acumulación de RAM en rompeolas	Daño medio ambiental
4	Social	Baja consideración ambiental en la distribución de receptores de residuos en el rompeolas	Disposición indiscriminada de residuos en rompeolas y paseo costero	Posible presencia de RAM en rompeolas y espacios aledaños (desembocadura estero y playa arenosa)
5	Salud pública	Falta de medidas que atiendan al control de especies plaga en rompeolas	Presencia de especies sinantrópicas en rompeolas	Posible afectación a la salud de usuarios del rompeolas
6	Turismo	Carencia de acciones que eviten la afectación paisajística del paseo costero	Desvalorización del paisaje por deterioro	Posible afectación a la actividad turística
	Residuos	Falta de instrucciones para la localización e instalación de puntos verde y/o puntos limpio en paso costero	Ausencia de puntos de acopio para valorización de residuos	Residuos desvalorizados económicamente.
	Comercio	Poca preocupación de comercios cercanos al rompeolas por la contaminación ambiental	Presencia de RAM provenientes de comercio cercano al rompeolas	Perjuicios al ecosistema costero y salud pública

La incidencia de las problemáticas calculada según la escala asignada en la tabla 5 indica que el problema con más activos, es decir, el problema con más peso sobre los demás, es el problema central, la ausencia de pautas tendientes a la sustentabilidad del rompeolas de Av. Perú, Viña del Mar y el problema con más pasivos, es decir, el que recibe más incidencias, es la acumulación de RAM en el rompeolas.

Tabla 5. Cálculo de activos y pasivos sobre problemáticas identificadas.

N.º	Problema	1	2	3	4	5	6	7	8	Activos
1	Ausencia de pautas tendientes a la sustentabilidad del rompeolas de Av. Perú, Viña del Mar	0	3	2	3	1	2	3	3	17
2	Medidas inadecuadas para RAM en el rompeolas	2	0	3	2	1	1	2	2	13
3	Acumulación de RAM en rompeolas	3	0	0	2	1	1	0	0	7
4	Disposición indiscriminada de residuos en rompeolas y paseo costero	0	0	3	0	3	3	0	3	12
5	Presencia de especies sinantrópicas en rompeolas	0	0	0	0	0	3	0	0	3
6	Desvalorización del paisaje por deterioro	0	0	3	0	0	0	0	0	3
7	Ausencia de puntos de acopio para valorización de residuos	0	0	3	3	3	3	0	1	13
8	Presencia de RAM provenientes de comercio cercano al rompeolas	0	0	3	2	3	2	0	0	10
	Pasivos	5	3	17	12	12	15	5	9	0

El Árbol de Problemas, se representa gráficamente en la figura 12, donde en el centro se encuentra el problema del eje principal, abajo se encuentran las causantes de este problema y en arriba se encuentran las consecuencias.

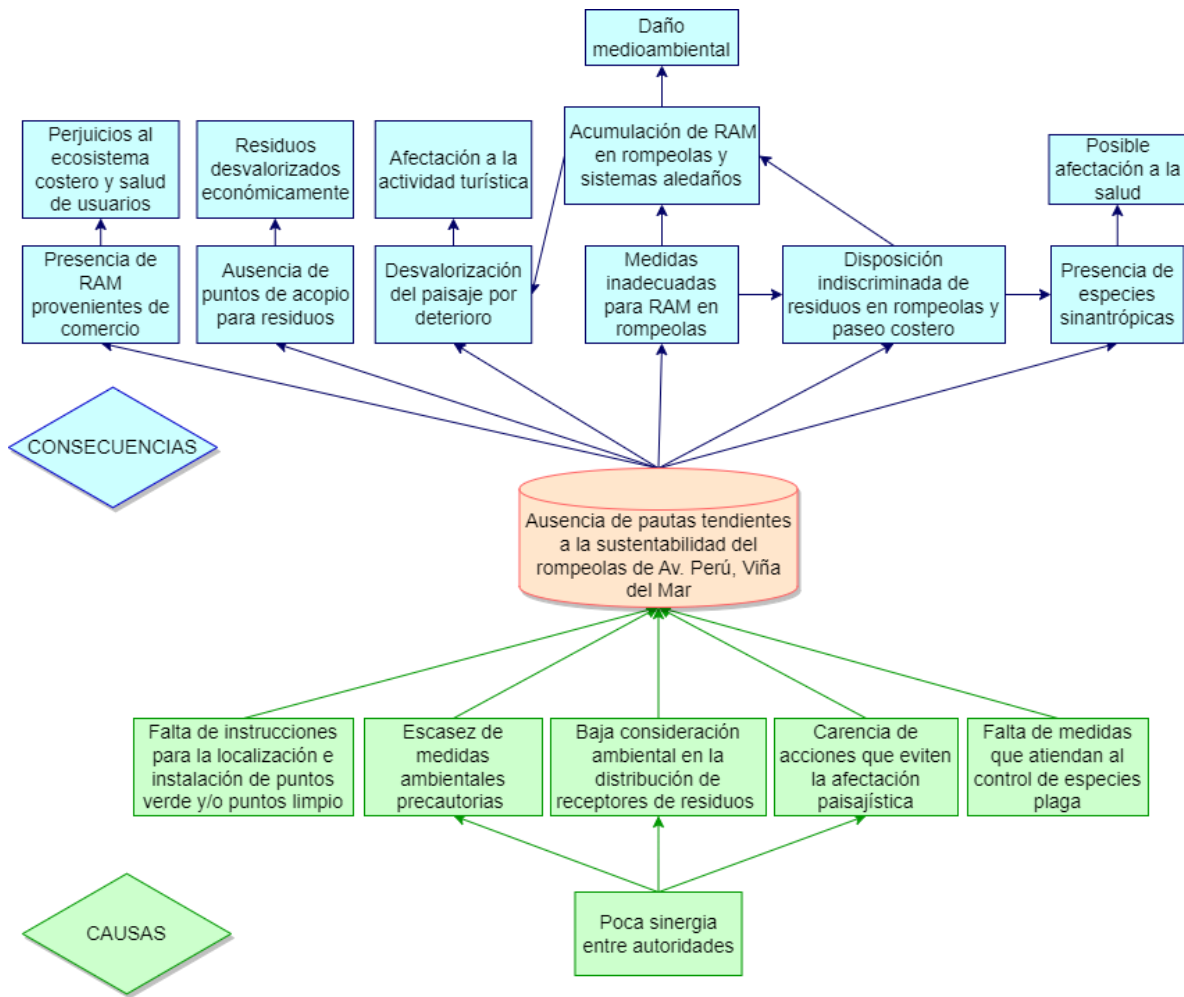


Figura 12. Árbol de problemas, causas y efectos para RAM y especies sinantrópicas en rompeolas.

6.6.2 DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DE MEDIOS Y FINES

La situación actual del rompeolas de Avenida Perú respecto a los RAM es deficiente, ya que no existen pautas para las distintas dimensiones que sean tendientes a la sustentabilidad del rompeolas. Ante la ausencia de lineamientos de acción tendientes a la sustentabilidad del rompeolas se han desencadenado las consecuencias ya mencionadas, y por el mismo motivo, no existen directrices para la instauración de medidas o determinación de actividades.

Una causante indirecta de esta problemática central, es que no hay sinergia entre las autoridades competentes, es decir, no existe una entidad u organización encargada de llevar a cabo estos lineamientos.

El Árbol de Medios y Fines (figura 13), que se consiguió de la transformación a positivo del problema central obteniendo un objetivo general, indica los medios para lograr este objetivo, que corresponde a las causas identificadas, estos medios tienen fines, que son el positivo de las consecuencias del Árbol de Problemas.

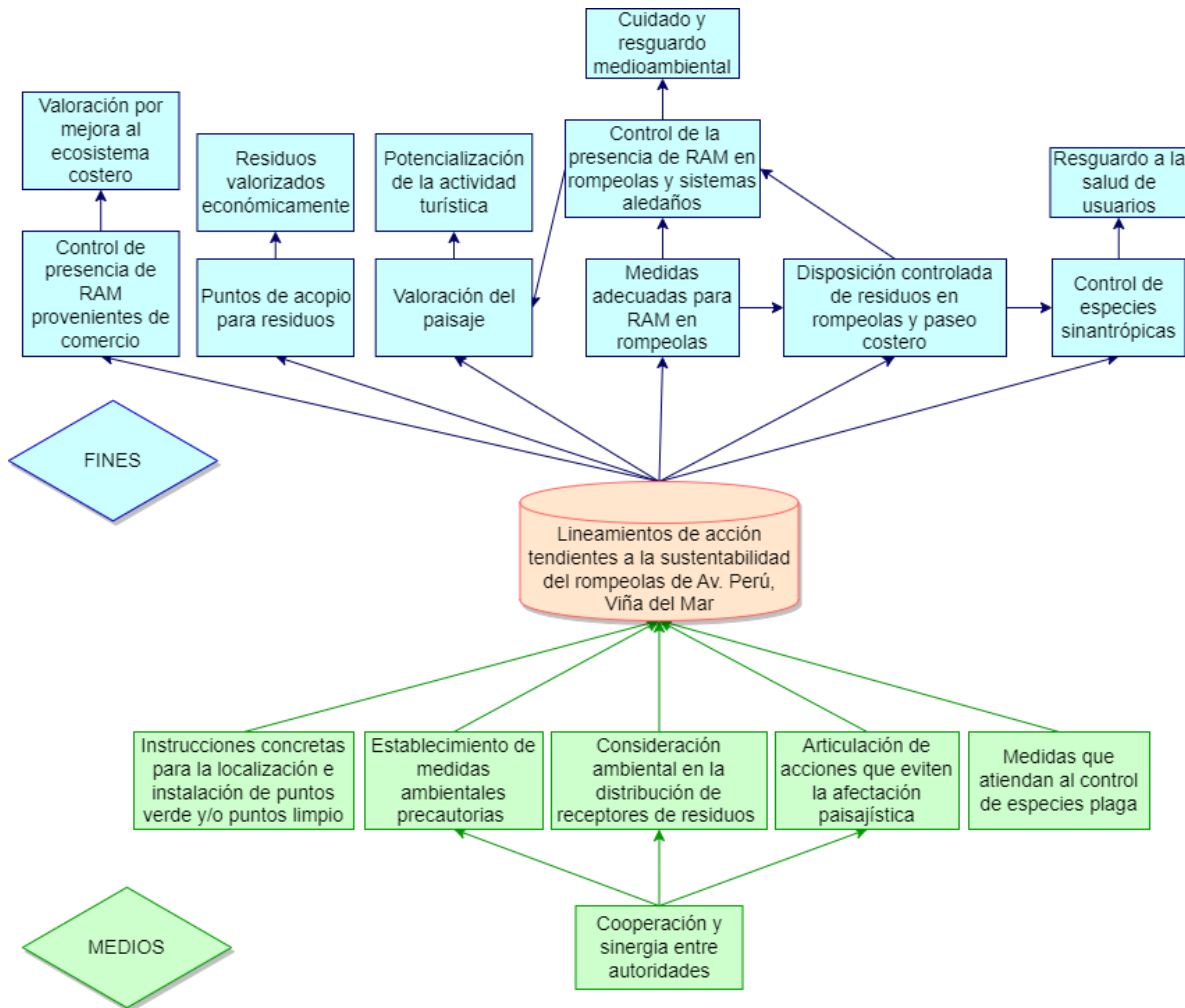


Figura 13. Árbol de medios y fines para RAM y especies sinantrópicas en rompeolas.

6.7 LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS PARA LA RAM Y ESPECIES SINANTRÓPICAS EN ROMPEOLAS

La información entregada por los previos análisis indica que existe una extensión de rompeolas cuya acumulación de residuos es más significativa se pudiese asociar a la

ausencia de basureros. El diagnóstico también evidencia la presencia a lo largo de toda la estructura de especies sinantrópicas (roedores), que se asocia a la cercanía a contenedores de residuos y quioscos. De la información social se obtiene que los usuarios tienen un gran aprecio observacional del océano y ecosistema, por lo que, para establecer líneas de acción, el objetivo general de la estrategia debe tender a lograr un sistema en equilibrio entre la sociedad y sistema marino asociado en el rompeolas.

A continuación, se presentan de forma sintetizada un objetivo general y tres objetivos específicos resultado del análisis de problemas y soluciones. Cabe recordar que los objetivos, son resultado de las soluciones, que, a su vez, corresponden a la versión positiva de las causas del problema central. Es a partir de estos objetivos específicos que se establecen las líneas de acción para establecer medidas que tiendan a la resolución de las problemáticas anteriormente definidas.

Objetivo general:

Articular líneas de acción que aborden las problemáticas ambientales asociadas al manejo de los RAM y especies sinantrópicas presentes en el rompeolas de Viña del Mar, como instrumentos de gestión a escala del sector, reconociendo la realidad local.

Objetivos específicos:

1. Mantener el rompeolas con niveles mínimos de RAM, promoviendo una disminución perceptible en la presencia de residuos, cultivando una conciencia ambiental positiva tendiente a la preservación del entorno marítimo en condiciones óptimas.
2. Fomentar la educación ambiental, investigación e innovación, para el desarrollo de soluciones para prevenir, reducir, recuperar, reutilizar, valorizar y monitorear los RAM del rompeolas.
3. Reducción de la población de roedores en el rompeolas, abordando posibles puntos de entrada y refugio de los roedores.

Líneas de acción:

1. Desarrollo de directrices para reducir, recuperar y prevenir los RAM en el rompeolas
2. Promoción de la participación de la sociedad civil, la academia, organizaciones científicas y sector privado en acciones que permitan reducir, valorizar, y prevenir la generación de RAM en el rompeolas.

3. Implementación medidas para la reducción y prevención de aparición de especies sinantrópicas en el rompeolas.

Para cada línea de acción se proponen medidas, actividades, medidas de cumplimiento, costos aproximados, plazos en los que se espera cumplir con las medidas y actores involucrados como impulsores para el desarrollo de cada actividad.

Para el caso de la línea de acción N.º1 (Tabla 6), se espera el impulso de Ministerio de Medio Ambiente, Municipalidad de Viña del Mar y DIRECTEMAR, en coordinación con entes privados, la línea de acción sería financiada con \$20.000.000 pesos chilenos aproximadamente.

Tabla 6. Detalle de actividades, indicadores, plazos, costos e impulsores de la línea de acción N.º1

Línea de acción: Desarrollar medidas para reducir, recuperar y prevenir los RAM en el rompeolas.

Medidas	Actividades	Indicador de cumplimiento	Plazos	Costos	Responsable	Objetivo vinculado	Tipo de estrategia
Iluminar zonas con menor intensidad lumínica durante horarios nocturnos	Instalación de focos proyector en la estructura	Reporte visual de focos instalados en la infraestructura y reporte semestral de intensidad lumínica en el rompeolas	2024	\$80.000 unidad	Municipalidad de Viña del Mar, Departamento infraestructuras, recursos materiales y seguridad interna - sección de mantención y reparación de infraestructura	1	Prevención
Aumentar fiscalización en horarios nocturnos, reforzando periodos con alto flujo de turistas	Establecimiento de Convenio de Cooperación entre el Ministerio del Medio Ambiente y DIRECTEMAR para aumentar la fiscalización en rompeolas	Informe anual sobre la participación de involucrados, lecciones aprendidas y principales resultados obtenidos.	2024 – 2030	\$300.000	MMA en coordinación con DIRECTEMAR	1	Prevención
Promover el uso de miradores establecidos para actividades	Implementación cámaras de seguridad hacia el rompeolas	Reporte visual de cámaras instaladas en la infraestructura y reporte semestral de actividades detectadas	2024	\$70.000 unidad	Municipalidad de Viña del Mar, Departamento de seguridad	1	Prevención

Instalación de señaléticas en el rompeolas advirtiendo riesgos de caídas u otros al utilizar rompeolas	Reporte de señaléticas instaladas en sector de paseo costero	2024	\$100.000 unidad	Municipalidad de Viña del Mar, Departamento infraestructuras, recursos materiales y seguridad interna - sección de mantención y reparación de infraestructura.	1	Prevención
--	--	------	------------------	--	---	------------

Continuación Tabla 6.

Línea de acción: Desarrollar medidas para reducir, recuperar y prevenir los RAM en el rompeolas.

Medidas	Actividades	Indicador de cumplimiento	Plazos	Costos	Responsable	Objetivo vinculado	Tipo de estrategia
Controlar residuos humedecidos por el oleaje	Instalación de auto compactadoras presto	Reporte anual de toneladas tratadas con auto compactadoras y porcentajes de disminución de RAM húmedo	2024 - 2028	\$12.000.000 unidad	MMA en coordinación con Municipalidad de Viña del Mar, departamento de Aseo y Ornato	1	Eliminación
Controlar residuos generados por expendios de comida cercanos al rompeolas	Elaboración de manual de buenas prácticas para los RAM en establecimientos de comida cercanos al rompeolas	Elaborar norma técnica que establezca requisitos y procedimientos considerados en manual y aplicable para establecimientos de comida.	2024 - 2028	\$1UF/hora personal de elaboración de manual	MMA en coordinación con Municipalidad de Viña del Mar, departamento de Aseo y Ornato	1	Mitigación
	Establecimiento de receptores de residuos sólidos con pedal en HDPE ~600 lts.	Reporte anual de encuesta de satisfacción del usuario	2024 - 2025	\$200.000 - \$300.000 unidad	Departamento de Aseo y Ornato - Municipalidad de Viña del Mar	1	Eliminación
Controlar residuos depositados en las calles o rompeolas	Establecimiento de puntos de separación de residuos en origen	Reporte anual de residuos acumulados y posteriormente valorizados por recicladores base	2024 - 2025	1. Rejilla: \$360.000 2. Contenedor: \$70.000 unidad 3. Contenedor tipo campana para vidrios: \$850.000 unidad	Departamento de Aseo y Ornato - Municipalidad de Viña del Mar	1	Mitigación
	Establecimiento de zonas de descanso con recolección integrada	Reporte anual con registros fotográficos de la instalación de zonas de descanso y encuesta de satisfacción del usuario	2024-2025	\$450.000 unidad	Departamento de Aseo y Ornato - Municipalidad de Viña del Mar	1	Eliminación

La línea de acción N.º2 (Tabla 7), espera el impulso del Ministerio de Medio Ambiente, la Municipalidad de Viña del Mar, universidades, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas. Se financia con una inversión inicial de \$750.000 pesos chilenos y \$30.000.000 anuales para financiar actividades, campañas, charlas y eventos comunitarios de educación y concientización ambiental.

Tabla 7. Detalle de actividades, indicadores, plazos, costos e impulsores de la línea de acción N.º2

Línea de acción: Promover la participación de la sociedad civil, academia, organizaciones científicas y sector privado en acciones que permitan reducir, valorizar, y prevenir la generación de RAM en el rompeolas.

Medidas	Actividades	Indicador de cumplimiento	Plazos	Costos	Responsable	Objetivo vinculado	Tipo de estrategia
Informar a la comunidad sobre ecosistemas costeros y RAM	Implementar miradores con paneles educativos e informativos en los rompeolas	Reporte anual con registros visuales y encuesta de satisfacción de usuarios.	2024 - 2026	\$150.000 unidad	MMA, Municipalidad de Viña del Mar en coordinación con instituciones académicas	2	Cambio de conducta
Educar a la población creando conciencia de los daños ocasionados por los RAM	Realizar campañas de educación ambiental en el paseo costero.	Número de actividades semestrales de difusión realizadas a la Sociedad Civil.	2024 - 2030	1. Voluntariados 2. 1UF/hr personal de educación	Municipalidad de Viña del Mar en coordinación con universidades y ONG	2	Cambio de conducta
	Facilitar visitas guiadas por el rompeolas.	1. Número de visitas educativas e interactivas semestrales por el paseo costero 2. Descripción de actividades 3. Registros visuales	2024 - 2030	1. Voluntariados ONG 2. \$600.000 grupo 20 personas	Municipalidad de Viña en coordinación con empresas de turismo, ONG ligadas a la educación ambiental	2	Cambio de conducta
Establecer programas de concientización ambiental de ecosistemas costeros en el rompeolas	Desarrollar actividades educativas con establecimientos educacionales	1. Programa de educación elaborado 2. Reporte de actividades realizadas	2024 - 2030	1. Voluntariados 2. 1UF/hr personal de educación	Municipalidad de Viña del Mar en coordinación con universidades y ONG	2	Cambio de conducta
	Promover charlas de expertos	Reportes periódicos publicados indicando número de charlas, organización, asistentes y expositores.	2024 - 2030	\$10.000 por asistente	Municipalidad de Viña del Mar en coordinación con universidades y ONG	2	Cambio de conducta
	Organizar eventos comunitarios	Número de eventos realizados, número de participantes, duraciones, actividades contempladas y encuesta de satisfacción	2024 - 2030	\$10.000 por asistente	Municipalidad de Viña del Mar en coordinación con universidades y ONG	2	Cambio de conducta

Para el cumplimiento de la línea de acción N.º3 (Tabla 7), se identifica como impulsores a la Municipalidad de Viña del Mar en coordinación con empresas privadas, con un costo de inversión único de \$2.800.000 pesos chilenos y un costo para eliminación y prevención de \$1.800.000 anuales aproximadamente.

Tabla 8. Detalle de actividades, indicadores, plazos, costos e impulsores de la línea de acción N.º3

Línea de acción: Desarrollar medidas para la reducción y prevención de aparición de especies sinantrópicas en el rompeolas.

Medidas	Actividades	Indicador de cumplimiento	Plazos	Costos	Responsable	Objetivo vinculado	Tipo de estrategia
Iluminar fondo del rompeolas donde se observa presencia de roedores	Instalar focos empotrados en zonas estratégicas para disuadir la presencia de vectores	Reporte visual de focos instalados en la infraestructura y reporte semestral de frecuencia de ocurrencia de roedores	2024 - 2025	\$70.000 unidad	Municipalidad de Viña del Mar, Departamento infraestructuras, recursos materiales y seguridad interna - sección de mantención y reparación de infraestructura material	3	Prevención
Erradicar la presencia de vectores biológicos	Establecer desratización: control pasivo y activo de roedores	Reporte de desratización inicial y sanitización ambiental por posibles ectoparásitos de roedores	2024 - 2030	\$150.000 mensual	Municipalidad de Viña del Mar, sección de mantención y reparación de infraestructura material en coordinación con empresas privadas de desratización	3	Eliminación
Controlar posible reaparición de vectores biológicos	Desarrollar programa de monitoreo continuo	Reporte semestral de la presencia de roedores en el rompeolas	2024 - 2030			3	Mitigación

6.8 DETERMINACIÓN DE COSTOS

Los costos asociados a las líneas de acción (tabla 9) se caracterizan como costos capital, es decir, costos se asocian con la adquisición, construcción o mejora de activos a largo plazo que contribuyen a la capacidad productiva o funcional y costos operacionales, es decir, los gastos que se producen de manera regular a lo largo del tiempo, como la mantención anual, siendo necesarios para mantener la operación y funcionalidad continua de un proyecto, sistema o activo.

Se aproxima que, para la instauración efectiva de medidas, se utilizaría un costo capital de \$23.550.000, mientras que los costos operacionales rodean los \$34.600.000 anuales

aproximadamente, siendo el componente de mayor costo, la educación ambiental con un total de \$30.000.000.

Tabla 9. Costos asociados a las líneas de acción

Línea de acción asociada	Tipo de costo	Concepto	Costo
	1 Capital	Adquisición e instalación de implementos, aparatos e instalaciones	\$15.000.000
	1 Capital	Promoción de convenio entre DIRECTEMAR y Municipio de Viña del Mar para coordinación y responsabilización de tareas	\$ 5.000.000
	1 Capital	Monitoreo y generación de reportes del estado de las instalaciones	\$ 750.000
	2 Capital	Instalación de material para sensibilización de usuarios del rompeolas	\$ 2.800.000
	1 Operativo	Reporte del estado de instalaciones para RAM	\$ 1.000.000
	2 Operativo	Campañas de educación ambiental	\$30.000.000
	3 Operativo	Instalaciones preventivas al asentamiento de roedores	\$ 1.800.000
	3 Operativo - variable	Desratización	\$ 2.800.000

Adicionalmente, se estima que para el diagnóstico que lleva a la formulación de lineamientos de acción, son requeridos \$3.168.000 que costean los conceptos de levantamiento de información sobre RAM, elementos urbanos, frecuencia de ocurrencia de especies sinantrópicas y encuestas de percepción de la población. Mientras que para la formulación de los lineamientos se requerirían de \$792.000 bajo el concepto de trabajo en gabinete. Es decir, se requerirán de \$3.960.000 para el diagnóstico y formulación de líneas de acción.

7. DISCUSIÓN

7.1 LINEAMIENTOS DE ACCIÓN PARA RAM Y ESPECIES SINANTRÓPICAS

De acuerdo a la información proporcionada por este estudio, existen RAM más abundantes que otros, dentro de los más abundantes se encuentran plásticos, latas de aluminio y colillas de cigarrillos, lo que concuerda con otros estudios que han demostrado la abundancia de este material en distintas zonas costeras a nivel global y nacional (Aguilera et al., 2016; Bravo et al., 2008; Núñez et al., 2010). Cabe mencionar que los reportes de DIRECTEMAR respecto a limpieza de playas señalan que las colillas de cigarro son el principal residuo encontrado en país desde el año 2011 (Núñez et al., 2012; Hidalgo-Ruz et al., 2016). Por lo que se sustenta la idea de priorizar el manejo de colillas de cigarrillos y plásticos de las zonas costeras.

Los plásticos son generalmente, clasificados de un solo uso y son encontrados en la zona de playa y sistema oceánico, es decir, no solo tienen presencia en la zona costera, sino que también, se encuentran en los cuerpos de agua marinos (Thiel et al., 2018), se sospecha que su gran presencia se debe a dos factores principalmente, el primero, es que este material se encuentra presente en una amplia gama de productos susceptibles a ser depositados en las vías públicas y también, por la dificultad que presentan a ser reciclados por el bajo valor económico una vez que se ven fragmentados (UNEP, 2018). Aunque, el desechar este tipo de residuo en lugares habilitados o bien, disminuir su uso, depende en gran parte del cambio de conducta esperado, al menos, de los usuarios del rompeolas. Es por esto, que probablemente las campañas de difusión, educación y sensibilización deban ser abordadas prolongadamente en el tiempo y advierta de daños tangibles, como los impactos a la salud y seguridad humana (Galloway, 2015).

De acuerdo a la información recolectada, se identifica que existe una relación estrecha y significativa entre el Índice de Complejidad Estructural (ICE) y la acumulación de RAM, lo que concuerda con los estudios de Aguilera et al., (2016; 2023), también se relaciona a una ausencia de receptores de residuos y presencia de miradores, así como la presencia de roedores en orden decreciente, es decir, una zona con alto ICE, con miradores y sin basureros, aumentaría la presencia de RAM, y además, atraería a especies sinantrópicas. Al ser los rompeolas, estructuras con una gran extensión total a través de Chile, esta problemática requeriría de medidas con enfoque integral entre

zonas costeras con rompeolas, como, sistematizar información, desarrollar reportes de progreso y establecer metas de disminución de residuos (ONU, 2016).

Respecto de las especies sinantrópicas, cuya presencia en el rompeolas ha sido evidenciada en este trabajo a lo largo de toda la extensión de la infraestructura, es preciso instaurar un Plan de Desratización que cuente con las normas sanitarias vigentes y que, a su vez, tenga como objetivo la prevención de una posible repoblación de estas especies, considerando que establecen un inminente riesgo para la población por las características de su ciclo de vida. El ciclo reproductivo puede ser a lo largo de todo el año, aunque se han reportado picos en primavera y otoño, las hembras pueden tener entre 1 y 12 camadas al año, son receptivas por un período de 20 horas, cada 4 a 6 días y el tiempo de gestación varía entre 21 a 26 días (Grandón et al., 2022). La presencia de *Rattus spp.* se asocia a una importante cantidad de enfermedades que suelen ser transmitidas al humano o animales domésticos a través del contacto directo o sus ectoparásitos (Lobos et al., 2005). Es importante recalcar el control de estas especies, ya que sus impactos son más notorios, en poblaciones donde se generan ambientes que facilitan la proliferación a partir de los tradicionales focos de infestación (Reiczigel et al., 2019), como lo son los rompeolas, que además de albergar residuos orgánicos de los que se pueden alimentar, otorgan refugio por su alto ICE y baja intensidad lumínica.

7.2 POLÍTICAS AMBIENTALES RESPECTO DE LOS RESIDUOS ANTROPOGENICOS MARINOS EN CHILE

En el territorio chileno, se puede inducir la importancia que se le da a las problemáticas ambientales a través del presupuesto público que se mantiene para desarrollar políticas públicas. A lo largo de los años, Chile ha aumentado el porcentaje de PIB que se destina a la protección al medio ambiente (DIPRES, 2019; García, 2019). Al presente año, en la Ley de Presupuestos 2023 (Ley N. ° 21.516/2023), el Gobierno elaboró la iniciativa "Desarrollo Productivo Sostenible" liderada por el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que articula recursos al Ministerio de Medio Ambiente, para superar el estancamiento productivo y enfrentar la crisis climática. Por su parte, el Ministerio de Medio Ambiente, crece en un 11,3% en parte por la incorporación de recursos para la ejecución del "Programa de Desarrollo Productivo Sostenible". Sin embargo, estos presupuestos no son destinados directamente a programas que tengan relación directa con los RAM o contaminación marina, particularmente, a pesar, de que el 2021 se desarrolló la "Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos",

en la que se destacan diversos impactos en el medio ambiente y bienestar de las personas. Además, se indica que generan un impacto anual directo de US\$60,7 millones en actividades económicas como la pesca, acuicultura, turismo y transporte marítimo y se considera como uno de los problemas globales más graves que afectan a los ecosistemas acuáticos y al medio marino.

En general, la preocupación sobre la contaminación marina recae en la presencia de micro y macropásticos, siendo uno de los productos prioritarios de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley N.º 20.920/2016), también de la Ley de prohibición de bolsas plásticas (Ley N.º 21.100/2018). A pesar de los esfuerzos realizados, la presencia de plásticos en el medio marino sigue siendo preocupante, sobre todo, cuando los rompeolas tienen el potencial de degradar los hábitats locales al aumentar la retención y acumulación de desechos generados por humanos (Aguilera et al., 2016), por lo que se requiere de ampliar el conocimiento de los impactos emergentes de la urbanización para diseñar planes efectivos de prevención, así como restauración del ecosistema (Abelson et al., 2015).

En Chile, cuando se desarrollan actividades o proyectos susceptibles de causar algún impacto ambiental, deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) así lo indique el artículo N.º 10 de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N.º 19.300/1994) o el artículo N.º 3 del Reglamento del SEIA (artículo N.º 2 del D.S. 95/2001). Si en el mencionado artículo se define la actividad o proyecto y además generan alguno de los efectos considerados significativos, enumerados en el artículo N.º 11 de la misma ley, deben elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), si no presenta ningún efecto considerado significativo debe elaborar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Si realiza un EIA, se debe levantar una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad, incluidas las eventuales situaciones de riesgo, lo que permitiría prevenir cualquier impacto, o de otra forma, mitigar y compensar los impactos generados. A su vez, una DIA, incluye una identificación de los impactos ambientales y medidas de mitigación ante el proyecto o actividad. Ya que los rompeolas no son considerados como susceptibles de causar impactos ambientales según la legislación ambiental vigente, no se pudo prevenir los efectos ya conocidos, con sus posteriores consecuencias no solo al ecosistema marino, sino que también a la salud de las personas que se exponen directamente a especies sinantrópicas, que son también vectores biológicos nocivos para la salud. Cabe mencionar que los documentos mencionados van

dirigidos no solo a titulares de proyectos, sino que también a inversionistas, empresarios, municipalidades y servicios públicos, así también, se puede acceder al SEIA de forma voluntaria, por lo que, de forma voluntaria se podría iniciar un EIA para cualquier rompeolas, recordando que la gestión ambiental no se limita a entidades empresariales y sus regulaciones abarcan una amplia gama de actividades, incluyendo infraestructuras, con el objetivo de garantizar se ejecuten y se mantengan en el tiempo de manera sostenible y respetando el medio ambiente.

En Chile, también existen normas de emisión, que son un instrumento legal que establece los límites máximos permisibles de emisiones hacia cuerpos de agua y la atmosfera. Las fuentes emisoras están obligadas a cumplir con estas normas, y la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) tiene la responsabilidad de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de estas regulaciones. Si existiera incumplimientos, la SMA puede aplicar sanciones y medidas correctivas para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. En la actualidad, solamente existen tres normas de emisión respecto a cuerpos de agua y una respecto a aguas marinas y continentales superficiales, que regular la descarga de contaminantes hacia cursos de aguas marinas y continentales superficiales mediante la fijación de límites máximos permisibles para la descarga de residuos líquidos (D.S. N.º90/2000), por lo que tampoco se puede acudir a esta norma para regular o controlar las emisiones de RAM que está en los rompeolas y eventualmente se emiten hacia el océano por acción del oleaje y las marejadas, ya que los RAM corresponde a un residuo de tipo sólido.

7.3 EFECTIVIDAD Y LIMITANTES DE LOS LINEAMIENTOS DE ACCIÓN

Es preciso recalcar, que el presente trabajo propone una estrategia de manejo ambiental para mitigar, prevenir, eliminar los efectos producidos por la acumulación de residuos en el rompeolas de Av. Perú en Viña del Mar, así mismo busca impulsar un cambio de conducta sobre los usos y la disposición de desechos en los rompeolas. La metodología que guía el establecimiento de las estrategias puede utilizarse como guía general para ser utilizado en otras localidades, con problemáticas asimilables, considerando que en Chile existen aproximadamente 26 km de extensión de rompeolas y un 45% de la población vive en las zonas costeras (Aguilera et al., 2016), sin embargo, se debe evaluar las condiciones, elementos y variables de cada localidad.

La conciencia e interés puede percibirse como un factor decisivo y puede ser identificado en la comuna mediante el levantamiento de información social o la presencia de ONG

activas en la zona, lo que haría más efectiva la implementación de estrategias que requieren de la participación de la comunidad y actores involucrados activamente en la protección del medio costero.

La voluntad política, así como la academia, se consideran una condición favorable al establecimiento de estrategias de manejo en el caso de la comuna de Viña del Mar, ya que cuenta con Departamento de Servicios del Medio Ambiente y una Unidad del Medio Ambiente, en la que dentro de sus funciones se encuentra programar, presupuestar, dirigir, coordinar y ejecutar la provisión de servicios relacionados con conservación del medio ambiente comunal, así como formular, dirigir y coordinar estudios de carácter institucional y estratégico, que fijen un plan regulador armónico de desarrollo del medio ambiente de la ciudad.

Dentro de las limitantes podemos identificar la participación y disposición de establecer manual de buenas prácticas respecto a residuos generados en expendios de comida rápida. Podría ser necesario contar con un reglamento que establezca la importancia, desarrollo y necesidad de este manual para cumplir con el objetivo de disminución de RAM, pero, sobre todo, de residuos orgánicos. Otra posible limitante podría estar ligada a las fuentes de financiamiento, ya que la falta de financiamiento para fiscalización, capacitaciones, desarrollo de proyectos, contratación de personal es una problemática a nivel nacional respecto de programas ambientales (Gatica, 2020).

8. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se identifica la falta de lineamientos de acción para el manejo de RAM y especies sinantrópicas presentes en el rompeolas de Avenida Perú en Viña del Mar. Esta problemática es efecto de una serie de carencias en cuanto a la coordinación de autoridades o encargados interdisciplinarios para elaborar estrategias, programas o planes que incluyan estos lineamientos para el esclarecimiento de medidas y actividades que tiendan hacia un uso sustentable del rompeolas. Tomar estos lineamientos como punto de partida, avanza hacia adoptar una legislación que proporcione un marco general para prevenir y reducir los RAM, o establecer un mecanismo interinstitucional para la coordinación entre los diversos actores involucrados en el problema.

El diagnóstico realizado para levantar los lineamientos de acción, demuestra que los residuos se encuentran presentes en toda la extensión del rompeolas, aunque en distintas densidades, dependiendo principalmente de la lejanía de la zona a receptores de residuos, es decir, basureros. Es en estos términos, donde compete esclarecer las competencias de los distintos actores involucrados, porque si bien, DIRECTEMAR tiene la misión de resguardar las zonas costeras frente a elementos contaminantes, es la municipalidad quien debe encargarse de la correcta distribución de basureros a lo largo del paseo costero para disuadir la disposición indiscriminada de residuos en el rompeolas. La densidad de residuos también obedece al Índice de Complejidad Estructural (ICE), sin embargo, realizar modificaciones del ICE incurriría en altos gastos ya que se debería reestructurar la infraestructura y no aseguraría que los usuarios dispongan correctamente los residuos, ya que, si bien son dependientes una variable de otra, el ICE solo afecta en la acumulación de los residuos y no sobre su disposición.

En la misma línea de responsabilidades municipales sobre residuos, se determinó en el diagnóstico de estudio, que, en toda la extensión del paseo costero adyacente, no se encuentra ningún punto limpio o punto verde para la separación de residuos en origen y su posterior valorización, lo que también puede influir sobre la mala disposición de los residuos dentro del rompeolas.

Así mismo, se destaca la presencia de roedores, en toda la extensión del rompeolas, aunque en distintas frecuencias. Es más frecuente el avistamiento de roedores en las zonas cercanas a contenedores y quioscos, zona comprendida entre Av. Teniente Hernán Merino y 8 Norte. Se infiere que al ser los quioscos expendios principalmente de alimentos, atraen una mayor cantidad de roedores que buscan alimentarse y por eso es

el aumento en su frecuencia. Por otra parte, cabe desatacar que de forma observacional se pudo identificar que los basureros son vaciados al menos tres veces por día por personal municipal en contenedores de 240 litros, mientras que los contenedores de 660 litros se vacían tres veces a la semana, por lo cual acumulan residuos por un periodo de tiempo más prolongado, lo que podría eventualmente atraer roedores en esta zona.

Dentro de los lineamientos de acción se considera el fomentar la participación de la comunidad. Es importante generar una sensibilización inicial y acompañarlo de un programa de educación ambiental ya que se ha comprobado en diversos estudios, que, al aumentar la conciencia ecológica en las personas, en este caso, usuarios, aumenta en ellos, el sentido de responsabilidad y cuidado por el medio ambiente. Lo cual, resultaría beneficioso a largo plazo. En general, se considera imprescindible para los lineamientos contar con una importante inversión inicial, no solo para que dote al rompeolas de la infraestructura necesaria para el correcto manejo de residuos, como basureros, contenedores y puntos limpios ubicados estratégicamente, si no, para que exista a mediano o largo plazo acciones que sean parte de una estrategia de cambio de conducta en los usuarios del rompeolas. Estos lineamientos de acción pueden constituir una base o punto de partida para considerar a los rompeolas como elementos susceptibles a acumular residuos dañinos para el ecosistema y salud pública de manera que se formulen programas, políticas, planes, normas o criterios para el unos sustentable de los rompeolas a lo largo de Chile.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abelson, A., Halpern, B.S., Reed, D.C., Orth, R.J., Kendrick, G.A., Beck, M.W., Belmaker, J., Krause, G., Edgar, G.J., Airoidi, L., Brokovich, E., France, R., Shashar, N., de Blaeij, A., Stambler, N., Salameh, P., Shechter, M., Nelson, P.A., (2015). Upgrading marine ecosystem restoration using ecological and social concepts. *BioScience* 66, 12-23. <http://dx.doi.org/10.1093/biosci/biv171>.

Aguilera, M. (2018). Artificial defences in coastal marine ecosystems in Chile: Opportunities for spatial planning to mitigate habitat loss and alteration of the marine community structure. *Ecological Engineering*, 120, 601-610.

Aguilera, M. A. (2018). Artificial defences in coastal marine ecosystems in Chile: Opportunities for spatial planning to mitigate habitat loss and alteration of the marine community structure. *Ecological Engineering*, 120, 601-610.

Aguilera, M. A., Broitman, B. R., & Thiel, M. (2016). Artificial breakwaters as garbage bins: Structural complexity enhances anthropogenic litter accumulation in marine intertidal habitats. *Environmental Pollution*, 214, 737–747.

Aguilera, M., Castro, A. & Thiel, M. (2023a). Fast accumulation of anthropogenic litter on upgraded breakwaters: A persistent and hidden threat to coastal habitats. *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114731

Aguilera, M. A., Rojas, A., Bulleri, F., & Thiel, M. (2023b). Breakwaters as habitats for synanthropes: Spatial associations of vertebrates and vegetation with anthropogenic litter. *Science of The Total Environment*, 862, 160753.

Beck, M. (1998). Comparison of the measurement and effects of habitat structure on gastropods in rocky intertidal and mangrove habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 169, 165–178.

Beeharry, Y. D., Bekaroo, G., Bokhoree, C., Phillips, M. R., & Jory, N. (2017). Sustaining anti-littering behavior within coastal and marine environments: Through the macro-micro level lenses. *Marine Pollution Bulletin*, 119(2), 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.029>

Bravo, M.; MA Gallardo; P. Núñez; M. Thiel. (2008). Primer Muestreo Nacional de Basura en las Playas. Informe Científicos de la Basura en las Playas. Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 33p.

Bulleri, F., Batten, S., Connell, S.D., Lisandro Benedetti-Cecchi, M.G., Nugues, M.M., Gribben, P. (2020). Human pressures and the emergence of novel marine ecosystems. *Oceanography and Marine Biology an Annual Review*, p. 80.

Castro, C., Morales, E. 2006. *La Zona Costera, Medio Natural y Ordenación Integrada*. Santiago, Chile GEOLibros.

Chen, C.L. (2015). Regulation and Management of Marine Litter. En M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 395-428). https://doi.org/10.1007/978-3-319-165103_15

Decreto 90. Establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia. Promulgada 2.000. Recuperado de: <https://bcn.cl/2jujt>

DIPRES (Dirección de Presupuestos del Gobierno de Chile). Ley de Presupuesto 2020. Recuperado en: < https://www.dipres.gob.cl/597/articles-192819_doc_pdf.pdf

DIRECTEMAR (2011). Reporte Nacional del Día Internacional de Limpieza de Playas 2011. Chile.

Galloway, T. (2015). Micro y nanoplasticos y salud humana. (cap.13). En: Bergmann, M. y M. Klages. *Marine Anthropogenic Litter*. Alemania. 457p.

García, N. (2019). Gasto Gubernamental en Protección del Medio Ambiente. Asesoría Técnica Parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Gardey, A., & Pérez Porto, J. (11 de 09 de 2013). Definición de plaga. Recuperado el 10 de 08 de 2018, de <https://definicion.de/plaga/>

Gatica Gómez, D. M. (2020). Bases para una política de gestión integral de residuos antropogénicos marinos en Chile. Memoria de título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado. Santiago, Chile.

Gittman, R.K., Fodrie, F.J., Popowich, A.M., Keller, D.A., Bruno, J.F., Currin, C.A., Peterson, C.H., Piehler, M.F. (2015). Engineering away our natural defenses: an analysis of shoreline hardening in the US. *Front. Ecol. Environ.* 13, 301e307. <http://dx.doi.org/10.1890/150065>

González, S. (2019). Criterios públicos y privados para evitar el deterioro del borde costero que sostiene el desarrollo turístico de la Región de Coquimbo (Chile).

Grandón, A., Moreno, L., Garcés, C., Figueroa-Sandoval, F., Beltrán-Venegas, J., Serrano-Reyes, J., (2022). Patterns of gastrointestinal helminth infections in *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* and *Mus musculus* in Chile. *Frontiers in veterinary science*, 874.

[Grelaud M. & Ziveri P. \(2020\). The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation. *Scientific Reports*, 10, 20326. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-77225-5>](https://www.nature.com/articles/s41598-020-77225-5)

Hidalgo-Ruiz, V.; D. Honorato; M. Gatta y M. Thiel. (2016). Tercer muestreo nacional de basura en playas de Chile 2016 y resultados comparativos con campañas 2008-2012: Escolares diagnostican el creciente problema de la basura en nuestras playas. 2016. Recuperado de: http://www.cientificosdelabasura.cl/panel_admin/kcfinder/upload/files/informemuestreo_nacionaldebasuraenlasplayas18sept2016.pdf

Ley 19.300. Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia. Promulgada 1994. Recuperado de: <https://bcn.cl/2f707>

Ley 20.920. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Ministerio del Medio Ambiente. Promulgada 2016. Recuperado de: <https://bcn.cl/2f7b2>

Ley 21.100. Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de uso comercial en todo el territorio nacional. Ministerio del Medio Ambiente. Promulgada 2018. Recuperado de: <https://bcn.cl/2fck6>

Lobos, G., Ferres, M., & Palma, R. E. (2005). Presencia de los géneros invasores *Mus* y *Rattus* en áreas naturales de Chile: un riesgo ambiental y epidemiológico. *Revista chilena de historia natural*, 78(1): 113-124.

Martínez, C., Arenas, F., Bergamini, K. & Urrea, J. (2019). Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Serie Policy Papers CIGIDEN. Recuperado de: https://www.cigiden.cl/wp-content/uploads/2019/10/PP_LeyBordeCostero_digital.pdf

Núñez, P.; L. Eastman; Crettier, B; M. Thiel. (2010). Encuesta Nacional de la Basura en las Playas. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 31p.

Núñez, P.; N. Vásquez; V. Macaya; V. Hidalgo; M. Thiel. (2012). Informe del Segundo Muestreo Nacional de la Basura en las Playas, Chile 2012. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 24p.

Organización de las Naciones Unidas. (2022). Plan de Acción de Basura Marina para el Pacífico Nordeste 2022–2026. https://www.un.org/es/documents/view_doc.asp?symbol=ST/ESA/363

PIANC. (2003). State of the art of designing and constructing berm breakwaters. Marine Navigation Commission. Bruselas, Bélgica.

Pickett, S.T.A., McGrath, B., Cadenasso, M.L., Felson, A.J. (2014). Ecological resilience and resilient cities. *Build. Res. Inf.* 42, 143e157. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2014.850600>

PNUMA (2013). La Estrategia de Honolulu: Un Marco Global para la prevención y Manejo de Desechos Marinos.

PNUMA (2019). MOOC_Basura Marina. Curso online. Lanzado por ONU Medio Ambiente (UN Environment), a través del Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities (GPA) y la secretaría del Global Partnership on Marine Litter (GPML), este curso ha sido desarrollado en colaboración con la Universidad Abierta de Holanda (Open Universiteit).

Reiczigel, J., Marozzi, M., Fabian, I., & Rozsa, L. (2019). Biostatistics for parasitologists – a primer to Quantitative Parasitology, *Trends in Parasitology*, 35(4): 277-281.

Ruiz, F. (2008). Apuntes del curso de hidrodinámica. E.S.I.A. del Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal de México.

Sheavly, S. B., & Register, K. M. (2007). Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions. *Journal of Polymers and the Environment*, 15(4), 301-305. <https://doi.org/10.1007/s10924-007-0074-3>

Thiel, M., Hinojosa, I.A., Miranda, L., Pantoja, J.F., Rivadeneira, M.M., Vásquez, N. (2013). Anthropogenic marine debris in the coastal environment: a multi-year comparison between coastal waters and local shores. *Marine Pollution Bull.* 71, 307 – 316

Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I. A., Luna, N., Zavalaga, C. (2018). Impacts of Marine Plastic Pollution From Continental Coasts to

Subtropical Gyres—Fish, Seabirds, and Other Vertebrates in the SE Pacific. *Frontiers in Marine Science*, 5. <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2018.00238>

Thompson, C. (2015). Microplastics in the marine environment: sources, consequences and solutions. In: Bergman, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Berlin,. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2018. Plásticos de un solo uso: una hoja de ruta para la sostenibilidad. 104p.

Valencia-Pacheco, E., Avaria-Llautero, A., Muñoz-Escobar, C., Boric-Bargetto, D. & Hernández, C. (2011). Patrones de distribución geográfica de la riqueza de especies de roedores de la tribu Oryzomyini (Rodentia: Sigmodontinae) en Sudamérica: Evaluando la importancia de los procesos de colonización y extinción. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84, 365-37. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000300005>

Córdova López, Luis F., Hernández Valdés, Kenia, & Benítez Cristiá, Héctor. (2017). Interacción entre playas y rompeolas emergidos: comparación con rompeolas sumergidos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(1), 72-85

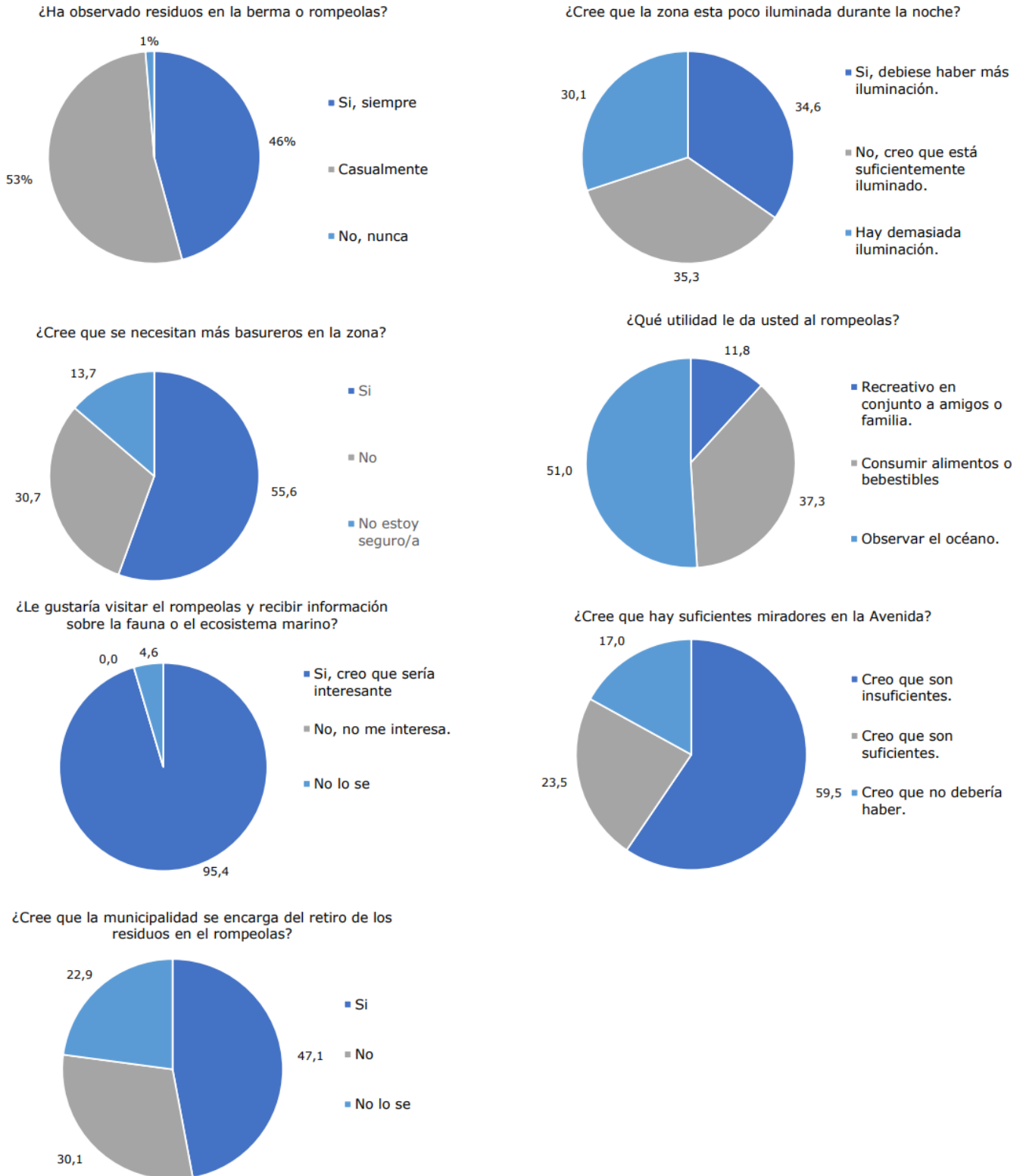
10. ANEXOS

ANEXO 1. Cronograma de actividades realizadas para la presente investigación:

ACTIVIDAD	Mes	Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					Julio						Agosto				
	Semana	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5				
Toma de datos ICE						X																																				
Toma de datos residuos						X																																				
Toma de datos intensidad lumínica																				X																						
Aplicación encuesta																									X	X	X															
Digitalización de datos							X	X																					X	X												
Redacción final informe seminario																												X	X	X	X											
Entrega seminario de graduación																																						X				
Termino primer semestre																																						X				

ACTIVIDAD	Mes	Septiembre					Octubre						Noviembre				
	Semana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Prueba cámaras trampa						X											
Toma de datos intensidad lumínica						X											
Instalación cámaras trampa									X			X			X		
Digitalización de datos													X	X			
Análisis estadístico de datos				X	X					X	X		X	X			
Redacción TFG									X	X	X		X	X			
Entrega TFG																	X

ANEXO 2. Resultados encuesta de percepción de la población sobre RAM en rompeolas (n=153).



ANEXO 3. Resultado revisión de fuentes secundarias sobre RAM.

Autor (es)	Título	Año de publicación	Fuente de publicación
Bourne & Clark. 1984	The Occurrence of Birds and Garbage at the Humboldt Front off Valparaiso, Chile	1984	Marine pollution bulletin
Gregory M. R., Ryan P. G. 1997	Pelagisc plastics and other seaborne persistent synthetic debris: Areview of southern hemisphere perspective	1997	Libro Marine debris: sources, impacts and solutions
Bravo, M.; MA Gallardo; P. Núñez; M. Thiel. 2008	Primer Muestreo Nacional de Basura en las Playas. Informe Científicos de la Basura en las Playas	2008	Universidad Católica del Norte
Astudillo, J. C., Bravo, M., Dumont, C. y Thiel, M. 2009	Detached aquaculture buoys in the SE Pacific: potential dispersal vehicles for associated organisms	2009	Aquatic biology
Bravo, M., Gallardo, M., Luna-Jorquera, G., Núñez, P., Vásquez, N. y Thiel, M. 2009	Antropogenix debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers	2009	Marine pollution bulletin
Libro Marine debris: sources, impacts and solutions	Temporal and spatial distribution of floating objects in coastal waters of central-southern Chile and Patagonian fjords	2011	Continental Shalf research
Thiel, M., Hinojosa, I., Vásquez, N. y Macaya E. 2013	Anthropogenic marine debris in the coastal environment: A multi-year comparison between coastal waters and local shores	2013	Marine pollution bulletin
Thiel, M., Hinojosa, I.A., Miranda, L., Pantoja, J.F., Rivadeneira, M.M., Vásquez, N. 2013.	Anthropogenic marine debris in the coastal environment: a multi-year comparison between coastal waters and local shores	2013	Marine Pollution bulletin
Chen, C.L. 2015	Regulation and Management of Marine Litter	2015	Libro Marine Antropogenic Litter
Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca). 2016	Desechos marinos en playas de jurisdicción de la Gobernación Marítima de Castro	2016	Documento oficial
Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca). 2016	Desechos marinos en playas de jurisdicción de la Gobernación Marítima de Castro: Condición octubre 2016	2016	Documento oficial
Aguilera, M. A., Broitman, B. R., & Thiel, M. 2016.	Artificial breakwaters as garbage bins: Structural complexity enhances antropogenic litter accumulation in marine intertidal habitats.	2016	Environmental Pollution bulletin
Libro Marine debris: sources, impacts and solutions	Libro Marine debris: sources, impacts and solutions	2017	Ocean & coastal managment
Beeharry, Y. D., Bekaroo, G., Bokhoree, C., Phillips, M. R., & Jory, N. 2017	Sustaining anti-littering behavior within coastal and marine environments: Through the macro-micro level lenses.	2017	Marine Pollution Bulletin
Grelaud M. & Ziveri P. 2020	The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation	2020	Scientific Reports
Aguilera, M., Castro, A., Thiel, M. 2023	Fast accumulation of anthropogenic litter on upgraded breakwaters: A persistent and hidden threat to coastal habitats.	2023	Marine Pollution Bulletin

