

## DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN PLANTAS DE ACEITE Y HARINA DE PESCADO Y PLANTAS DE ALIMENTO PARA PECES, QUE EN FUNCIÓN DE SUS OLORES, GENERAN MOLESTIA Y CONSTITUYEN UN RIESGO A LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN

Octubre 2022

**Presentación**

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de coordinar el diseño y establecimiento de Normas de Calidad y de Emisión, así como Planes de Descontaminación y Prevención Ambiental. De acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 y en el Reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D.S. N° 38/2012 del Ministerio de Medio Ambiente), se requiere de un Análisis de Impacto Económico y Social (AGIES) de las propuestas normativas que sirva como apoyo a la participación ciudadana (PAC) y a la toma de decisiones enfocada principalmente en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMSyCC), tarea que recae en el Departamento de Economía Ambiental (DEA) del Ministerio del Medio Ambiente.

El proceso de elaboración de una norma desde el desarrollo del anteproyecto hasta su aprobación contempla la elaboración de un documento AGIES que se realiza en dos etapas:

- Un primer documento para apoyar el proceso de participación ciudadana, denominado AGIES del Anteproyecto (A-AP)
- Y el segundo documento para apoyar al CMSyCC en la toma de decisión, denominado Actualización de Costos y Beneficios del Proyecto Definitivo (A-PD).

El presente AGIES se encuentra en el proceso A-AP (Figura 1, en rojo), y en él se evalúan los beneficios y los costos de la norma nacional de emisión de olores en plantas de aceite y harina de pescado y plantas de alimento para peces.



Figura 1. Etapa del AGIES: A-AP=AGIES Anteproyecto, PAC=Participación Ciudadana, A-PD=Actualización AGIES Proyecto Definitivo, CMS=Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentados corresponden a las medidas definidas a la fecha de cierre de este informe, las que podrían sufrir modificaciones en etapas posteriores, tales como Consejo de Asesores, Participación Ciudadana, Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático.

## Resumen

El presente informe muestra los resultados del Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de la Norma de Emisión de contaminantes en plantas de aceite y harina de pescado y plantas de alimento para peces. El Anteproyecto propone establecer una norma emisión de contaminantes en estas plantas, ya sea si son existentes o nuevas. Dentro de las exigencias se definen límites de emisión de olor para fuentes emisoras, límites de emisión en el receptor y prácticas operacionales para el control y reducción de olor.

La metodología empleada en la elaboración del AGIES se basa en un Análisis Costo-Beneficio (ACB), donde se traduce a términos monetarios los impactos que implica el cumplimiento de la Norma propuesta. La elaboración del ACB considera la comparación de dos escenarios: situación sin proyecto (línea base) y situación con proyecto regulatorio. La línea base asumió que las emisiones de las plantas se mantienen constantes durante el periodo de evaluación de diez años (2023-2033), mientras que la situación con proyecto supone su entrada en vigencia a partir del año 2023, aplicando exigencias desde ese año.

Para la evaluación de costos se consideró la implementación de tecnologías de remoción y reducción de olor necesarias para cumplir los estándares de emisión, así como los costos de fiscalización, monitoreo y reporte asociados. Para los beneficios, se estima el valor económico de la población afecta por la reducción de malos olores, mediante metodología de valoración contingente. Además, se integró el concepto de justicia ambiental<sup>1</sup> al análisis, por lo que se realiza una evaluación de beneficios no monetaria complementaria al ACB.

Los resultados del AGIES indican que:

- La norma mejoraría la calidad de vida de aproximadamente 150.000 personas.
- La normativa provee beneficios de US\$ 31,03 millones en valor presente (VP)<sup>2</sup>. Además, se identifican beneficios asociados a la reducción de malos olores a través de la metodología de precio hedónico.
- La norma genera beneficios asociados a justicia ambiental, mejorando condiciones ambientales en grupos vulnerables de la población.
- Los costos alcanzan los US\$ 26,59 millones en valor presente.
- La relación beneficio/costo es de 1,17 veces los beneficios sobre los costos.

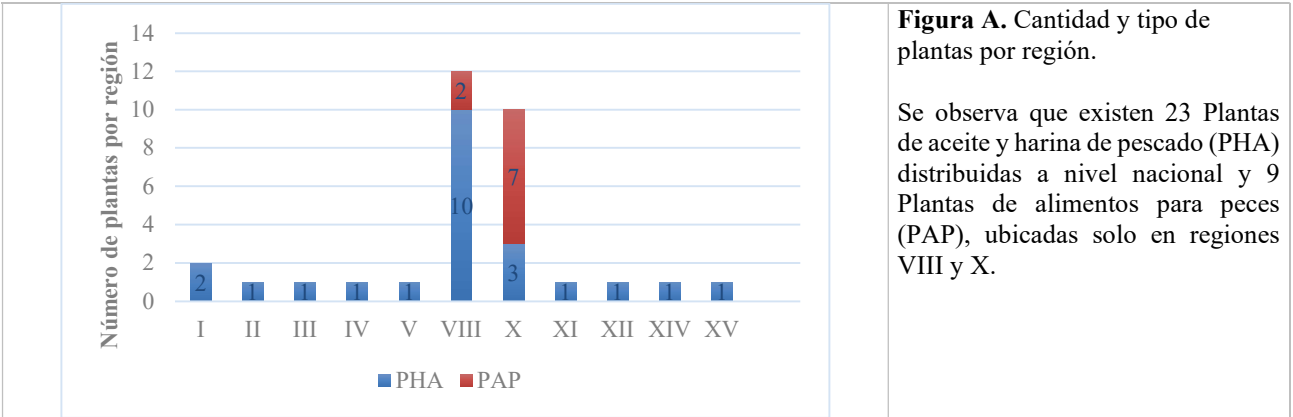
En conclusión, el AGIES sugiere que la normativa es socialmente rentable, mejorando significativamente la calidad de vida de los habitantes expuestos a olores.

---

<sup>1</sup> Según la Environmental Justice Strategy (1995), se define la justicia ambiental como el tratamiento justo y el involucramiento significativo de todas las personas, sin importar su raza, color, nación de origen o ingreso, respecto al desarrollo, implementación y ejecución de políticas, regulaciones y leyes ambientales. El tratamiento justo significa que ningún grupo de personas debe recibir una carga desproporcionada de las consecuencias ambientales negativas provenientes de operaciones o políticas industriales, gubernamentales o comerciales. Véase en [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-02/documents/ej\\_strategy\\_1995.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-02/documents/ej_strategy_1995.pdf) y <https://www.epa.gov/environmentaljustice>

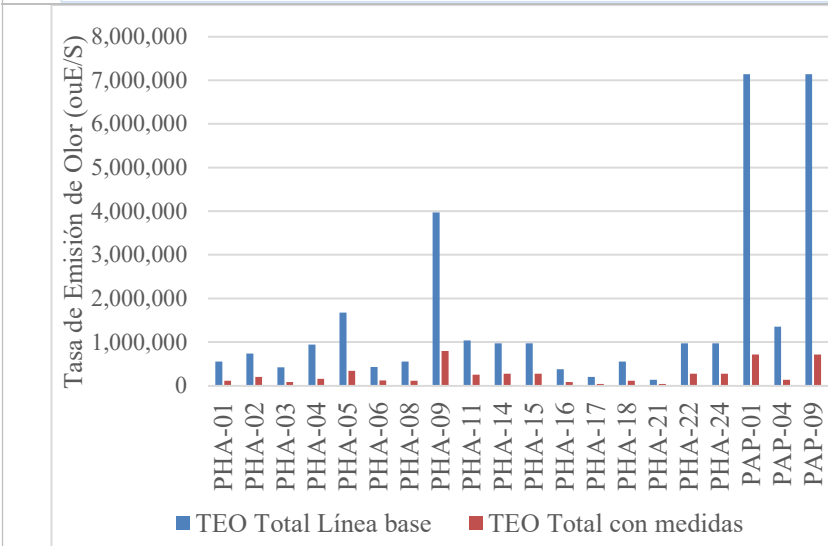
<sup>2</sup> Se considera un valor de UF correspondiente a \$32.694,20 (01 de junio 2022) y un dólar de \$811,42 correspondiente al promedio móvil de junio 2021 a junio 2022.

## Figuras y Tablas



**Figura A.** Cantidad y tipo de plantas por región.

Se observa que existen 23 Plantas de aceite y harina de pescado (PHA) distribuidas a nivel nacional y 9 Plantas de alimentos para peces (PAP), ubicadas solo en regiones VIII y X.



**Figura B.** Tasa de Emisión de Olor bajo cumplimiento normativo.

Se observa la TEO TOTAL Línea Base v/s TEO TOTAL con Medidas (bajo cumplimiento normativo) de 20 plantas luego de aplicar las medidas necesarias para reducir la emisión total de las unidades odorantes en 70%. Existen 12 que cumplen en línea base (no tienen reducción por medidas).

Para más detalle ver sección 4.2

Tipo de Medida	Costos (MMUS\$)	Beneficios (MMUS\$)
	Inversión y Operación	DAP por Olor
<b>Reducción de emisiones de olor</b>	17,98	31,03
<b>Reporte y monitoreo</b>	5,08	
<b>Fiscalización</b>	3,53	
<b>TOTAL</b>	<b>26,59</b>	<b>31,03</b>
<b>Razón B/C</b>	<b>1,17</b>	

Los mayores costos se observan por la implementación de tecnología y/o medida de abatimiento para la reducción de emisiones. Las consideraciones de la estimación de costos por tecnología se detallan en sección 3.3.

Los beneficios valorizables se obtienen por la reducción de olores molestos producto de la regulación. También se estiman beneficios no monetarios asociados a justicia ambiental.

La razón beneficio costo de 1,17 sugiere que la regulación es socialmente rentable.

## ÍNDICE

Resumen .....	2
1. Antecedentes .....	6
2. Diseño regulatorio .....	8
3. Metodología general.....	9
3.1. Línea base .....	11
3.1.1. Emisiones de olor .....	11
3.1.2. Flujo de vahos.....	14
3.1.3. Nivel de actividad.....	15
3.2. Reducción de emisiones.....	16
3.3. Estimación de Costos.....	17
3.3.1. Medidas de reducción de emisiones y eficiencia de abatimiento .....	17
3.3.2. Límite de olor .....	18
3.3.2.1. Reducción de TEO TOTAL de 70%.....	19
3.3.3. Monitoreo y reportes .....	21
3.3.4. Fiscalización .....	22
3.4. Estimación de Beneficios.....	23
3.4.1. Metodología General de Beneficios .....	23
3.4.1.1. Identificación de beneficios no monetarios y justicia ambiental .....	24
3.4.1.2. Beneficios Monetarios por Reducción de horas de Olor (cambio en la percepción del olor de los receptores afectados) .....	25
3.5. Ajuste de inflación .....	31
3.6. Análisis costo beneficio (ACB) .....	32
4. Resultados .....	33
4.1. Cumplimiento normativo.....	33
4.1.1. Plantas, límite de olor y reducción de emisiones.....	33
4.2. Línea base y reducciones de emisiones de olor .....	34
4.3. Población afectada por olores .....	34
4.4. Análisis de justicia ambiental .....	35
4.4.1. Análisis general de los datos .....	35
4.4.2. Comparación en radio de dos kilómetros .....	36
4.4.3. Comparación en radio de cinco kilómetros .....	37
4.5. Costos y beneficios .....	38

4.5.1.	Costos por reducción de emisiones de olor .....	38
4.5.2.	Beneficios por reducción de emisiones de olor .....	38
4.5.3.	Costos y Beneficios en valor presente .....	39
5.	Conclusiones .....	41
6.	Anexos.....	42
6.1.	Matriz de cumplimiento normativo .....	42
6.2.	Materia y Flujo.....	43
6.3	Nivel de actividad por planta .....	45
6.4	Tasa de Emisión de Olor.....	46
6.5	Resultados de modelos Probit.....	46
7	Ficha del AGIES .....	48
8	Bibliografía.....	49

## 1. Antecedentes

Durante el 2020, la actividad pesquera ascendió al 0,45% del PIB nacional<sup>3</sup>. Ese año, Chile exportó US\$ 449 millones en pellet, harina y/o pescado para alimentar animales, principalmente a China (35,8%), Japón (14%), Corea del Sur (13,2%) y Estados Unidos (11,3%)(OCDE, 2020). Por otro lado, la harina de pescado alcanzó un valor exportado neto de US\$ 370,9 millones para el mismo año, y un volumen exportado de 237.039 toneladas anuales, cuyos principales destinos de producto exportado fueron: China (44,0%), Japón (16,0 %) y Corea del Sur (13,5%), seguidos en menor importancia por Vietnam, Taiwán, Italia, Canadá, España, Australia y otros (SUBPESCA, 2020).

Las plantas de alimento para peces y plantas de aceite y harina de pescado, en adelante PHA y PAP respectivamente, son definidas en el Anteproyecto como fuentes emisoras<sup>4</sup>. Las PHAs elaboran, en base a recursos hidrobiológicos de la pesca y de la acuicultura, harinas de alto valor proteico y ácidos grasos que pueden ser empleados como alimento base para animales como aves, vacas, ovejas y cerdos (The Synergy Group SpA, 2021). Las PAPs transforman insumos como harina y aceite de pescado, oleaginosas, concentrados vegetales, productos en base a trigo, vitaminas, minerales y pigmentos, en alimentos (pellets) balanceados para el cultivo de peces en pisciculturas (Comisión regional de Medioambiente, 2007; The Synergy Group SpA, 2021).

El Anteproyecto tiene por objeto proteger la salud de la población y mejorar su calidad de vida, mediante la prevención y control de la emisión de contaminantes de plantas de aceite y harina de pescado y de alimento para peces que, en función de sus olores, generan molestia y constituyen un riesgo para la calidad de vida de la población.

El Anteproyecto propone establecer una norma emisión de olor para las PHAs y PAPs existentes y nuevas. Dentro de las exigencias se definen límites de emisión de olor que implican la reducción de las Tasas de Emisión de Olores (TEO) y prácticas operacionales para el control y reducción de olor. Durante la revisión de antecedentes se analizó la potencial convergencia entre la propuesta de norma y otros instrumentos con el objetivo de revisar cualquier interacción que pueda generar impactos en la estimación de los costos y beneficios de la normativa que se quiere evaluar<sup>5</sup> (DICTUC, 2021a). En efecto, la regulación propuesta considera en su Art.10 las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA). Las fuentes emisoras existentes que cuenten con límites de emisión de olor fijados en sus respectivas RCA, que sean más exigentes a los indicados en la presente norma, deberán dar cumplimiento al límite establecido en dicha resolución.

---

<sup>3</sup> Participación por clase de actividad económica, series empalmadas, referencia 2013. Ver PIB anual 2020 en <https://www.odepa.gob.cl/?s=pib&desde=1999&hasta=2022>

<sup>4</sup> Anteproyecto Art. 3 c). Fuente emisora: toda planta de planta de aceite y harina de pescado y planta de alimento para peces de dimensiones industriales, es decir, que utilicen como materia prima una cantidad igual o superior a quinientas toneladas mensuales (500 t/mes) de biomasa, en el mes de máxima producción.

<sup>5</sup> En este sentido se analizó el Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano, el Anteproyecto de la Norma de Emisión para Calderas y Procesos de Combustión, el Informe “Plan de Gestión Ambiental de la Bahía de Mejillones del Sur”, el Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Coronel y Documentos de buenas prácticas operacionales desarrollados por las asociaciones gremiales ASIPES Y ASIPNOR (DICTUC, 2021a).

Para el análisis de las PHAs y PAPs, diversos antecedentes sobre línea base fueron levantados por los estudios de The Synergy Group SpA (2021) y DICTUC (2021a). En los casos que se requirió de mayor información, ésta fue recopilada por el Departamento de Ruido, Lumínica y Olores (en adelante, DRLO) y el DEA del Ministerio del Medioambiente, como se señalará en la sección 3. Dentro de los principales antecedentes, se incluyen:

- Toneladas de materia prima producida anual para PHAs 2019, 2020 y 2021 según SERNAPESCA.
- Las tasas de emisión de olor por unidad emisora de olor por planta.
- Los tipos de tecnologías ya implementados por las plantas, sus costos y eficiencias.

A nivel nacional, las plantas se distribuyen latitudinalmente desde la región Arica y Parinacota hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena. La Tabla 1 a continuación detalla la cantidad de plantas según tipo de planta y localización geográfica. Se observa que existen 23 PHAs y 9 PAPs, cuyo catastro es actualizado según la mejor información disponible.

Tabla 1. Cantidad de plantas PHA y PAP considerados y región.

Tipo de planta	Ubicación geográfica	Número de Plantas
PHA	Región de Arica y Parinacota	1
	Región de Tarapacá	2
	Región de Antofagasta	1
	Región de Atacama	1
	Región de Coquimbo	1
	Región de Valparaíso	1
	Región de Biobío	10
	Región de los Ríos	1
	Región de los Lagos	3
	Región de Aysén	1
	Región de Magallanes y Antártica Chilena	1
	<b>Subtotal</b>	<b>23</b>
	PAP	Región de Biobío
Región de los Lagos		7
<b>Subtotal</b>		<b>9</b>
<b>Total general</b>		<b>32</b>

Fuente: Elaboración propia en base a (DICTUC, 2021a) y DRLO.

A continuación, se presentan las exigencias de la normativa de acuerdo con el Anteproyecto.

## 2. Diseño regulatorio

Según el Art. 4 del Anteproyecto, el límite de olor se expresa como Tasa de Emisión de Olor (TEO) definida como la cantidad de sustancias olorosas que pasan a través de un área definida por unidad de tiempo.

Para el cumplimiento del límite de emisión de olor en fuentes emisoras existentes, durante el primer año de entrada en vigencia de la normativa, deberán medir la TEO<sub>TOTAL</sub><sup>6</sup>, es decir, de todas las unidades emisoras de olor de la fuente emisora, considerando las condiciones más desfavorables de operación (Artículo 9, Anteproyecto). Con dicha información la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) establecerá la TEO en base a la que podrá calcularse el límite de emisión de olor para la fuente emisora, conforme a reducir en un 70% la TEO<sub>TOTAL</sub>. Las fuentes emisoras podrán eximirse de este límite, para lo cual deberán adicionalmente realizar una modelación de todas las unidades emisoras de olor para determinar la TEO<sub>TOTAL</sub> que permita cumplir el impacto odorante máximo de 3 ouE/m<sup>3</sup> p98 en el receptor, en el periodo efectivo de funcionamiento de la planta dentro de un año (Artículo 6, Anteproyecto). En caso de que la fuente emisora acredite un valor mayor a 3 ouE/m<sup>3</sup> P98, podrá optar por reducir sus emisiones hasta alcanzar un impacto odorante máximo de 3 ouE/m<sup>3</sup> P98, en el plazo de 3 años, desde la entrada en vigencia de la norma, o, cumplir con lo establecido en la Tabla N°1 del Anteproyecto.

Posteriormente, el límite de olor se centra en las tasas de emisión de olor medidas<sup>7</sup> en las unidades emisoras de olor y que permitan cumplir el valor establecido en la normativa.

A continuación, en Tabla 2, se sintetizan los requerimientos normativos para las plantas existentes.

Tabla 2. Requerimientos normativos por tipo de planta existente evaluados en AGIES.

Requerimiento	Plantas de aceite y harina de pescado (PHA)	Plantas de alimento para peces (PAP)
Límite de emisión, en TEO (ouE/t) y porcentaje de reducción de olor asociado al límite de emisión (%)	$TEO_{TOTAL} medida\ año\ 1 \times (1 - X_T/100)$ $X_T = 70\%$ de reducción de TEO <sub>TOTAL</sub> .	
Límite olor para eximición	TEO <sub>TOTAL</sub> que permita cumplir un impacto odorante máximo de 3 ouE/m <sup>3</sup> p98 en el receptor.	
Monitoreo y Reporte	Reportes de inicio y cumplimiento. Planes de Contingencia Monitoreo on-line de parámetros operacionales	

Fuente: Elaboración propia.

<sup>6</sup> Anteproyecto Art. 3 m) Tasa de emisión de olor Total (TEO TOTAL) se define como TEO de todas las unidades emisoras de olor de la fuente emisora, considerando las condiciones más desfavorables de operación. Incluye las unidades emisoras de olor ubicadas en las áreas de recepción de materia prima, producción y disposición de producto terminado, y planta de tratamiento de riles, dependiendo de la existencia de estas áreas en cada caso.

<sup>7</sup> Las mediciones de olor se realizan bajo estándares de medición homologados a través del Instituto Nacional de Normalización (INN)



Para el caso de las fuentes emisoras nuevas, el titular desde la entrada en vigencia de la norma, deberá medir la TEO<sub>TOTAL</sub> que le permita cumplir con un impacto odorante máximo de 3 uo<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98 en base al periodo efectivo de funcionamiento de la planta durante un año (Artículo 7, Anteproyecto). Cabe señalar que, para la presente evaluación, sólo se consideran las plantas existentes.

Adicionalmente, el Anteproyecto requiere Prácticas operacionales para el control de emisiones de olor (Artículo 11, Anteproyecto). Este incluye, que PHAs informe a la SMA de Procedimientos Operaciones detallando: limpieza de la planta y correcto cierre de tornillos<sup>8</sup>. Además, PHAs y PAPs deben informar a través de un monitoreo en línea de las condiciones de operación de las tecnologías de abatimiento de olor utilizadas en las unidades emisoras, y realizar un Plan de Contingencias de Olor, que tenga por objetivo comunicar inmediatamente cuando ocurra una contingencia a la SMA.

Todas las fuentes emisoras existentes, deberán realizar un reporte de inicio y un reporte de cumplimiento (Artículo 14 y 15, Anteproyecto) que acredite el cumplimiento de las exigencias.

Finalmente, el Anteproyecto requiere del control y fiscalización por parte de la SMA (Artículo 16, Anteproyecto).

### 3. Metodología general

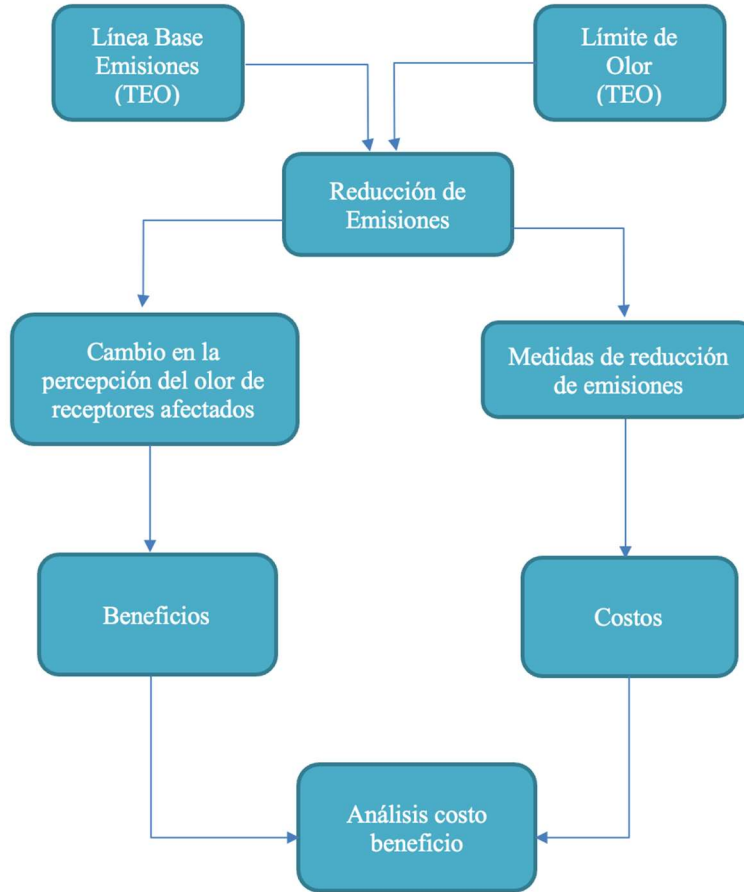
La metodología empleada para el AGIES es el Análisis Costo-Beneficio. Las fortalezas y debilidades de esta metodología son bien conocidas (Parks & Gowdy, 2013; Wegner & Pascual, 2011), y es ampliamente utilizada y recomendada en la literatura para la evaluación de proyectos sociales (Arrow et al., 1996; Boardman et al., 2017).

La reducción de emisiones asociada a la regulación ambiental tiene efectos económicos, sociales y medioambientales que se resumen en beneficios para los receptores de las emisiones y costos para el regulado y el Estado. El AGIES se elabora utilizando una secuencia de análisis o modelos que permiten relacionar cambios en las emisiones de línea base con los beneficios y costos percibidos por los diferentes agentes impactados de la regulación. Para ello, la presente metodología considera un análisis de emisiones y la evaluación del cumplimiento de las exigencias establecidas por la norma, el cual define tanto las medidas, como los receptores impactados y la verificación de la reducción de la Tasa de Emisión de Olor. Con esta información, se evalúan los costos, que dependen de las tecnologías de abatimiento; y los beneficios, que dependen de la cantidad de personas que presentan mejoras en su calidad de vida (ver Figura 2).

---

<sup>8</sup> Exigencias alusivas a limpieza de la planta y correcto cierre de tornillos serían actividades que tras entrevistas de DRLO con el sector se indican como habituales dentro de su operación por lo que no se estima un costo asociado a ellas. En cuanto a las instrucciones del proveedor respecto al plan de operación y mantenimiento, se considera que se entregan desde el proveedor de tecnología al titular sin un costo asociado determinado.

Figura 2. Diagrama de metodología utilizada para la evaluación del AGIES de la Norma de Emisión de Olor  
Análisis Costo- Beneficio.



Fuente: Elaboración propia.

En relación a los costos, se incorporan los relacionados a inversión y operación de las tecnologías a instalar para cumplir con la normativa, los de elaboración de reporte de inicio y reporte de cumplimiento, considerando los costos de monitoreo de variables operacionales en línea, planes de contingencia y los costos de fiscalización de la normativa.

Los beneficios directos valorizados de la norma se evaluaron a través de la metodología de valoración contingente, la cual estima el valor económico de la población afecta por reducir exposición al olor. También se incorpora una identificación de impactos económicos que pudieran tener los olores provenientes de las fuentes emisoras en los precios de las viviendas aledañas<sup>9</sup>. Además, se integró el concepto de justicia ambiental<sup>10</sup> al análisis, por lo que se realiza una evaluación no monetaria complementaria al ACB.

<sup>9</sup> La metodología de Precios Hedónicos permite estimar el efecto que pudiera tener atributos específicos en el precio de una vivienda. Dentro de esos atributos, se puede incorporar la presencia de malos olores. De modo que, ante una mayor distancia o alejamiento de la fuente emisora, pudiera asociarse a un incremento en el precio de la vivienda como consecuencia de una menor presencia de malos olores.

<sup>10</sup> Según la *Environmental Justice Strategy* (1995), se define la justicia ambiental como el tratamiento justo y el involucramiento significativo de todas las personas, sin importar su raza, color, nación de origen o ingreso, respecto al desarrollo, implementación y ejecución de políticas, regulaciones y leyes ambientales. El tratamiento

Dentro de las limitaciones del análisis se menciona que no todos los beneficios de la normativa pueden ser valorizados monetariamente, dado que algunos son de naturaleza inconmensurable (Martínez Alier, 2009a) y/o no se transan en los mercados, ya sean estos mercados reales, sustitutos o hipotéticos. Por ende, cualquier metodología de valoración, no puede capturar todas las dimensiones del beneficio normativo.

Finalmente es importante recalcar que los resultados del AGIES intentan orientar a los tomadores de decisiones mediante el uso de la metodología aquí planteada, sin embargo, no debe ser considerado como el único criterio para la aprobación de una política pública (Arrow et al., 1996; Lave & Gruenspecht, 1991). Ésta debe tener una visión integral que incorpore otras variables tales como el riesgo de la población expuesta, consideraciones culturales de la zona regulada, aspectos sociales, entre otras<sup>11</sup>.

### 3.1. Línea base

#### 3.1.1. Emisiones de olor

La materia prima inicial que ingresa a las plantas es transformada, procesada y genera vahos en las unidades emisoras de olor<sup>12</sup>. Como parte de la metodología de medición en olores, se realizan estudios de impacto odorante (EIO). Los EIO son estudios que permiten conocer el efecto de las emisiones de olor en las cercanías de las plantas. Estos incluyen olfatometría dinámica y modelación de olores, lo que permite cuantificar el nivel de concentración de olor en el receptor (DICTUC, 2021a).

A través de los distintos EIO y una medición de Tasa de Emisión de Olor (TEO), comprendidas entre los años 2015 y 2022, se obtuvieron las Tasas de Emisión de Olor (TEO) (ouE/s) de línea base, según la configuración de cada planta y las medidas de abatimiento que posee cada una. Las TEO de las unidades emisoras de olor para cada planta fueron proporcionadas por el DRLO, quienes establecen una serie de supuestos para agrupar la información por planta, siendo estos detallados en la Minuta Técnica disponible en el expediente de esta regulación<sup>13</sup>. Dichos supuestos se sintetizan en la Figura 3 y a continuación.

---

justo significa que ningún grupo de personas debe recibir una carga desproporcionada de las consecuencias ambientales negativas provenientes de operaciones o políticas industriales, gubernamentales o comerciales. Véase en [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-02/documents/ej\\_strategy\\_1995.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-02/documents/ej_strategy_1995.pdf) y <https://www.epa.gov/environmentaljustice>

<sup>11</sup> D.S.38 y 39/2012 del MMA incorporan, entre otras cosas, la generación de comités, la Participación Ciudadana y el Consejo de Ministros por la Sustentabilidad los cuales intentan incorporar los aspectos mencionados.

<sup>12</sup> Según Art. 1 o) se define a la unidad emisora de olor como aquellas fuentes difusas pasivas, difusas activas, difusas de volumen o puntuales que potencialmente generan emisiones de olor y que son parte de alguna de las áreas que conforman una fuente emisora.

<sup>13</sup> MMA (2022). “Minuta Emisiones Odoríficas Línea Base de fuente emisoras”.

Figura 3. Línea base de emisiones para PHA



Fuente: Elaboración Propia

Se identifican EIO con reporte de TEO <sub>TOTAL</sub> medidas para 18 PHAs: PHA-02<sup>14</sup>, PHA-03, PHA-04, PHA-05, PHA-06<sup>15</sup>, PHA-07, PHA-09, PHA-11, PHA-12, PHA-13, PHA-15, PHA-16, PHA-17, PHA-18, PHA-19, PHA-20, PHA-21, PHA-23.

Para PHA-01, PHA-08, PHA-14, PHA-22, PHA-24 no se identificó un EIO asociado, por ello sus valores fueron homologados desde PHAs que sí contaban con EIO. Las TEO <sub>TOTAL</sub> homologadas se establecieron bajo tres criterios: cantidad de toneladas anuales de materia prima<sup>16</sup>, la tecnología de abatimiento existente<sup>17</sup> y el tipo de infraestructura (abierta o cerrada)<sup>18</sup>.

Las PHA-01 y PHA-08 fueron homologadas a las TEO de PHA-18. Estas procesan más de 50.001 toneladas anuales y actualmente tienen la tecnología de abatimiento lavadores de gases con agua de mar. Para homologar sus emisiones se consideró la TEO más alta del grupo de PHA que procesan más de 50.001 toneladas/año, que contaran con la misma tecnología de abatimiento de olores (Lavadores de gases agua de mar)<sup>19</sup> y tipo de infraestructura cerrada, por lo que se homologaron a PHA-18, ya que es la planta que contaba con el valor más alto de emisiones.

Las PHA-14, PHA-22 y PHA-24 fueron homologadas a las TEO de PHA-15<sup>20</sup>. PHA-14, PHA-22 y PHA-24, procesan menos de 10.000 toneladas anuales (ver Anexo 6.2, Tabla 18)<sup>21</sup>. Para homologar sus emisiones se consideró la TEO más alta del grupo de PHAs que procesan

<sup>14</sup> La asignación de cada planta se indica a través de nomenclatura. PHA indica que la planta produce harina y aceite de pescado, 01 denota el código asignado a dicha planta para el análisis.

<sup>15</sup> (The Synergy Group SpA, 2021) Pág 325. Tabla 111

<sup>16</sup> Bajo la categorización de DRLO según tonelada de materia prima año 2020 entregada por SERNAPESCA y señalada en DICTUC (2021a) ver Tabla 3.9. Ver en el presente informe Anexo 6.2, Tabla 18.

<sup>17</sup> Según lo informado en DICTUC (2021a) ver Tabla 3.7

<sup>18</sup> Las plantas pueden realizar parte de sus procesos en galpones abiertos, cerrados y techado, según la zona donde se encuentren. DICTUC (2021a) ver Tabla 3.5.

<sup>19</sup> Estas Plantas son PHA-17=202.469 [ouE /s]; PHA-18=555,509 [ouE /s]; PHA-19=149.904 [ouE /s]

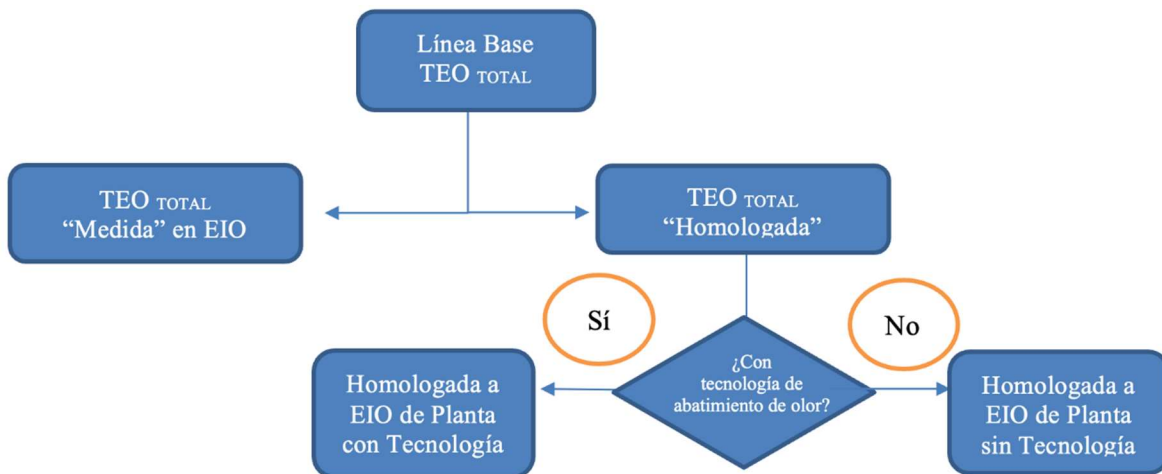
<sup>20</sup> Para PHA15 no se asignó la emisión de Patio transferencia (Canaleta) de 927 OUE/s en la TEO Total Línea Base que incluía el Estudio de Impacto Odorante, porque se desconocía el área de donde se originaba esa emisión. Sin embargo, para PHA14, PHA22 y PHA24 sí se asignó dentro del TEO Total Línea Base, la emisión de esta unidad emisora (927 OUE/s), para un mantener un escenario conservador.

<sup>21</sup> En este caso no se consideró el criterio de tecnología de abatimiento de olor porque las PHAs que procesan menos de 10.000 toneladas anuales, que contaban con EIO tienen distintas tecnologías. Por ello, solo se utilizó el criterio de tamaño y que cuenten con infraestructura cerrada.

menos de 10.000 toneladas anuales<sup>22</sup> y que cuentan con tipo de infraestructura cerrada, por lo que se homologaron a PHA-15 ya que es la planta que contaba con el valor más alto de emisiones.

Los supuestos para empleados para la asignación de TEO en PAP se sintetizan en Figura 4 y se detallan a continuación.

Figura 4. Línea base de emisiones de olor (TEO<sub>TOTAL</sub>) para PAP



Se identifica EIO con reporte de TEO<sub>TOTAL</sub> medidas para 2 PAPs: PAP-09<sup>23</sup> y PAP-04. PAP-09 es una planta que no cuenta con tecnología de abatimiento de olor, mientras que PAP-04 si posee abatimiento.

Existen 7 PAP sin un EIO, por ello sus valores fueron homologados desde PAP que sí contaban con EIO<sup>24</sup>. Las TEO<sub>TOTAL</sub> homologadas se establecieron bajo el criterio de existencia de tecnología de abatimiento de olor. Se identifican dos grupos: PAP con Tecnología de abatimiento de olor y PAP sin tecnología de abatimiento de olor. En total las PAP sin EIO son: PAP-01, PAP-02, PAP-03, PAP-05, PAP-06, PAP-07, PAP-08.

La planta PAP-01 es la única planta que pertenece al grupo de PAP sin tecnología de abatimiento de olor y sin EIO, por lo tanto, se homologó a PAP-09, la que al momento de realizar su EIO<sup>25</sup> no contaba con tecnologías de abatimiento de olor.

Las plantas PAP-02, PAP-03, PAP-05, PAP-06, PAP-07, PAP-08 cuentan con tecnologías de abatimiento de olor. De este grupo se asignaron sus emisiones según se indica en Tabla 3.

<sup>22</sup> Estas Plantas son PHA-13=6.250 [ouE /s]; PHA-15=975.841 [ouE /s]; PHA-23=256.417 [ouE /s]

<sup>23</sup> La asignación de cada planta se indica a través de nomenclatura. PAP indica que la planta produce alimento para peces, 09 denota el código asignado a dicha planta para el análisis.

<sup>24</sup> PAP con EIO: PAP 04 con 1.356.592 [ouE /s] y PAP09 con 7.135.815 [ouE /s]

<sup>25</sup> Véase Planta número 1 Estudio The Synergy Group SpA (2021), pág. 283. El cual a solicitud del MMA se midió en una PAP que no contaba con tecnología de abatimiento de olores.

Tabla 3. Asignación de emisiones de olor en PAP, según tecnología de abatimiento<sup>26</sup> de olor<sup>27</sup>.

Plantas homogadas (sin EIO)	Criterios	Planta de referencia (con EIO):
PAP 01	Tecnología: Planta no cuenta con tecnología de abatimiento de olores <sup>(1)</sup>	PAP09 situación actual sin tecnología entregado en EIO <sup>(3)</sup>
PAP02, PAP 03, PAP05,PAP06, PAP07, PAP08	Tecnología: Plantas cuentan con tecnología de abatimiento <sup>(2)</sup>	PHA09 desde escenario con tecnología de abatimiento de olor entregado en EIO <sup>(4)</sup>

(1) Para la identificación de tecnología, se utilizó lo indicado por DICTUC (2021a) Pág. 27 Tabla 3.11. Tratamiento de vahos PAP.

(2) Se consideran como tecnologías de abatimiento de alta eficiencia de reducción de olor como por ejemplo biofiltros. Se utilizó lo indicado por DICTUC 2021 Pág. 27 Tabla 3.11. Tratamiento de vahos PAP.

(3) EIO realizado a solicitud del MMA. Véase The Synergy Group SpA (2021)Pág. 284 Tabla 93 – Tasa de emisión de olor por fuente, Planta N°1

(4) EIO realizado a solicitud del MMA. Véase The Synergy Group SpA(2021)Pág. 293 Tabla 98 – Tasa de Emisión Odorante al implementar Biofiltro (MTD 2) en la Planta N°1 AS2

### 3.1.2. Flujo de vahos

Para la estimación de los flujos de vahos asociados a cada planta se requiere información de materia prima procesada para cada año. Las toneladas anuales de materia prima de PHA fueron caracterizadas para el año 2019, 2020 y 2021 con información de SERNAPESCA (2022)<sup>28</sup>, utilizando el valor más alto de materia prima reportada entre esos años por cada planta, con el fin de evaluar el escenario más conservador en términos de emisiones<sup>29</sup>. En el Anexo 6.2, Tabla 19 se presenta la materia prima en la evaluación.

La materia prima para PAP consiste en material seco<sup>30</sup> que no requiere ser reportado a SERNAPESCA dado sus características. Al tener limitaciones en dicha información y confirmación con DRLO que las cantidades de materia entrante y saliente de las plantas es similar en base a información proveída por los titulares, las PAP fueron caracterizadas con toneladas anuales de productos final pellet en base a información recopilada por DICTUC (2021a) con entrevistas con fuentes emisoras, Resolución de Calificación Ambiental (RCA), Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y Estudio de Impacto ambiental (EIA). En el Anexo 6.2, Tabla 19 se presenta la materia considerada en la evaluación.

Para estimar flujo de vahos por planta se debe considerar un flujo volumétrico de vahos. Según DICTUC (2021a) bajo opinión experta de titulares y proveedores se toma el supuesto de generación de 50.000 m<sup>3</sup> para una PHA de 100 ton/h de capacidad, lo cual lleva a un factor de flujo de 500 m<sup>3</sup> de vahos por hora por cada tonelada de materia prima procesada.

<sup>26</sup> Las tecnologías de abatimiento de olor para PAP se encuentran en Estudio DICTUC (2021a), pág. 27.

<sup>27</sup> MMA (2022). “Minuta Emisiones Odoríficas Línea Base de fuente emisoras”.

<sup>28</sup> SERNAPESCA (2022). Información materia prima enviada al Departamento de Ruido, Lumínica y Olores (DRLO).

<sup>29</sup> Considerando que existen fluctuaciones en los últimos años debido a la variabilidad en la demanda de los productos, según se indica en MMA (2022) “Minuta Emisiones Odoríficas Línea Base de fuente emisoras”.

<sup>30</sup>Según DICTUC (2021a) la materia prima de PAP-08 corresponde a harinas de pescado, harinas vegetales (soya, trigo, maravilla, canola o raps, algodón, etc.), otras harinas de origen animal (de pluma, de sangre, etc.)



### 3.1.3. Nivel de actividad

Para la identificación de horas de operación por cada planta, en PHAs se consideran dos grupos: el primero, corresponde a PHAs denominadas reductoras, que procesan subproductos, es decir utilizan como materia prima un recurso previamente procesado (subproductos de pescado y vísceras); en este caso la producción de harina y aceite de pescado es continua porque no dependen de la estacionalidad de la pesca artesanal o industrial. El segundo grupo son PHAs que operan con estacionalidad, estas procesan pesca artesanal y/o industrial estacionalmente debido a que no se dispone de materia prima todo el año a causa de las vedas biológicas para recursos marinos (merluza, sardina y anchoveta) y limitadas cuotas anuales de pesca para jurel.

Para la identificación de horas de operación de PAPs, se determinó que su operación es continua (todo el año). Esto debido a que la materia prima que utilizan es a partir de ingredientes formulados en base a recursos hidrobiológicos, como harina y aceite de pescado.

En la identificación el nivel de actividad para cada planta se empleó información provista por DRLO, quién establecen supuestos por planta detallados en la Minuta Técnica disponible en el expediente de esta regulación<sup>31</sup>. Por lo anterior, la asignación de horas de operación se detalla a continuación por cada planta:

Tabla 4. Asignación de periodo de operación de olor en PHAs y PAPs

Tipo de Planta	Periodo de Operación	Plantas identificadas*
<b>PHA que procesan subproductos</b>	Operan todo el año	PHA-12, PHA-13, PHA-14, PHA-15, PHA-16, PHA-18.
<b>PHA que procesan pesca artesanal y/o industrial</b>	Operan con estacionalidad, generalmente no operan en septiembre y octubre	PHA-01, PHA-02, PHA-03, PHA-04, PHA-05, PHA-06, PHA-07, PHA-08, PHA-09, PHA-11, PHA-17, PHA-19, PHA-20, PHA-21, PHA-22, PHA-23.
<b>PAP</b>	Operan todo el año	PAP-01, PAP-02, PAP-03, PAP-04, PAP-05, PAP-06, PAP-07, PAP-08, PAP-09

Fuente: Elaboración con DRLO. Nota: Se omite PHA10 por encontrarse fuera de funcionamiento.\*La designación de plantas corresponde a información recopilada a través de entrevistas a titulares dentro del estudio (DICTUC, 2021a).

Para las PHA que operan con estacionalidad: Se contó con información de horas de operación entregadas por el titular desde las plantas PHA-02, PHA-04, PHA-06, PHA-17, PHA-21, PHA-23. Del resto de las PHAs que operan con estacionalidad se asumió por criterio experto de DRLO el comportamiento indicado por PHA-17<sup>32</sup> en cuanto al número de meses de trabajo fuerte, bajo o sin producción.

Asimismo, cuando no existía información de primera fuente del número de horas trabajadas mensuales para PHA, se emplearon tres criterios:

<sup>31</sup> MMA (2022). “Minuta Emisiones Odoríficas Línea Base de fuente emisoras”.

<sup>32</sup> PHA-17 fue la planta que entregó a DRLO, mayor detalle de su nivel de actividad e incluso relacionó horas de producción con nivel de producción asumiéndose como: 301 y más horas de operación con producción fuerte; de 0 a 300 horas de operación con producción baja y 0 horas de operación a periodos sin producción.

- Para estimar número de horas para mes en producción fuerte se empleó el promedio de horas reportadas por PHA-17.
- Para estimar número de horas para mes en producción baja se empleó el promedio de horas reportadas por PHA-17.
- Por último, para meses sin producción se asumen horas no trabajadas.

Para PAP se contó con información de horas de operación entregadas por el titular de PAP-09. Cuando no existía información de primera fuente del número de horas trabajadas mensuales para PAP, se homologaron a las de PAP-09, la cual indico trabajar 24 horas 6 días a la semana.

Para el detalle del número de meses en producción por planta, ver Anexo 6.3, Tabla 21.

### 3.2. Reducción de emisiones

Primero, se identificaron aquellas plantas con información de impacto odorante no superior al máximo de 3 ouE/m<sup>3</sup> p98 en el receptor, las cuales están eximidas de la evaluación. Segundo, la reducción de olor fue evaluada para dos grupos: i) Plantas que no cuentan con información a través de un EIO y ii) Plantas con EIO y cuyo resultado de impacto odorante era superior a 3ouE/m<sup>3</sup> p98. Para ambos grupos de plantas, se evaluó la reducción del 70% de la TEO TOTAL por planta, a través de escenarios tecnológicos propuestos para cada caso.

Para las plantas que tienen que reducir sus emisiones (Ecuación 1) se consideró la implementación de tecnología en determinadas unidades emisoras de olor localizadas en el área de proceso (producción), y también, aunque en menor medida<sup>33</sup> en el área de recepción de materia prima.

Las tecnologías empleadas para la evaluación de reducción de emisiones según características de cada planta son cuatro: biofiltro; lavador de gases (LavGasesQ2); lavador de gases y ozono (LavGasesOzono); UV y ozono. Para la identificación de la tecnología a implementar para las unidades emisoras, se establecieron por los siguientes criterios experto señalados por DRLO:

- Tecnología con al menos un 70% de eficiencia de reducción de emisiones.
- Tecnología identificada por el regulado como factible de emplear.
- Configuración de planta. Asocia tecnología en base a compatibilidad con unidad emisora de olor y/o tecnología previamente implementada<sup>34</sup>.
- Identificación del uso de la tecnología en planta con similares características<sup>35</sup>.

Para mayor detalle sobre la elección de las medidas consideradas en la presente evaluación, revisar la “Minuta Emisiones Odoríficas con Medidas de fuentes emisoras” 2022 de DRLO adjunta al expediente.

<sup>33</sup> Solo para plantas PHA-05 y PHA-11.

<sup>34</sup> Por ejemplo, planta que cuenta con lavador de gases de agua de mar, a la que se le sugiere agregar lavador de gases químico.

<sup>35</sup> Cantidad de toneladas anuales producidas, la tecnología de abatimiento existente y el tipo de infraestructura. Ver sección 3.1.1



Para el cálculo de la reducción de emisiones debido a la incorporación de medidas de abatimiento, se tomaron las eficiencias de remoción para cada medida como lo indica la siguiente ecuación.

$$Reducción = \sum_{i=1}^n Emisiones LB * (1 - Red_m) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

- Reducción :** Reducción de emisiones por planta *i*  
**Emisiones LB:** Emisiones en Línea Base en la etapa donde se aplicará la medida *m* (ou<sub>E</sub> /s)  
**Red<sub>m</sub>:** Eficiencia de remoción de la medida *m*.

Para verificar el cumplimiento, se compara lo requerido por la normativa respecto a la reducción alcanzada por las medidas de abatimiento.

### 3.3. Estimación de Costos

Esta sección presenta la metodología para la evaluación de los costos que recaerían sobre los regulados y el Estado. Se evalúan costos para cumplimiento de límite de olor, monitoreo y reporte por parte del regulado. Además de costos asociados a la implementación de la norma de emisión los cuales corresponden a costos de fiscalización para el Estado.

#### 3.3.1. Medidas de reducción de emisiones y eficiencia de abatimiento

Considerando las características actuales de cada planta, y las exigencias de la normativa, se determinó las plantas que deberán realizar las medidas indicadas en Tabla 2 del presente informe, para el cumplimiento de la reducción de un 70% de la TEO<sub>TOTAL</sub>. Se evalúa caso a caso para PAPs y PHAs.

En Tabla 5 se presenta una descripción de las tecnologías consideradas para alcanzar el cumplimiento.

Tabla 5. Eficiencia y descripción de medidas.

Medida	Eficiencia de reducción de olor	Descripción	Fuente Eficiencia	Fuente Descripción
<b>Biofiltro</b>	90%	Tratamiento en filtro con microorganismos	EIO** PAP-09 (2021)	(DICTUC, 2021a)
<b>Lavador de gases Q2*</b>	80%	Degradación de compuestos odorantes por contacto químico (ácidos, alcalinizantes u oxidantes)	EIO PHA-05 (2021)	(DICTUC, 2021a)

<b>Lavador de gases Ozono</b>	80%	Tratamiento que fuerza aire a través de un lecho de catalizador que convierte el ozono (O3) en oxígeno (O2) y dióxido de carbono (CO2).	EIO PHA-05 (2021)	(Sci Gene, n.d.)
<b>UV y Ozono</b>	85%	Oxidación mediante radiación y agente ozono, por fotólisis directa y radicales libres.	(JIMCO Sudamérica, 2018a)	(DICTUC, 2021a)

Fuente: Elaboración propia. \* Lavador de gases químico de segunda etapa. \*\*EIO=Estudio de impacto odorante.

Como se muestra en Tabla 5, para biofiltro el porcentaje de eficiencia proviene de información medida en terreno por el regulado, la cual está dentro de los márgenes de eficiencia de abatimiento entre 95% en Comisión regional del medioambiente de la X región de Los Lagos (2006) y 85% en European Commission (2016). En el caso de Lavador de gases Q2 y lavador de gases Ozono, se obtiene la eficiencia del mismo regulado. El lavador de gases Ozono podría alcanzar eficiencias de hasta un 96% según lo indicado por C-FLOW (2022). Por último, para UV y Ozono se obtiene la eficiencia desde el proveedor de tecnología JIMCO el que reporta eficiencias levemente menores a las cercanas al 90% sugeridas por Schenk et al., (2019).

### 3.3.2. Límite de olor

Se estimaron costos de inversión y operación de las medidas descritas en Tabla 5, según las especificaciones técnicas de cada una de las fuentes y según recomendaciones del DRLO.

Para las plantas que pudieran cumplir el límite normativo de reducción de emisiones con más de una combinación de medidas, se seleccionó la alternativa más adecuada por planta (ver sección 3.2 para criterio). Los costos de inversión y operación de cada medida se presentan en Tabla 6, y corresponden a promedios simples de costos las fuentes de información allí referenciadas. Estos provienen de una revisión bibliográfica (DICTUC, 2021a) que fue complementada por el DEA y el DRLO. Se señala que relación entre costos de operación e inversión es conservadora en relación a lo señalado por US EPA(2021) para lavador de gases.

Tabla 6. Costos de cada medida a utilizar considerando costos de inversión USD/m<sup>3</sup>/h y costos de operación anual USD/m<sup>3</sup>/h, ajustados al año 2022

Medida	Costo unitario de inversión	Fuente	Costo unitario de operación	Fuente	Vida útil (años)	Fuente Vida útil
<b>Biofiltro</b>	21	(Corey & Zappa, 2016; DICTUC, 2020a)	4,6	(Corey, K and Zappa, 2016)	15	(Bindra et al., 2015)
<b>Lavador de gases Q2*</b>	11,17	(Corey, K and Zappa, 2016; DICTUC, 2020b)	10,5	(Corey, K and Zappa, 2016)	20	(DICTUC, 2021a)
<b>Lavador de gases y Ozono</b>	9,6	(C-FLOW, 2022;	8,98	(C-FLOW, 2022;	20	(C-FLOW, 2022)

		DICTUC, 2020b)		DICTUC , 2020b) **		
<b>UV y Ozono</b>	11,9	(JIMCO Sudamérica, 2022, 2021, 2018b)	0,49	(JIMCO Sudaméri ca, 2021)	30	(JIMCO Sudamérica, 2022)

Fuente: Elaboración propia.

\* Lavador de gases de segunda etapa \*\* Solo este caso fue estimado en base a relación lavador de gases Q2 operación/inversión y luego multiplicado por costos de inversión Lavador de gases y Ozono.

### 3.3.2.1. Reducción de TEO TOTAL de 70%

Para las plantas que deban dar cumplimiento a la reducción de TEO TOTAL de 70% se consideró el costo de implementar tecnología de abatimiento<sup>36</sup> ajustado por inflación<sup>37</sup>.

#### Plantas que requieren tecnología para alcanzar reducción del 70% en TEO TOTAL

Con la información obtenida de la sección 3.13.1.1 se estimó un flujo por unidad emisora<sup>38</sup> que permite escalar el costo de la tecnología a los requerimientos por planta, en base a la siguiente ecuación. En ella la variable **Proporción<sub>LB</sub>** que relaciona las emisiones en línea base con las emisiones totales por planta.

$$\text{Flujo } UE_{i,j} = \frac{\text{Materia Prima}_i}{NA_i} * (\text{Factor}_{\text{Flujo vahos}}) * \text{Proporción}_{LB_{i,j}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde,

- Flujo  $UE_{i,j}$**  : Flujo por unidad emisora  $j$  en planta  $i$  ( $m^3/h$ )  
**Materia Prima<sub>i</sub>** : Materia prima o final en planta  $i$  (ton/año)  
**NA<sub>i</sub>** : Nivel de actividad en planta  $i$  (h/año)  
**Factor<sub>Flujo vahos</sub>** : Flujo volumétrico de vahos ( $500 m^3/h/ton$ )  
**Proporción<sub>LB<sub>i,j</sub></sub>** : Aporte proporcional de TEO en línea base para unidad emisora  $j$  en planta  $i$

Luego, el costo de inversión considerado se establece según la Ecuación 3. Donde, el flujo por unidad emisora en planta se relaciona con los costos unitarios de inversión<sup>39</sup> para las plantas que tienen que implementar tecnología de abatimiento.

$$\text{Costo}_{inv,i,j,k} = \text{Flujo } UE_{i,j} * \text{Costo unitario}_k \quad \text{Ecuación 3}$$

<sup>36</sup> Cabe indicar que, en la implementación de norma, las alternativas tecnológicas escogidas por los regulados pueden ser más amplia que las propuestas en este informe.

<sup>37</sup> Ver sección 3.5

<sup>38</sup> El Flujo total de las plantas en Anexo 6.2 Tabla 20. Sobre este según criterio experto DRLO se identifica las unidades emisoras que requieren reducción de emisiones.

<sup>39</sup> Ver costos unitarios en Tabla 6.

Donde,

- Costo<sub>inv</sub>**: Costo de inversión en tecnología *k* por unidad emisora *j* por planta *i* (US\$)
- Costo unitario<sub>k</sub>**: Costo de inversión unitario según tecnología *k* (US\$/m<sup>3</sup>/h).

Además, se consideró costos de inversión por captación y conducción de vahos. Para plantas ubicadas en la zona norte que tienden a tener infraestructura abierta (PHA-05, PHA-08, PHA-09) se asumió por criterio experto de DRLO un costo del 55% del costo total de inversión, en base a promedio simple de información proporcionada por DICTUC (2021a). Para plantas ubicadas en el resto del país, las cuales tendrían infraestructura cerrada se determina tras criterio técnico e información de proveedor de tecnología JIMCO adicionar un 25% al costo de inversión por vahos. El resultado de estas operaciones sobre **Costo<sub>inv,i,j,k</sub>** otorga la inversión inicial por tecnología *k*, unidad emisora *j* y planta *i*: ***I<sub>ijk</sub>***.

Posteriormente, los costos de inversión fueron anualizados según la vida útil de la tecnología y una tasa de descuento de 6%. Dicha anualización se calcula mediante la Ecuación 4.

$$\text{Costo inversión final}_i = \sum_{j,k} \frac{I_{ijk} * TD * (1 + TD)^{vu_k}}{(1 + TD)^{vu_k} - 1} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde,

- Costo inversión final<sub>i</sub>**: Costo de inversión anualizado para cada planta *i* (US\$/año)
- I<sub>ijk</sub>***: Inversión inicial por planta *i*, unidad emisora *j* y tecnología *k* (US\$)
- TD**: Tasa de descuento MIDESO (6%)
- vu<sub>k</sub>***: Vida útil de la inversión (años)

La estimación del costo de operación considerado se establece según la Ecuación 5. Donde, el flujo por unidad emisora en planta se relaciona con los costos unitarios de inversión para las plantas que tienen que implementar tecnología de abatimiento.

$$\text{Costo}_{opi} = \sum_{j,k} \text{Flujo UE}_{ij} * \text{Costo unitario op}_k \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde,

- Costo op<sub>i</sub>**: Costo de operación por planta *i* (US\$/año)
- Costo unitario op<sub>k</sub>**: Costo de operación anual según tecnología *k* (US\$/m<sup>3</sup>/h).

Plantas que podrían alcanzar impacto odorante máximo de 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98

Finalmente, se identificaron plantas<sup>40</sup> que tendrían un valor mayor a 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98 y que podrían optar por reducir sus emisiones. En base a limitaciones en la información de concentración de olor, se opta por estimar el costo de dicha reducción en base al costo de inversión y operación de implementación de tecnología, en Ecuación 4 y Ecuación 5, al que se le aplica una proporción que se indica en la siguiente ecuación.

$$\text{Proporción}_{\text{costos},i} = \frac{\text{Concentración límite}_i}{\text{Concentración LB}_i} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde,

**Proporción<sub>costos,i</sub>** : Proporción aplicada a la planta previamente identificada *i*  
**Concentración límite<sub>i</sub>**: Concentración límite de olor por planta *i* 3 (ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>) p98  
**Concentración LB<sub>i</sub>**: Concentración línea base total por planta *i* (ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>)

### 3.3.3. Monitoreo y reportes

En el marco del reporte de inicio se debe realizar el primer año de la entrada en vigencia de la norma. Para todas las PHAs y PAPs se considera un único costo de 550 UF/año por la realización de un Estudio de Impacto Odorante que incluye modelación de olor y estimación de TEO (DICTUC, 2019).

Además, para todas las PHA y PAP se costeo el reporte de cumplimiento, que se debe realizar:

- Desde el segundo año de la entrada en vigencia de la norma, para PHA y PAP que ya cumplen con un impacto odorante máximo de 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98.
- Desde el cuarto<sup>41</sup> año de la entrada en vigencia de la norma, para PHA y PAP que deben reducir sus TEO con la implementación de tecnologías de abatimiento ó que podrían reducir sus emisiones a 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>

Para el reporte de cumplimiento se considera un costo de 350 UF/año por la estimación de TEO<sub>TOTAL</sub> (DICTUC, 2019).

También, para todas las PHA y PAP se costeo Medición de la Eficiencia de Reducción de Olor (ERO) trimestral considerando un costo de 58 UF por cada medición (The Synergy Group SpA, 2019):

- A partir el segundo año de la entrada en vigencia de la norma, para PHA y PAP que actualmente cumplen con un impacto odorante máximo de 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98.

<sup>40</sup> Plantas con concentraciones de línea base entre 4 y 8,31 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98: PHA-02, PHA-03, PHA-09, PHA-16 y PHA-17.

<sup>41</sup> Según Art. 6 del Anteproyecto, el reporte de cumplimiento se debe entregar en el plazo de 6 meses contado desde el vencimiento del plazo de 3 años.

- A partir el cuarto año de la entrada en vigencia de la norma, para PHA y PAP que deben reducir sus TEO con la implementación de tecnologías de abatimiento ó que podrían reducir sus emisiones a 3 ouE/m<sup>3</sup>

En el Anteproyecto, se define la exigencia de entregar un reporte que incluya un plan de contingencia de olor que tenga por objetivo comunicar inmediatamente cuando ocurra una contingencia a la Superintendencia del Medio Ambiente dentro de las 24 horas de ocurrida la contingencia, y al Municipio al que pertenece la fuente emisora, así como las acciones correctivas que se lleven a cabo. Dicho reporte aplica para todas las plantas. El costo, en la siguiente ecuación, se evaluó según las Horas-Profesionales (HP) necesarias para elaborarlo. Se consideraron 180 HP para cada planta, asimilando el valor de una HP a 0,29 UF/hora.

$$\text{Costo Plan de Contingencia} = \text{HP} * \text{Valor HP} \qquad \text{Ecuación 7}$$

Donde,

**Costo Plan de Contingencia :** Costo total anual

**HP :** Horas Profesionales necesarias para informes por planta *i* (n)

**Valor HP:** Valor HP (UF/hora)

Como parte del Anteproyecto, se define la exigencia de realizar un monitoreo continuo en tiempo real de las emisiones de olor en el primer año<sup>42</sup> de la entrada en vigencia de la norma. Dicho monitoreo aplica para todas las plantas. Se asume que el costo de medición es parte de la implementación de tecnología, sin embargo, se considera la conexión a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) en línea. Para año 1, se emplea una estimación similar a la de la ecuación anterior; se supone un mes de trabajo de horas persona para la realización de conexión de monitoreo en línea con SMA. Se contemplan horas hombre de 45 horas semanales con grado 10 MMA (9.594 CLP/hora) ascendiendo a un total de 2.128 USD/mes (52,58 UF/mes).

### 3.3.4. Fiscalización

Para la fiscalización de la normativa se deberá incurrir en la contratación de personal adicional, así como también la generación de un sistema informático para el reporte que deberán realizar anualmente los titulares. Los costos desglosados se presentan en la siguiente tabla se originan a partir del oficio N°3810 del 2019 recibido de la Superintendencia de Medio Ambiente.

---

<sup>42</sup> Según Art. 8 c) iii El Programa de monitoreo de parámetros operacionales en línea será entregado en el reporte de inicio a la SMA durante el 1° año. La SMA verificará el programa y establecerá su aprobación en la resolución mencionada en el art. 6°. Posteriormente, se deberá conectar a los sistemas informáticos de la SMA en un plazo no mayor a 3 meses.

Tabla 7. Costos de fiscalización para el Estado-SMA

Cantidad	Estamento	Lugar a desempeñarse	Grado	Costo Anual (CLP)	Productos
1	Fiscalizador Nivel Central	División de fiscalización, Nivel Central	11	\$30.300.000	Encargado de la fiscalización (inspecciones y examen de información), coordinación con la División de Sanción y Cumplimiento, y asistencia al cumplimiento. Además de apoyo al desarrollo de los sistemas de gestión de información, necesarios para la implementación de la norma
12	Fiscalizador Regional (12 regiones distintas)	División de fiscalización, Oficina Regional	12	\$276.100.000	Encargado de la fiscalización (inspecciones y examen de información) en la región, además de la asistencia al cumplimiento
2	Profesional DSC	División Sanción y Cumplimiento, Nivel Central	11	\$60.600.000	Encargado de la coordinación con la División de Fiscalización, y de los procedimientos sancionatorios, planes de cumplimiento y asistencia al cumplimiento
1	Sistema informático	Nivel Central, SMA	No aplica	\$66.666.667	1 Jefe de proyecto, 2 programadores, mantención 1 año.

Fuente: A partir de SMA oficio N°3810/ 2019

Los costos de fiscalización fueron ajustados por inflación al 2022 y se estiman en consideración de los siguientes:

- Para el primer año de la entrada en vigencia se consideran el fiscalizador nivel central, los fiscalizadores regionales y el sistema informático. Lo que asciende a 12.389,84 UF/año.
- En el segundo y tercer año de la entrada en vigencia se estima el ejercicio del fiscalizador nivel central y los fiscalizadores regionales. Lo que asciende a 10.175,78 UF/año.
- A partir del cuarto año de la entrada en vigencia, se estima el ejercicio del fiscalizador nivel central, los fiscalizadores regionales y profesionales DSC. Lo que asciende a 12.188,36 UF/año.

### 3.4. Estimación de Beneficios

#### 3.4.1. Metodología General de Beneficios

La regulación traerá consigo beneficios asociados a la reducción de olores. En efecto, existen antecedentes que vinculan percepciones de las personas que viven cercano a las fuentes

emisoras reguladas, y que indican que se han visto afectadas por ellas, siendo los malos olores la causa mayormente referenciada. La encuesta levantada el año 2021 por la consultora Cliodinámica a solicitud del MMA muestra que el 50,2% de las y los encuestados dicen ser afectados por las plantas, y de ellas un 80,7% corresponde a malos olores (Cliodinámica, 2021)

Los malos olores se asocian a efectos en salud tales como mareos y náuseas. Por otro lado, también se asocia a la proliferación de mosquitos y roedores, impacto al paisaje, flora y fauna. Por último, también tiene impactos en materia social, tales como discriminación, impacto en las relaciones sociales al no poder invitar a sus hogares personas producto de los malos olores, entre otros.

En base a lo anterior, el presente informe identifica beneficios no monetarios y monetarios. Respecto a lo primero, se aborda la desigual carga pasiva distribuida en el territorio nacional, así como una caracterización de la población afecta que posee mayores niveles de vulnerabilidad socioeconómica. Luego, en cuanto a lo segundo, se considera el beneficio monetario por reducir los malos olores, mediante una metodología de valoración contingente. Es efectivo que existen otros beneficios no cuantificables, pero que sin embargo es posible identificarlas. En ese esfuerzo, también se incorpora una identificación de impactos económicos que pudieran tener los olores provenientes de las fuentes emisoras en los precios de las viviendas aledañas.

#### *3.4.1.1. Identificación de beneficios no monetarios y justicia ambiental*

El concepto de justicia ambiental hace referencia al “tratamiento justo y el involucramiento significativo de todas las personas (...) respecto al desarrollo, implementación y ejecución de políticas, regulaciones y leyes ambientales” (US EPA, 2022). Esto tiene que ver, por una parte, con que ningún grupo reciba una carga desproporcionada de las consecuencias ambientales de acciones de privadas o gubernamentales; y, por otra, con que todas las personas tengan la oportunidad de participar en la toma de decisiones ambientales.

La decisión de incorporar el análisis de justicia ambiental en esta evaluación se relaciona con los antecedentes de conflicto socioambiental originados por la presencia de industrias generadoras de malos olores. En consideración de aquello, para la evaluación de beneficios no monetarios y justicia ambiental, se realizó una comparación a nivel comunal de las tasas de pobreza por ingresos<sup>43</sup> y multidimensional<sup>44</sup>, entre aquellas localidades que cuentan con plantas de procesamiento hidrobiológico que se verán afectadas por la norma, y otras comunas. Para esto, se consideró solo las comunas costeras incluidas en el Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU), plataforma informática del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) que cuenta con datos sobre las principales ciudades

---

<sup>43</sup> Corresponde a la proporción de hogares cuyo ingreso total mensual no supera el valor de la línea de la pobreza.

<sup>44</sup> Corresponde a la proporción de hogares que no alcanzan condiciones adecuadas de vida en las dimensiones de educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno, y redes y cohesión social.



del país. A esto se agregó información de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) sobre algunas comunas con plantas que no se encontraban en esta plataforma<sup>45</sup>.

Para la medición de la situación de desigualdad ambiental en torno a las plantas de procesamiento hidrobiológico se utilizaron datos del estudio “Levantamiento de encuesta para la estimación de beneficios ambientales para regulación de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos” Cliodinámica (2021)<sup>46</sup> desde el cual para la presente evaluación solo se consideraron aquellas que se ven afectadas por la norma. Se utilizaron las siguientes variables de caracterización sociodemográfica: sexo de la jefatura del hogar, edad de la jefatura del hogar, nivel educacional alcanzado por la jefatura del hogar e ingresos totales del hogar<sup>47</sup>. Una descripción general de estos datos está disponible en Tabla 12. Para caracterizar las condiciones ambientales respecto de la exposición a olores se emplea una pregunta de la encuesta que registra si se han percibido olores provenientes de la planta en el último mes.

Como variable para categorizar el grado de exposición a las emisiones de la planta se utilizó una medición que describe la distancia del hogar respecto de esta, en las siguientes categorías: menos de 2 km; entre 2 y 5 km; y más de 5 km.

Con dicha información se realizan las comparaciones dentro de las comunas afectadas, contrastando las características de los hogares ubicados dentro de uno de los radios alrededor de las plantas, respecto de aquellos que están fuera de ese radio. De esta manera, se observarán las diferencias entre quienes se verán más beneficiados por la norma (en razón de su cercanía con la fuente de olores molestos) y otros habitantes que son más indiferentes a los efectos de esta regulación.

Adicionalmente, con el objetivo de dar significancia estadística a los resultados, en las comparaciones de medias se usaron pruebas de hipótesis, calculadas usando el valor  $p$ , lo que permite definir si las diferencias presentes en los datos pueden ser atribuidas a sus valores o si corresponden a las diferencias esperables en el proceso de muestreo. Los resultados que se presentan consideran esto, y todas las diferencias presentadas son estadísticamente significativas.

#### *3.4.1.2. Beneficios Monetarios por Reducción de horas de Olor (cambio en la percepción del olor de los receptores afectados)*

La reducción de horas de olor provenientes de las fuentes emisoras permitirán reducir los efectos dañinos en la salud como náuseas y mareos, los efectos ambientales como proliferación de mosquitos y roedores (desamenidad), y los efectos sociales como la discriminación. En términos concretos, la regulación permitirá reducir estos efectos, generándose un beneficio. No obstante, las externalidades señaladas anteriormente no

<sup>45</sup> Se debe tener en cuenta que esta comparación no necesariamente da cuenta de un efecto de la presencia de este tipo de plantas sobre las condiciones económicas de la comuna, sino que es un valor de referencia para conocer las diferencias que podrían existir entre distintas localidades.

<sup>46</sup> Esta encuesta considera todas las comunas con plantas reguladas por la norma.

<sup>47</sup> El diseño original de la encuesta levantó información categórica sobre los ingresos de los hogares. Esta variable fue convertida a una variable numérica considerando los valores medios de cada uno de los intervalos.

cuentan con precio de mercado, de modo que no es posible asignarle directamente un precio a la disminución de los olores. Ante la falta de parámetros que pudieran otorgar un valor económico a los beneficios por reducir malos olores, se recurre a una metodología estadística que permite estimar un valor asociado a esta reducción.

Existen varios métodos para estimar el valor económico, los cuales se pueden asociar entre aquellos que son de preferencias declaradas como de preferencias reveladas. Los primeros recurren a encuestas para estimar los valores que no existen en el mercado, mientras que los segundos utilizan indirectamente precios de mercado que pudieran permitir la estimación del valor que se estudia. A continuación, se abordará la de preferencias declaradas a través del método de valoración contingente.

El método de valoración contingente debe diseñar un cuestionario adecuado que sea capaz de simular el comportamiento que tendrían las personas en una situación de mercado real. Las encuestas buscan identificar la Disposición a pago (DAP) de las personas por un beneficio ambiental. Teóricamente la suma neta de DAP determina el valor económico total (VET) de cualquier cambio en bienestar que genera una variación en la provisión de un bien debido a una política.

En el año 2021 se desarrolló el levantamiento de encuestas a nivel nacional, a cargo de la consultora Cliodinámica, para efectos de estimar beneficios ambientales asociados a la reducción de malos olores provenientes de plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos, a través de la metodología de valoración contingente. Se contemplaron un total de 2.600 encuestas efectivas dentro del territorio nacional, considerando las 13 regiones y las 28 comunas en las cuales hay presencia de este tipo de plantas. Se consideraron personas que habitan a distancias de menos de 2 km de la planta más cercana (quienes representaron el 69,5% de las personas encuestadas), en un rango entre 2 y 5 km (quienes representan al 12,1% de las personas encuestadas), entre 5 y 10 km (que son el 9,9% de la muestra), y finalmente a quienes habitan a más de 10 km (quienes son el 8,5% de la muestra encuestada).

La encuesta consideró una serie de preguntas de tipo socioeconómicas además de consultas que caracterizan si se considera los malos olores un problema y los efectos de esta en la salud. Asimismo, se construye un escenario hipotético en donde un plan reduciría los malos olores existentes desde una situación actual que considera, con el fin de hacer más comprensible el problema, a modo de aproximación, 20, 16 y 79 días de mal olor en la macrozona norte, centro y sur respectivamente, hacia una reducción de olores a 7 días de mal olor.

Para conseguir esta reducción, se les consultaba a las personas su disposición a pagar, ya que se trataría de un plan que participa mayoritariamente en el costo las empresas y el Estado, y minoritariamente las personas<sup>48</sup>. En ella se consultó un valor cerrado de \$3.000 mensual y por 10 años. Ante disposiciones a pago, luego se consultó por nuevos valores para verificar si había más o menos disposición.

<sup>48</sup> En los ejercicios de valoración contingente, se construye un escenario hipotético que necesita ser creíble para efectos de que la persona encuestada manifieste su real disposición a pago. Para ello, el plan requiere ser factible, que cumpla con la reducción de días de mal olor y que se financie, en este caso, de forma tripartita con mayor participación de las empresas y Estado, y en menor medida las personas, lo que se relaciona con su disposición a pago. No obstante, se trata de un ejercicio teórico y las personas finalmente no efectúan pago alguno por la reducción de malos olores.

Para estimar los beneficios ambientales de esta reducción hipotética, se recurre a un modelo econométrico Probit, el cual corresponde a una regresión con variable dependiente discreta, esto es, toma valores binarios, lo que, para efectos del ejercicio, significará la probabilidad de que una persona tenga o no disposición a pago por reducir malos olores.

El modelo entonces se puede representar con la siguiente expresión algebraica:

$$P[Y_i = 1|X_i] = \Phi(X_i\beta) \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

$P$ : corresponde a una probabilidad.

$Y_i$ : es una variable dicotómica, tomando valor 1 si la persona  $i$  responde sí ante la pregunta de si pagaría por reducir los malos olores, es decir, declara una disposición a pago, y toma valor 0 de no haber disposición a pago.

$X_i$ : corresponde a un vector de regresores que explican el resultado de  $Y_i$ .

$\Phi$  corresponde a una función de distribución acumulada de una distribución normal estándar.

$\beta$  es un coeficiente que se estima a través de una máxima verosimilitud.

Luego, los modelos Probit consideran que detrás de la decisión de disponer o no de un pago se encuentra una variable latente, que correspondería a una función lineal continua y que manifiesta variables no observadas directamente pero que se pueden interpretar a partir de otras variables. En este caso, pudiera interpretarse como la utilidad que percibiría la persona por reducir los malos olores.

$$Y_i^* = \beta x_i + \epsilon_i \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

$Y_i^*$ : es una variable auxiliar latente no observada.

$x_i$ : es un vector de variables explicativas.

$\epsilon_i$ : corresponde a un error de la ecuación con distribución normal y media 0 ( $\epsilon_i \sim N(0, \sigma)$ ).

Entonces, la probabilidad de responder afirmativamente a la disposición a pago será 1 si  $Y_i^* > 0$ , y será igual a 0 si  $Y_i^* \leq 0$ . El modelo se ajusta al buscar la probabilidad de que la persona responda sí según el monto de licitación  $t_i$  (López-Fieldman, 2012).

A partir de las ecuaciones 8 y 9, podemos resolver algebraicamente:

$$P[Y_i = 1|X_i] = \Pr(Y_i^* > t_i) \quad \text{Ecuación 10}$$

$$P[Y_i = 1|X_i] = \Pr(\beta x_i + \epsilon_i > t_i) \quad \text{Ecuación 11}$$

$$P[Y_i = 1|X_i] = \Pr(\epsilon_i < \beta x_i - t_i) \quad \text{Ecuación 12}$$

$$P[Y_i = 1|X_i] = \Pr(v_i > \frac{t_i - \beta x_i}{\sigma}) \quad \text{Ecuación 13}$$

$$P[Y_i = 1|X_i] = 1 - \Phi\left(\frac{t_i - \beta x_i}{\sigma}\right) \quad \text{Ecuación 14}$$

$$P[Y_i = 1|X_i] = \Phi\left(x_i * \frac{\beta}{\sigma} - t_i * \frac{1}{\sigma}\right) \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde,  $v_i$  sigue una distribución normal estándar  $v_i \sim N(0,1)$ . Luego, habiéndose ajustado el modelo Probit con el monto de licitación  $t_i$  como variable explicativa, es posible estimar los siguientes coeficientes, los cuales permitirán estimar la DAP.

$$\hat{\alpha} = \frac{\hat{\beta}}{\hat{\sigma}}; \hat{\gamma} = -\frac{1}{\hat{\sigma}} \quad \text{Ecuación 16}$$

Finalmente, a partir de los parámetros estimados por el modelo Probit, se estima la DAP de la siguiente forma:

$$DAP_i = x_i * \left(-\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\gamma}}\right) \quad \text{Ecuación 17}$$

Las variables a considerar en el modelo Probit provienen del ejercicio práctico de encuesta levantada en las comunas que cuentan con plantas de producción de recursos hidrobiológicos (Clodinámica, 2021).

Tabla 8. Variables consideradas en modelo de estimación disposición a pago por reducción de malos olores.

Variable	Tipo	Media	Desv. Est.	Min	Máx	N
<b>Variable dependiente</b>						
<i>Disponibilidad a pagar</i>	Dicotómica	0,25	0,43	0	1	2.564
<b>Variables explicativas</b>						
<i>Monto disposición a pago</i>	Catórica	1.464	2.573	0	30.000	822
<i>Educación media completa</i>	Dicotómica	0,09	0,29	0	1	2.600
<i>Educación superior completa</i>	Dicotómica	0,20	0,40	0	1	2.600
<i>Afectado por malos olores</i>	Dicotómica	0,25	0,43	0	1	2.600
<i>Activismo familiar</i>	Dicotómica	0,17	0,37	0	1	2.600
<i>Relación con empresas</i>	Dicotómica	0,46	0,49	0	1	2.600
<i>Personas con trabajo en hogar</i>	Catórica	1,5	0,92	0	10	2.600
<i>Nivel de ingresos</i>	Catórica	376.826	420.542	0	2.000.000	2.600

Fuente: Elaboración propia en base a Clodinámica(2021).

Con la excepción del monto de licitación que es una variable categórica, y las variables de personas con trabajo en hogar y nivel de ingresos, el restante corresponde a variables dicotómicas que toman valor 1 si se trata de una aseveración positiva, esto es, si efectivamente cuenta con educación media completa, superior completa, si es afectado por malos olores, posee familia activista ambiental y si tiene alguna relación con las empresas sujetas a la regulación.

La variable de monto de licitación es la que posee un número de observaciones menor que el restante. Esto producto de las respuestas de protesta que hubo al desarrollarse el ejercicio. En efecto, se constató que un 83,3% de las respuestas tuvo una DAP igual 0. De estas, un 81%

resultaron ser de protesta, es decir, por motivos ideológicos o políticos se sesga la disposición igual a 0 (Clodinámica, 2021). De modo tal que, contemplando las respuestas que tienen correctamente una disposición igual 0, se tiene que esta variable posee un número de observaciones de 822.

Una vez definidas las variables a considerar en el modelo, se estima el modelo Probit considerando tres alternativas de modelos bajo la misma estructura de un probit simple, aunque se diferencian de acuerdo a la cantidad de variables explicativas. El primer modelo solo considera la variable dependiente de probabilidad de responder afirmativamente el pago y la explicativa de monto de la licitación. El tercer modelo considera el conjunto de variables explicativas indicadas en la Tabla 8 y que se recogen de la literatura, mientras que el segundo modelo es un estadio intermedio entre los otros dos modelos. Finalmente, la definición del modelo a utilizar se basa en el criterio de información Bayesiano (BIC por sus siglas en inglés), el cual permite visualizar el modelo con mejor grado de ajuste penalizando la adición de parámetros. El resultado de esta metodología será una estimación de la DAP mensual por persona, por un período de 10 años. Para efectos del AGIES, sólo se considerarán los años que se encontrarán dentro del horizonte de evaluación.

La DAP estimada por el modelo Probit, aplica para un escenario ficticio que contempla la reducción de 20, 16 y 79 días de mal olor en la macrozona norte, centro y sur respectivamente, a 7 días de mal olor. De modo que esta estimación, luego, requiere ajustarse al escenario con proyecto de la presente regulación. Como se indica en la Tabla 2 de la Sección 2, la regulación contempla una reducción de olor según unidad odorante del 70%. De la revisión de EIO de 18 plantas que han efectuado medidas de abatimiento, se puede asociar a estas reducciones un número de días de malos olores, permitiendo así vincular la regulación al escenario hipotético realizado. A continuación, se señala la información considerada:

Tabla 9. Información obtenida de Estudios de impacto de olor de los titulares.

Código planta	Estudio	Valor comparado	Horas impacto sin medidas	Días sin medidas	Horas impacto con medidas	Días con medidas	Abatimiento evaluado (%)
PHA-03	2021	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> p98	1455	61	471	20	91%
PHA-05	2021	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> p98	1214	51	485	20	80%
PHA-09	2020	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> p98	263	11	0	0	87%
PHA-16	2018	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> p98	923	38	76	3	80%

Fuente: Información obtenida de los EIO de PHA03, PHA05, PHA09 y PHA16.

De los datos se puede observar que los porcentajes de abatimiento que evaluaron los titulares para llegar a un impacto máximo de 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> p98, varía entre 80% y 91%. Como la normativa exige al menos un 70% de reducción total, se podría considerar que estos valores estarían en cumplimiento de la exigencia de la regulación. Los datos también muestran un rango entre 11 y 61 días con mal olor sin medidas de mitigación y entre 0 y 20 días con las medidas.

Para efectos de utilizar un escenario lo más conservador posible, para la estimación de beneficios ambientales se considera el promedio de días de mal olor para el rango inferior y el máximo para el rango superior, es decir, 40 a 61 días de mal olor sin medidas, y 11 y 20

días con las medidas. Esto pues, un 70% de reducción difícilmente implicará 0 días de mal olor, de modo que resulta más conveniente considerar más días como cota inferior.

De acuerdo con el análisis y en base a los supuestos realizados, con el fin de poder asociar una estimación de días con olor ante una reducción de un 70%, que es el valor indicado en el anteproyecto, se establece que la regulación permitiría reducir desde el rango de 40 y 61 días con olor actuales, a un escenario regulatorio entre 11 y 20 días de olor al año con abatimiento de olor. Con estos días de reducción, luego se ajusta la DAP estimada del escenario ficticio, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 10. Información relacionada obtenida de Estudios de impacto de olor de los titulares.

Escenario	Días de impacto odorante en escenario ficticio modelado	Días de impacto odorante del análisis de EIO
Situación actual	16, 20 y 79 según macrozona (promedio 38,3)	40 a 61
Escenario regulatorio	7	11 a 20
Días reducidos	31,3	35

Fuente: Elaboración propia

La DAP por persona permitirá, luego, estimar los beneficios agregados de la regulación, al multiplicarse por la población afectada, lo cual se desarrolla en Sección 4.3 y la Sección 4.5.2.

En relación a la población afectada, se consideran las siguientes metodologías para estimar las personas que, tras la implementación de la regulación, percibiría una reducción del olor.

#### Contabilización de beneficiados en Plantas de Harina y Aceite de Pescado (PHA)

Para todas las PHA se empleó la información de beneficiarios identificados según la pluma de olor por el Estudio “Antecedentes para la elaboración de análisis económicos de la norma de emisión de olores para el sector de procesamiento de recursos hidrobiológicos” en DICTUC (2021a)<sup>49</sup>. Como fuente de información para la población afecta, se utiliza el Mapa de Densidad de Población en Alta Resolución del año 2020, elaborado por Facebook y la Universidad de Columbia. Este mapa contiene celdas de aproximadamente 30 metros, con su población estimada correspondiente. Se considera que esta fuente de información es la mejor información disponible, ya que cuenta con un alto nivel de resolución, es más actualizado que el censo 2017 y considera construcciones donde no hay habitantes fijos, pero sí hay trabajadores que se ven afectados DICTUC (2021a).

De los resultados de la modelación de DICTUC (2021a), se utilizan las isolíneas del percentil 99,5 con las cuales se conocen las áreas para distintos niveles de afectación por olor. Así, se identifican los receptores dentro de una isolínea de 1 unidad de olor a percentil 99,5 de tal forma de estimar la cantidad de personas expuestas por planta. Luego, para estimar el número de beneficiarios por una potencial reducción en la emisión, se toma el número total de personas expuestas a olor en la misma comuna y se divide por el número de plantas PHA en dicha comuna.

<sup>49</sup>Tabla 9-2 de (DICTUC, 2021a).



### Contabilización de beneficiados en Plantas de Alimentos para Peces (PAP)

Para las PAP no se cuenta con modelaciones de las plumas de olor. Por lo tanto, se utilizó un criterio de un radio de 2 km en torno a la planta de alimentos para peces sugerido por el Estudio “Levantamiento de Antecedentes para estimar beneficios, mediante precios hedónicos, de la regulación de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos” de DICTUC (2021b), porque de esta manera se puede contabilizar a quienes estarían más impactados frente a una pluma de olor. Es decir, sería un criterio conservador, considerando el tamaño de las posibles plumas de este tipo de plantas.

Como fuente de información DRLO empleó para el conteo de los potenciales beneficiarios, la herramienta geográfica QGIS<sup>50</sup> y la información de superficie de edificación de “GlobalMLBuildingFootprints” de Microsoft<sup>51</sup>. Para ello se extrajeron polígonos que representan edificaciones (viviendas o hogares) o estructuras en un radio de 2 km y se contrastaron con la imagen aérea, para luego eliminar los polígonos que no fueran representativos de una edificación. En el caso de posibles empresas o industrias, se dejó un solo polígono representativo de ese beneficiario. Para evitar un doble conteo de polígonos, se consideró únicamente la edificación más cercana al PAP respectivo. Una vez obtenidas las edificaciones cercanas a cada PAP, se realizó el conteo de estos polígonos y se estimó la cantidad de personas potencialmente beneficiadas bajo el supuesto de 3,1 personas/hogar (INE, 2017)<sup>52</sup>.

Esta población afecta se estima y proyecta en el horizonte de evaluación, teniendo en consideración la tasa promedio de crecimiento de la población que utiliza el Instituto Nacional de Estadísticas, al cual es de 0,5% anual.

### 3.5. Ajuste de inflación

Todos los valores de costos y beneficios fueron ajustados por inflación e indicador de valor de mercado, según correspondiera. Se realiza un ajuste por la inflación del periodo para llevar todos a su valor correspondiente al año actual, según el año de la referencia original hasta el año 2022. La inflación es ajustada con datos anuales de inflación según el origen de la información (USD, Euro o Clp)<sup>53</sup>. Para valores en Chile, se emplea el Índice de Precios del Consumidor (IPC) del Banco Central<sup>54</sup>.

Finalmente, los valores de costos y beneficios son presentados en US\$, utilizando el promedio móvil de los últimos doce meses para el dólar observado<sup>55</sup>, según datos de la base estadística del Banco Central.

<sup>50</sup> Software Quantum GIS. Véase en: <https://qgis.org>

<sup>51</sup> Véase en: <https://github.com/microsoft/GlobalMLBuildingFootprints>

<sup>52</sup> INE, 2017. SÍNTESIS DE RESULTADOS CENSO 2017.

<sup>53</sup> Inflación: [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/inflation-cpi/indicator/english\\_eee82e6e-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/inflation-cpi/indicator/english_eee82e6e-en) (USD)

<https://www.rateinflation.com/inflation-rate/euro-area-historical-inflation-rate/> (EURO). Ajuste por moneda <https://www.bcentral.cl/areas/estadisticas>

<sup>54</sup> Banco Central de Chile - Indicadores diarios - IPC General (Var. c/r al período anterior) - Período: 1928 al 2022. Ver en: <https://www.bcentral.cl/areas/estadisticas>

<sup>55</sup> Dólar de \$811,42 correspondiente al promedio móvil de junio 2021 a junio 2022.

### 3.6. Análisis costo beneficio (ACB)

El Beneficio Social Neto de la norma se estima sustrayendo los costos totales de cierta medida, de los beneficios atribuibles a esa medida, según Ecuación 18. El Valor Actual Neto se calcula considerando el BSN, reflejando el valor futuro de costos y beneficios en su valor presente (VP), utilizando la tasa de descuento y los años de evaluación. El horizonte evaluado de la norma es de 10 años, la tasa de descuento de un 6% (MIDESO, 2018).

$$BSN = \sum BS_k - \sum CS_k \quad \text{Ecuación 18}$$

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{BSN}{(1+r)^t} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde,

- BSN:** Beneficio Social Neto todas las plantas evaluadas y todas las medidas (US\$)
- BS<sub>k</sub>:** Beneficio Social por la medida *k* (US\$/año)
- CS<sub>k</sub>:** Costo Social por la medida *k* (US\$/año)
- VAN:** Valor Actual Neto (US\$)
- T, t:** Horizonte temporal (años)
- r:** Tasa social de descuento



## 4. Resultados

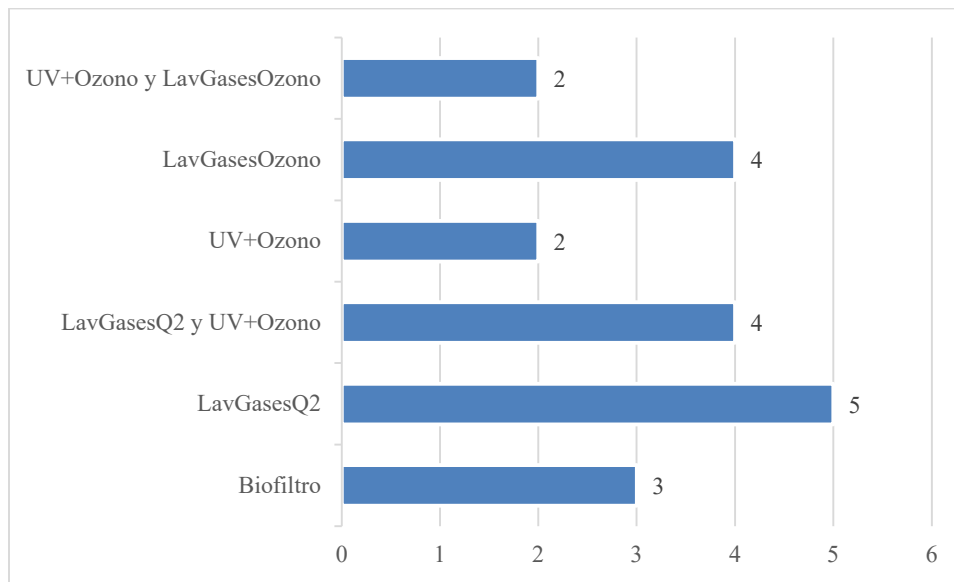
### 4.1. Cumplimiento normativo

#### 4.1.1. Plantas, límite de olor y reducción de emisiones

De un total de 32 plantas, 6 PHA y 6 PAP ya alcanzan cumplir el impacto odorante máximo de  $30\text{ouE}/\text{m}^3$  p98 en el receptor, por tanto, no deben aplicar medidas para reducir olor. Las restantes 20 plantas corresponden a 17 PHA y 3 PAP.

En la siguiente figura se muestra las medidas de abatimiento para reducir que podrían implementar cada planta para llegar a cumplimiento. Las PHAs deben implementar LavGasesOzono, LavGasesQ2 o UV+Ozono, o una combinación de estas para alcanzar el cumplimiento exigido. Sobre las PAP se identifica que todas deben implementar biofiltro para llegar a cumplimiento.

Figura 5. Tecnologías evaluadas que deberán aplicar las fuentes emisoras para reducir su emisión de olor



Fuente: Elaboración propia.

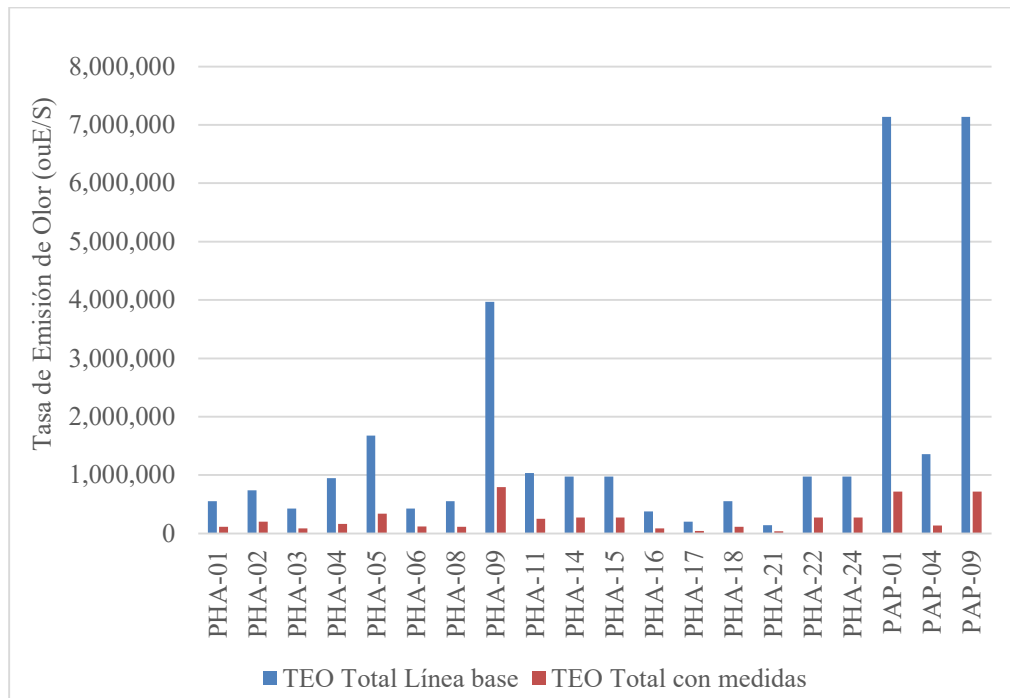
Según los supuestos de la evaluación 5 PHAs en Figura 5, son plantas que dados sus datos en línea base podrían reducir su concentración de olor para cumplir el impacto odorante máximo de  $30\text{ouE}/\text{m}^3$  p98.

## 4.2. Línea base y reducciones de emisiones de olor

Del total de plantas analizadas en la Minuta “Emisiones Odoríficas con Medidas de fuentes emisoras” 2022 de DRLO adjunta al expediente, 12 plantas cumplen en línea base (no tienen reducción por medidas), las restantes tienen impactos en los costos y beneficios del Anteproyecto.

Respecto a la reducción de olor, la siguiente figura, muestra  $TEO_{TOTAL}$  para la línea base y  $TEO_{TOTAL}$  bajo cumplimiento normativo luego de aplicar las medidas necesarias según Sección 3.2 para reducir la emisión total de las unidades odorantes en un 70%.

Figura 6.  $TEO_{TOTAL}$  para la línea base y  $TEO_{TOTAL}$  bajo cumplimiento al alcanzar el 70% de reducción



Más detalle de la reducción de TEO para las plantas que deben implementar medidas de abatimiento en Anexo 6.4, Tabla 22.

## 4.3. Población afectada por olores

El Departamento de Ruido Lumínica y Olores del MMA estimó los valores de número de hogares, mediante metodología desarrollada en 3.4.1.20. A continuación, la siguiente tabla, se detalla que cerca de 150.000 personas se verán beneficiadas por esta normativa.

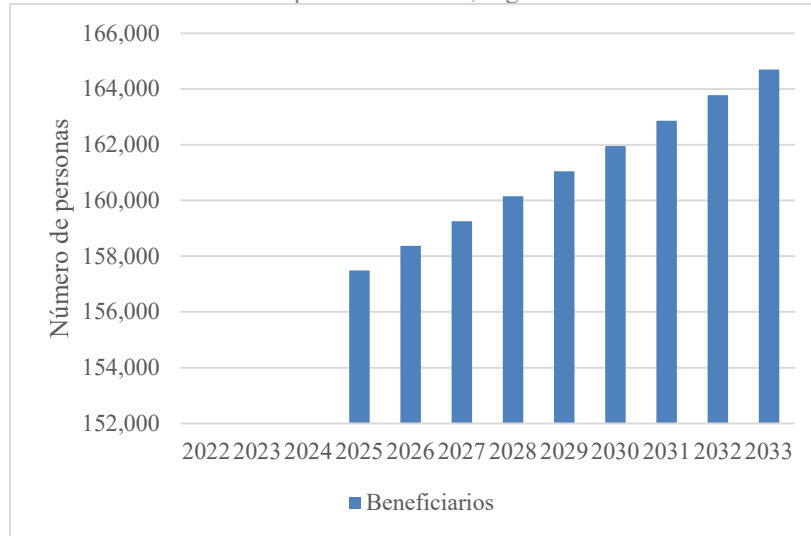
Tabla 11. Cantidad de personas beneficiadas por la normativa (2025).

Tipo de planta	Beneficiarios (N° personas)
PAP	10.857
PHA	144.006
<b>Total</b>	<b>154.863</b>

Fuente: Elaboración propia.

Además, la siguiente figura, muestra la proyección de personas que se verán beneficiadas dentro del horizonte de evaluación. Se considera que el beneficio se generará una vez las medidas de abatimiento y el cumplimiento de la norma sean efectivos, esto quiere significa que se generarán a partir del 3er año luego de implementada la normativa.

Figura 7. Población beneficiada por la normativa, según fuente de información utilizada



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Análisis de justicia ambiental

##### 4.4.1. Análisis general de los datos

Aquellas comunas con plantas de procesamiento hidrobiológico registraron en 2020 una tasa promedio de pobreza por ingresos de 11,4%, en comparación con 11,1% en las comunas sin dichas plantas. Para todas las comunas consideradas, la tasa promedio de pobreza es de 11,2%. Por tanto, se identifica que las plantas de procesamiento hidrobiológico se ubican con mayor frecuencia en comunas con mayor pobreza monetaria.

En el caso de la pobreza multidimensional, en 2017 las comunas con estas instalaciones registraron un 21,2% de incidencia, frente a un 19,2% en las comunas sin plantas. La mayor magnitud de esta diferencia muestra que, aunque las diferencias monetarias son pequeñas, las brechas en calidad de vida –trabajo, salud, educación, vivienda y redes- podrían ser mayores.

Tabla 12. Comparación de pobreza por ingresos y multidimensional entre comunas con y sin plantas de procesamiento hidrobiológico

Categoría pobreza	Comunas con plantas	Comunas sin plantas
Pobreza por ingresos	11,4%	11,1%
Pobreza multidimensional	21,2%	19,2%

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis a partir de la encuesta en comunas con plantas, los datos muestran que un 49,6% de los hogares está liderado por mujeres, y que la edad media de la jefatura del hogar es 49,2 años. Un 68,6% de las personas jefas de hogar cuentan con educación media completa, y la estimación del ingreso medio de los hogares es de \$628.577.

En general, un 46,5% de la población reporta haber sentido olores provenientes de la planta de procesamiento hidrobiológico en el último mes.

Tabla 13. Descriptivos de las características de los hogares en comunas con plantas

Variable	Valor
<b>Proporción de hogares con jefaturas mujeres</b>	49,6%
<b>Edad media de la jefatura del hogar</b>	49,2 años
<b>Proporción de jefaturas de hogar con educación media completa</b>	68,6%
<b>Ingreso medio de los hogares en pesos Chilenos</b>	\$628.577
<b>Proporción de hogares que reporta haber sentido olores en último mes</b>	46,5%

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2. Comparación en radio de dos kilómetros

En primer lugar, se compararon las características de quienes viven en un radio de dos kilómetros en torno a las plantas respecto de quienes residen a una mayor distancia. Esto se justificó, principalmente, en que esta distancia corresponde a la utilizada para la estimación de beneficios.

Los datos muestran que un 61,9% de los hogares dentro del radio de dos kilómetros ha percibido olores provenientes de la planta de procesamiento hidrobiológico, lo que se compara con un 34,8% de los hogares ubicados fuera de este rango. Este resultado, además de mostrar la fuerte diferencia en calidad ambiental en las comunas con este tipo de plantas, valida el uso de este radio como punto de comparación.

Los datos muestran, además, que, en las comunas con plantas que se verán afectadas por la norma, un 48,1% de los hogares en el radio de dos kilómetros está encabezado por mujeres, mientras fuera del radio ese número aumenta a 54,7%. Por otra parte, los hogares dentro del radio tienen jefaturas de hogar cuya edad media es de 49,8 años, mientras los que están más lejos tienen una media de edad de 46,7 años. En cuanto al nivel educacional, los datos muestran que un 68% de quienes lideran hogares dentro del radio de dos kilómetros terminaron la educación media, en comparación con un 73,9% fuera de ese rango. Respecto de los ingresos, finalmente, se observa que la media de ingresos del hogar dentro de los radios de dos kilómetros es de \$592.526, lo que contrasta con la media de \$695.470 fuera de ese radio. Estos resultados, estadísticamente significativos, muestran que los hogares al interior del radio de mayor afectación de olores hidrobiológicos tienen una mayor cantidad de jefes hombres, están liderados por personas de mayor edad y menor nivel educacional, y cuentan con menores ingresos, respecto de los que se ven menos afectados por los olores.

En este sentido, la creación de la norma tiene efectos de justicia ambiental, pues mejora las condiciones ambientales de poblaciones vulnerables en términos sociodemográficos.

Tabla 14. Comparación de características sociodemográficas y de exposición a olores entre hogares dentro y fuera del radio de dos kilómetros

Variable	Dentro del radio de 2 km	Fuera del radio de 2 km
<b>Porcentaje de hogares que ha percibido olores provenientes de la planta en el último mes</b>	61,9%	34,8%
<b>Porcentaje de hogares liderados por mujeres</b>	48,1%	54,7%
<b>Edad media de la jefatura de hogar</b>	49,8 años	46,7 años
<b>Porcentaje de jefaturas de hogar con educación media completa</b>	68%	73,9%
<b>Ingresos medios del hogar en pesos Chilenos</b>	\$592.526	\$695.470

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.3. Comparación en radio de cinco kilómetros

Dado que, al comparar en el rango de 2 km, más de un tercio de los hogares fuera del radio declaró haber percibido olores provenientes de la planta de tratamiento hidrobiológico, se repitió el análisis, considerando esta vez un radio de 5 km<sup>56</sup>. En este caso, se observa que un 60,8% de los hogares dentro del radio de cinco kilómetros ha percibido olores, frente a un 24,9% de los hogares fuera de este.

Los datos muestran, además, que un 48,3% de los hogares dentro del radio son liderados por mujeres, frente a un 56,9% de aquellos que están a más de cinco kilómetros de la planta. La edad media de la jefatura de hogar dentro del radio es de 49,7 años, frente a 45,8 en los hogares más lejanos. Un 68,3% de las jefaturas de hogar en la zona más cercana a la planta completó la educación media, frente a un 75,8% en los hogares más lejanos. El ingreso medio de los hogares dentro del radio, finalmente, es de \$612.336, en contraste con \$677.308 fuera de este.

Se confirma lo observado en el radio de 2 km, respecto de la existencia de una situación de desigualdad ambiental, pues quienes están más afectados por los malos olores corresponden a hogares de menores ingresos y con jefaturas con menor educación y mayor edad. En este sentido, la entrada en vigencia de la norma podría tener un efecto positivo en términos de justicia ambiental.

Tabla 15. Comparación de características sociodemográficas y de exposición a olores entre hogares dentro y fuera del radio de cinco kilómetros

Variable	Dentro del radio de 5 km	Fuera del radio de 5 km
<b>Porcentaje de hogares que ha percibido olores provenientes de la planta en el último mes</b>	60,8%	24,9%
<b>Porcentaje de hogares liderados por mujeres</b>	48,3%	56,9%
<b>Edad media de la jefatura de hogar</b>	49,7 años	45,8 años
<b>Porcentaje de jefaturas de hogar con educación media completa</b>	68,3%	75,8%

<sup>56</sup> Los datos recolectados en la encuesta ya contenían esta categoría, por lo que no es posible realizar mediciones intermedias.

Variable	Dentro del radio de 5 km	Fuera del radio de 5 km
Ingresos medios del hogar en pesos Chilenos	\$612.336	\$677.308

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que los hogares ubicados más cerca de plantas de procesamiento hidrobiológico tienen jefaturas con menor educación, mayor edad, y menores ingresos. Esto es consistente con lo que plantean los estudios de justicia ambiental, respecto de la carga desproporcionada de problemas ambientales en poblaciones vulnerables, en este caso, de forma socioeconómica. Esto también se encuentra en línea con lo observado en el análisis comunal, donde se muestra que las plantas están ubicadas, con mayor frecuencia, en comunas con mayores tasas de pobreza por ingresos y, especialmente, pobreza multidimensional.

Por otra parte, destaca que los hogares más cercanos a las instalaciones hidrobiológicas son, en menor proporción, liderados por mujeres, lo que no se encuentra en sintonía con que los hogares con jefas de hogar están más frecuentemente en situación de pobreza. Respecto de esto, las características económicas de cada una de las comunas estudiadas, así como otras variables demográficas, tales como la ruralidad o la situación laboral, pueden ser relevantes para comprender estos hallazgos.

#### 4.5. Costos y beneficios

Los costos totales ascienden a US\$ 26,59 millones mientras que los beneficios son estimados en US\$31,03 millones. A continuación, se presentan los resultados según diferentes desagregaciones.

##### 4.5.1. Costos por reducción de emisiones de olor

En base a la metodología indicada en la sección 3.3.2.1, se estima el costo asociado a la implementación de tecnologías de abatimiento. Los resultados de la evaluación indican que los costos de inversión y operación por la implementación de tecnologías ascienden a US\$ 15,95 millones para PHA y a US\$ 2,02 millones para PAP.

El análisis considero las 20 plantas (17 PHA y 3 PAP) distribuidas a nivel nacional, que según la mejor información disponible requerirían la disminución del 70% de las emisiones de olor o una reducción en su concentración de olor.

##### 4.5.2. Beneficios por reducción de emisiones de olor

De acuerdo a la metodología indicada en la sección 3.4.1.2, se estima una disposición a pago por reducir malos olores desde un escenario hipotético base de 38,3 promedio nacional a 7 días, mediante un modelo Probit. Se consideran tres alternativas de modelo, de las cuales se escoge aquel que mejor se ajusta de acuerdo al criterio de información bayesiano (BIC en sus siglas en inglés). Los resultados de los modelos considerados se encuentran en Anexo 6.5. El resultado de la DAP del escenario ficticio corresponde a \$2.045 mensuales por persona. Luego, tal como fue indicado en la Tabla 10 de la sección 3.4.1.2, el monto a utilizar en la presente regulación necesita ajustarse por los días de reducción de malos olores asociados a

la disminución del 70% de las emisiones de olor, lo cual ajusta la DAP a utilizar a \$2.286 mensual, que equivale a \$27.432 anual, o US\$33,8 anual.

Luego, al multiplicar la DAP por la población afecta, en valor presente, se estima un beneficio de US\$ 31,03 millones.

Los beneficios asociados a la reducción de malos olores se encuentran en sintonía con otras aplicaciones de valoración económica a problemas ambientales. El 2021 se elaboró un levantamiento de antecedentes para estimar beneficios, mediante la metodología de precios hedónicos, por reducción de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológico en Chile (DICTUC, 2021b). El objetivo fue evaluar el impacto de la desamenidad causada por olores provenientes de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, en el valor de las viviendas ubicadas en los alrededores de dichas plantas, y que se vean afectadas por dichos olores.

Se consideraron tres comunas para el análisis, Coronel, Iquique y Lota, de las cuales se estimaron variaciones en los precios de las viviendas asociadas al olor proveniente de las fuentes de emisión. Los resultados indican, para el caso de Coronel, que distanciarse 1 kilómetro de una planta está asociado a un aumento de 22,8% en el precio de las viviendas. En el caso de Iquique, el aumento se asocia a 2,2% en el precio de las viviendas. Lota no encuentra resultados significativos. Estos resultados se encuentran en sintonía con la identificación de beneficios por reducción de malos olores a través de la metodología de valoración contingente. Para efectos de evitar doble contabilizaciones, el análisis costo-beneficios sólo visualiza los beneficios estimados a través de la metodología de valoración contingente.

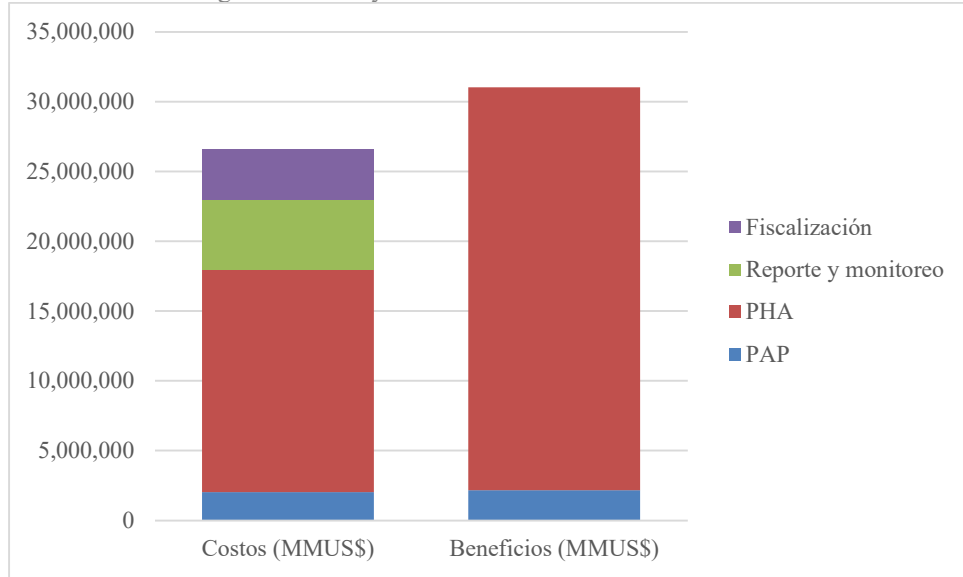
#### **4.5.3. Costos y Beneficios en valor presente**

Los costos y beneficios estimados por el AGIES se muestran en valor presente (VP) en la siguiente figura diferenciados.

El análisis muestra que, tanto para costos como para beneficios, la exigencia de mayor impacto es la reducción de olor para alcanzar el límite. En detalle el 11,3 % (MMUS\$ 2,02) y 88,7 % (MMUS\$ 15,95) de los costos de abatimiento corresponden a PAPs y PHAs. Para los beneficios, el 7,0 % (MMUS\$ 2,18) y 93,0 % (MMUS\$ 28,85) corresponden a PAPs y PHAs.



Figura 8. Costos y beneficios económicos diferenciados



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los resultados globales se muestran en la Tabla 16 según tipo de costo y tipo de beneficio, para cada exigencia evaluada del Anteproyecto. La reducción de emisiones de olor por implementación de tecnología de abatimiento implica un costo de MMUS\$ 17,98 mientras que los beneficios (DAP) son estimados en MMUS\$ 31,03. En términos porcentuales, lo anterior significa que la reducción de emisiones representa un 67,6 % de los costos y un 100% de los beneficios (VP). La relación beneficio costo de la implementación de la norma es de 1,17; lo que indica que es socialmente rentable.

Tabla 16. Costos y beneficios totales por exigencia del Anteproyecto

Tipo de Medida	Costos (MMUS\$)	Beneficios (MMUS\$)
	Inversión y Operación	DAP por Olor
<b>Reducción de emisiones de olor</b>	17,98	31,03
<b>Reporte y monitoreo</b>	5,08	
<b>Fiscalización</b>	3,53	
<b>TOTAL</b>	<b>26,59</b>	<b>31,03</b>
<b>Razón B/C</b>	<b>1,17</b>	

Fuente: Elaboración propia.

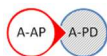
## 5. Conclusiones

La presente evaluación determina que, de acuerdo al indicador de razón B/C obtenido, la norma es socialmente rentable. Es decir, el Beneficio Social Neto (BSN) de la norma es positivo, con beneficios que superan a los costos. Los beneficios ascienden a MMUS\$ 31,03 y costos de MMUS\$ 26,59 en valor presente.

Más allá de la rentabilidad social positiva de la norma, aun así, hay beneficios que no pueden ser valorizados en términos monetarios. Uno de estos es el aporte que esta norma genera en términos de justicia ambiental, pues reduce la carga ambiental desproporcionada que padecen grupos vulnerables de la población. Por otra parte, la dignidad con la que viven las personas o el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, son dimensiones de los beneficios normativos que difícilmente pueden ser valorizados en términos monetarios, incluso a pesar de la existencia de técnicas de valoración especializadas. Debido a la naturaleza abstracta e inconmensurable de la dignidad humana (Martínez Alier, 2009b), estos beneficios normativos escapan de la evaluación técnica realizada y están más allá del alcance del presente AGIES.

Considerar elementos de este tipo es relevante para el análisis normativo de los proyectos, pues permite tener una mirada más integral que ayude a evitar conflictos socioambientales y promueva mejores estándares de calidad de vida.

Es importante señalar que los resultados obtenidos en este análisis obedecen a los límites regulatorios establecidos por la Normativa, a la metodología y supuestos considerados en esta evaluación, y deben ser considerados como un antecedente más para la toma de decisiones, a la cual se debe incorporar otros elementos relevantes para la discusión del instrumento, como los antes mencionados.



## 6. Anexos

### 6.1. Matriz de cumplimiento normativo

Tabla 17. Matriz de cumplimiento normativo por planta, medida y tamaño. Los 1 representan la necesidad de implementar la medida que indica, los 0 la no necesidad.

Código planta	Biofiltro	LavGasesQ2	LavGasesOzono	UV+Ozono
PHA-01	0	1	0	1
PHA-02	0	1	0	0
PHA-03	0	0	1	0
PHA-04	0	0	0	1
PHA-05	0	1	0	1
PHA-06	0	0	1	0
PHA-07	0	0	0	0
PHA-08	0	0	1	1
PHA-09	0	0	1	0
PHA-11	0	0	1	1
PHA-12	0	0	0	0
PHA-13	0	0	0	0
PHA-14	0	1	0	0
PHA-15	0	0	1	0
PHA-16	0	1	0	0
PHA-17	0	0	0	1
PHA-18	0	1	0	1
PHA-19	0	0	0	0
PHA-20	0	0	0	0
PHA-21	0	1	0	1
PHA-22	0	1	0	0
PHA-23	0	0	0	0
PHA-24	0	1	0	0
PAP-01	1	0	0	0
PAP-02	0	0	0	0
PAP-03	0	0	0	0
PAP-04	1	0	0	0
PAP-05	0	0	0	0
PAP-06	0	0	0	0
PAP-07	0	0	0	0
PAP-08	0	0	0	0
PAP-09	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia. Nota: Se excluye PHA-10 por encontrarse cerrada.

## 6.2. Materia y Flujo

Tabla 18. Materia prima para PHA (DICTUC, 2021a)

<b>Código planta*</b>	<b>Cantidad Materia (ton/año)</b>
PHA-01	58.006
PHA-02	13.349
PHA-03	65.330
PHA-04	68.199
PHA-05	39.792
PHA-06	102.494
PHA-08	78.056
PHA-09	47
PHA-11	73.341
PHA-14	2.442
PHA-15	1.395
PHA-16	14.756
PHA-17	53.119
PHA-18	99.681
PHA-21	89.596
PHA-22	957
PHA-24	1.342

Fuente: Elaboración propia. Nota: PHA-12 procesa desechos de salmón, por lo cual no declara a SERNAPESCA, las toneladas procesadas 2020 se obtienen del contacto directo de DICTUC con PHA-12.

\*En tabla solo plantas sujetas a la evaluación de reducción de la emisión total 70% de sus unidades odorantes

Tabla 19. Materia prima procesada por PHA en base a SERNAPESCA o Materia final de pellet generado por PAP

<b>Código planta</b>	<b>Cantidad Materia (ton/año)</b>
PHA-01	65.566
PHA-02	19.052
PHA-03	84.017
PHA-04	68.199
PHA-05	66.164
PHA-06	106.089
PHA-08	114.984
PHA-09	155.495
PHA-11	73.341
PHA-14	2.910
PHA-15	9.610

<b>Código planta</b>	<b>Cantidad Materia (ton/año)</b>
<b>PHA-16</b>	14.758
<b>PHA-17</b>	53.122
<b>PHA-18</b>	104.181
<b>PHA-21</b>	109.724
<b>PHA-22</b>	1.749
<b>PHA-24</b>	7.573
<b>PAP-01</b>	67.000
<b>PAP-04</b>	430.000
<b>PAP-09</b>	300.000

Fuente: Elaboración propia. Nota: En tabla solo plantas sujetas a la evaluación de reducción de la emisión total 70% de sus unidades odorantes.

Tabla 20. Flujo Total de las unidades emisoras en plantas sujetas a reducción.

<b>Código planta</b>	<b>Flujo Total de las unidades emisoras (m3/h)</b>
<b>PHA-01</b>	8.756,14
<b>PHA-02</b>	19.128,51
<b>PHA-03</b>	11.220,22
<b>PHA-04</b>	21.761,01
<b>PHA-05</b>	8.836,00
<b>PHA-06</b>	210.494,05
<b>PHA-08</b>	15.355,77
<b>PHA-09</b>	20.765,89
<b>PHA-11</b>	9.794,52
<b>PHA-14</b>	245,59
<b>PHA-15</b>	811,03
<b>PHA-16</b>	1.245,49
<b>PHA-17</b>	7.094,28
<b>PHA-18</b>	8.792,28
<b>PHA-21</b>	26.669,03
<b>PHA-22</b>	233,57
<b>PHA-24</b>	1.011,35
<b>PAP-01</b>	4.081,38
<b>PAP-04</b>	26.193,96
<b>PAP-09</b>	18.274,85

Fuente: Elaboración propia. Nota: En tabla solo plantas sujetas a la evaluación de reducción de la emisión total 70% de sus unidades odorantes.

### 6.3 Nivel de actividad por planta

Tabla 21. Nivel de actividad por planta.

<b>Código planta</b>	<b>Producción Alta (número de meses)</b>	<b>Producción Baja (número de meses)</b>	<b>Sin Producción (número de meses)</b>
PHA-01	7	3	2
PHA-02	1	2	9
PHA-03	7	3	2
PHA-04	2	10	0
PHA-05	7	3	2
PHA-06	8	2	2
PHA-07	7	3	2
PHA-08	7	3	2
PHA-09	7	3	2
PHA-11	7	3	2
PHA-12	12	0	0
PHA-13	12	0	0
PHA-14	12	0	0
PHA-15	12	0	0
PHA-16	12	0	0
PHA-17	7	3	2
PHA-18	12	0	0
PHA-19	7	3	2
PHA-20	7	3	2
PHA-21	3	6	3
PHA-22	7	3	2
PHA-23	0	11	1
PHA-24	7	3	2
PAP-01	12	0	0
PAP-02	12	0	0
PAP-03	12	0	0
PAP-04	12	0	0
PAP-05	12	0	0
PAP-06	12	0	0
PAP-07	12	0	0
PAP-08	12	0	0
PAP-09	12	0	0

Fuente: Elaboración propia. Nota: Planta PHA-10 está cerrada.

## 6.4 Tasa de Emisión de Olor

La Tabla muestra la reducción de Tasa de Emisión de Olor (TEO) línea base y con la implementación de medidas para PHA y PAP que deben considerar medidas de abatimiento. Se observa que plantas alcanzan y superan la reducción 70% de la emisión total de línea base.

Tabla 22. Tasa de Emisión de Olor (TEO) línea base y TEO con la implementación de medidas

Código planta	TEO Total Línea base (ouE/s)	TEO Total con medidas (ouE/s)	Reducción lograda (ouE/s)	Porcentaje reducción (%)
PHA-01	555.509,0	113.104,1	442.404,9	79,6%
PHA-02	740.724,0	201.736,0	538.988,0	72,8%
PHA-03	425.992,0	85.239,2	340.752,8	80,0%
PHA-04	946.178,0	161.626,3	784.551,7	82,9%
PHA-05	1.675.349,0	341.132,0	1.334.217,0	79,6%
PHA-06	428.861,0	118.691,4	310.169,6	72,3%
PHA-08	555.509,0	113.104,1	442.404,9	79,6%
PHA-09	3.967.875,0	793.575,0	3.174.300,0	80,0%
PHA-11	1.036.441,0	252.212,7	784.228,3	75,7%
PHA-14	975.841,0	274.893,8	700.947,2	71,8%
PHA-15	974.914,0	273.966,8	700.947,2	71,9%
PHA-16	377.598,0	84.662,0	292.936,0	77,6%
PHA-17	202.469,0	40.710,6	161.758,4	79,9%
PHA-18	555.509,0	113.104,1	442.404,9	79,6%
PHA-21	139.761,0	38.485,0	101.276,1	72,5%
PHA-22	975.841,0	274.893,8	700.947,2	71,8%
PHA-24	975.841,0	274.893,8	700.947,2	71,8%
PAP-01	7.135.816,0	718.116,7	6.417.699,3	89,9%
PAP-04	1.356.592,0	135.659,2	1.220.932,8	90,0%
PAP-09	7.135.816,0	718.116,7	6.417.699,3	89,9%

Fuente: Elaboración propia. Nota: (\*) Aquellas plantas no incluidas en esta tabla ya alcanzarían la concentración de olor de 3 ouE a p98 y no necesitaran implementar medidas de reducción.

## 6.5 Resultados de modelos Probit

Tabla 23. Coeficientes de variables explicativas sobre la probabilidad de tener una disponibilidad afirmativa a pagar.

Variable	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
<i>Monto de disposición a pago</i>	0,0001693*** (0,00004)	0,00013*** (0,00004)	0,00012*** (0,00004)
<i>Educación media completa</i>		0,22018* (0,11393)	0,18257 (0,11466)
<i>Educación superior completa</i>		0,25983* (0,14677)	0,21968 (0,14965)



<b>Variable</b>	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>	<b>Modelo 3</b>
<i>Afectado por malos olores</i>		0,24539** (0,13298)	0,26069* (0,13463)
<i>Activismo familiar</i>		-0,24445* (0,14027)	-0,26331* (0,14047)
<i>Relación con empresas</i>		0,70926*** (0,11752)	0,74392*** (0,11795)
<i>Personas con trabajo en hogar</i>			0,16316*** (0,06016)
<i>Nivel de ingresos de hogar</i>			-1,74e-07 (1,43e-07)
<i>Constante</i>	0,5637283*** (0,06207)	0,26815*** (0,09074)	0,11848 (0,11602)
<b>Criterio de información BIC</b>	<i>855,63</i>	<i>838,94</i>	<i>844,363</i>
<b>Pseudo R2</b>	<i>0,0393</i>	<i>0,0966</i>	<i>0,1057</i>
<b>Número de observaciones: 822</b>			
*** estadísticamente significativo al 1%; ** estadísticamente significativo al 5%; estadísticamente significativo al 10%. En paréntesis desviación estándar.			

Los resultados muestran coeficientes estadísticamente significativos para todas las variables. Los signos muestran consistencia con lo esperado en casi todas las variables, con la excepción de la disposición a pago, en donde a mayor monto de disposición a pago implica una mayor probabilidad de respuesta afirmativa al pago. Esto pudiera encontrarse en contraposición con la noción de que una mayor magnitud de pago debiera reducir la respuesta afirmativa, aunque pudiera también significar que personas afectas a los olores valoran la resolución del problema y por tanto pudieran pagar más en tanto se resuelva de forma más eficaz. El nivel de ingresos tampoco se encuentra en sintonía con lo esperable, puesto que a un mayor nivel de ingresos se hubiera esperado una mayor disposición a pago.

Las restantes variables se encuentran en sintonía: el nivel de educación escolar implica una mayor probabilidad de respuesta favorable al pago. Asimismo, mientras mayor sea el nivel educacional es mayor la probabilidad de respuesta afirmativa. Por otro lado, si la persona se encuentra más afectada por malos olores, entonces tiene una mayor probabilidad de respuesta afirmativa. Si la persona cuenta con familiares activistas ambientales, posee una menor probabilidad de responder afirmativamente, en tanto menos disponible se encontrará de financiar un plan de reducción de malos olores puesto que recurren a vías políticas de resolución del conflicto. Por último, las siguientes tres variables se encuentran en sintonía: si la persona cuenta con un familiar con relación a empresas que están sujeta a regulación, aumenta probabilidad de responder sí a la disponibilidad de pago; más personas con trabajo en el hogar implicará mayor disposición a pago.

El ejercicio considera tres modelos bajo la misma estructura de un probit simple, aunque se diferencian en la cantidad de variables explicativas. El primero modelo solo considera la

variable dependiente de probabilidad de responder afirmativamente el pago y la explicativa de monto de la licitación. El tercer modelo considera un conjunto de variables explicativas que se recogen de la literatura, mientras que el segundo modelo es un estadio intermedio entre los otros dos modelos. Finalmente, la definición del modelo a utilizar se basa en el criterio de información Bayesiano (BIC por sus siglas en inglés), el cual permite visualizar el modelo con mejor grado de ajuste penalizando la adición de parámetros. De acuerdo a este parámetro, el modelo a considerar es el segundo.

## 7 Ficha del AGIES

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de la Norma de Emisión de contaminantes en plantas de aceite y harina de pescado y plantas de alimento para peces
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	Norma de Emisión de contaminantes en plantas de aceite y harina de pescado y plantas de alimento para peces
	Tipo de regulación	Norma de emisión de olor
	Fecha de término del AGIES	27/10/2022
	Alcance geográfico	Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Nuevo
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio
	Normativas consideradas de línea base	Resolución de Calificación Ambiental
	Nivel de evaluación de costos	Se valoraron costos por tecnologías de abatimiento, costos de reporte y monitoreo, costos de fiscalización
	Nivel de evaluación de beneficios	Se valoraron beneficios monetarios por reducción de horas de Olor. Se identificaron beneficios no monetarios asociados a justicia ambiental.
	Tasa de descuento	6%
	Años de evaluación	2023-2033
Parámetros	Valor del dólar	811,42 pesos/dólar (promedio móvil de junio 2021 a junio 2022)
	Valor de la UF	32.694,20 pesos/UF (01 de junio 2022)
Resultados	Costos estimados en MMUS\$ (valor presente)	Millones US\$ 26,59
	Beneficios estimados en MM US\$ (valor presente)	Millones US\$31,03

## 8 Bibliografía

- Arrow, K.J., Cropper, M.L., Eads, G.C., Hahn, R.W., Lave, L.B., Noll, R.G., Portney, P.R., Russell, M., Schmalensee, R., Smith, V.K., Stavins, R.N., 1996. Is There a Role for Benefit-Cost Analysis in Environmental, Health, and Safety Regulation? *Science* (80-). 272, 221–222. <https://doi.org/10.1126/science.272.5259.221>
- Bindra, N., Dubey, B., Dutta, A., 2015. Technological and life cycle assessment of organics processing odour control technologies. *Sci. Total Environ.* 401–412.
- Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A., Weimer, D., 2017. Cost-benefit analysis: concepts and practice 1–28.
- C-FLOW, 2022. Acta Reunión MMA.
- Clodinámica, 2021. LEVANTAMIENTO DE ENCUESTA PARA LA ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS AMBIENTALES PARA REGULACIÓN DE OLORES DEL RUBRO CENTROS DE CULTIVO Y PLANTAS PROCESADORAS DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS.
- Comisión regional de Medioambiente, 2007. RCA 325/2007. Instalación y Puesta en Marcha de Nueva Línea de Producción, Línea 7 de Ewos Chile Limitada. EWOS7.
- Comisión regional del medioambiente de la X región de Los Lagos, 2006. DIA, Planta de Alimentos - Los Fiordos (187/2006).
- Corey, K and Zappa, L., 2016. Odor Control “ABC’s” How to Compare and Evaluate Odor Control Technologies.
- DICTUC, 2021a. Antecedentes para la elaboración del análisis económico de la norma de emisión de olores para sector de procesamiento de recursos hidrobiológicos.
- DICTUC, 2021b. Levantamiento de Antecedentes para Estimar Beneficios, mediante Precios Hedónicos, de la Regulación de Olores del Rubro Centros de Cultivo y Plantas Procesadoras de Recursos Hidrobiológicos.
- DICTUC, 2020a. Cotización DICTUC a PAP04.
- DICTUC, 2020b. Cotización DICTUC a PHA-07.
- DICTUC, 2019. ANTECEDENTES PARA LA ELABORACIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA NORMA DE EMISIÓN DE OLORES PARA SECTOR PORCINO.
- European Commission, 2016. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). Luxembourg.
- JIMCO Sudamérica, 2022. Acta Reunión con MMA.
- JIMCO Sudamérica, 2021. Presentación Fish Meal Plant.
- JIMCO Sudamérica, 2018a. PROPUESTA SISTEMA DE ABATIMIENTO DE OLORES, PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO AREAS 1, ECUALIZADORES Y DAF; AREA 2, POZOS DE PESCADO.
- JIMCO Sudamérica, 2018b. Cotización PHA06.
- Lave, Lester, Gruenspecht, H., 1991. Increasing the efficiency and effectiveness of environmental decisions: Benefit-cost analysis and effluent fees a critical review. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 41, 680–693. <https://doi.org/10.1080/10473289.1991.10466868>
- Lave, L, Gruenspecht, H., 1991. Increasing the Efficiency and Effectiveness of Environmental Decisions: BenefitCost Analysis and Effluent Fees. *J. Air Waste Manag.*

- 41, 680–690.
- Martínez Alier, J., 2009a. El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración, Quinta Edi. ed. Espiritrompa.
- Martínez Alier, J., 2009b. El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración.
- MIDESO, 2018. Precios Sociales 2018.
- OCDE, 2020. HARINA, POLVO Y “PELLETS”, DE PESCADO O DE CRUSTÁCEOS, DE MOLUSCOS O DEMÁS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS, IMPROPIOS PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA [WWW Document]. URL <https://oec.world/es/profile/hs/flour-or-meal-pellet-fish-etc-for-animal-feed>
- PAP-04, 2020. Cotización PAP04 Proveedor biofiltro y Cotización.Pure Air Solution.
- Parks, S., Gowdy, J., 2013. What have economists learned about valuing nature? A review essay. *Ecosyst. Serv.* 3. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.12.002>
- Schenk, E., Mieog, J., Evers, D., 2019. Fact sheets on air emission abatement techniques. *Sci Gene*, n.d. NoZone™ Ozone Scrubber [WWW Document]. URL <http://www.alphamatrix.de/downloads/scrubber.pdf>
- SUBPESCA, 2020. Informe sectorial de Pesca y Acuicultura. Consolidado 2020.
- The Synergy Group SpA, 2021. Generación de Antecedentes Técnicos para la Elaboración de la Norma de Emisión de Olores para Centros de cultivos y Plantas Procesadoras de Recursos Hidrobiológicos.
- The Synergy Group SpA, 2019. ESTUDIO: GENERACIÓN DE ANTECEDENTES TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE OLORES PARA LA CRIANZA INTENSIVA DE ANIMALES.
- US EPA, 2022. Environmental Justice.
- US EPA, 2021. Section 5 SO2 and Acid Gas Controls.
- Wegner, G., Pascual, U., 2011. Cost-benefit analysis in the context of ecosystem services for human well-being: A multidisciplinary critique. *Glob. Environ. Chang.* 21, 492–504. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.12.008>