



INFORME FINAL

PROYECTO FIPA 2021-30

“DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ORGÁNICOS POST-PROCESO, PROCEDENTES DE RECURSOS CULTIVADOS DE MITÍLIDOS, PECTÍNIDOS Y OSTREIDOS, LOGRANDO EVALUAR SUS USOS MEDIANTE ECONOMÍA CIRCULAR, DETERMINAR SU VALORIZACIÓN RESIDUAL Y SU APOORTE A LA DISMINUCIÓN DE DESECHOS ACUÍCOLAS EN EL MEDIO AMBIENTE”

ID 4728-75-LP21

Proponente

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

Mandante

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

15 DE ABRIL DE 2024



- Título : Diagnóstico de residuos sólidos y orgánicos post-proceso, procedentes de recursos cultivados de Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, logrando evaluar sus usos mediante economía circular, determinar su valorización residual y su aporte a la disminución de desechos acuícolas en el medio ambiente.
- Documento : Informe Final (Corregido 2)
- Mandante : Fondo de Administración Pesquero, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Contraparte : Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ciencias del Mar y Geografía
- Unidad Ejecutora : Escuela de Ciencias del Mar.
Av. Universidad 330 Curauma, Campus PUCV.
Fono: 56 32 2274249, 56 32 2274251
- Equipo Humano : Carlos Felipe Hurtado Ferreira, Director e Investigador Principal
Gabriele Rodrigues de Lara
Exequiel González Poblete
German Miranda
Carolina Astudillo Castro
Jesús Arturo López Alarcón
Andrea Méndez Arias
Rossana Fredes

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe aborda en su primer objetivo específico el diagnóstico de los residuos generados por el cultivo de bivalvos, destacando que entre 2017 y 2021, el 99,5% de los residuos orgánicos post-proceso de moluscos bivalvos en la acuicultura proviene del chorito en la región de Los Lagos, equivalente a 331,364 ton/año, mientras que sólo el 0,5% corresponde al ostión del norte, con 1,623 ton/año.

En cuanto al segundo objetivo específico, se identificaron múltiples usos comerciales potenciales derivados de esta actividad, tales como aplicaciones médicas, materiales de construcción, polvo de recubrimiento, polvo antibacterial y/o antifúngico, catalizador para biodiesel, alimentos para aves, material adsorbente de metales pesados u otros, empaque para biofiltros, uso cosmético, restauración de suelos, uso agrícola y aditivos para plásticos, entre otros. La evaluación por criterios evidenció que los usos con mayor potencial son la alimentación para aves, la restauración de suelos y el material adsorbente de metales pesados, según promedios aritméticos y ponderados. Sin perjuicio de lo anterior, se realizaron reuniones con el equipo técnico de la Subsecretaría de Pesca para realizar una evaluación y discusión en relación con los resultados y su sensibilización. En función de ello, se determinó de forma consensuada que se pasara a la siguiente fase del estudio las siguientes aplicaciones: 1) como material adsorbente de metales pesados 2) restaurador de suelos de uso agrícola y forestales y 3) como aditivos (ejemplo: aglomerante natural).

El tercer objetivo se centró en revisar la legislación internacional sobre residuos acuícolas, comparando normativas de países como China, Vietnam, Corea del Sur, Japón, España, Tailandia, Estados Unidos, Francia e Italia con las normativas chilenas. Se concluyó que Chile cuenta con un marco normativo sólido para el manejo de residuos acuícolas, pero las conchas no están específicamente reguladas como un residuo específico, en contraste con la Unión Europea, donde existen normas claras para su disposición y postproceso. Eso permite una clara clasificación de estos residuos, sus vías de eliminación y potenciales usos, incentivando su transformación, reciclaje y reutilización. Resultado de este análisis, se recomienda la inclusión de las conchas como un residuo orgánico no peligroso, adicionado como un artículo o disposición adicional en el marco normativo nacional actual (DS 64/2021) además de aclarar las condiciones para su manejo y acopio, retiro y transporte, disposición final, mencionando e incentivando su transformación, reciclaje y reutilización.

El cuarto objetivo destaca la propuesta de establecer plantas de procesamiento en Dalcahue y el parque Industrial Pargua, con capacidad anual para el procesamiento de 66 mil toneladas de residuos cada una. Estas plantas estarán dedicadas a la producción de CaCO_3 que puede ser utilizado como material adsorbente de metales pesados, restaurador de suelos de uso agrícola y forestales. El elemento aglomerante puede ser utilizado como aditivo para diversos usos (ejemplo: aglomerante natural).

El resultado de la evaluación económica ex-ante indica un Valor Actual Neto (VAN) de CH\$ 7.207 millones en el año de 2022 en un horizonte de 10 años y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 25% para la producción de CaCO₃ mediante combustión. La producción de aglomerante por combustión genera un VAN de CH\$ 6.495 millones en un horizonte de 10 años y una TIR de 24%. Los resultados económicos de la producción de CaCO₃ mediante síntesis química son negativos.

La reutilización o procesamiento de residuos sólidos orgánicos provenientes de las plantas de procesamiento de moluscos bivalvos en la acuicultura permitirá a los productores dimensionar una parte significativa de los desechos acuícolas, contribuyendo a establecer antecedentes técnicos-económicos sobre sus potenciales usos. Esta estrategia de gestión de residuos promueve la economía circular en el proceso productivo, buscando maximizar el valor agregado de los recursos disponibles.

En este contexto, considerando que cada planta procesa 66 mil toneladas de materia prima al año, se estima un "valor residual" de 73.4 USD₂₀₂₁/ton de residuos orgánicos sólidos utilizados como materia prima. Este "valor residual" incluye una estimación de 61.84 USD₂₀₂₁/ton como "valor económico de no-uso" y 11.59 USD₂₀₂₁/ton como "valor económico de uso" para residuos reutilizados.

Según lo solicitado en las bases técnicas del proyecto, se han realizado estimaciones anuales para el período 2023-2032 de residuos orgánicos sólidos, producción de CaCO₃ y valor residual derivado de mitílidos de acuicultura. Estas estimaciones se fundamentan en el desarrollo anticipado de la propia industria y a supuestos de una curva de adopción, considerando los tiempos necesarios para la planificación y puesta en marcha de una planta estándar de reutilización de residuos orgánicos sólidos. Así, se proyecta que a partir de 2028 se puedan reutilizar 396,000 ton/año de residuos orgánicos sólidos para la producción de 275,400 ton/año de CaCO₃, generando un "valor residual total" estimado en 29,1 millones de USD₂₀₂₁ por año. Este valor residual se compone de 24,5 millones de USD₂₀₂₁ anuales como "valor de no-uso" y 4,6 millones de USD₂₀₂₁ anuales como "valor de uso".

EXECUTIVE SUMMARY

The present report addresses in its first specific objective the diagnosis of the waste generated by bivalve farming, highlighting that between 2017 and 2021, 99.5% of the post-processing organic waste of bivalve mollusks in aquaculture comes from mussels in the Los Lagos region, equivalent to 331,364 tons/year, while only 0.5% corresponds to northern oysters, with 1,623 tons/year.

Regarding the second specific objective, multiple potential commercial uses derived from this activity were identified, such as medical applications, construction materials, coating powder, antibacterial and/or antifungal powder, catalyst for biodiesel, bird feed, adsorbent material for heavy metals or others, packaging for biofilters, cosmetic use, soil restoration, agricultural use and additives for plastics, among others. The evaluation by criteria showed that the uses with the greatest potential are bird feed, soil restoration and heavy metal adsorbent material, according to arithmetic and weighted averages. Notwithstanding the above, meetings were held with the technical team of the Subsecretaría de Pesca to carry out an evaluation and discussion in relation to the results and their awareness. Based on this, it was determined by consensus that the following applications will go to the next phase of the study: 1) as adsorbent material for heavy metals 2) restorer of soils for agricultural and forestry use and 3) as additives (example: natural binder).

The third objective focused on reviewing international legislation on aquaculture waste, comparing regulations from countries such as China, Vietnam, South Korea, Japan, Spain, Thailand, the United States, France and Italy with Chilean regulations. It was concluded that Chile has a solid regulatory framework for the management of aquaculture waste, but shells are not specifically regulated as a particular waste, in contrast to the European Union, where there are clear rules for their disposal and post-processing. This allows a clear classification of these wastes, their disposal routes and potential uses, encouraging transformation, recycling and reuse. As a result of this analysis, it is recommended that shells could be included as a non-hazardous organic waste, added as an additional article or provision in the current national regulatory framework (DS 64/2021) in addition to clarifying the conditions for management, collection, removal and transportation, final disposal, mentioning and encouraging their transformation, recycling and reuse.

The fourth objective highlights the proposal to establish processing plants in Dalcahue and the Pargua Industrial Park, with an annual capacity for the processing of 66,000 tons of waste each. These plants will be dedicated to the production of CaCO₃ that can be used as an adsorbent material for heavy metals, restoring soils for agricultural and forestry use. The binder element can be used as an additive for various applications (example: natural binder).

The result of the ex-ante economic evaluation indicates a Net Present Value (NPV) of CH\$ 7,207 million in 2022 over a 10-year horizon and an Internal Rate of Return (IRR) of 25% for the production of CaCO₃ through combustion. The production of binder by combustion generates a NPV of CH\$ 6,495 million over a 10-year horizon and an IRR of 24%. The economic results of the production of CaCO₃ through chemical synthesis are negative.

The reuse or processing of organic solid waste from bivalve mollusc processing plants in aquaculture will allow producers to dimension a significant part of aquaculture waste, contributing to establishing technical-economic background on its potential uses. This waste management strategy promotes the circular economy in the production process, seeking to maximize the added value of available resources.

In this context, considering that each plant processes 66,000 tons of raw material per year, a "residual value" of 73.4 USD₂₀₂₁/ton of solid organic waste used as raw material is estimated. This "residual value" includes an estimate of 61.84 USD₂₀₂₁/ton as "economic value of non-use" and 11.59 USD₂₀₂₁/ton as "economic value of use" for reused waste.

As requested in the technical bases of the project, annual estimates have been made for the period 2023-2032 of solid organic waste, CaCO₃ production and residual value derived from aquaculture mussels. These estimates are based on the anticipated development of the industry itself and on assumptions of an adoption curve, considering the time required for the planning and implementation of a standard solid organic waste reuse plant. Thus, it is projected that from 2028, 396,000 tons/year of solid organic waste can be reused for the production of 275,400 tons/year of CaCO₃, generating a "total residual value" estimated at 29.1 million USD₂₀₂₁ per year. This residual value is composed of 24.5 million USD₂₀₂₁ per year as "non-use value" and 4.6 million USD₂₀₂₁ per year as "use value".

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	I
EXECUTIVE SUMMARY	III
TABLA DE CONTENIDOS	V
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
1. ANTECEDENTES	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. METODOLOGÍA	4
4.1 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS POST-PROCESO DE PECTÍNIDOS, OSTREIDOS Y/O MITÍLIDOS DE ATACAMA, COQUIMBO, LOS LAGOS Y AYSÉN.	6
4.2 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 2: INVESTIGAR SOBRE LOS USOS Y POTENCIALES PRODUCTOS SECUNDARIOS, GENERADOS EN BASE A LOS DESECHOS DE CONCHAS, PROCEDENTES DE BIVALVOS A NIVEL NACIONAL Y MUNDIAL, EVALUANDO LOS POSIBLES BENEFICIOS Y DIFICULTADES DE SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS ÁREAS GEOGRÁFICAS DETERMINADAS.	10
4.3 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 3: ESTABLECER LAS REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES Y EL MARCO NORMATIVO NACIONAL, APLICABLES A LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONCHAS DE BIVALVOS, RESPECTO LOS POTENCIALES USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS APLICABLES A NIVEL NACIONAL.	12
4.4 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 4: REALIZAR UNA EVALUACIÓN TÉCNICO-AMBIENTAL/ECONÓMICA (MULTIFACTORIAL), SOBRE LOS USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS QUE PRESENTEN UN MEJOR MANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (DEFINIDOS EN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4.2), CON EL FIN DE EVALUAR SU IMPLEMENTACIÓN A NIVEL NACIONAL, PROMOVRIENDO LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE SUS CULTIVOS.	12
5. RESULTADOS	19
5.1 RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS POST-PROCESO DE PECTÍNIDOS, OSTREIDOS Y/O MITÍLIDOS DE ATACAMA, COQUIMBO, LOS LAGOS Y AYSÉN.	19
5.1.1 <i>Importancia relativa de la producción de las plantas de procesos de productos de la acuicultura por especie, línea de proceso y región, durante el período 2017-2021.</i>	19
5.1.2 <i>Caracterización de los desechos sólidos orgánicos de post-proceso de cultivos bivalvos de la acuicultura</i>	21
5.1.3 <i>Estimación de flujo de residuos sólidos orgánicos de post-proceso de cultivos bivalvos de la acuicultura</i>	24
5.2 RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO 2: INVESTIGAR SOBRE LOS USOS Y POTENCIALES PRODUCTOS SECUNDARIOS, GENERADOS EN BASE A LOS DESECHOS DE CONCHAS, PROCEDENTES DE BIVALVOS A NIVEL NACIONAL Y MUNDIAL, EVALUANDO LOS POSIBLES BENEFICIOS Y DIFICULTADES DE SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS ÁREAS GEOGRÁFICAS DETERMINADAS.	27
5.2.1 <i>Composición química.</i>	27
5.2.2 <i>Clasificación de los usos.</i>	28
5.2.3 <i>Usos a nivel comercial</i>	40
5.2.4 <i>Evaluación de la Potencialidad de los Usos.</i>	48
5.2.5 <i>Síntesis del proceso</i>	50
5.3 RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO 3: ESTABLECER LAS REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES Y EL MARCO NORMATIVO NACIONAL, APLICABLES A LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONCHAS DE BIVALVOS, RESPECTO LOS POTENCIALES USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS APLICABLES A NIVEL NACIONAL.	52
5.3.1 <i>Base de datos bibliográfica de la normativa internacional vigente, sobre la regulación y gestión de desechos acuícolas de los principales productores de bivalvos, y revisión de información.</i>	52
5.3.2 <i>Análisis comparativo: brechas y similitudes</i>	57
5.3.3 <i>Propuesta de cambios y/o modificaciones de la normativa actual.</i>	63

5.3.4 Propuesta de medición del valor residual sobre desechos acuícolas eliminados al medioambiente a nivel nacional.	64
5.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: REALIZAR UNA EVALUACIÓN TÉCNICO-AMBIENTAL/ECONÓMICA (MULTIFACTORIAL), SOBRE LOS USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS QUE PRESENTEN UN MEJOR MANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (DEFINIDOS EN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4.2), CON EL FIN DE EVALUAR SU IPLEMENTACIÓN A NIVEL NACIONAL, PROMOVRIENDO LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE SUS CULTIVOS.	67
5.4.1 Piloto multifactorial	67
5.4.2 Selección (piloto multifactorial) de usos y/o productos secundarios a partir de los residuos de desechos de bivalvos	71
5.4.3 Estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados.	99
6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	109
7. CONCLUSIONES	112
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS NACIONALES E INTERNACIONALES SOBRE NORMATIVAS VINCULADAS A LA GESTIÓN DE RESIDUOS (OE 3)	119
9. ANEXOS	123
9.1 ANEXO 1. ACTAS DE REUNIONES	123
9.1.1 Acta primera reunión de coordinación con Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.	123
9.1.2 Acta Reunión: Sobre selección de los Usos	129
9.1.3 Acta Reunión: Revisión de observaciones del Segundo Informe de Avance	132
9.2 ACTA DE REALIZACIÓN DEL TALLER DE DIFUSIÓN	134
9.2.1 Fotografías del taller	138
9.3 ANEXO 3. LISTADO DE PLANTAS DE PROCESO DE MOLUSCOS BIVALVOS DE LA ACUICULTURA A ENCUESTAR/ENTREVISTAR	142
9.4 ANEXO 4. ENCUESTA A PLANTAS DE PROCESO.	144
9.5 ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO EN TERRENO EN LA ZONA SUR EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	150
9.5.1 Fotografías Zona Sur	150
9.5.2 Fotografías Zona Norte	157
9.6 ANEXO 6. PRODUCCIÓN Y PLANTAS DE PROCESO DE PRODUCTOS DE MOLUSCOS BIVALVOS DE LA ACUICULTURA POR ZONA, ESPECIE Y LÍNEA DE PROCESO.	159
9.7 ANEXO 7. MÉTODO TRANSFERENCIA BENEFICIOS APLICADA A VALORES COSTO SOCIAL MARGINAL DE CONTAMINANTES DE INTERÉS PARA ESTUDIO	162
9.8 ANEXO 8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y NORMATIVA: OBJETIVO ESPECÍFICO 3	163
9.8.1 Sobre la Normativa Nacional revisada	163
9.8.2 Sobre la Normativa Internacional revisada	174
9.8.3 Sobre certificaciones	198
9.8.4 Revisión del estudio FIPA 2016-69 Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de desechos generados por actividades de Acuicultura	200
9.8.5 Aspectos generales de la Normativa internacional de acuerdo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	207
9.9 ANEXO 9. DESCRIPCIÓN Y PLANOS DE PLANTA DISEÑADA	214
9.10 ANEXO 10. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD	225

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema simple de los componentes del concepto de VET. (Fuente: elaboración propia)	14
Figura 2. Esquema simple del flujo de materia prima a producto, por línea de elaboración y producto, para una de las especies de interés, incluyendo la generación de conjunto de residuos orgánicos sólidos (conjunto) y su potencial impacto sobre el ambiente, sin la consideración de usos potenciales futuros. (Fuente: elaboración propia)	16
Figura 3. Esquema simple del flujo de materia prima a producto, por línea de elaboración y producto, para una de las especies de interés, incluyendo la generación de conjunto de residuos orgánicos sólidos (conjunto) y su potencial impacto sobre el ambiente, incluyendo la consideración de usos potenciales futuros. (Fuente: elaboración propia)	17
Figura 4. Diagrama simplificado del proceso de producción de producto congelado y enfriado-refrigerado de ostión del norte, considerando estimación de residuos sólidos orgánicos.	22
Figura 5. Diagrama simplificado del proceso de producción de producto congelado, conserva y enfriado-refrigerado de chorito, considerando estimación de residuos sólidos orgánicos.	24
Figura 6. Línea de proceso para la producción de un agregado para concreto (Mo et al., 2018).	31
Figura 7. Línea de proceso para la producción de un polvo de recubrimiento o cobertura (Patente CN108342138B).	33
Figura 8. Línea de proceso para la producción de un polvo antibacterial y antifúngico (Patente JP5019123B2).	34
Figura 9. Línea de proceso para la producción de un polvo catalizador.	34
Figura 10. Línea de proceso para la producción de un suplemento de calcio para aves (Patente KR102033222B1).	36
Figura 11. Línea de proceso para la producción de vaterita (Lin et al., 2020).	37
Figura 12. Fondo marino sembrado de conchas de ostras.	40
Figura 13. Crema Facial Anti-Edad producida con Nácar.	41
Figura 14. Hormigón ligero a base de conchas de choritos	41
Figura 15. Producto Ostragrit producido y comercializado por Abonomar.	42
Figura 16. Producto producido por MannaPro	43
Figura 17. Producto producido por Agrivite.	43
Figura 18. Alimento para aves domésticas.	43
Figura 19. Golosinas para pollo producida por Feathers & Beaky.	44
Figura 20. Productos comercializados por Pettex	44
Figura 21. Productos de vidrio y conchas de ostras producidos y comercializados por Ostraco.	45
Figura 22. Conchas utilizadas como biofiltro	45
Figura 23. Productos comercializados por Air-Aqua para estabilizar pH en el agua.	46
Figura 24. Acondicionador de suelo comercializado por Coastal Brand Flour.	46
Figura 25. Cal agrícola de CALAUSTRAL.	46
Figura 26. Conchas de vieiras ornamentales comercializadas por Simply oyster & food.	47
Figura 27. Conchas de Vieiras y Berberechos. Decoración de campos de golf.	47
Figura 28. Línea de proceso para el proceso propuesto para la producción del ingrediente con distintos usos potenciales.	51
Figura 29. Normativa nacional vigente sobre temas de acuicultura y manejo de residuos (Fuente: elaboración propia)	57
Figura 30. Manejo y disposición de residuos sólidos orgánicos, específicamente de conchas, proveniente de actividades de acuicultura (Fuente: elaboración propia)	58
Figura 31. Recopilación de enfoques y objetivos de las normativas y documentos internacionales revisados respecto del manejo de residuos (Fuente: elaboración propia).	59
Figura 32. Mapa térmico con los centros de gravedad de la producción.	69
Figura 33. Mapa proporcional con los centros de gravedad de la producción, cada círculo representa al tamaño proporcional de generación de residuos de cada centro.	70

Figura 34. Esquema de Proceso productivo de CaCO ₃ , aglomerante, CaO y agente anti-microbiano	73
Figura 35. Esquema resumen de resultados obtenidos para la evaluación de los productos generados CaCO ₃ y elemento aglomerante (Fuente: elaboración propia)	86
Figura 36. Comportamiento de la TIR en función del precio de venta	95
Figura 37. Comportamiento del VAN en función del precio de venta.	95
Figura 38. Comportamiento del VAN en función del precio de venta.	96
Figura 39. Comportamiento de la TIR en función del precio de venta.	96
Figura 40. Comportamiento del VAN en función del precio de venta.	97
Figura 41. Comparación de producción de residuos en diferentes zonas de Chile. (Fuente: elaboración propia)	97
Figura 42 Proyección de la producción de materia prima y productos elaborados en base mitílicos de la acuicultura nacional.	105
Figura 43 Curva de adopción supuesta para la construcción y operación de plantas de producción CaCO ₃ en base al proceso de residuos orgánicos sólidos de plantas de proceso de mitílicos de acuicultura.	106
Figura 44. Vías de eliminación y usos señalados en Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura (Fuente: Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura (2017) de la OESA - Fundación Biodiversidad y el Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medioambiente de España)	176
Figura 45. Esquema del manejo de los residuos sólidos en la acuicultura mitílicos (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).	203
Figura 46. Vista superior de la planta proyectada (Fuente: elaboración propia)	214
Figura 47. Vista de planta y galpón proyectado (Fuente: elaboración propia)	215
Figura 48. Vista NE planta y galpón proyectado (Fuente: elaboración propia)	215
Figura 49. Vista NO planta y galpón proyectado (Fuente: elaboración propia)	216
Figura 50. Proyección Pipping descarga de Lavado Químico	217

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número de plantas que procesaron pectínidos, ostreidos y mitílicos en las líneas enfriado-refrigerado (L2), congelado (L3) y conservas (L8), en las regiones de interés, período 2010-2015. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)	7
Tabla 2 Producción promedio anual (ton/año) de alimentos en base a moluscos bivalvos de la acuicultura en las zonas norte y sur de Chile, por especie y línea de proceso, período 2017-2021. (Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de SERNAPESCA).	20
Tabla 3. Estimación de residuos orgánicos de post-proceso de ostión del norte proveniente de la acuicultura, regiones de Atacama y Coquimbo, período 2010-2021.	25
Tabla 4. Estimación de residuos orgánicos de post-proceso de mitílicos proveniente de la acuicultura, región de Los Lagos, período 2010-2021.	26
Tabla 5. Reacciones químicas de compuestos de calcio.	28
Tabla 6. Condiciones de proceso para pirólisis de materia orgánica de desecho de mariscos (Wan Mahari et al., 2022)	28
Tabla 7. Efecto de la temperatura sobre la composición de las conchas (Mo et al., 2018).	31
Tabla 8. Efecto en la resistencia a la compresión utilizando conchas como remplazo	32
Tabla 9. Área superficial, tamaño de poro y volumen específico para catalizadores a partir de conchas (Hart, 2020).	35
Tabla 10. Conversiones y condiciones de reacción para transesterificación con catalizadores producidos con conchas.	36
Tabla 11. Matriz de evaluación de los usos potenciales para los residuos	49
Tabla 12. Base de datos bibliográficos respecto a la normativa nacional e internacional revisada	52

Tabla 13. Similitudes y diferencias del análisis de la revisión bibliográfica sobre normativa nacional e internacional (Fuente: elaboración propia)	61
Tabla 14. Producción (ton) productos de moluscos bivalvos de la acuicultura por comuna de ubicación de plantas de proceso, región de Los Lagos, período 2019-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)	68
Tabla 15. Importancia relativa (%) de la producción de productos procesados de moluscos bivalvos de la acuicultura, región de Los Lagos, período 2019-2021.	68
Tabla 16. Ubicación geográfica de centros productivos y cantidad de residuo generado por año, se consideran las toneladas generadas para los años 2019, 2020 y 2021.	69
Tabla 17. Resumen consumo energético.	74
Tabla 18. Resumen de inversiones asociadas a la implementación del proyecto.	75
Tabla 19. Estructura de costos de mano de obra (Fuente: Elaboración propia)	85
Tabla 20. Resultados de evaluación económica para el proyecto, basados en los cálculos de última línea.	88
Tabla 21. Producción de CaCO ₃ por combustión, precio de venta 470 CLP/kg para el análisis de flujo de caja.	89
Tabla 22. Producción de CaCO ₃ por combustión, precio de venta 594 CLP/kg para el análisis de flujo de caja.	90
Tabla 23. Producción de CaCO ₃ por síntesis química, precio de venta 810 CLP/kg para el análisis de flujo de caja.	91
Tabla 24. Producción de CaCO ₃ por síntesis química, precio de venta 2.825 CLP/kg para el análisis de flujo de caja.	92
Tabla 25. Flujo de caja para la producción de elemento aglomerante al precio de venta de 425 CLP/kg.	93
Tabla 26. Flujo de caja para la producción de elemento aglomerante al precio de venta de 518 CLP/kg.	94
Tabla 27. Comparación de evaluación económica del miso proyecto en las zonas norte y sur del país.	98
Tabla 28. Estimación de emisiones y fuentes S/Proyecto y C/proyecto (base a dos plantas proyectadas)	100
Tabla 29. Costo marginal social (medido en USD, AUD o KRW) de una ton de contaminante en el ambiente.	101
Tabla 30. Costo marginal social (USD 2021/ton) de contaminantes en el ambiente ajustado para Chile en base al método de transferencia de beneficios.	101
Tabla 31. Estimación del valor económico de no-uso, como ahorro total en el costo social evitado producto la reutilización de los residuos orgánicos sólidos de la acuicultura.	102
Tabla 32. Cálculo del valor de uso de los residuos por tonelada de materia prima reutilizada (Fuente: elaborado en base a resultados evaluación sección 5.4.2).	103
Tabla 33 Proyección de materia prima y residuos orgánicos sólidos para el período 2022-2032.	105
Tabla 34 Curva de adopción de plantas de reutilización de los desechos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de mitílicos de acuicultura como materia prima.	106
Tabla 35 Proyección de residuos, producto y valor residual	107
Tabla 36 Proyección del costo social evitado por reutilización de residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de los mitílicos de acuicultura.	108
Tabla 37. Listado plantas declararon producción (ton) de moluscos bivalvos de la acuicultura en las regiones de Atacama y Coquimbo, ordenadas de mayor a menor producción por grupo de especie y línea de proceso, período 2019-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas de SERNAPESCA)	142
Tabla 38. Listado plantas declararon producción (ton) de moluscos bivalvos de la acuicultura en la Región de Los Lagos, ordenadas de mayor a menor producción por grupo de especie y línea de proceso, período 2019-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)	143

<i>Tabla 39. Producción (ton/año) de alimentos en base moluscos bivalvos de la acuicultura, por especie y línea de proceso, zona norte -regiones Atacama y Coquimbo-, período 2010-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA).</i>	159
<i>Tabla 40. Producción (ton/año) de alimentos en base moluscos bivalvos de la acuicultura, por especie y línea de proceso, zona sur -región de Los Lagos -, período 2010-2021.</i>	159
<i>Tabla 41. Número de plantas que procesaron moluscos bivalvos de la acuicultura, por región y especie, período 2018-2021.</i>	160
<i>Tabla 42. Número de plantas que procesaron moluscos bivalvos de la acuicultura, por región, especie y línea de proceso/producto período 2018-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)</i>	160
<i>Tabla 43. Materia prima promedio anual (ton/año) destinada a producción de alimentos en base a moluscos bivalvos de la acuicultura en la zonas norte y sur de Chile, por especie y línea de proceso, período 2017-2021.</i>	161
<i>Tabla 44. Costo marginal social (USD 2021/ton) de contaminantes en el ambiente de acuerdo a diversos autores.</i>	162
<i>Tabla 45. Información usada para aplicar método de transferencia de beneficios.</i>	162
<i>Tabla 46. Clasificación de residuos identificados en el estudio FIPA 2016-69 (Fuente: Green Touch SPA, 2018)</i>	200
<i>Tabla 47. Resumen de principales residuos generados en el ciclo productivo de las algas (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).</i>	201
<i>Tabla 48. Resumen de principales residuos generados en el ciclo procesamiento mitílicos (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).</i>	201
<i>Tabla 49. Resumen de principales residuos generados en el ciclo productivo de salmónidos (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).</i>	202
<i>Tabla 50. Tipos de residuos de la acuicultura por tipos de cultivo y destino por porcentaje, identificados en el proyecto FIPA 2016-69 (Elaboración propia en base a Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).</i>	202
<i>Tabla 51. Cantidad de instalaciones autorizadas como destinatarios de residuos sólidos por región (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).</i>	203
<i>Tabla 52. Diferencias manejo de residuos sólidos nacional v/s internacional (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).</i>	206
<i>Tabla 53. Descripción general de la legislación acuícola internacional por país (Fuente: Página Web Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO))</i>	207
<i>Tabla 54. Asignación de personal profesional y técnico</i>	225

1. ANTECEDENTES

Los desechos domésticos como industriales han aumentado considerablemente de acuerdo al aumento de la población humana, llegando a tener en el año 2020 un número de residuos orgánicos de más de la mitad de la basura total, reciclándose menos del 1% y estimándose reciclar el 66% al año 2040. Mediante la generación de usos y productos como fertilizantes, plantas especializadas o generadores de biogás (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente).

En Chile al año 2016, por medio de la Política de gestión integral de residuos sólidos, se creó la Ley N° 20.920 que establece en el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje. Promoviendo como elemento trascendental la valorización de los residuos, sobre la gestión de los desechos sólidos, incentivando a aumentar los niveles de reciclaje, a través de una mayor responsabilidad de los productores.

En el último tiempo los residuos marinos y residuos plásticos en el medio marino, han tomado relevancia como un problema global que afecta negativamente la biodiversidad, el turismo y el medio ambiente. Se estima que miles de piezas de basura flotan en cada milla cuadrada del océano.

En este contexto, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile ha formado parte de la agenda internacional 2030 para un desarrollo sostenible, Conferencia de las Naciones Unidas “Nuestro Océano 2015”, promoviendo la conservación marina y la protección de los océanos. Además, en el contexto del Foro de cooperación económica Asia Pacífico APEC 2019, se está ocupando de la reducción y mitigación de residuos terrestres y marinos, dando prioridad a un crecimiento sostenible en base a los recursos marinos.

En la actualidad la División de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, aprobó el reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura (D.S. N° 64/2020, MINECON), instruyendo la disposición final de la mayoría de los desechos generados en centro de cultivo y plantas de proceso entre otros. El reglamento propone clasificar los desechos orgánicos e inorgánicos peligrosos y no peligrosos, exigiendo la trazabilidad de los principales elementos del proceso productivo que puedan convertirse en residuos.

Evaluando las políticas sobre los tratamientos de residuos actuales, se hace vital buscar alternativas que ayuden a potenciar la gestión de desechos en la acuicultura. Por ende, mediante el presente estudio se analizará la información de desechos sólidos orgánicos (post-proceso), de bivalvos acuícolas (Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos), obtenida de plantas de procesos nacionales. Estableciendo la cuantía y probables usos y/o productos de los residuos señalados, promoviendo un sistema de economía circular, colaborando a pequeños y medianos acuicultores a obtener alternativas productivas, que permitan disminuir el impacto de desechos orgánicos provenientes de la acuicultura en el medio ambiente, aportando a la sustentabilidad sectorial.

2. JUSTIFICACIÓN

Por medio del presente diagnóstico, se otorgará una dimensión de valorización a los residuos generados de los recursos procedentes del cultivo de bivalvos, permitiendo además realizar un análisis o promover modificaciones de propuesta técnicas al reglamento de residuos (D.S. N° 64/20) y la normativa que rige para la eliminación de desechos (Ministerio de Salud). Promoviendo reformas e incorporaciones al reglamento ambiental y sanitario, que propendan a potenciar el desarrollo de miticultores, ostricultores y ostioneros del país.

La estimación de los residuos sólidos orgánicos, provenientes desde las plantas de procesos de productos acuícolas, permitirá a los pequeños y medianos acuicultores/as (no salmónidos), establecer la información inicial de los desechos acuícolas eliminados al medio ambiente. Y con ello, se analizarán múltiples usos y/o productos que se podrán generar a través de propuestas de gestión de residuos acuícolas, que promuevan la creación de un sistema de economía circular en su proceso productivo. Con esto se espera proyectar mayores beneficios a los acuicultores nacionales y una potencial disminución de desechos acuícolas eliminados al medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos orgánicos provenientes de plantas post-proceso, obtenidos a partir de recursos de cultivos de Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, indagando su valorización residual, así como posibles usos y/o productos secundarios, que permitan disminuir el impacto en el medioambiente, mediante la promoción de un sistema de economía circular.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los desechos sólidos orgánicos, generados por Pectínidos y Ostreidos, procedentes de la acuicultura de plantas post-proceso, en las regiones de Atacama/Coquimbo y los residuos de Mitílidos y Ostreidos, post-proceso, generados en las regiones de Los Lagos/Aysén, en los últimos 10 años.
- 2) Investigar sobre los usos y potenciales productos secundarios, generados en base a los desechos de conchas, procedentes de bivalvos a nivel nacional y mundial, evaluando los posibles beneficios y dificultades de su implementación en las áreas geográficas determinadas.
- 3) Establecer las referencias normativas internacionales y el marco normativo nacional, aplicables a la gestión de los desechos de conchas de bivalvos, respecto los potenciales usos y productos secundarios aplicables a nivel nacional.
- 4) Realizar una evaluación técnico-ambiental/económica (multifactorial), sobre los usos y productos secundarios que presenten un mejor manejo de gestión de residuos (definidos en el objetivo específico 4.2), con el fin de evaluar su implementación a nivel nacional, promoviendo la creación de un sistema de economía circular en los procesos productivos de sus cultivos.

4. METODOLOGÍA

Para cumplir con el propósito general que busca desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos orgánicos sólidos post-proceso, de pectínidos, ostreidos y mitílidos provenientes de la acuicultura en las regiones de Atacama, Coquimbo, Los Lagos y Aysén, incluyendo su valorización residual, así como posibles usos y/o productos secundarios, que permitan disminuir el impacto en el medioambiente, mediante la promoción de un sistema de economía circular, se aplicarán de manera complementaria conceptos asociados a la ingeniería de procesos, la ingeniería económica y financiera, la economía ambiental y de recursos naturales (asociado al concepto de valor económico total) y de economía circular.

Para lo anterior, como primer paso (objetivo específico 1) se identificó mediante revisión bibliográfica y de estadísticas de flujo de materia prima producto, los tipos e importancia relativa de residuos orgánicos sólidos de post-proceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos, asociada a los distintos productos alimenticios generados con estos productos de la acuicultura. Adicionalmente, se realizó una estimación retrospectiva de los volúmenes de estos residuos post-proceso generados entre los años 2010 y 2020 en las regiones de Atacama, Coquimbo, Los Lagos y Aysén.

En un segundo paso, objetivo específico 2, se realizó un estado del arte sobre los usos, bienes y productos secundarios provenientes de desechos de cultivos acuícolas de los principales países productores de bivalvos (China, Vietnam, Corea del Sur, Japón, Chile, España, Tailandia, EEUU y Francia, entre otros); la información recopilada se sistematizó ejecutando una selección de los principales usos que podrían desarrollarse en Chile. De acuerdo a sus avances, beneficios, y dificultades creadas en áreas geográficas determinadas. Adicionalmente, se proponen los principales usos y/o productos secundarios que podrían desarrollarse en Chile, mediante una matriz de evaluación que permitió identificar las alternativas más viables para su futura aplicación y desarrollo de un plan piloto en la zona de estudio, el cual deberá ser consensuado en conjunto con la contraparte técnica, mediante reuniones virtuales y/o presenciales donde se expondrán en acta a realizar por el consultor.

En un tercer paso, objetivo específico 3, se identificó al estado actual la normativa internacional vigente, sobre la gestión de residuos de desechos acuícolas de los principales países cultivadores de bivalvos en el mundo, buscando identificar las instituciones involucradas y sus procedimientos normativos; posteriormente se identificarán las similitudes y diferencias del marco normativo a nivel nacional, sobre los desechos acuícolas de bivalvos, respecto a otros países productores de bivalvos a nivel mundial; se realizarán recomendaciones de acuerdo al marco normativo vigente en Chile, según las analizadas comparativamente a la normativa internacional, aplicable sobre la gestión de desechos de bivalvos y; se propondrá una forma de medición del valor residual sobre desechos acuícolas eliminados al medioambiente a nivel nacional. De acuerdo a referencias de normativa internacional.

Finalmente, en un cuarto paso (objetivo específico 4), que se encuentra el piloto multifactorial, sobre los principales productos secundarios/usos seleccionados en el objetivo específico 2, para

centros de cultivo de pequeña y mediana escala (de acuerdo con el reglamento APE) de la zona norte y sur; y se comienza con una estimación de valoración económica ambiental y dimensionamiento de la planta de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados (objetivo 2), mediante economía circular, proyectando el número de desechos eliminados al medio ambiente en un periodo de 10 años.

4.1 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS POST-PROCESO DE PECTÍNIDOS, OSTREIDOS Y/O MITÍLIDOS DE ATACAMA, COQUIMBO, LOS LAGOS Y AYSÉN.

El objetivo específico 1 busca desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los desechos sólidos orgánicos post-proceso de pectínidos y ostreidos y/o mitílidos, procedentes de la acuicultura, y generados por plantas de proceso en las regiones de Atacama, Coquimbo, Los Lagos y Aysén, en los últimos 10 años.

Uno de los primeros aspectos necesarios de considerar para cumplir con este primer objetivo específico, es que actualmente no existe un sistema de registro sistemático y periódico de los tipos y cantidades de residuos sólidos orgánicos que producen las plantas elaboración de alimentos que procesan pectínidos, ostreidos y mitílidos. Por ello, se hace necesario establecer un método y procedimiento que permita:

- 1) identificar los tipos de residuos orgánicos sólidos asociados a los productos y/o líneas de proceso relacionados a cada uno estos tres moluscos bivalvos provenientes de la acuicultura (por ejemplo: conchas, manto, carne y/o biso),
- 2) determinar la importancia relativa en volumen de los tipos de residuos identificados, como porcentaje, por tonelada de producto y/o tonelada de materia prima procesada por línea de proceso, para cada uno de los tres moluscos bivalvos, en las regiones de interés.
- 3) estimar el volumen (ton) de residuos sólidos orgánicos, por tipo de residuos, asociados a la producción de productos de pectínidos, ostreidos y/o mitílidos en las regiones de interés en el período 2010-2020.

Para cumplir con los dos primeros componentes de este primer objetivo específico, esto es la identificación de tipos de residuos orgánicos (1) y su importancia relativa en volumen (2), se propuso realizar encuestas a los responsables de una muestra de las plantas dedicadas actualmente al procesamiento de pectínidos, ostreidos y mitílidos en las regiones de Atacama, Coquimbo, Los Lagos y Aysén. Para la anterior se propuso trabajar bajo una muestra representativa, que fue determinada a partir de las estadísticas de destino a materia prima y producción por línea de procesamiento, especie y región de los años 2018, 2019 y 2020, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

Para la determinación del tamaño de muestra a considerar para la aplicación de las encuestas se encuestaron las plantas que en su producción acumulada superaron el 70 % de la producción total. La muestra utilizada, sin embargo, debió considerar la distribución regional de las plantas de proceso consideradas como universo y por ende las estimaciones deben ser corregidas para considerar esta representatividad regional. Así, según las estadísticas oficiales del SERNAPESCA se determinó la distribución regional de las plantas que procesan los pectínidos, ostreidos y mitílidos provenientes de acuicultura entre los años 2018, 2019 y 2020.

Como un ejemplo de lo anterior, la Tabla 1, presenta el universo a considerar para las plantas que declararon proceso de ostiones, ostras, choritos, cholga y choro entre los años 2010 y 2015, en las

líneas de fresco-enfriado, congelado y conserva de acuerdo a las estadísticas de materia prima a proceso, por especie, región y línea de proceso.

Tabla 1. Número de plantas que procesaron pectínidos, ostreidos y mitílidos en las líneas enfriado-refrigerado (L2), congelado (L3) y conservas (L8), en las regiones de interés, período 2010-2015. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)

Región	Cholga	Chorito	Choro	Ostión del norte	Ostra chilena	Ostra del pacífico	Total Región
Atacama	1			9			9
Coquimbo		1	1	33			34
Los Lagos	35	65	7	1	3	4	75
Aysén	1	1					1
Total	37	67	8	43	3	4	119

Así para segmentar en submuestras poblacionales regionales, con el objetivo de que las regiones objetivo del estudio cuenten con la representatividad necesaria en la muestra calculada, independiente a que el número de plantas de proceso sea alto o bajo se aplica en la siguiente ecuación.

$$nh = Nh \cdot fh$$

Formulas auxiliares:

$$fh = \frac{n}{N}$$

Donde:

nh : sub-muestra poblacional

Nh : población del segmento o estrato

fh : fracción constante poblacional

Es importante recordar que la estimación de la muestra se realizará para las plantas de proceso que trabajaron con pectínidos, ostreidos y mitílidos en las 4 regiones de interés de este estudio, en el período 2018, 2019 y 2020.

Una vez identificadas las plantas de proceso y determinada la muestra representativa, se procedió a la aplicación de una encuesta que permitió identificar los principales productos elaborados por línea de proceso, con el propósito de identificar los residuos orgánicos sólidos asociados a cada producto, y las diferencias que puedan haber, a este respecto, entre productos. Por ejemplo, los distintos tipos de residuos generados en la elaboración de pectínidos transformados a producto enfriado-refrigerado en media concha, desconchados congelados y sin coral o en conserva. Otro ejemplo, puede ser cholga o chorito cocido y congelado en presentación de media concha o sin concha. En este sentido se la encuesta incluyó preguntas orientadas a conocer la importancia relativa en volumen, como porcentaje de la producción total, de los distintos productos elaborados en el presente (2020-2021) y a los cambios que han existido a lo largo del período de análisis.

Una vez identificados los tipos de residuos orgánicos para las distintas especies y los productos elaborados a partir de ellos, se consultó por la importancia relativa en volumen (como porcentaje de cada kg de producto final o materia prima requerida para producir cada kg), de los distintos tipos de residuos sólidos orgánicos identificados. Esta información se complementó con revisión bibliográfica sobre productos y procesos de elaboración para estas especies o similares a nivel nacional e internacional.

Para la estimación del volumen (ton) de residuos sólidos orgánicos (3), por tipo de residuos, asociados a la producción de productos de pectínidos, ostreidos y/o mitílidos en las regiones de interés en el período 2010-2020, se propuso la utilización de las estadísticas levantadas por el SERNAPESCA, para el seguimiento de los flujos de materia prima a producto, por especie, línea de elaboración, región y año. Estas estadísticas permitieron conocer para cada establecimiento o planta de proceso, la cantidad de materia prima requerida (input) y producto generado (generado) por especie y línea de elaboración por región y año. Es importante, sin embargo, destacar que esta información base es más agregada de lo requerido, ya que como se ha ejemplificado antes, en una línea de proceso se puede producir más de un producto. Por ejemplo, en la elaboración de pectínidos transformados a producto enfriado-refrigerado entero o en media concha; producción de congelados en media concha o desconchados congelados y sin coral. Otro ejemplo, puede ser cholga o chorito cocido y congelado en presentación de media concha o sin concha.

Por lo anterior, para la estimación del volumen de residuos sólidos orgánicos, se aplicó a las estadísticas de flujo de materia prima y producto por especie y línea de proceso, la proporcionalidad o importancia relativa en volumen de los distintos productos, antes determinada para cada producto en una línea de elaboración, y la proporcionalidad o importancia relativa en volumen de cada tipo de residuo orgánico identificado en (1) y (2).

A continuación, muestra la formulación propuesta para el cálculo de los residuos orgánicos sólidos:

$$R_{i,s,t} = \sum_e \sum_l \sum_p (Q_{e,l,s,t} * \alpha_{p,l,s,t} * \beta_{i,p,l,s,t})$$

Donde:

i : tipos de residuos sólidos orgánicos donde por ejemplo i= 1 (concha), 2 (manto), 3 (carne), 4 (biso)

s : especie cultivada y procesada, donde por ejemplo s= 1(ostión del norte), 2 (ostra chilena), 3 (ostra del pacífico), 4 (cholga), 5 (chorito), 6 (choro).

p : producto elaborado, donde por ejemplo p= 1 (enfriado-refrigerado entero), p= 2 (enfriado-refrigerado media concha), p= 3 (congelado desconchado y sin coral), etc.

l : línea de proceso, donde por ejemplo l= 1 (enfriado-refrigerado), l= 2 (congelado), l= 3 (conserva)

e : es el código del establecimiento o planta procesadora basado en el registro de plantas procesadoras del SERNAPESCA, donde por ejemplo, e= 3088, e= 3061

t : el tiempo de la observación, donde t= 2010, 2011, ..., 2020.

$R_{i,s,t}$: volumen (ton) de residuo tipo i, generado por el procesamiento de la especie s, en el tiempo t (año), en una región determinada.

$Q_{e,l,s,t}$: volumen (ton) de productos de la especie s, generado por la línea de proceso l, en tiempo t (año), por el establecimiento e.

$\alpha_{p,l,s,t}$: importancia relativa (porcentaje en índice) del producto p de la especie s, generado por la línea de proceso l, en tiempo t (año), en una región determinada.

$\beta_{i,p,l,s,t}$: importancia relativa (porcentaje en índice) del tipo de residuo i de la especie s, generado por la elaboración del producto p, en la línea de proceso l, en tiempo t (año), en una región determinada.

4.2 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 2: INVESTIGAR SOBRE LOS USOS Y POTENCIALES PRODUCTOS SECUNDARIOS, GENERADOS EN BASE A LOS DESECHOS DE CONCHAS, PROCEDENTES DE BIVALVOS A NIVEL NACIONAL Y MUNDIAL, EVALUANDO LOS POSIBLES BENEFICIOS Y DIFICULTADES DE SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS ÁREAS GEOGRÁFICAS DETERMINADAS.

Para el cumplimiento del objetivo específico 2, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de:

- (1) Publicaciones científicas indexadas, en las bases de datos: SCOPUS, Web of Science, Wiley Online Library, Dialnet, Taylor & Francis, Science Direct y Scielo;
- (2) Patentes, en las bases de datos: Google Patents (mundial), Patent SCOPE –WIPO (mundial), ESPACENET (mundial), Lens (mundial), EUIPO (Europa), INVENES (España) Latipat (America Latina y España), USPTO – PatFT (USA), Ipsum (Reino Unido), J-PlatPat (Japón), SIPO (China) y AusPat (Australia) y;
- (3) Páginas web para la localización de: (i) documentos gubernamentales públicos; (ii) información de empresas dedicadas a la revalorización de conchas de moluscos y bivalvos y (iii) noticias de acuicultura.

Se utilizaron palabras claves para la búsqueda, siendo seleccionadas de forma preliminar de acuerdo al *know how* que maneja el equipo de trabajo, sin sesgo. No obstante, durante la investigación pueden surgir otras que serán igualmente consideradas.

Entre las palabras claves preliminares a considerar, se pueden listar: Shell valorization - Aquarium/pond pH buffer- Bio-filter medium – RAS biofilter medium - Shell aggregates - Pet bird nutrition - Poultry feed - Soil liming -De-icer grit - Shells returned to the marine environment - Construction aggregates.

Realizada la búsqueda de información bibliográfica, la información fue jerarquizada y sistematizada mediante la construcción de un estado del arte actualizado. En este contexto, se presenta un análisis crítico de cada uno de los usos detectados en términos del ***estado de avance de la tecnología, agregación de valor al residuo y requerimientos para ser implementada***, a partir del cual son identificados los beneficios y dificultades para su localización en diversas áreas geográficas o su independencia respecto de dicho aspecto.

Para realizar la selección de los usos y/o productos que tienen potencialidad de ser desarrollados en Chile, se evaluaron y ponderaron los siguientes aspectos:

- a) Nivel de desarrollo actual - madurez de la tecnología, de acuerdo a los TLRs por sus siglas en inglés (Technological Readiness Level).
- b) Nivel del costo de inversión.
- c) Nivel de agregación de valor.
- d) Impacto ambiental de la solución, por ejemplo, generar una disminución respecto del remplazo de extracción de piedra caliza.
- e) Nivel de liberación de CO₂ al ambiente si la solución requiere de altas temperaturas para su implementación, como por ejemplo, una etapa de calcinación.

- f) Relación entre el nivel de producción del residuo (ton/año) y los requerimientos para la solución.
- g) Impactos sociales.
- h) Posibilidad de implementarse en función del marco legal vigente.
- i) Posibilidad de implementar la solución en la localización geográfica requerida.

La evaluación de cada aspecto fue realizada por el equipo de trabajo en base al análisis del estado del arte y su juicio experto, en una escala de 5 puntos, donde 1 representa que el uso no tiene potencialidad, 3 es medio y 5 es una alta potencialidad de implementación. Por otra parte, de manera de incorporar el peso específico de cada criterio es que a través del equipo de profesionales que conforma el proyecto, es que se ponderó cada criterio dándole una puntuación entre 0 y 1, cuya sumatoria da el valor de 1. Además, es importante mencionar que se tomó en cuenta también las opiniones recibidas en las visitas que se realizaron en plantas tanto en la zona Sur y Norte de país.

La ponderación de dichos aspectos fueron propuestos por el equipo de trabajo a la contraparte técnica, con quienes será finalmente consensuada, y realizada la selección del uso o usos con mejor proyección para las regiones de interés del presente estudio.

4.3 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 3: ESTABLECER LAS REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES Y EL MARCO NORMATIVO NACIONAL, APLICABLES A LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONCHAS DE BIVALVOS, RESPECTO LOS POTENCIALES USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS APLICABLES A NIVEL NACIONAL.

Para el cumplimiento de este tercer objetivo específico, esto es establecer las referencias normativas internacionales y el marco nacional sobre la gestión de los desechos de conchas de bivalvos, se levantó el estado del arte en la normativa internacional vigente, disponible y accesible vía web en los principales países cultivadores de bivalvos en el mundo, entre los que se puede destacar: la República Popular China, Vietnam, República de Corea del Sur, Japón, España, Tailandia, Estados Unidos de América, Francia e Italia.

La búsqueda fue realizada en los sitios web de agencias de salud, de regulación alimenticia y/o ambiental de cada país para obtener información bibliográfica sobre las instituciones involucradas con el diseño e implementación de reglas y procedimientos que componen la normativa vigente. Esos datos fueron entregados en formato de flujos, diagramas o cuadros informativos y serán comparados con el marco normativo a nivel nacional sobre los desechos post-proceso de moluscos bivalvos provenientes de acuicultura en Chile. En esa comparación se identificarán las similitudes y diferencias con respecto a la normativa en cada país con relación a Chile.

De acuerdo con el análisis comparativo sobre la regulación de los desechos acuícolas de bivalvos entre Chile y los principales productores de moluscos bivalvos a nivel comercial, se identificarán brechas entre las normativas internacionales y chilenas con el objetivo de realizar recomendaciones que puedan ser adoptadas en la gestión de residuos de la industria acuícola chilena de moluscos bivalvos. A partir de ese levantamiento, siempre y cuando sea necesario, se propondrán cambios y/o modificaciones a la normativa chilena actual aplicable a la gestión de desechos de bivalvos provenientes de la actividad acuícola.

Finalmente, si bien de acuerdo a la normativa internacional no existe un método estándar para la medición del valor residual de los desechos acuícolas, se presenta una aproximación metodológica para tal efecto.

4.4 METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO 4: REALIZAR UNA EVALUACIÓN TÉCNICO-AMBIENTAL/ECONÓMICA (MULTIFACTORIAL), SOBRE LOS USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS QUE PRESENTEN UN MEJOR MANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (DEFINIDOS EN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4.2), CON EL FIN DE EVALUAR SU IMPLEMENTACIÓN A NIVEL NACIONAL, PROMOVRIENDO LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE SUS CULTIVOS.

Para el cumplimiento de este cuarto objetivo específico se consideraron los siguientes tres componentes desarrollar: (i) realización de una prospección y/o piloto multifactorial, (ii) presentación de la selección (piloto multifactorial) de usos y/o productos secundarios a partir de los residuos de desechos de bivalvos, y (iii) realización de una estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados.

Para la realización de la prospección y/o piloto multifactorial y la selección de (piloto multifactorial) de usos y productos secundarios se realizó como primera acción, la aplicación de la metodología señalada en el objetivo 2, específicamente sobre los principales productos o usos ya seleccionados, para la realidad de centros de cultivo de pequeña y mediana escala (de acuerdo con el reglamento APE) de la zona norte y sur. De esta manera, se conoció el impacto preliminar de aplicación de dichos productos o usos que conforman los nuevos procesos a ser implementados en los diferentes centros de cultivo.

Posteriormente, con el fin de poder lograr una conclusión realista y aplicable desde un punto de vista de procesamiento de los residuos, se realizó un diseño y escalamiento a partir de la línea seleccionada y/o definida por el cumplimiento de los objetivos anteriores. Con lo anterior, se buscó establecer los equipos necesarios para procesar un volumen determinado de residuos y con ello la realización del diseño de la planta de proceso que sea capaz de llevar a cabo este proceso.

Desde un punto de vista de evaluación técnico económica se consideró el desarrollo de las siguientes etapas:

- Definir línea de desarrollo de proceso de las soluciones propuestas para la reutilización de los residuos sólidos.
- Generar el diseño básico de proceso con su *LayOut*.
- Determinar equipos idóneos y disponibles para cada etapa de proceso.
- Definir insumos y servicios necesarios para la línea de proceso definida.
- Realizar balance de masa general y específico para el proceso y sus etapas considerando:
 - o Rendimientos.
 - o Generación de residuos.
 - o Consumo de energía.
 - o Energéticos considerados (es decir, tipos de fuente de energía).
 - o Mano de obra utilizada.
 - o Costos de operación.
- Determinar costos de inversión y operación.
- Realizar evaluación económica de la propuesta planteada.

Como horizonte de evaluación se consideró un periodo de 10 años con una tasa de crecimiento determinada durante el desarrollo de este proyecto y parámetros de evaluación, como la tasa de descuento, características de cada negocio.

- Informe de análisis económico considerando indicadores tales como:
 - o VAN (Valor Actual Neto)
 - o PRC (Periodo de Recuperación de Capital, también conocido como *payback*)
 - o TIR (Tasa interna de Retorno)
- Carpeta entregable con diseño, determinación y dimensionamiento de equipos, junto con los cálculos del proyecto.
- Balances de masa para un periodo de 10 años.

El tercer componente de este cuarto objetivo específico busca una “estimación de valoración ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados, mediante economía circular, proyectando el número de desechos eliminados al medio ambiente en un período de 10 años”. Para cumplir con ello, de acuerdo con lo estipulado en las bases técnicas, se utilizó el concepto de Valor Económico Total (VET), que surge con el propósito de determinar adecuadamente el valor del ambiente, los servicios ambientales y los recursos naturales. La literatura en economía ambiental y de recursos naturales (Hartwik & Olewiler et al., 1998; Pearce & Tuner, 1990 y Reveret et al., 1990, entre otros) muestra claras evidencias que, si bien los mercados son componentes esenciales del desarrollo y las actividades económicas, por si solos no son buenos asignadores de recursos en relación al uso del ambiente y la base de recursos naturales. Ejemplos de problemas de asignación asociados a los mercados se observan en relación a la contaminación y la degradación ambiental, así como en la sobre explotación de recursos naturales producto de la existencia de externalidades tecnológicas y de derechos de uso o propiedad mal definidos o inexistentes. El VET es un concepto económico ampliamente discutido en la literatura económica (Krutilla, 1967; Boyle & Bishop, 1985; Reveret et al., 1990; Pearce & Turner, 1990; Agüero et al., 1996; Hein, 2010 y Tietenberg & Lewis, 2018, entre otros). Entre muchas aplicaciones, las bases técnicas destacan el trabajo de Almeida et al. (2018), para ejemplificar el uso del concepto del VET. La Figura 1 presenta un diagrama simple de los distintos componentes de valor considerados en el concepto de VET.

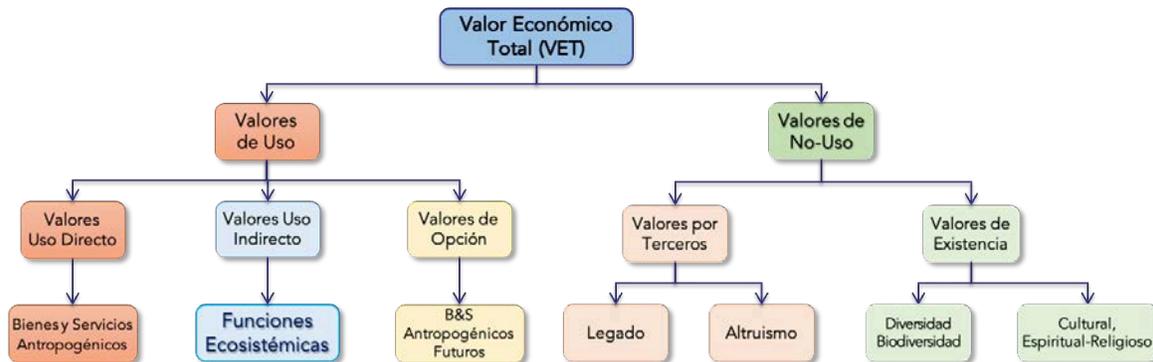


Figura 1. Esquema simple de los componentes del concepto de VET.
(Fuente: elaboración propia)

Entre los principales aspectos a considerar al momento de pensar en el VET y sus componentes es la necesidad de evitar la doble contabilidad de las fuentes de valor generadas a las personas por el uso y existencia del ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales. Para, ello este enfoque de valoración separa las fuentes de valor generados por el uso, de aquellas generadas por el no-uso.

Así, tal como se muestra en la Figura 1, los **Valores de Uso** se pueden subdividir en Valores de Uso Directo, Valores de Uso Indirecto y Valores de Opción y, los **Valores de No-Uso** se pueden subdividir en Valores por Terceros y Valores de Existencia.

Los **Valores de Uso Directo** son aquellos que generan los bienes y servicios transados en los mercados y pueden ser de tipo consuntivo o no-consuntivos (ej.: las pesquerías comerciales y la actividad forestal son consuntivos y el eco-turismo como la observación de aves o de la naturaleza son no-consuntivos).

Los **Valores de Uso Indirecto** incluyen los beneficios generados por los servicios ambientales o ecosistémicos provistos por ciertas especies y hábitats, como por ejemplo: el rol que las áreas fuente o sumidero cumplen en soporte a la dinámica poblacional de las especies costeras, la capacidad de creación de hábitat (sustrato, refugio y alimentos) que las algas pardas proveen a múltiples especies marinas que sustentan variadas pesquerías costeras de Chile, los arrecifes de coral y los manglares en zonas tropicales y las praderas y bosques de algas marinas asociados a su capacidad de capturar dióxido de carbono, entre muchos otros.

Los **Valores Opción** son valores que se asocian a la posibilidad uso futuro de los ecosistemas y recursos naturales basado en algún nuevo conocimiento que se haya podido generar con el avance del tiempo.

Los **Valores por Terceros** incluyen los Valores de Altruismo y Valores de Legado. Los **Valores de Legado** se refieren al valor y bienestar que las personas asocian y derivan al mantener la opción que sus descendientes o las generaciones puedan beneficiarse directa o indirectamente de la existencia de uno o más ecosistemas y especies. Los **Valores de Altruismo** se refieren al valor y bienestar que las personas asocian y derivan de simplemente saber que otros individuos no emparentados a ellos puedan beneficiarse directa o indirectamente de la existencia en el presente de uno o más ecosistemas y especies.

Los **Valores de Existencia** incluyen los Valores de Diversidad/Biodiversidad y los Valores Culturales, Espirituales-Religiosos. Los **Valores de Diversidad/Biodiversidad**, por los cuales aún existe controversia entre economistas ambientales-de-recursos naturales y los ecologistas-económicos, son vistos por los economistas ambientales-de-recursos (Krutilla et al. op. cit.) como aquel valor y bienestar que las personas derivan por saber que uno o más ecosistemas o especies existen y, por los ecologistas-económicos (Fromm, 2000) como un valor propio e intrínseco de estos ecosistemas y especies. Los **Valores Culturales, Espirituales-Religiosos** se refieren al valor y bienestar que las personas derivan de la existencia de uno o más ecosistemas o especies producto de su cosmovisión y creencias (Berkes, 1989 y Reveret et al., 1990; entre otros), por ejemplo: el valor que los Chilenos asocian a los copihues y el cóndor como símbolos de la idiosincrasia nacional y por lo cual valoran su existencia presente y no meramente histórica, el valor que el Pueblo Mapuche hace del árbol de canelo como un elemento central de sus creencias y espiritualidad, valor que el pueblo Maorí le asocia, entre varias especies marinas, al Manatí como parte de sus deidades y origen de su existencia y, de manera similar el valor que el pueblo Embera del río Chajeradó, en el Atrato Medio de Antioquia, en Colombia, asocian al bosque en el que viven y rodea sus chozas, producto que sus deidades viven y moran cada una en un árbol, además de los múltiples usos que hacen de los frutos, la vegetación y los animales del mismo.

En este contexto, la interpretación que se hace es que componentes del VET a considerar, son aquellos asociados, por una parte, al impacto ambiental que generan los residuos orgánicos sólidos de post-proceso, de pectínidos, ostreidos y mitílidos provenientes de la acuicultura en las regiones de interés y, por la otra parte, a los valores asociados a los usos potenciales de dichos residuos, bajo una mirada de economía circular.

La Figura 2 presenta un esquema simple que ubica la generación de los residuos orgánicos sólidos de post-proceso de las especies de interés en este estudio y los potenciales efectos negativos (impactos) en los ecosistemas-territorios de destino de estos residuos en las regiones de interés, previo a la consideración de usos potenciales bajo una mirada de economía circular.

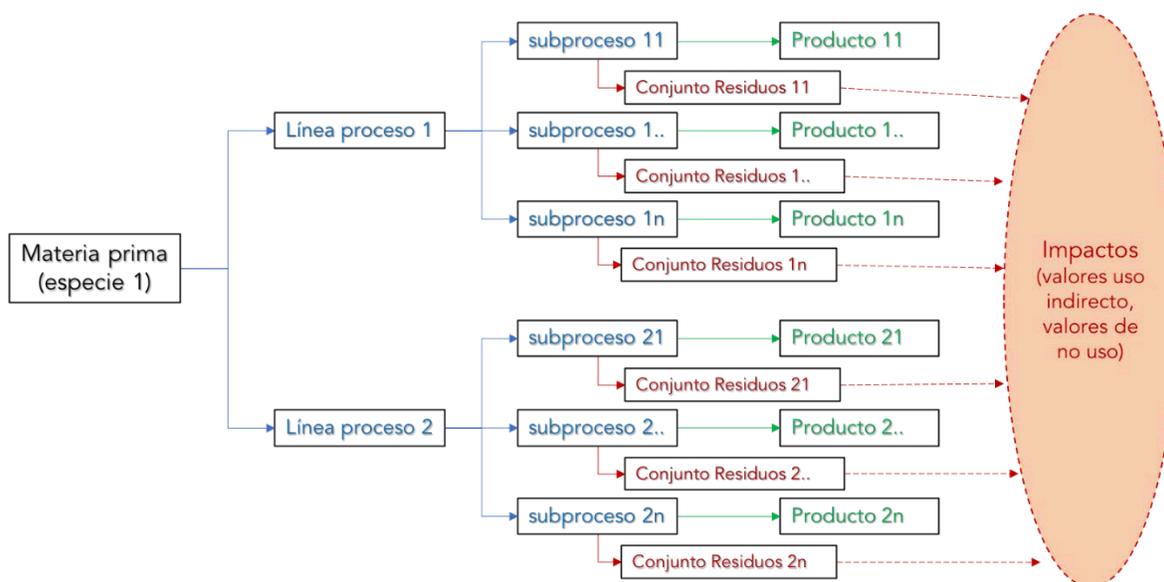


Figura 2. Esquema simple del flujo de materia prima a producto, por línea de elaboración y producto, para una de las especies de interés, incluyendo la generación de conjunto de residuos orgánicos sólidos (conjunto) y su potencial impacto sobre el ambiente, sin la consideración de usos potenciales futuros. (Fuente: elaboración propia)

Así, entre los componentes de valor a considerar asociados al impacto ambiental se encuentran los valores de uso indirecto, asociados a potenciales efectos negativos del flujo de los residuos orgánicos sólidos, en el territorio de las regiones de interés y de los potenciales efectos negativos en los valores de no-uso asociados a los territorios y ecosistemas recipientes de dichos residuos.

Al incluir en el análisis de los usos potenciales futuros, bajo una mirada de economía circular, el análisis propuesto se refleja en la Figura 3 a continuación.

Tal como muestra la Figura 3, el análisis de los impactos ambientales ahora se basa en los valores residuales de los desechos-residuos orgánicos sólidos, que no son dirigidos a los nuevos procesos de elaboración de los nuevos productos, determinados como resultados del primer y segundo objetivo específicos, junto con los resultados de los componentes 1 y 2 de este cuarto objetivo. Así

como de los residuos de los nuevos procesos y productos. Adicionalmente, los beneficios económicos esperados de estos nuevos procesos y productos son una aproximación al componente de Valor de Opción de los residuos orgánicos sólidos bajo estudio.

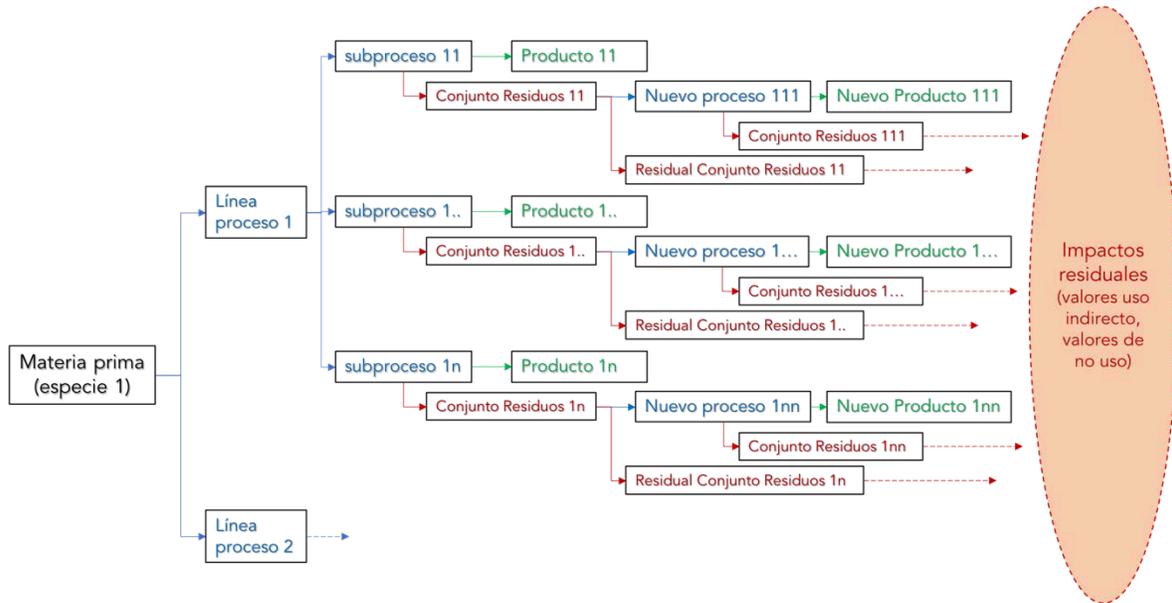


Figura 3. Esquema simple del flujo de materia prima a producto, por línea de elaboración y producto, para una de las especies de interés, incluyendo la generación de conjunto de residuos orgánicos sólidos (conjunto) y su potencial impacto sobre el ambiente, incluyendo la consideración de usos potenciales futuros. (Fuente: elaboración propia)

Siguiendo esta aproximación de análisis, la **“valoración ambiental”** se desarrolló como la determinación del diferencial de valor de los impactos ambientales y de opción entre la situación presente (sin proyecto) y la situación que incluye las opciones de utilización de los residuos orgánicos sólidos post-proceso (con proyecto).

En términos simples

$$VA = VOP + ABS(VUI_2 - VUI_1 + VL_2 - VL_1 + VA_2 - VA_1 + VCER_2 - VCER_1)$$

Donde

VA : Valor ambiental de la utilización de los residuos orgánicos sólidos de post-proceso (\$)

VOP: Beneficios netos totales esperados de la combinación propuesta de opciones de utilización de residuos orgánicos sólidos de post-proceso

VUI₁: Valor de uso indirecto asociado a funciones ecosistémicas sin propuestas de utilización

VUI₂: Valor de uso indirecto asociado a funciones ecosistémicas con propuestas de utilización

VL₁: Valor de legado asociado a efectos negativos de residuos orgánicos sólidos sin propuestas de utilización

VL₂: Valor de legado asociado a efectos negativos de residuos orgánicos sólidos con propuestas de utilización

VA₁: Valor de altruismo asociado a efectos negativos de residuos orgánicos sólidos sin propuestas de utilización

VA₂: Valor de altruismo asociado a efectos negativos de residuos orgánicos sólidos con propuestas de utilización.

VCER₁: Valor cultural-espiritual-religioso asociado a efectos negativos de residuos orgánicos sólidos sin propuestas de utilización

VCER₂: Valor cultural-espiritual-religioso asociado a efectos negativos de residuos orgánicos sólidos con propuestas de utilización.

ABS: Es la función valor absoluto.

Es importante destacar que los múltiples objetivos y productos solicitados, junto al limitado tiempo y recursos financieros para ejecutar este estudio, obligan a la aplicación del método denominado “*Transferencia de Beneficios*” para la estimación de valores económicos ambientales para residuos orgánicos sólidos de post-proceso para especies de pectínidos, ostreidos y mitílidos de características similares a los cultivados en chileno.

La técnica de *Transferencia de Beneficios* es ampliamente usada en la literatura internacional y, en síntesis, consiste en la asignación de valores económicos provenientes de estimaciones realizadas para servicios ecosistémicos o bienes ambientales iguales o similares, en otras regiones o países, como una aproximación al valor de los servicios y bienes ecosistémicos o ambientales del ecosistema bajo estudio (Figueroa y Pasten, 2011).

Una de las dificultades de la presente metodología, radica en la posibilidad de que los países a transferir no posean similares niveles de ingreso, por lo tanto, es necesario que se realicen correcciones de estos valores. Dichas correcciones se basan en la siguiente fórmula:

$$WTP_{PS} = WTP_{SS} \left(\frac{GDP_{PS}}{GDP_{SS}} \right)^{\varepsilon}$$

Donde:

ε : es la elasticidad-ingreso de la disponibilidad marginal a pagar

WTP_{ps} : es la disponibilidad a pagar en el sitio bajo estudio (lugar al que el valor es transferido)

WTP_{ss} : es la disponibilidad a pagar en el lugar de origen (lugar desde el cual el valor es transferido)

$\frac{GDP_{PS}}{GDP_{SS}}$: el valor per cápita en Paridad del Poder de Pago (PPP) en dólares para el país donde será aplicado y donde fue calculado respectivamente.

La hipótesis de la Curva de Knuznets indaga la relación existente entre crecimiento económico y calidad ambiental, la cual permite realizar la corrección de la disponibilidad a pagar, determinando el valor de la elasticidad ingreso de la disponibilidad marginal a pagar.

La PPP y la elasticidad marginal del ingreso pueden ser usados para estimar la proporción entre ambas disponibilidades a pagar, para ello, es necesario contar con datos históricos del PPP y

emisiones de un contaminante específico para construir la Curva de Knuznets; y obtener el valor de la elasticidad –ingreso de la disponibilidad marginal a pagar.

5. RESULTADOS

5.1 RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS POST-PROCESO DE PECTÍNIDOS, OSTREIDOS Y/O MITÍLIDOS DE ATACAMA, COQUIMBO, LOS LAGOS Y AYSÉN.

El diagnóstico de los desechos sólidos orgánicos de post-proceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos provenientes de la acuicultura durante el período 2010-2021, se realizó en tres etapas. Primero, se realizó un análisis de la importancia relativa de la producción de las plantas de procesos de productos de la acuicultura por especie, línea de proceso y región, durante el período 2017-2021, en base a estadísticas oficiales del SERNAPESCA. Segundo, se diseñó y aplicó una encuesta mediante el método de entrevistas estructuradas a personal clave de las principales plantas que procesan moluscos bivalvos de la acuicultura de las especies y regiones de interés identificadas, con el fin de levantar información para caracterizar la generación de residuos orgánicos sólidos. En tercer lugar, a partir de la información estadística de producción de congelados, conservas, enfriados-refrigerados de moluscos provenientes de la acuicultura y en base a la información primaria levantada, se realizó la estimación del flujo de residuos orgánicos post-proceso de pectínidos y mitílidos provenientes de la acuicultura.

5.1.1 Importancia relativa de la producción de las plantas de procesos de productos de la acuicultura por especie, línea de proceso y región, durante el período 2017-2021.

De acuerdo a estas estadísticas se pueden diferenciar dos grandes zonas, zona norte que incluye la producción de las regiones de Atacama y Coquimbo y, la zona sur que comprende la producción de la región de Los Lagos. Si bien las bases técnicas del estudio incluían la región de Aysén para la zona sur, las estadísticas muestran que no existe producción de alimentos en base a bivalvos filtradores de cultivo en esta región.

La Tabla 2 muestra la producción de alimentos de en base a moluscos bivalvos de la acuicultura para la zona norte y la zona sur del país, por especie y línea de proceso, en el período 2017-2021.

Para la zona norte la especie de mayor importancia es el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) que representó el 94% de la producción anual de la zona con 1.667 ton/año de productos congelados y enfriado-refrigerado. El chorito (*Mytilus chilensis*) representó el 5,5% anual y el Choro (*Choromytilus chorus*) el 0,1% de la producción anual en la zona. Las otras especies incluidas en el estudio no presentan producción en esta zona en el período de análisis.

Para la zona sur, región de Los Lagos, la especie más importante es el chorito (*Mytilus chilensis*) que representó un 99% de la producción anual de la región con 107.775 ton/año de productos congelados, conserva y enfriado-refrigerado. Si bien la tabla también muestra que se produjo deshidrato en base a chorito, esta producción representó menos de un 1%. Cholga y choro representaron en conjunto un 1% aproximadamente. La producción en base a las otras especies incluidas en las bases técnicas de este estudio es insignificante para el período bajo análisis.

Por lo anterior, el análisis de los residuos orgánicos para la zona norte se hizo en base al procesamiento de ostión del norte y para la región de Los Lagos en base al procesamiento de chorito, considerando el período 2010-2021.

Tabla 2 Producción promedio anual (ton/año) de alimentos en base a moluscos bivalvos de la acuicultura en las zonas norte y sur de Chile, por especie y línea de proceso, período 2017-2021.

(Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de SERNAPESCA).

ESPECIE/PRODUCTO	ZONA NORTE				ZONA SUR	
	ATACAMA	COQUIMBO	TOTAL	Importancia Relativa	LOS LAGOS	Importancia Relativa
CHORITO	1	96	97	5,5%	107.775	99%
CONGELADO	1	81	82	4,7%	94.806	87%
CONSERVA		15	15	0,9%	8.448	8%
ENFRIADO REFRIGERADO			0	0,0%	4.438	4%
DESHIDRATADO			0	0,0%	83	0%
OSTION DEL NORTE	67	1.601	1.667	94%	3	0,0%
CONGELADO	67	1.492	1.559	88%	3	0,0%
ENFRIADO REFRIGERADO	0	109	109	6%		
CHOLGA	0	0	0	0,0%	996	0,9%
CONSERVA			0	0,0%	526	0,5%
ENFRIADO REFRIGERADO			0	0,0%	359	0,3%
CONGELADO			0	0,0%	111	0,1%
CHORO	0	2	2	0,1%	59	0,1%
ENFRIADO REFRIGERADO		0	0	0,0%	38	0,0%
CONGELADO		2	2	0,1%	21	0,0%
CONSERVA			0	0,0%	0	0,0%
OSTRA CHILENA	0	0	0	0,0%	11	0,0%
ENFRIADO REFRIGERADO			0	0,0%	11	0,0%
OSTION DEL SUR	0	0	0	0,0%	4	0,0%
CONGELADO			0	0,0%	4	0,0%
OSTRA DEL PACIFICO	0	0	0	0,0%	2,0	0,0%
ENFRIADO REFRIGERADO			0	0,0%	0,0	0,0%
CONSERVA			0	0,0%	1,0	0,0%
CONGELADO			0	0,0%	1,0	0,0%
Total general	67	1.699	1.766	100%	108.851	100%

La Tabla 39 y Tabla 40 en el Anexo 6. , presentan la producción anual (ton /año) de alimentos en base a moluscos bivalvos de la acuicultura en las zonas norte y sur de Chile, por especie y línea de proceso, período 2010-2021.

5.1.2 Caracterización de los desechos sólidos orgánicos de post-proceso de cultivos bivalvos de la acuicultura

Habiendo determinado la importancia relativa del ostión del norte en las regiones de Atacama y Coquimbo en la zona norte del país y de chorito en la región de Los Lagos para el período 2017-2021, se diseñó y aplicó una encuesta mediante el método de entrevistas semi-estructuradas a personal clave de las principales plantas que procesan moluscos bivalvos de la acuicultura de las especies y regiones de interés identificadas (Ver Anexo 4. Encuesta a plantas de proceso.¹). Esto, con el fin de levantar información que permita una caracterización de la generación de residuos orgánicos sólidos asociados a sus procesos de producción en base a los moluscos bivalvos de la acuicultura de interés de este estudio.

Se realizaron entrevistas semi-estructuradas a administradores o jefes de plantas en las regiones de Atacama, Coquimbo y Los Lagos. No se aplicó encuesta en la región de Aysén ya que de acuerdo a las estadísticas de producción de SERNAPESCA, en el período 2017 a 2021 no se procesaron moluscos bivalvos provenientes de la acuicultura en esta región.

5.1.2.1 Zona norte: regiones de Atacama y Coquimbo

En la región de Atacama se pudo entrevistar sólo al Administrador de la planta de proceso del STI Punta Frodden. Si bien se contactó a personal de la planta Tridente S.A., no se obtuvo respuesta afirmativa para una entrevista. Desde la planta Puerto Bahía respondieron que ellos ya no estaban procesando ostiones y que por tanto no podían responder la encuesta. En la región de Coquimbo se logró entrevistar a personal de las tres plantas más grandes Pacific Seafood S.A., Distrimar Ltda. y Granmar Ltda. que en conjunto representaron el 87% de la producción en el período de análisis.

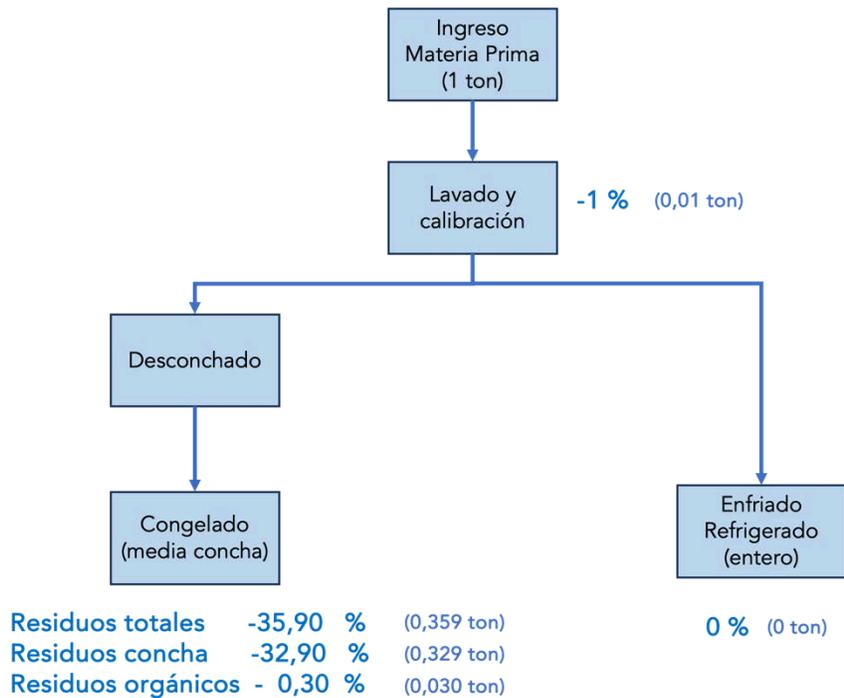
De las encuestas, se pudo conocer que de acuerdo con la experiencia de los procesadores los principales residuos orgánicos sólidos para la zona norte se refieren a las conchas y a materia orgánica, compuesta de vísceras y mantos. El principal producto elaborado en las plantas de proceso de Caldera en Atacama y de Tongoy y la ciudad de Coquimbo en la región de Coquimbo, es ostión congelado en presentación de media concha (músculo y gónadas).

Los rendimientos materia prima-producto declarados en carne (músculo y gónadas) varía entre un 25 y 30% respecto de la materia prima. Además, indican que la presentación en media concha implica que se llega un rendimiento final entre el 50% y 64% respecto de materia prima a producto. Esto implica que la combinación de residuo orgánico entre concha y materia orgánica puede variar entre un 36% y 50% respecto a materia prima. En particular, la persona de Pacific Seafood S.A., indicó desechos orgánicos sólidos, de 1.700 kg/día de concha y 1.400 kg/día de

¹ En el Anexo 6. Producción y plantas de proceso de productos de moluscos bivalvos de la acuicultura por zona, especie y línea de proceso., las Tabla 41 y Tabla 42 Tabla 42 presentan el número de plantas que procesaron productos bivalvos de la acuicultura por especie y línea de proceso, período 2018-2021.

materia orgánica (vísceras y mantos) de ostión del norte, formato media concha congelado, lo que corrobora las proporciones estimadas anteriormente.

En síntesis, tal como muestra la Figura 4, de las entrevistas con informantes clave se determinó que para el proceso de ostión del norte en promedio se pierde un 1% en peso al momento de la limpieza inicial y calibración de la materia prima y adicionalmente un 35,9% restante en el proceso de desconchado para la obtención del producto media concha que es el más frecuente (93%) de la producción durante el período 2017-2021. Del 35,9% de pérdidas las conchas aportan 32,9% y la materia orgánica sólo el 0,3%. El segundo producto para esta especie es el enfriado-refrigerado entero, que sólo está afecto a la pérdida de 1% de proceso de lavado y calibración inicial.



Pérdidas concha y materia orgánica durante proceso producción

Figura 4. Diagrama simplificado del proceso de producción de producto congelado y enfriado-refrigerado de ostión del norte, considerando estimación de residuos sólidos orgánicos.

5.1.2.2 Zona sur: región de Los Lagos

En la región de Los Lagos de las 18 plantas inicialmente planificadas para encuestar, sólo se pudo entrevistar a personal de 12 plantas, cuya representatividad corresponde a un 80,5% de la producción regional en el período 2018-2021.

De manera equivalente a lo ocurrido en la zona norte, se pudo conocer que de acuerdo a la experiencia de los procesadores los principales residuos orgánicos sólidos para la región de Los Lagos se refieren a las conchas y a materia orgánica (visos, fauna acompañante, manto y trozos carne).

El principal producto elaborado en las plantas de proceso de Puerto Montt, Chiquihue, Huelmo, Calbuco, Ancud, Dalcahue, Quemchi y Chonchi es mitílido congelado, fundamentalmente chorito, principalmente carne que representa más del 86% de la producción del período 2018-2021. Conservas y Enfriado-refrigerado representaron un 8% y 6%, respectivamente en el mismo período. En cuanto a otros formatos también congelados de mitílidos, son media concha y entero, pero son producciones ocasionales que responden a mercados spot.

La Figura 5 sintetiza la información obtenida de los entrevistados, quienes indicaron una pérdida de un 1% en promedio al momento de la preparación de la materia prima para el ingreso a las líneas de proceso, mediante un paso de lavado y calibración del producto. Esta pérdida es una mezcla de materia orgánica y concha, compuesta por visos y trozos de carne y concha.

Así, una vez que se tiene esta materia prima limpia y seleccionada, es posible considerar que el direccionamiento a líneas de congelado y conserva. En ambos casos el paso siguiente es un proceso de precocción y desconchado, para posteriormente la elaboración del producto carne congelada o conserva. Los rendimientos materia prima-producto declarados para el producto carne congelada varía entre un 18 y 30% de materia prima. Indicando que los rendimientos más bajos se dan en inviernos y que los más altos en condiciones puntuales de mucho alimento en el ambiente, pero que lo normal es tener rendimientos cercanos al 24%.

Se indica que en el proceso de desconchado la pérdida de materia orgánica (i.e., trozos de carne) fluctúa entre un 1,5% y un 3%. Enfatizando en que no puede ser mayor a un 3% para que el negocio sea rentable.

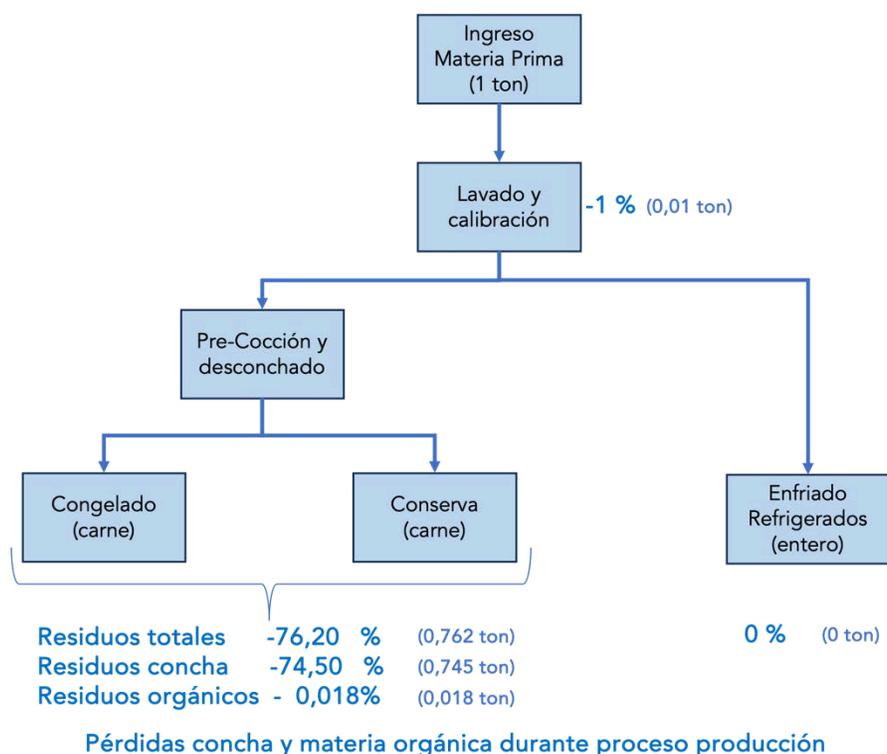


Figura 5. Diagrama simplificado del proceso de producción de producto congelado, conserva y enfriado-refrigerado de chorito, considerando estimación de residuos sólidos orgánicos.

De acuerdo a lo presentado en Tabla 2 para el período 2017-2021 el producto carne congelada representó un 88% de la producción, la carne en conserva un 7,8% y el enfriado-refrigerado un 4,1% de la producción. Nótese que el producto enfriado-refrigerado por ser entero sólo está sujeto a la pérdida inicial de 1%.

5.1.3 Estimación de flujo de residuos sólidos orgánicos de post-proceso de cultivos bivalvos de la acuicultura

A partir de la información estadística de producción de congelados, conservas y enfriado-refrigerado de moluscos provenientes de la acuicultura para el período 2010-2021 y en base a la información primaria levantada mediante las encuestas aplicadas en las entrevistas semi-estructuradas, se realizó la estimación del flujo de residuos orgánicos post-proceso de ostión del norte, para la zona norte, regiones de Atacama y Coquimbo y, de chorito, para la región de Los Lagos en la zona sur del país.

Las estimaciones realizadas (Tabla 3 y Tabla 4) muestran que, entre 2017 y 2019, el 99,7% de los residuos orgánicos de postproceso de los moluscos bivalvos de la acuicultura proviene del chorito en la región de Los Lagos con 331.364 ton/año y que sólo el 0,3% de estos residuos proviene del ostión del norte con 912 ton/año en promedio.

La Tabla 43 del Anexo 6. , presenta las estimaciones del promedio anual de materia prima (ton/año) destinada al proceso de productos bivalvos de la acuicultura en el período 2017-2021. Es

importante destacar que en algunos casos la cantidad de materia prima reportada es menor a la de producción, lo que de acuerdo al SERNAPESCA, se debe a los reprocesos que son indicados con el dígito 0. Por ello, en este estudio, se trabaja con materia estimada en base a los rendimientos materia prima-producto y proporciones de pérdidas obtenidas mediante las entrevistas semi-estructuradas.

La Tabla 3 muestra las estimaciones de residuos orgánicos de post-proceso de ostión del norte para la zona norte, incluyendo las regiones de Atacama y Coquimbo, entre los años 2010 y 2021. Así se estima que, en promedio durante los últimos cinco años del período de análisis, 2017 a 2021, se produjeron en total 912 ton/año de residuos en estas dos regiones. Residuos que se componen de concha y materia orgánica, y que en total implica una pérdida promedio de aproximadamente 35,5% de materia prima a producto final, considerando la producción de ambos, media concha congelado y enfriado-refrigerado entero. La tabla también muestra que los promedios son representativos para materia prima, producción congelado media concha y para los residuos, pero que la variación para la producción de enfriado-refrigerado es mayor, siendo esta producción menos homogénea en el período de análisis.

Tabla 3. Estimación de residuos orgánicos de post-proceso de ostión del norte proveniente de la acuicultura, regiones de Atacama y Coquimbo, período 2010-2021.

Años	Materia	Producción	Producción	Residuos totales (ton)	Concha (t)	Materia Orgánica (t)
	Prima (ton)	Congelado media concha (ton)	Enfriado-Ref rigerado (ton)			
2010	2.592	1.529	168	895	797	98
2011	2.654	1.490	291	874	777	97
2012	1.692	931	215	546	486	61
2013	1.425	828	112	485	432	53
2014	1.268	722	123	423	377	47
2015	1.045	613	73	359	320	39
2016	1.540	933	61	546	487	59
2017	2.150	1.307	78	765	682	83
2018	3.203	1.957	101	1.145	1.021	124
2019	3.833	2.253	261	1.319	1.175	144
2020	2.106	1.285	69	752	670	82
2021	1.606	991	35	580	517	63
Promedio 2017-2021	2.579	1.559	109	912	813	99
CV 5 años	0,32	0,30	0,73	0,30	0,30	0,30
	100%	60,7%	3,8%	35,5%	31,7%	3,9%

5.1.3.1 Zona sur: región de Los Lagos

La Tabla 4 muestra las estimaciones de residuos orgánicos de post-proceso de mitílidos, considerando chorito y cholga para la región de Los Lagos en la zona sur, entre los años 2010 y

2021. Se estima que, en promedio durante los últimos cinco años del período de análisis, 2017 a 2021, se produjeron en total 333.413 ton/año de residuos sólidos orgánicos en esta región. Residuos que se componen de concha y materia orgánica, y que en total implica una pérdida de aproximadamente 75,4 % de materia prima a producto final, considerando la producción de carne congelada o conserva y enfriado-refrigerado entero. Los residuos de concha representan un 72,7% de pérdida y la materia orgánica sólo un 2,7% de la materia prima inicial.

La tabla también muestra que los promedios son representativos para materia prima, producción carne congelada o conserva y para los residuos, pero que la variación para la producción de enfriado-refrigerado es mayor, siendo esta producción menos homogénea en el período de análisis.

Tabla 4. Estimación de residuos orgánicos de post-proceso de mitíldos proveniente de la acuicultura, región de Los Lagos, período 2010-2021.

Años	Materia Prima (ton)	Producción Congelado y Conserva (ton)	Producción Enfriado Refrigerado (ton)	Residuos totales (ton)	Conchas (ton)	Materia Orgánica (ton)
2010	244.687	57.765	1.553	185.369	178.807	6.563
2011	328.795	77.654	1.949	249.193	240.372	8.821
2012	297.249	70.343	1.181	225.725	217.741	7.984
2013	324.704	76.791	1.495	246.418	237.700	8.718
2014	298.292	70.573	1.256	226.464	218.452	8.011
2015	389.565	92.058	2.096	295.412	284.957	10.455
2016	369.379	87.272	2.052	280.055	270.143	9.912
2017	413.250	97.690	2.076	313.484	302.391	11.093
2018	403.997	95.433	2.317	306.246	295.406	10.840
2019	428.509	100.455	5.661	322.393	310.950	11.443
2020	464.681	108.767	6.838	349.076	336.679	12.396
2021	500.075	117.116	7.091	375.868	362.523	13.345
Promedio 2017-2021	442.102	103.892	4.797	333.413	321.590	11.823
CV	0,08	0,08	0,45	0,08	0,08	0,08
	100,0%	23,5%	1,1%	75,4%	72,7%	2,7%

5.2 RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO 2: INVESTIGAR SOBRE LOS USOS Y POTENCIALES PRODUCTOS SECUNDARIOS, GENERADOS EN BASE A LOS DESECHOS DE CONCHAS, PROCEDENTES DE BIVALVOS A NIVEL NACIONAL Y MUNDIAL, EVALUANDO LOS POSIBLES BENEFICIOS Y DIFICULTADES DE SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS ÁREAS GEOGRÁFICAS DETERMINADAS.

Para el cumplimiento del objetivo específico 2, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva en los siguientes ámbitos:

1. Publicaciones científicas indexadas, en las bases de datos: SCOPUS, Web of Science, Wiley Online Library, Dialnet, Taylor & Francis, Science Direct y Scielo;
2. Patentes, en las bases de datos: [Google Patents](#) (mundial), Patent SCOPE –WIPO (mundial), ESPACENET (mundial), Lens (mundial), EUIPO (Europa), INVENES (España) [Latipat](#) (America Latina y España), [USPTO – PatFT](#) (USA), [Ipsum](#) (Reino Unido), [J-PlatPat](#) (Japón), SIPO (China) y AusPat (Australia) y;
3. Páginas web para la localización de: (i) documentos gubernamentales públicos; (ii) información de empresas dedicadas a la revalorización de conchas de moluscos y bivalvos y (iii) noticias de acuicultura.

En este sentido el presente objetivo específico se desarrolló en 5 secciones la que finalmente dan cuenta con la propuesta inicial de los potenciales usos, entre ellos, aplicaciones médicas, material de construcción, polvo de recubrimiento, polvo antibacterial y/o antifúngico, catalizador para biodiesel, alimentos para aves, material adsorbente de metales pesados u otros, empaque para biofiltros, uso cosmético, restauración de suelos, uso agrícola y aditivos para plásticos.

5.2.1 Composición química.

Las conchas son compuestas principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3), que es constituyente de la calcita, aragonita y vaterita, las cuales son tres de las poliformas del carbonato de calcio anhidro de forma mineral (Ni & Ratner, 2008). También constituye la caliza, la cual es la roca. El carbonato de calcio contenido en las conchas en fase mineral se encuentra principalmente como calcita (Mo et al., 2018), aunque muchas conchas son compuestas principalmente por aragonita (Ukrainczyk et al., 2013). La calcita tiene la capacidad de fijar o incorporar estructuralmente elementos con actividad biológica como fósforo, calcio, magnesio, zinc y hierro (Prieto et al., 2003).

En la naturaleza, el carbonato de calcio puede presentarse en sus formas hidratadas, como carbonato de calcio amorfo, calcita monohidratada ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e ikatita ($\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (Gopi & Subramanian, 2013). La calcita es la más abundante y estable termodinámicamente, aragonita requiere de altas presiones y vaterita es la más inestable termodinámicamente (Perdikouri et al., 2011). Dada la metaestabilidad de la aragonita bajo la superficie terrestre, es que tiende a transformarse en calcita por reacción en medio acuoso (Prieto et al., 2003). Es posible realizar una transformación polimórfica secuencial del CaCO_3 en presencia de humedad a relativamente bajas temperaturas, transitando desde calcita, pasando por carbonato de calcio amorfo e hidratado, para obtener finalmente vaterita a 23°C (Baltrusaitis & Grassian, 2009). La transición entre un estado y otro dependerá del pH, temperatura, presencia de aditivos, etc. (Gopi & Subramanian, 2013).

La calcinación del carbonato de calcio produce óxido de calcio (CaO), también conocido como cal viva, mientras que la hidratación controlada del óxido de calcio produce la cal apagada o cal hidratada (Ca(OH)₂).

Tabla 5. Reacciones químicas de compuestos de calcio.

Proceso	Reacción
Calcinación del carbonato de calcio	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$
Hidratación del óxido de calcio	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$

Por lo tanto, los principales destinos al uso de los residuos de conchas serán aquellos en que puedan remplazar a la extracción de calcita, aragonita o roca caliza como fuente de carbonato de calcio.

Las conchas de mariscos pueden ser clasificadas como un residuo inerte, dado que pruebas de lixiviación muestran que no contienen altas concentraciones de metales pesados que lixiviar, por lo que pueden considerarse un material seguro de acuerdo a las regulaciones de la Unión Europea, i.e. no un residuo peligroso (Chiou et al., 2014).

5.2.2 Clasificación de los usos.

Independiente del uso que desee realizarse, una primera etapa será el lavado de las conchas, el cual suele ser realizado mediante un lavado químico, con ácido para realizar la remoción de la materia orgánica, siendo otra alternativa un lavado enzimático, que tiene la ventaja de ser energéticamente más eficiente al requerir bajas temperaturas para ser realizado (Popović et al., 2023), produciendo un hidrolizado proteico como subproducto.

a) Para la materia orgánica del desecho

Como Material de Absorción: Biocarbón

Sólido rico en carbón fabricado a partir de biomasa o materiales de desecho usando la tecnología de pirolisis combinada con técnicas de modificación química, física o biológica, que significa la presencia de grupos funcionales en su superficie (Wan Mahari et al., 2022). Entre sus características destacan su alta superficie específica, capacidad de adsorción, capacidad de intercambio catiónico con potencial para la remoción de contaminantes desde agua.

Para la producción de biocarbón puede ser utilizada la pirolisis, la pirolisis lenta y rápida en función de la temperatura, tiempo de residencia y velocidad de calentamiento (Wan Mahari et al., 2022), o bien, carbonización hidrotermal, que utiliza temperaturas más bajas, de 180 a 373°C, pero altas presiones, de 1.5 a 22 megapascales (MPa).

Tabla 6. Condiciones de proceso para pirólisis de materia orgánica de desecho de mariscos (Wan Mahari et al., 2022)

Proceso	Rango de temperatura	Tiempo	Velocidad de calentamiento
Pirólisis	300 a 900°C		

Pirólisis lenta	300 a 700°C	< 1 h	5 a 7 (°C/min)
Pirólisis rápida	550 a 1100°C		> 200°C/min

También se puede realizar una co-pirólisis de otros desechos junto con las conchas

Técnicas de modificación:

1. Físicas: Molienda.
2. Químicas: Activación con químicos y gases no reactivos (ácidos o bases). Arcillas, óxidos metálicos, compuestos orgánicos (quitosano, óxido de grafeno, nanotubos de carbón y polietilenamina) pueden ser utilizados como materiales de soporte para la síntesis de compósitos de biocarbón.
3. Biológica: A través de microorganismos que pueden colonizar los poros del biocarbón, modificando biológicamente la superficie de este. Algunos microorganismos resistentes a metales pesados, puede utilizarse en ambientes contaminados, ya que mediante su metabolismo pueden convertir a los contaminantes metálicos en especies menos tóxica a través de su metabolismo, esta propiedad puede ser utilizada en el biocarbón, que en conjunto con plantas puede generar fitoremediación (Harindintwali et al., 2020).

b) *Para la materia inorgánica del desecho*

Aplicaciones médicas.

Se obtiene carbonato de calcio biogénico. Ya que, a partir de las conchas, mediante calcinación, se produce una transición de fase desde una aragonita calcita que es menos estable termodinámicamente a una forma polimorfa de carbonato de calcio. Esto proviene desde la medicina tradicional India, donde se utilizan formulaciones herbomedicinales conocidas como Sistema Siddha. En dicho sistema de medicina, utiliza predominantemente hierbas, metales, minerales, hidroquímicos, arsénico y productos de origen animal en sus preparaciones (Rajalakshmi et al., 2017). Pastillas de Carbonato de calcio calcinado para fines médicos se producen por inmersión de las conchas en agua de lima por 3 horas, luego enjuague con agua. Luego se realiza la purificación con jugo de lima para formar tabletas que son calcinadas por 3 a 5 horas. El producto es nuevamente molido con jugo de lima y vuelto a calcar. La calcinación se repite 3 veces (Manikandan et al., 2018). Este tipo de pastillas las usan para aliviar síntomas de micción dolorosa, cálculos renales, úlceras gástricas e ictericia (Rajalakshmi et al., 2017).

Por otra parte, y, gracias a la similitud entre el proceso de biocalcificación en moluscos y la osteogénesis en el cuerpo humano, se ha estudiado el uso de las conchas de moluscos como suplementos de calcio para deficiencia en osteoporosis, implantes y regeneración de tejido óseo (Summa et al., 2020). La hidroxiapatita presenta alta biocompatibilidad y bioactividad haciéndola atractiva para la producción de implantes médicos (Patente US8815328B2), requiriendo para ello controlar su tamaño y morfología. La hidroxiapatita es un mineral y material biológico que se encuentra en la naturaleza como componente en un 60-70% de los huesos y dientes (Summa et al., 2020). Su síntesis se puede realizar desde a partir de insumos químicos, como de conchas marinas, por ser fuente de carbonato de calcio. Pudiendo utilizarse un método sol-gel modificado para sintetizar materiales sólidos bifásicos de hidroxiapatita de calcio (Ayala et al., 2022). El método

sol-gel consiste en varias etapas que involucran procesos físicos y químicos tales como hidrólisis, polimerización, envejecimiento, secado y calcinación.

También la han producido materiales cerámicos con hidroxiapatita y polvo de conchas de ostras como huesos artificiales (Patente CN108689699A).

Uso como material de construcción

Las conchas marinas, como materia prima, pueden ser modificadas para ser utilizadas como agregados para concreto, específicamente para un remplazo total o parcial de áridos. Aunque la inclusión de agregados de conchas de moluscos reduce las propiedades físico-mecánicas del concreto, su inclusión con un nivel de sustitución de hasta un 50% puede producir un concreto “normal” para usos no estructurales que requieran baja resistencia a los esfuerzos (low-strength) (Eziefula et al., 2018). Otros autores concluyen que ese remplazo debe ser de un máximo de un 20% para asegurar una adecuada manipulación y resistencia (Mo et al., 2018). Sin embargo, a pesar de que este remplazo se ha realizado con relativo éxito y genera un uso potencial, se debe realizar un análisis de ciclo de vida de forma paralela para asegurar la sustentabilidad de la solución, para evitar un aumento en el impacto ambiental de la solución en relación en comparación a la del proceso tradicional (Peceño et al., 2020).

Etapla 1: Remoción materia orgánica y sales (principalmente cloruros y sulfatos), mediante lavado con agua, pudiendo usarse elementos mecánicos como cepillos (Eziefula et al., 2018). El contenido de impurezas en su estado original como desecho excede el límite admisible por los estándares europeos, por lo que debe ser eliminado (Mo et al., 2018). Aunque una calcinación a 650°C puede reducir un contenido de cloruro de 3,7% a 1,34% (Chiou et al., 2014).

Etapla 2: Secado, para la remoción de agua y materia orgánica, mediante tratamientos de 50°C por 24 h, 105°C por 4 h, 110°C por 24 h, o 135°C por 30 min. Esto asegura la desinfección para un manejo seguro del residuo. Eventualmente esta etapa puede ser una calcinación a mayores temperaturas (Mo et al., 2018). Se requiere un tratamiento a 500°C por 2 h para remover la materia orgánica, pero sobre 650°C durante 1 h aumenta el pH desde 8,8 a 12,3; siendo este valor estable y no aumentando, aunque se utilice un tiempo mayor de tratamiento.

Etapla 3: Molienda, para agregados finos con tamaños bajo 5 mm. Tipos de equipos: Trituradora de mandíbula (Jaw crusher) y compactador de tambor (Drum compactor). Para agregados no molidos, el máximo tamaño fue de 25 mm o menos.

Las conchas pueden ser utilizadas como remplazo parcial o total de agregados gruesos y finos en la producción de concreto. Los agregados finos tradicionales son arena de cuarzo de río, arena de sílice de río alluvial, arena feldespática molida y arena de río; mientras que los agregados gruesos son piedras de río, granito, cuarcita y piedra caliza molidas (Eziefula et al., 2018).

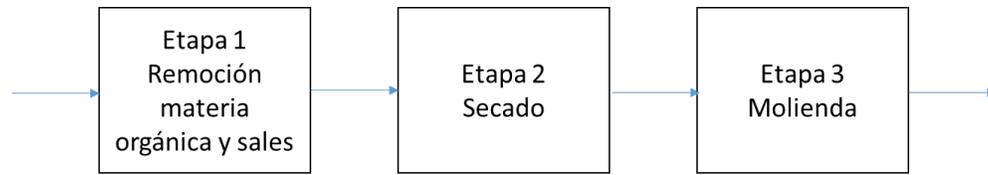


Figura 6. Línea de proceso para la producción de un agregado para concreto (Mo et al., 2018).

Utilizando conchas de ostras molidas y secadas (100°C/24 h), no se detectaron reacciones indeseables o nuevas entre éstas y el cemento. Tanto el cemento hidratado como las conchas de ostras son detectadas de forma independiente (Yang et al., 2005).

En general, la calcinación de las conchas a temperaturas sobre 600°C tendría como resultado un producto con un mayor contenido de CaO (Mo et al., 2018a).

Tabla 7. Efecto de la temperatura sobre la composición de las conchas (Mo et al., 2018).

Temperatura	Pérdida de masa en mejillones (<i>musel</i>)	Observación
Ambiente hasta 200°C	0,4%	Liberación de agua
200 a 356°C	1,7%	Oxidación y remoción de volátiles.
356 a 600°C	2,3%	La fase cristalina del CaCO ₃ es transformada desde aragonite a calcita (Hu et al., 2011).
600 a 850°C	43,3%	Descomposición térmica del carbonato.
Sobre 800°C	0%	No se observan cambios de masa (Hu et al., 2011).

Fuente: <https://proyectobiovalvo.wordpress.com/>

Respecto de la microestructura de las conchas de choritos (Blue mussel), presentan principalmente 3 capas, una externa, conocida como periostraco, una media, la capa prismática y una interna, el nácar. La capa prismática ha sido observada en conchas de ostras y cockle. En agregados de choritos (Blue mussel) las partículas son prismáticas a diferencia de las redondeadas que se encuentran en los agregados de piedra caliza (Mo et al., 2018). Otra diferencia radica en la pequeña área superficial de las conchas, por lo que la molienda es necesaria para mejorar dicha propiedad. Al moler utilizando un molino de bolas húmedo se obtiene un polvo más fino y homogéneo comparado con la molienda seca, lo cual puede aumentar la densidad de empaque en el concreto (Mo et al., 2018).

Efectos sobre la mezcla fresca:

Trabajabilidad: En general la inclusión de agregados de conchas disminuye la trabajabilidad (maniobrabilidad) del concreto, lo cual es atribuido a la forma irregular de las partículas, lo que promueve la fricción entre partículas incrementando el área superficial, que incrementa la demanda de agua, como la absorción de agua debido a los huecos internos generados por el agregado (Explicación del concepto: <https://www.youtube.com/watch?v=TvJixqWbBCM>).

Tiempo de fraguado (setting time): Se ha observado que este tiempo disminuye al realizar un remplazo parcial de un 10%, por la posible formación de pequeñas cantidades del gel de silicato de calcio hidratado que facilita un rápido endurecimiento, mientras que altos niveles de remplazo, del orden del 30%, incrementan el tiempo de fraguado por la formación de hidróxido de calcio (Explicación del concepto: <https://www.youtube.com/watch?v=3tKuexK4zto>).

- a) Contenido de aire: la inclusión de agregado de conchas para el concreto puede significar un aumento del contenido del aire en la mezcla, lo cual tiene efectos negativos en la resistencia del material. Sin embargo, al incluirlo de forma parcial de hasta en un 20% no generaría un aumento en el contenido de aire trabajando con un agregado fino de conchas de ostras (Yang et al., 2005).

Efectos sobre las propiedades físico-mecánicas

- a) Densidad: han observado una leve reducción en la densidad del concreto endurecido al incluir agregados de concha, siendo esto consecuencia del aire atrapado en su interior y el contenido de materia orgánica (Mo et al., 2018).
- b) Resistencia a la compresión se determina a los 28 días de fraguado.

Tabla 8. Efecto en la resistencia a la compresión utilizando conchas como remplazo

Tipo de concha	Tipo de remplazo	Nivel de remplazo	Efecto incremento (+) o disminución (-)	Referencia
Ostra	Lima	Hasta 15%	Hasta 14% (+)	(Li et al., 2015)
	Cemento	Hasta 20%	Hasta 43% (-)	(Lertwattanakul et al., 2012a)
		5%	5% (+)	(Zhong et al., 2012)
		5-20%	Hasta 21% (-)	(Zhong et al., 2012)
		Hasta 22%	Hasta 61% (-)	(H. Ez-zakia et al., 2016)
	Agregado fino	5%	5% (+)	(Kuo et al., 2013)
		5-20%	Hasta 35% (-)	(Kuo et al., 2013)
		Hasta 50%	Hasta 10% (-)	(Eo & Yi, 2015)
	Agregado grueso	Hasta 50%	Hasta 50% (-)	(Eo & Yi, 2015)
Mitílicos (Mussel)	Agregado fino	Hasta 100%	Hasta 72% (-)	(Martínez-García et al., 2017)
	Agregado grueso	Hasta 50%	Hasta 46% (-)	(Martínez-García et al., 2017)
	Cemento	Hasta 20%	Hasta 63% (-)	(Lertwattanakul et al., 2012a)
Macha (Soft clam)	Cemento	Hasta 20%	Hasta 27% (-)	(Lertwattanakul et al., 2012a)
Ostión (Scallop)	Agregado fino	5%	10% (+)	(Varhen et al., 2017)
		5-60%	Hasta 10% (-)	(Varhen et al., 2017)
		Hasta 60%	Hasta 27% (-)	(Cuadrado-Rica et al., 2016)

- c) Resistencia a la tracción: Tiene un comportamiento similar a la resistencia a la compresión observándose en general una disminución de entre un 10 y 30% (Mo et al., 2018).

Por último, se han observado efectos las propiedades de encogimiento y durabilidad del concreto. Los investigadores han evaluado que el concreto tiende a presentar un mayor encogimiento, es más poroso, no hay mayor variación en las propiedades de transporte, en general mantiene la resistencia al ataque químico y disminuye la resistencia a la congelación.

Producción de un polvo de recubrimiento.

Se ha producido un aditivo para recubrimientos a partir de conchas marinas, mediante un proceso de calcinación en dos etapas, que se presenta en la siguiente Figura.

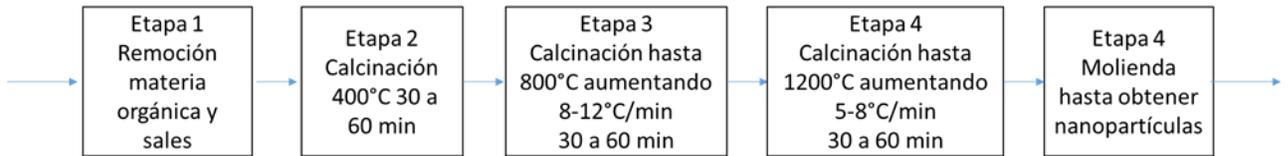


Figura 7. Línea de proceso para la producción de un polvo de recubrimiento o cobertura (Patente CN108342138B).

El recubrimiento obtenido tiene buena resistencia al desgaste, alta adhesividad, alta vida útil, resistencia a ácidos y álcalis, no utiliza formaldehído, siendo un producto “verde” y respetuoso con el medio ambiente, no es tóxico e inocuo para los seres humanos (Patente CN108342138B). La patente declara que como materia prima pueden ser utilizadas de forma indistinta conchas de: chorito del norte, ostión del norte, y ostras. Otras indican que pueden ser mezclas de conchas de ostión del norte y ostras (CN106630747A). En referencia al tamaño de las nanopartículas, estas se encuentran en el rango de 14.83 a 12.36 µm (Patente CN105819752B). La etapa primera etapa puede ser llevada a cabo mediante inmersión en ácido durante 30 min a 1 h, luego se enjuaga con agua y se deshidrata, para calcinar entre 900 a 1200°C (Patente CN105819752B). Cabe destacar que otra de las propiedades de este tipo de recubrimientos son sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas.

El polvo de conchas también ha sido usado para la producción de cerámicas en remplazo del carbonato de calcio como ingrediente, así también en la fabricación de vidrio, pero en pequeñas cantidades. Así como otras patentes, lo utilizan el polvo de conchas como ingrediente para la producción de otros polvos de recubrimiento (Patente CN108046657B, Patente CN108264782A).

Polvo antibacterial & antifúngico.

Se requiere preservar parte de la estructura porosa de la concha, para que el carbonato de calcio proteja al óxido de calcio, de esta forma, se preserva y estabiliza la capacidad antibacterial & antifúngica.

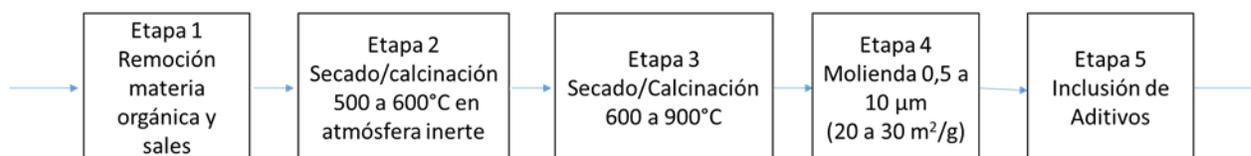


Figura 8. Línea de proceso para la producción de un polvo antibacterial y antifúngico (Patente JP5019123B2).

Mediante la encapsulación de iones metálicos (Ag^+ , Cu^{+2}) en un polvo de conchas es posible producir un material de recubrimiento con propiedades antibacteriales & antifúngicas (Patente KR20220103409A), mediante la acción de prevención de la formación de biofilms. Este producto tiene usos potenciales como componentes de pinturas, revestimientos, papel tapiz, materiales para interiores de automóviles, ropa funcional, máscaras, zapatos, colchones, muebles, empaques, cosméticos, materiales de construcción, materiales industriales y equipos médicos. La producción requiere de la remoción de los iones calcio y su remplazo por un ión metálico. Para ello mezclan el polvo de conchas con NaOH, se realiza un secado a baja presión, luego se mezcla con AgNO_3 o CuNO_3 ; y se seca a baja presión.

Requerimiento para el polvo, ser poroso con una alta área de superficie específica.

Para la preparación de una solución antibacterial usando conchas calcinadas en polvo (800-1500°C por 2-6 h y se pulveriza hasta un tamaño de 0,1 a 5 μm). La solución se prepara a temperatura ambiente (15 a 20°C) usando de 5 a 10 partes en peso del polvo calcinado y 1 a 5 partes de nanopartículas de plata con nanotubos de silica, se deja reposar de 12 a 24 h y se destila a 650-750 mm Hg y 40-60°C. (KR101227041B1).

También es posible construir nanopartículas con propiedades antibacterianas y exotérmicas, mediante la preparación de un polvo de calcio ionizado a partir de conchas mediante la eliminación de materias extrañas, limpieza y secado, proceso de sinterización, enfriamiento y pulverización, y adición de turmalina, una etapa de tratamiento con surfactante, una etapa de mezcla de resina sintética y una etapa de moldeo de las nanopartículas (US10744560B1).

Catalizador.

El polvo de conchas calcinado puede ser utilizado como catalizador, particularmente para la producción de biodiesel. El proceso típico se presenta en la siguiente Figura 9:

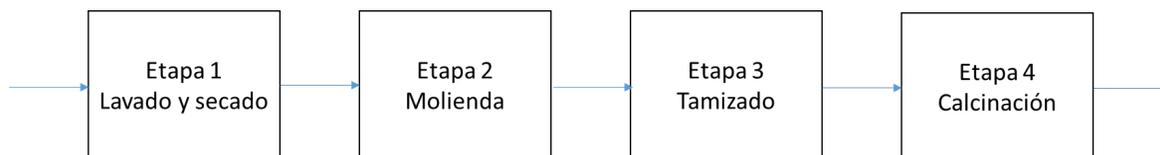


Figura 9. Línea de proceso para la producción de un polvo catalizador.

Etapa 1: Esta etapa de secado se realiza en un rango de temperatura de 100 a 200°C.

Etapa 2: Para la obtención de un polvo.

Etapa 3: Para seleccionar las partículas que se encuentran en el rango de 2-75 μm , según la aplicación.

Etapa 4: Para la calcinación del polvo en un rango de 600 a 1000°C. Durante el almacenamiento hay que asegurarse no tenga contacto con humedad, ni CO_2 .

Posteriormente, el polvo catalizador puede someterse a una etapa de **impregnación**, por ejemplo, con H_2O_2 (Hu et al., 2011) o KI (Jairam et al., 2012), para luego **activarlo** por ejemplo a 600°C durante 3 h (Hu et al., 2011) o 300°C por 3h (Jairam et al., 2012).

El polvo calcinado, puede ser utilizado como catalizador, como soporte para un catalizador o en combinación con aglutinantes comunes como alúmina, sílice o titanio (Hart, 2020). El mayor componente del polvo calcinado es CaO, por tanto, es un catalizador alcalino heterogéneo, a diferencia de la utilización de ácidos o álcalis en como catalizadores homogéneos. Cuya ventaja radica en la facilidad de separación de los productos de la reacción, siendo óxidos metálicos en estado sólidos los más investigados en la actualidad (CaO entre ellos). Entre las aplicaciones destaca la transesterificación de aceites vegetales desechados para la producción de biodiesel. Este tipo de catalizadores puede ser reutilizado en varios ciclos de operación, manteniendo una conversión por sobre el 90% (Buasri et al., 2013), y también pueden ser rejuvenecidos por calcinación con aire caliente a 600°C (Hart, 2020; Hu et al., 2011).

Tabla 9. Área superficial, tamaño de poro y volumen específico para catalizadores a partir de conchas (Hart, 2020).

Propiedad	Cockle	Mussel	Mussel	Scallop	Ostras	Ostras
Área superficial (m ² /g)	59.87	89.91	23.2	74.96	1.9 solo calcinada 6 activada	24.00
Volumen específico (cm ³ /g)	0.087	0.130		0.09		0.004
Tamaño de Poro (nm)	2.6	3.5		3.1		6.6
Referencia	(Buasri et al., 2013)	(Buasri et al., 2013)	(Hu et al., 2011).	(Buasri et al., 2013)	(Jairam et al., 2012)	(Buasri et al., 2015)

Respecto de las conversiones alcanzadas durante la producción de biodiesel, son generalmente del orden del 90%, como se puede observar en la siguiente Tabla 10.

Tabla 10. Conversiones y condiciones de reacción para transesterificación con catalizadores producidos con conchas.

Aceite	Origen del catalizador	Razón Metanol Aceite	Temperatura (°C)	Concentración del catalizador (%)	Tiempo (h)	Conversión (%)	Referencia
Soya	Concha de Ostra	6:1	60	3.5	6	85	(Jairam et al., 2012)
Palma	Mussel	10:1	60	4	5	90	(Madhuvilakku et al., 2013)
Aceite de fritura	Bivalve clam Shell	18:1	65	8	3	95,84	(Girish et al., 2013)
Soya	Mussel	24:1	60	12	8	94	(Rezaei et al., 2013)

Alimento animal para aves.

Las conchas molidas pueden ser utilizadas para la suplementación de calcio en aves. En particular, para gallinas ponedoras, incrementa la velocidad de producción de huevos, incrementando la dureza de las cáscaras de huevo (Morris et al., 2019). En general, diversos estudios indican que, entre la suplementación con conchas molidas, en comparación de piedra caliza molida, o no hay diferencias significativas o bien, es superior. Las gallinas ponedoras requieren ~2,5 g de calcio/día, con una tasa de asimilación de un 50%, por lo que requiere ~10 g de conchas molidas al día, dado que el calcio es el 40% del carbonato de calcio.



Figura 10. Línea de proceso para la producción de un suplemento de calcio para aves (Patente KR102033222B1).

El proceso de obtención puede ser realizado mediante un proceso de secado a alta temperatura y molienda, para luego mezclar con aditivos y posteriormente realizar una extrusión (Patente KR102033222B1). Secado a alta temperatura se refiere a calcinación por 1 a 4 h a 1100-1300°C, las conchas calcinadas se enfrían lentamente a temperatura ambiente (Patente KR20090092418A).

Como material adsorbente (metales pesados u otros).

La adsorción es una técnica muy efectiva para enlazar partículas (adsorbato) en una superficie sólida (adsorbente) gracias a interacciones físicas y químicas. Este proceso puede llevarse a cabo en lotes, semicontinuo y continuo (Rashid & Yaqub, 2017). La adsorción física es por fuerzas de Van der Waal's de atracción, pudiendo ocurrir en cualquier estado, sólido, líquido o gas, pudiendo ocurrir a bajas temperaturas, mientras que la adsorción química involucra reacciones químicas entre el adsorbente y el adsorbato. También se conoce como adsorción activada que involucra fuertes interacciones iónicas o covalentes. Cuando pensamos en adsorción de contaminantes, este viaja desde el seno de la solución hasta la superficie del adsorbente, formándose una película de contaminantes en la superficie del adsorbente y desde ahí ocurre una difusión hacia su interior.

- **Remoción de metales pesados:**

El CaCO_3 ha sido utilizado para remoción Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Co^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , y Cu^{2+} . A partir de las conchas marinas se puede preparar micropartículas de carbonato de calcio como vaterita. Dichas micropartículas presentan una eficiencia de remoción de 99,9% para Pb^{+2} , 99,5% para Cr^{+3} y 99,3% para Fe^{+3} (Lin et al., 2020). El mecanismo de remoción de los metales pesados es una reacción de intercambio iónico entre el calcio y los iones de metales pesados que da como resultado recristalización.

Para la producción de las micropartículas de vaterita se sigue el siguiente proceso, donde básicamente a partir de las conchas se produce cloruro de calcio, para luego con carbonato de sodio sintetizar carbonato de calcio en estado de vaterita:

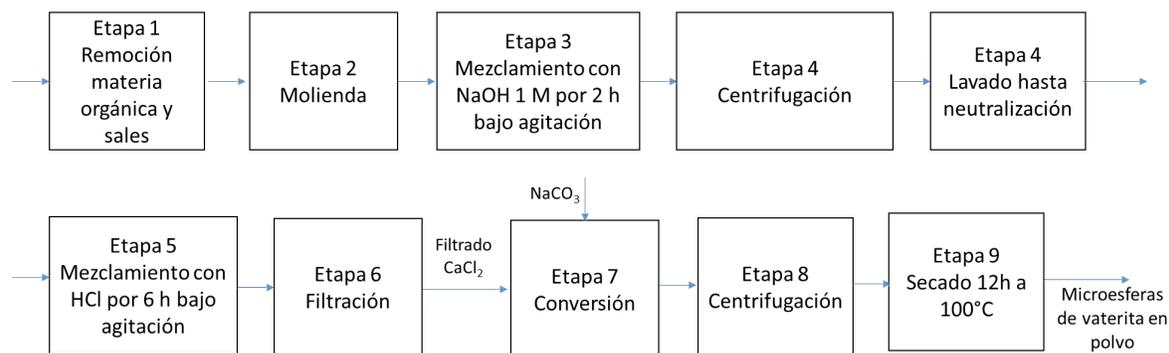


Figura 11. Línea de proceso para la producción de vaterita (Lin et al., 2020).

Con relación a la remoción de metales pesados, el grupo liderado por la Dr. Dariela Núñez del Centro de Investigación de Polímeros Avanzados CIPA, ha ejecutado proyectos en dicha dirección:

1. Proyecto FONDEF de Valorización de la Investigación en la Universidad (VIU), 2019. Como Investigadora.
2. Proyecto de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado PAI 7815020005. "Tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados: Evaluación de un biomaterial

compuesto polimérico a base de celulosa bacteriana e hidroxiapatita obtenida a partir de residuos de conchas generados por la industria exportadora de moluscos de la región del Biobío”. 2016-2017. Investigadora principal.

3. II Concurso de Fortalecimiento para Centros Regionales para el desarrollo territorial mediante proyectos de I+D. “Desarrollo de soluciones tecnológicas para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas de la Región del Biobío”, financiado por CONICYT. 2016-2018. Directora.

Del mismo modo, la hidroxiapatita, que es un biomineral, tiene dentro de sus múltiples propiedades, la capacidad de absorber metales desde distintas matrices, como el aire o el agua, por lo tanto, se le puede dar como uso la remoción de contaminantes desde agua y aire. Como se señaló con anterioridad, la hidroxiapatita puede ser sintetizado desde las conchas marinas, gracias a su alto contenido de carbonato de calcio (Chen & Leng, 2015; Hajar Saharudin et al., 2019).

- **Remoción de otras sustancias:**

Se puede mencionar que además de absorber metales pesados, tiene la capacidad de remover otros iones como NH_4^+ (Lu et al., 2021) y verde malaquita, un derivado del triarilmetano, pigmento y biocida (Uchoa Quintela et al., 2020), con un 98% de remoción. Para este proceso, las conchas de *M. chilensis* fueron limpiadas, secadas y molidas, para obtener un polvo con una capacidad de absorción de 539, 24 mg/g, la cual se mantiene en hasta un 70%, después de 5 ciclos de uso del producto derivado de los residuos de las conchas del molusco. Para la regeneración del absorbente fue utilizado un proceso de foto regeneración UV. También ha sido posible remover hormonas como 17- α -metiltestosterona, que es un disruptor hormonal utilizado en pisciculturas para la reversión de sexo con producción de machos (Henrique et al., 2021). Respecto del proceso, las conchas fueron lavadas y secadas en hornos por 8 h a 60°C, esas fueron utilizadas como en su “forma natural”, mientras que la pirólisis fue realizada en un horno tubular equipado con resistencias eléctricas, utilizando una velocidad de calentamiento 10°C/min para mantener un tiempo de residencia de 120 min a 700°C, y las muestras calcinadas, corresponden a muestras calcinadas en mufla a una velocidad de calentamiento de 30°C/min y un tiempo de residencia de 5 h a 700°C. Las conchas de *Mytella falcata* fueron utilizadas para remover la hormona mencionada, en su forma natural, pirolizadas y calcinadas. Las conchas pirolizadas presentaron un mejor resultado para la remoción de la hormona, alcanzando una máxima capacidad de adsorción de 0.778 mg/g a 50°C.

Uso como empaque para Biofiltros.

Conchas de blue mussel (*Mytilus edulis*) han sido utilizadas como material de empaque en biofiltros de corrientes gaseosas para la remoción de xileno, benceno, tolueno y etiltolueno, gracias a que el material presenta una alta capacidad tampón gracias a su composición química (CaCO_3), muy útil a la hora de prevenir una gran disminución del pH que pudiese inhibir la actividad biológica de las bacterias del biofiltro (Torretta et al., 2015).

Uso cosmético.

El melasma constituye una preocupación estética de primer orden en una sociedad en la que la belleza ocupa un lugar prominente, tanto desde un punto de vista personal como social, esto pone de relieve la absoluta necesidad de contar con unas terapias eficaces contra esas lesiones que afectan significativamente a la calidad de vida de las personas. El agente más eficaz de aclaramiento, actualmente conocido, es la hidroquinona; sin embargo, este principio activo se ha convertido en algo polémico, se ha prohibido en Europa y el Oriente y la prohibición se encuentra en estudio en los Estados Unidos. Esto ha estimulado la investigación de agentes alternativos para inhibir la pigmentación de la piel tales como el uso de alfa-hidroxiácidos, retinoides, arbutina, extractos vegetales, etc. El nácar que contienen las conchas ha mostrado tener propiedades despigmentantes, por ejemplo, en preparaciones en crema, como único agente activo generar una despigmentación de un 10,0%, una crema de arbutina un 16,0%, mientras que una con ambos ingredientes, consigue despigmentar un 26.3%, lo cual indica que existe un efecto sinérgico entre arbutina y concha nácar (Enriquez Núñez, 2015).

Restauración de suelos.

- ***Eliminación de la acidez.***

Para este propósito, las conchas son lavadas, secadas y molidas, para ser incorporadas al suelo (Afida & Manan, 2018). La limitación en la utilización es el contenido de NaCl en el residuo (Lee et al., 2008), por lo tanto, debe ser eliminado cuidadosamente. Las conchas de ostra presentan un contenido de CaCO_3 de un 95% y un pH de 9,8, su aplicación no solo mejora el pH del suelo, sino entrega Calcio disponible como nutriente, y mejora la actividad y composición del microbioma del suelo residuo (Lee et al., 2008).

- ***Remediación***

Gracias a las propiedades adsorbentes de los polvos de conchas, han sido utilizadas para la remediación de suelos desde el punto de vista de la adsorción de metales pesados y a la vez su capacidad como fertilizador (Patente CN109852395B). Para este caso, el polvo se puede obtener calcinando las conchas (950-1150°C durante 20-50 min), moliéndolas para obtener el polvo. Dicho polvo, puede mezclarse en una proporción de 90/10 con materia orgánica para el mismo propósito (Patente CN111334308A).

Aditivo para Plásticos

CaCO_3 es utilizado ampliamente para reforzar las propiedades mecánicas de los plásticos, por lo que, las conchas marinas, pueden ser utilizadas en su remplazo, presentando la ventaja que la matriz orgánica hace más simple la dispersión en el polímero que el CaCO_3 estrictamente inorgánico (Yao et al., 2013). El proceso del cual es sujeto las conchas marinas es el siguiente: se lavan con agua y se eliminan todos los residuos orgánicos y sales, para luego ser molida de forma gruesa. Las partículas son sumergidas en una solución de NaOH al 4% p/v por 48 h para remover el

estrato córneo. Luego es lavada hasta neutralización y secada. Posteriormente es sometida a molienda en un molino de bolas y luego se le agrega furfural una proporción de 1:5. El polvo es secado durante 12 h a 100°C. El polvo así modificado presentó un tamaño tal que el 57% de él tenía un tamaño menor que 2 μm y el 97% un tamaño menor a 4 μm (Yao et al., 2013). El polvo modificado presentó una buena dispersión en la matriz de polipropileno y mejoró su estabilidad térmica, siendo un 15% la máxima cantidad para incorporar. Además, promueve una nucleación heterogénea en la matriz de polipropileno.

5.2.3 Usos a nivel comercial

A continuación, se presentan los distintos usos a nivel comercial de los residuos sólidos y orgánicos de distintos Bivalvos como Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos.

- **Oyster Recovery Partnership (ORP): Organización sin fines de lucro experta en la restauración de ostras**

La principal actividad es recolectar conchas de ostras (restoranes y sitios de depósito públicos) y sembrarlas con larvas de ostras para luego repoblar las aguas de la bahía de Chesapeake en el estado de Maryland, EE. UU.

Aseguran que esta actividad contribuye a mantener el agua de la bahía limpia, ya que las ostras filtran el agua. Además, mantienen el negocio del consumo de ostras, aportan a la pesca sustentable, contribuyen en la reutilización de conchas, reciclaje de conchas y menor uso de vertederos. Y a su vez, contribuyen a restaurar las poblaciones nativas de ostras en la bahía Chesapeake.

www.oysterrecovery.org



Figura 12. Fondo marino sembrado de conchas de ostras.

- **Patagonika: empresa chilena de cosmetología natural**

Utiliza conchas de ostras para extraer el Nácar, el cual es compuesto por plaquetas hexagonales de aragonita (CaCO_3), el nácar ayuda a eliminar manchas y cicatrices, dejando la piel radiante y suave.

Producto: Crema facial anti-age

<https://patagonikanatural.cl/>

<https://ostraspro.cl/cosmetica-y-reciclado/>



Figura 13. Crema Facial Anti-Edad producida con Nácar.

- **Galistar: Empresa española de hormigones.**

Utiliza conchas de choritos o mejillones como árido fino y ligero (baja densidad) para generar un mortero con capacidades de aislación térmica, acústica, resistente al fuego.

<https://www.galistar.es/hormigon-ligero>



Figura 14. Hormigón ligero a base de conchas de choritos

- **Centros de formación para el consumo de Asturias:**

Aseguran que las conchas de mejillones se utilizan para:

- En construcción, para la elaboración de cemento.
- En la industria de plásticos, pinturas y barnices.
- En la industria química.
- En la industria farmacéutica y cosmética.
- En la industria papelera como blanqueante.
- En agricultura y ganadería, para piensos, abonos y fertilizantes.

- En el asfaltado de carreteras como parte de la zorra o del firme de pistas forestales.

<http://www.cfc-asturias.es/noticias/show/1131>

- **Abonomar**

Empresa española que produce Ostragrit (a partir de conchas de ostras), complemento mineral para aves (gallinas), Su composición incluye un alto contenido en Calcio (36%) y elementos activos que despiertan la apetencia de las aves debido a su origen orgánico.

Entre los beneficios está:

- La disminución de roturas de huevos
- Mayor producción y tamaño de los huevos
- Disminución de cojeras
- Despierta la apetencia de las aves y facilita la digestión
- Corrige y previene las carencias minerales de las aves, aportando calcio orgánico fácilmente asimilable
- Menor descalcificación ósea de las gallinas.
- Alargamiento del período de puesta.

Es posible adquirirlo incluso por plataformas online como por ejemplo, aliexpress:
<https://es.aliexpress.com/item/1005001671727346.html>.

Además, producen pastillas fertilizantes para viñedos, frutales y sector forestal. Por último, producen conchas de mejillón trituradas en distintos tamaños para usos en la producción de hormigón, industria cosmética y farmacéutica, industria química, entre otras.

Página oficial de Abonomar:
<https://www.abonomar.com/501/index.html>



Figura 15. Producto Ostragrit producido y comercializado por Abonomar.

- **Oyster Shell**

El producto elaborado por MannaPro consiste en conchas de ostra triturada, como fuente de calcio para ayudar a las aves a construir cáscaras de huevo fuertes.

Es un producto tratado térmicamente.

Página oficial:

<https://www.mannapro.com/poultry/supplement-s-care/oyster-shell>



Figura 16. Producto producido por MannaPro

- **Agrivite**

Agrivite Chicken Lickin' Oystershell Grit es un agarre soluble que proporciona calcio que mejora la calidad de la cáscara del huevo, las plumas y los huesos.

<https://www.viovet.co.uk/Agrivite-Chicken-Lickin-Oystershell-Grit/c18650/>



Figura 17. Producto producido por Agrivite.

Hari Oyster Shells: Conchas de ostras trituradas para aves

Las aves tienen necesidades conductuales y/o nutricionales para la ingestión de grano soluble. Molido especialmente para todas las aves de jaula y aviario, el grano soluble HARI Oyster Shells es completamente digerible y proporciona una fuente natural de calcio que necesitan todas las aves enjauladas durante todo el año y es esencial cuando se reproducen para una formación de cáscara de huevo más fuerte.

<https://hari.ca/our-products/bird-supplements/oyster-shells/oyster-shells-finely-crushed-soluble-grit-pet-birds/>

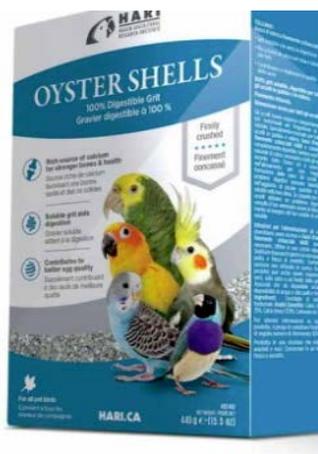


Figura 18. Alimento para aves domésticas.

- **Feathers & Beaky**

Golosina para pollos mayores a 16 semanas, está compuesto, entre otros, por conchas de ostras trituradas para mejorar el aporte de calcio a las aves.

<https://www.monsterpetsupplies.co.uk/bird/chicken-supplies/spikes-world-feathers-and-beaky-free-range-chicken-treat-5kg>



Figura 19. Golosinas para pollo producida por Feathers & Beaky.

Pettex comercializa 4 productos a partir de conchas de ostras: i) **Brid sand:** a arena extrafina para pájaros es adecuada para todo tipo de pájaros y se suele utilizar en el suelo de jaulas y aviarios para facilitar la limpieza. La concha de ostra añadida ayuda a la digestión y proporciona nutrientes esenciales; ii) **Brid grit:** Favorece la digestión y la vitalidad en todo tipo de aves. Incluye arena de pedernal para moler, arena de piedra caliza y conchas marinas trituradas para obtener calcio y carbón para endulzar; iii) **Chicken & Poultry Grit:** Ayuda a digerir su comida, especialmente si están en cautiverio. Compuesto de arena de calcio soluble y arena dura e insoluble, para huevos con cáscara sanos y fuertes; y vi) **Oyta Oyster Shell:** Es un suplemento alimenticio que ofrece una buena fuente de calcio para gallinas ponedoras, el calcio de oyster Shell se libera gradualmente en el torrente sanguíneo y es 100% digerible. Es una parte esencial de la dieta de cualquier ave para garantizar huevos con cascara fuerte.

Página oficial de Pettex: <https://pettex.co.uk/>



Figura 20. Productos comercializados por Pettex

- **Ostraco**

Empresa Francesa que se dedica a reciclar conchas de ostras para transformarlas en vidrio, el cual utiliza como materia prima para la fabricación de pequeños objetos domésticos como vasos, copas, adornos, platos, floreros, entre otros.

La diseñadora francesa Lucile Viaud ha encontrado una manera de contribuir al reciclaje orgánico, más específicamente, al reciclaje de desechos de mariscos. Su trabajo se centra en la transformación de conchas de ostras en vidrio.

Durante todo el proceso, cuenta con la ayuda de pescadores de Bretaña. Consiste en recolectar, clasificar, limpiar y transformar las conchas de las ostras en polvo. En París, el polvo se lleva a un taller especializado en la fabricación de vidrio, y el resultado final es su notable colección "Glaz".

<https://atelierlucileviaud.com/eshop/les-pieces/>

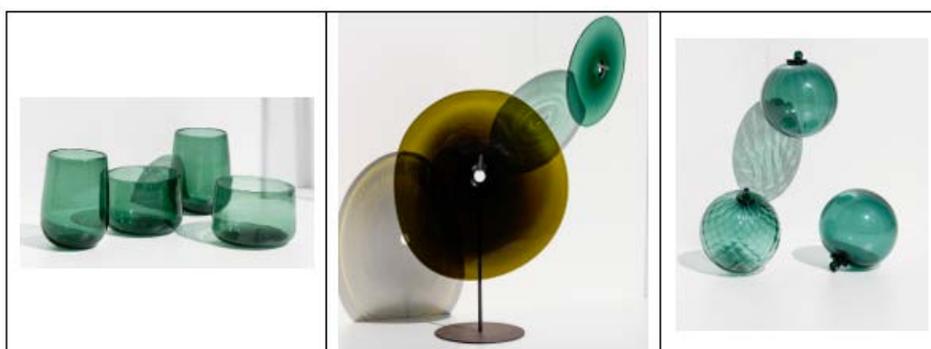


Figura 21. Productos de vidrio y conchas de ostras producidos y comercializados por Ostraco.

- **Danshells**

Las conchas de mejillón enteras se utilizan principalmente semifabricadas en la producción. Luego, se suministra entre 100 y 200 toneladas al año para su uso como **biofiltros en plantas de biogás**, para eliminar gases y otros olores producidos en el proceso de generación de biogás, y para filtrar agua donde se han demostrado ser eficientes para el drenaje de agua en tierras de cultivo.



Figura 22. Conchas utilizadas como biofiltro

- **Air-Aqua**

Air-Aqua produce Oyster Shells en dos formatos para controlar el nivel de Ph en el agua ya que, las conchas de ostra tienen un efecto estabilizador excepcional sobre el valor de KH y, en consecuencia, indirectamente sobre el valor de pH. El valor KH proporciona una indicación de la dureza de carbonatos del agua. Air-Aqua suministra conchas de ostras de alta calidad, limpias y desinfectadas.

<https://www.air-aqua.com/en/oesterschelpen-in-emmer-10-liter#additional>



Figura 23. Productos comercializados por Air-Aqua para estabilizar pH en el agua.

- **Coastal Brand Flour**

Acondicionador de suelo agrícola/cal de alta calidad que proporciona una liberación inmediata y a largo plazo de nutrientes que controlan los niveles de pH. La fuente natural y orgánica de calcio se usa para corregir las deficiencias de Ca y elevar el pH en suelos ácidos.

<https://www.groworganic.com/products/oyster-shell-flour-50-lb>



Figura 24. Acondicionador de suelo comercializado por Coastal Brand Flour.

- **CALAUSTRAL**

Industria chilena dedicada a la producción de cal para uso agrícola. Ofrecen dos productos, cal agrícola y mezclas fertilizantes que la contiene.

Sitio web: <https://calaustral.com/>



Figura 25. Cal agrícola de CALAUSTRAL.

- **Simply Oyster & Food**

Conchas de las vieiras vienen en dos mitades: una concha ahuecada/inferior y una concha plana/superior. Se encuentran disponibles carcasas ahuecadas y planas. Las conchas ahuecadas y planas se venden por separado, por lo que no coincidirán para hacer una concha de vieira entera perfecta.

Página oficial de Simply Oyster & Food: <https://simplyoysters.com/oyster-shells>



Figura 26. Conchas de vieiras ornamentales comercializadas por Simply oyster & food.

- **Specialist Aggregates**

Conchas de vieiras y berberechos para decorar jardines junto al mar u otros entornos temáticos como decoración en senderos, decoración de campos de golf, jardines privados, entre otros. Las conchas se venden en bolsas de 200 kg que cubren aproximadamente una superficie de 10 m² con una profundidad de 30 mm. Las conchas son lavadas y secadas de forma natural para su posterior empaque y comercialización.

Página Oficial de Specialist Aggregates: <https://www.specialistaggregates.com/shells-whole-cockle-p-6408.html>



Figura 27. Conchas de Vieiras y Berberechos. Decoración de campos de golf.

5.2.4 Evaluación de la Potencialidad de los Usos.

De acuerdo con la metodología propuesta y de acuerdo a lo expuesto anteriormente en el presente informe, cada uso fue evaluado en función de los siguientes criterios:

- a. Nivel de desarrollo actual - madurez de la tecnología, de acuerdo con los TLRs por sus siglas en inglés (Technological Readiness Level).
- b. Nivel del costo de inversión.
- c. Nivel de agregación de valor.
- d. Impacto ambiental de la solución, por ejemplo, generar una disminución respecto del reemplazo de extracción de piedra caliza.
- e. Nivel de liberación de CO₂ al ambiente si la solución requiere de altas temperaturas para su implementación, como, por ejemplo, una etapa de calcinación.
- f. Relación entre el nivel de producción del residuo (ton/año) y los requerimientos para la solución.
- g. Impactos sociales.
- h. Posibilidad de implementarse en función del marco legal vigente.
- i. Posibilidad de implementar la solución en la localización geográfica requerida.

Para cada criterio se asignó un valor entre 1 y 5, donde 1 representa que el uso no tiene potencialidad, 3 es medio y 5 es una alta potencialidad de implementación. Por otra parte, de manera de incorporar el peso específico de cada criterio es que a través del equipo de profesionales que conforma el proyecto, es que se ponderó cada criterio dándole una puntuación entre 0 y 1, cuya sumatoria da el valor de 1. Además, es importante mencionar que se tomó en cuenta también las opiniones recibidas en las visitas que se realizaron en plantas tanto en la zona Sur y Norte de país.

Finalmente se realizó el cálculo en base al promedio aritmético, así como el promedio ponderado, con la puntuación señalada con anterioridad, observando que el resultado es similar para el rango de sensibilidad utilizado, concluyendo preliminarmente que las aplicaciones con mayor potencial respecto del promedio aritmético y ponderado son la alimentación para aves, la restauración de suelos y material adsorbente. Los resultados se presentan en la Tabla 11.

Sin perjuicio de lo anterior, se realizaron reuniones con el equipo técnico de la Subsecretaría de Pesca para realizar una evaluación y discusión en relación con los resultados y su sensibilización. En función de ello, se determinó de forma consensuada que se pasara a la siguiente fase del estudio las siguientes aplicaciones:

- 1. Como material adsorbente de metales pesados.**
- 2. Restaurador de suelos de uso agrícola y forestales.**
- 3. Como aditivos (ejemplo: aglomerante natural).**

Tabla 11. Matriz de evaluación de los usos potenciales para los residuos

Criterio/Usó	Ponderación	Aplicaciones Médicas (huesos artificiales)	Material de construcción	Polvo de recubrimiento	Polvo antibacterial & antifúngico	Catalizador para biodiesel	Alimentos para aves	Material Adsorbente (metales pesados u otros)	Empaque para biofiltros	Usó Cosmético	Restauración de suelos (regulador pH y remediación) Usó Agrícola	Aditivos para plásticos	Vidrio	Aditivo Aglomerante natural
a) Nivel de desarrollo actual - madurez de la tecnología, de acuerdo a los TLRs.	0.12	1	5	3	3	3	5	5	5	5	5	3	5	3
b) Nivel del costo de inversión	0.20	1	3	3	3	5	5	5	5	3	5	3	3	3
c) Nivel de agregación de valor.	0.10	5	3	3	5	3	3	3	3	3	1	3	3	3
d) Impacto ambiental de la solución.	0.08	1	3	3	1	3	3	3	3	1	5	3	3	3
e) Nivel de liberación de CO ₂ al ambiente.	0.08	1	3	3	1	3	3	3	3	1	5	3	3	3
f) Relación entre el nivel de producción del residuo (ton/año) y los requerimientos para la solución.	0.10	1	5	3	3	1	5	3	5	3	5	1	1	1
g) Impactos sociales.	0.12	5	3	5	5	1	5	5	1	1	3	1	3	3
h) Posibilidad de implementarse en función del marco legal vigente.	0.08	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5
i) Posibilidad de implementar la solución en la localización geográfica requerida. Cuarta o décima región.	0.12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Promedio Aritmético		2.56	3.67	3.44	3.22	3.00	4.11	3.89	3.67	2.78	4.11	2.78	3.44	3.22
Promedio Ponderado		1.76	3.28	2.80	2.60	2.44	3.64	3.40	3.32	2.52	3.68	2.24	3.04	2.64

5.2.5 Síntesis del proceso

Como se puede apreciar en lo expuesto anteriormente existen distintas alternativas para dar valor agregado a los residuos que dan origen a la necesidad de realizar esta evaluación. Dada la complejidad de poder hacer una evaluación de todos los procesos expuestos es que se ha definido evaluar un proceso que cumpla:

- Sea evaluable de manera adecuada en el marco del desarrollo de este proyecto.
- Sirva como precursor de otros productos.
- Aproveche infraestructura y know how presente en la zona.
- Se pueda implementar en un mediano plazo.
- Simpleza en la validación preliminar del uso²

Es importante destacar que a mayor agregado a los residuos mayor es la complejidad de evaluación y el tiempo de implementación. Sin mencionar, además, el incremento en la inversión necesaria para cumplir los estándares respectivo.

Como se mencionó, con la información recopilada, el análisis realizado con el equipo de trabajo, información rescatada en entrevistas en terreno y evaluación y discusión del equipo técnico de la Subsecretaría de Pesca, se concluyó que las siguientes aplicaciones pasarán a la siguiente fase del estudio:

- 1. Como material adsorbente de metales pesados.**
- 2. Restaurador de suelos de uso agrícola y forestales.**
- 3. Como aditivos (ejemplo: aglomerante natural).**

Se realizará una preevaluación de estos usos para indicar los pasos a seguir para poder llegar en otro proyecto a definir a nivel de ingeniería conceptual sus respectivas plantas de producción.

A la luz de la recopilación de información se observó que era posible generar un único proceso para la producción de un ingrediente que pueda potencialmente ser utilizado en más de una aplicación, cuya línea de proceso se describe en la Figura 28. Esta solución planteada permite absorber una mayor cantidad de conchas vertidas actualmente en vertederos y darle usos a productos que tienen una potencial demanda “significativa” e impactos en actividades económicas importantes en nuestro país. Finalmente es importante mencionar que los otros usos identificados en el marco de este proyecto (a excepción de material de construcción e ingredientes de recubrimientos) tiene un mercado mucho menor y más boutique que, para una primera etapa, están más lejos de concretarse y además no dan solución a la gran cantidad de residuos sólidos y orgánicos que vierten la acuicultura de moluscos, por lo que una perspectiva regional producto de nuestra propuesta permitiría un mejor ajuste en cantidad de conchas vertidas. Junto con esto, contribuiría a reducir la huella de carbono asociada al transporte de estos residuos que, en el caso

² A modo de ejemplo se puede mencionar la dificultad adicional que se genera al evaluar el uso para un producto de uso farmacéutico, cosmético o alimenticio.

en la acuicultura de mitílicos en la zona sur del país, deben desplazarse cientos de kilómetros para ser dispuestos en vertederos como en Chillán, Los Ángeles y Collipulli.

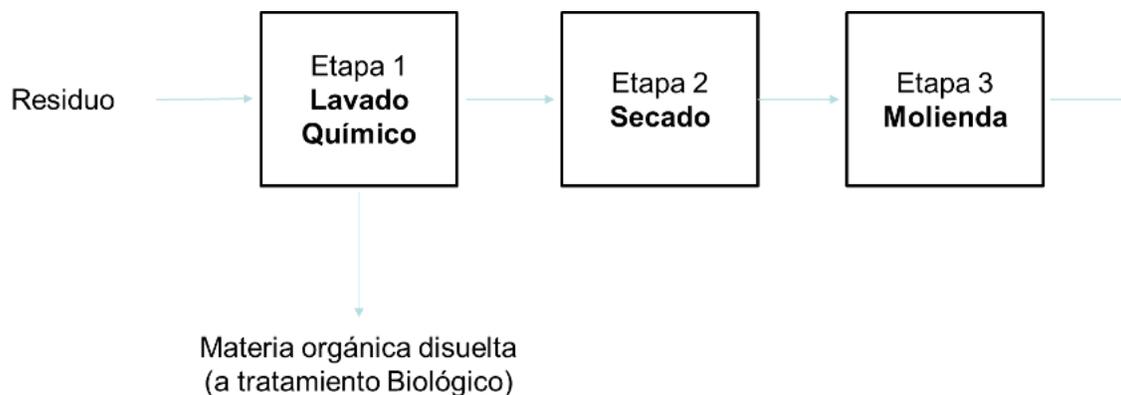


Figura 28. Línea de proceso para el proceso propuesto para la producción del ingrediente con distintos usos potenciales.

El lavado químico referido en la Figura 28 se refiere a un lavado ácido, para disolver materia orgánica.

Cabe destacar que de manera adicional a las características positivas mencionadas anteriormente además se cumple con:

- Es un proceso simple
- Escalable
- Soluciona el problema de la materia orgánica presente en el residuo al ser tratada posteriormente como un RIL.

5.3 RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO 3: ESTABLECER LAS REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES Y EL MARCO NORMATIVO NACIONAL, APLICABLES A LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONCHAS DE BIVALVOS, RESPECTO LOS POTENCIALES USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS APLICABLES A NIVEL NACIONAL.

5.3.1 Base de datos bibliográfica de la normativa internacional vigente, sobre la regulación y gestión de desechos acuícolas de los principales productores de bivalvos, y revisión de información.

Para el cumplimiento de este tercer objetivo específico, esto es establecer las referencias normativas internacionales y el marco nacional sobre la gestión de los desechos de conchas de bivalvos, se realizó una intensiva y exhaustiva revisión bibliográfica de la normativa nacional e internacional vigente, disponible y accesible vía web en los principales países cultivadores de bivalvos en el mundo; entre éstos: la República Popular China, Vietnam, República de Corea del Sur, Japón, España, Tailandia, Estados Unidos de América, Francia e Italia.

La búsqueda se realizó en los sitios web oficiales de ministerios y agencias de pesca y acuicultura, ambiente, economía, salud, y de regulación alimenticia de cada país, y también las plataformas de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) para obtener información bibliográfica sobre las instituciones involucradas con el diseño e implementación de reglas y procedimientos que componen la normativa vigente.

En este contexto, la Tabla 12 presenta la base de datos bibliográfica sobre la documentación revisada respecto de la Normativa y documentos afines, de carácter nacional y normativa internacional.

Cabe mencionar que el análisis y recogida de información se presenta en el Anexo 8. Revisión bibliográfica y normativa: Objetivo Específico 3. Además, se adjuntará un archivo comprimido con esta tabla en Excel y copias en PDF de los archivos revisados por país.

Tabla 12. Base de datos bibliográficos respecto a la normativa nacional e internacional revisada

País	Autor	Año	Publicación
Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	2015	Ley 20.434 Modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura en materia de Acuicultura.
Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	2021	Decreto 320 Reglamento Ambiental para la Acuicultura
Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	2015	Resolución Exenta N° 4866 Aprueba Programa sanitario general de técnicas y métodos de desinfección de afluentes y efluentes, sus modos de control y tratamiento de residuos sólidos orgánicos (PSG AE). Deja sin efecto resoluciones exentas N° 1.882 de 2008 y 2.327 de 2010.

Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	2021	Decreto 64 Aprueba reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.
Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	2022	Ley 21.410 Modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura, con el objeto de exigir a los titulares de concesiones de acuicultura medidas para evitar o reducir el depósito de desechos inorgánicos y orgánicos.
Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	2022	Decreto 45: Aprueba reglamento de acuicultura de pequeña escala.
Chile	Ministerio del Medio Ambiente	2021	Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos.
Chile	Ministerio del Medio Ambiente	2016	Ley 20.920 Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.
Chile	Ministerio del Medio Ambiente	2021	Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos: Chile 2040.
Chile	Ministerio de Salud	2008	Decreto 189 Aprueba el Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
Chile	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura	2016	Manual de Inocuidad y Certificación.
España	Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea	2009	Reglamento europeo 1069_2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano.
España	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	1993	Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos.
España	Jefatura del Estado de España	1984	Ley 23/1984, de 25 de junio, de cultivos marinos.
España	Gobierno de España	2018	Plan de acción para la implementación de la agenda 2030: Hacia una Estrategia Española de Desarrollo Sostenible.
España	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, alimentación y medioambiente; OESA - Fundación Biodiversidad	2017	Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura
España	Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea	2012	Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano
Francia	Journal officiel de la République française	2021	Código ambiental (Code de l'environnement - Légifrance)
Francia	Journal officiel de la République française	2022	Instructivo relativo a la lucha contra la contaminación del medio marino 2022 (Instruction relative à la lutte contre la pollution du milieu marin 2022)
Francia	Journal officiel de la République française	1997	Loi n° 97-1051 du 18 novembre 1997 d'orientation sur la pêche maritime et les cultures marines – Légifrance
Italia	Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali	2011	Especificación de producción de "acuicultura sostenible" (Disciplinare di produzione "acquacoltura sostenibile")

FIPA 2021-30, Informe Final. PUCV_ECM

Italia	Parlamento Italiano	2004	Decreto Legislativo N° 154 de 26 de mayo de 2004 sobre la modernización del sector de la pesca y la acuicultura
Italia	Parlamento Italiano	2006	Decreto Legislativo 152_2006 - Normativa ambiental (Norme in materia ambientale)
Italia	Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali	2022	Modificación del pliego de condiciones de producción del sistema nacional de calidad «Acuicultura sostenible» (DECRETO 20 gennaio 2022 Modifica del disciplinare di produzione del sistema di qualita' nazionale «Acquacoltura sostenibile». (22A00620))
Italia	Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali	2017	Plan estratégico acuicultura ITALIA_2021_2027 (Piano Strategico per l'Acquacoltura italiana 2021-2027)
Italia	Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali	2015	Reporte Ambiental 2015: Evaluación ambiental estratégica Programa operativo, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) Valutazione ambientale strategica_RapportoAmbientale_2015.11
Italia	Unión Europea, Comisión europea, Direzione generale degli Affari marittimi e della pesca	2019	Economía circular pesca y acuicultura (L'economia circolare nelle zone di pesca e acquacoltura)
Unión Europea	Parlamento Europeo	2021	Código de conducta de la EU para las prácticas empresariales y de comercialización responsables en el ámbito alimentario: una ruta orientativa común en pos de sistemas alimentarios
Unión Europea	Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea	2022	Decisión (UE) 2022_591 Programa de acción medioambiental 2030 (Decision (EU) 2022/591 of the European Parliament And Of The Council of 6 April 2022 on a General Union Environment Action Programme to 2030)
Unión Europea	Comisión Europea	2021	Directrices estratégicas para una acuicultura de la UE más sostenible y competitiva para el período 2021-2030
EEUU	EPA Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos	2020	Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo
EEUU	EPA Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos	1993	Solid waste disposal facility criteria: Technical Manual
EEUU	EPA Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos	2014	Resource Conservation and Recovery Act RCRA; Orientation manual 2014.
EEUU	EPA Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos	2021	Estrategia nacional de reciclaje: Parte uno de una serie sobre el desarrollo de una economía circular para todos
EEUU	US Government	2006	PUBLIC LAW 109-449 Marine Debris Research, Prevention, and Reduction Act
EEUU	National science and technology council	2022	Plan estratégico nacional para la investigación en acuicultura, 2022
EEUU	US Government	2020	PUBLIC LAW 116-224—DEC. 18_2020_Salvemos nuestros mares 2.0 (SAVE OUR SEAS 2.0 ACT - Congress.gov)
Tailandia	Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives	2017	Real Ordenanza de Pesca 2560_2017_Dpto. de pesca. Gobierno Tailandia

Tailandia	Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives	2020	Marine Fisheries Management Plan of Thailand 2020_2022
Tailandia	Ministry of Natural Resources and Environment	1992	Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act, B.E. 2535.
Tailandia	Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives	2015	Act on the Promotion of Marine and Coastal Resources management, B.E. 2558 (2015).
Tailandia	National Economic and Social Development Council (NESDC)	2017	12th National Economic and Social Development Plan (2017 – 2021).
Tailandia	National Economic and Social Development Council (NESDC)	2018	National Strategy (2018 - 2037).
China	State Council General Office	2017	National Plan on Banning "Foreign Garbage" and Reducing Solid Waste Imports
China	Ministry of Ecology and Environment; State Council	2020	Law of the People's Republic of China on the Prevention and Control of Environment Pollution caused by Solid Wastes
China	State Council of the People's Republic of China	1985	Regulations of the People's Republic of China on control over dumping of wastes in the sea waters.
China	State Council General Office	2018	Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China
China	State Council General Office	2017	Marine Environmental Protection Law of the People's Republic of China
China	Ministry of Agriculture	2003	Provisions on Aquaculture Quality and Safety Management.
China	Ministry of Agriculture	2004	Fisheries Law of the People's Republic of China
Vietnam	Socialist Republic of Vietnam	2017	Law on Fisheries
Vietnam	Socialist Republic of Vietnam	2020	Law on Environmental Protection
Vietnam	Ministry of Aquatic Resources	2002	Regulation on management of the environment at aquatic product-processing establishments.
Vietnam	Ministry of Natural Resources and Environment (Monre).	2022	National Aquaculture Development Program for the Period of 2021 - 2030.
Vietnam	Ministry of Natural Resources and Environment (Monre).	2022	Scheme for Environmental Protection in Fishery Sector in the period of 2021 – 2030.
Vietnam	Minister of Agriculture and Rural Development	2012	National technical regulation on industrial waste incinerator.
Vietnam	Socialist Republic of Vietnam	2007	Decree No. 59_2007 on Solid Waste Management.
Japón	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	1999	Sustainable Aquaculture Production Assurance Act (Act N° 51 of 1999)
Japón	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	2015	Climate Change Adaptation Plan of Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.
Japón	Ministry of the Environment	1993	The Basic Environment Law

Japón	Ministry of the Environment	2018	Japan Basic Environment Plan
Japón	Ministry of the Environment	1970	Waste Management and Public Cleansing Law (No. 137 of 1970).
Japón	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	2009	Act on Promoting the Treatment of Marine Debris Affecting the Conservation of Good Coastal Landscapes and Environments to Protect Natural Beauty and Variety (No. 82 of 2009).
Corea del sur	Ministry of oceans and Fisheries	2009	Fisheries Act_Statutes of the Republic of Korea
Corea del sur	Ministry of oceans and Fisheries	2019	Aquaculture Industry Development Act No. 16568.
Corea del sur	Government of the Republic of Korea	2020	Korean New Deal: National Strategy for a Great Transformation.
Corea del sur	National Agricultural Products Quality Management Service	2012	Act on the Promotion of Environment-Friendly Agriculture and Fisheries and the Management of and Support for Organic Foods, etc.
Corea del sur	National Agricultural Products Quality Management Service	2011	Agricultural and Fishery Products Quality Control Act.
Corea del sur	Ministry of Environment	2011	Framework Act on Environmental Policy.
Corea del sur	Ministry of Environment	2011	Environmental Impact Assessment Act.
Corea del sur	Government of the Republic of Korea	2007	Sustainable Development Act.
Corea del sur	Ministry of Environment	2007	Wastes Control Act.
Corea del sur	Ministry of Environment	2007	Enforcement Decree of the wastes control Act

5.3.2 Análisis comparativo: brechas y similitudes

Luego de la exhaustiva revisión bibliográfica sobre normas, reglamentos y documentos afines, nacionales e internacionales, relacionados con la gestión de desechos, acuicultura y sus residuos, se realizó un análisis de la información revisada, para posteriormente identificar las brechas y similitudes.

En base a la documentación recopilada y revisada se identificó que en Chile existe un marco normativo sólido y consistente respecto del manejo de residuos provenientes de la actividad acuícola (Figura 29).

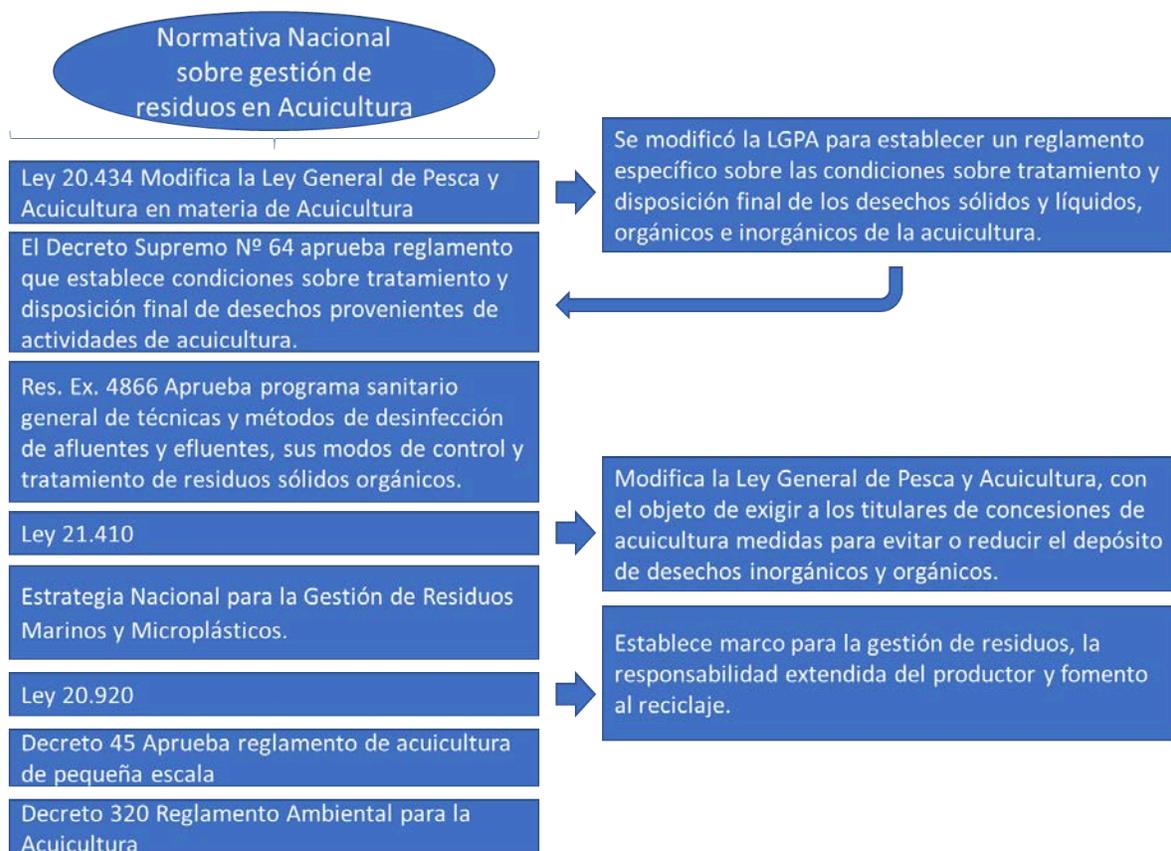


Figura 29. Normativa nacional vigente sobre temas de acuicultura y manejo de residuos (Fuente: elaboración propia)

El marco normativo nacional aborda la disposición final de los residuos de la acuicultura, apuntando a que sea en lugares autorizados para ello (Figura 29 y Figura 30). Si bien, en éste no se especifica explícitamente a las conchas como residuos, éstas integrarían la categoría de residuos sólidos orgánicos, no peligrosos; constituyendo un residuo que su disposición final puede ser vertederos, rellenos sanitarios, u otro lugar autorizado para ello.



*MINECON, 2020. Decreto Supremo Nº 64. Aprueba reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.

Figura 30. Manejo y disposición de residuos sólidos orgánicos, específicamente de conchas, proveniente de actividades de acuicultura (Fuente: elaboración propia)

Por otra parte, la Figura 31 muestra una recopilación de los enfoques y objetivos de la normativa internacional y de la documentación revisada sobre el manejo de residuos y disposición de éstos; en la cual es posible observar que prima tanto la reducción en la producción de residuos, jerarquización y clasificación de éstos, así como dar prioridad a su valorización (reutilización y reciclaje).

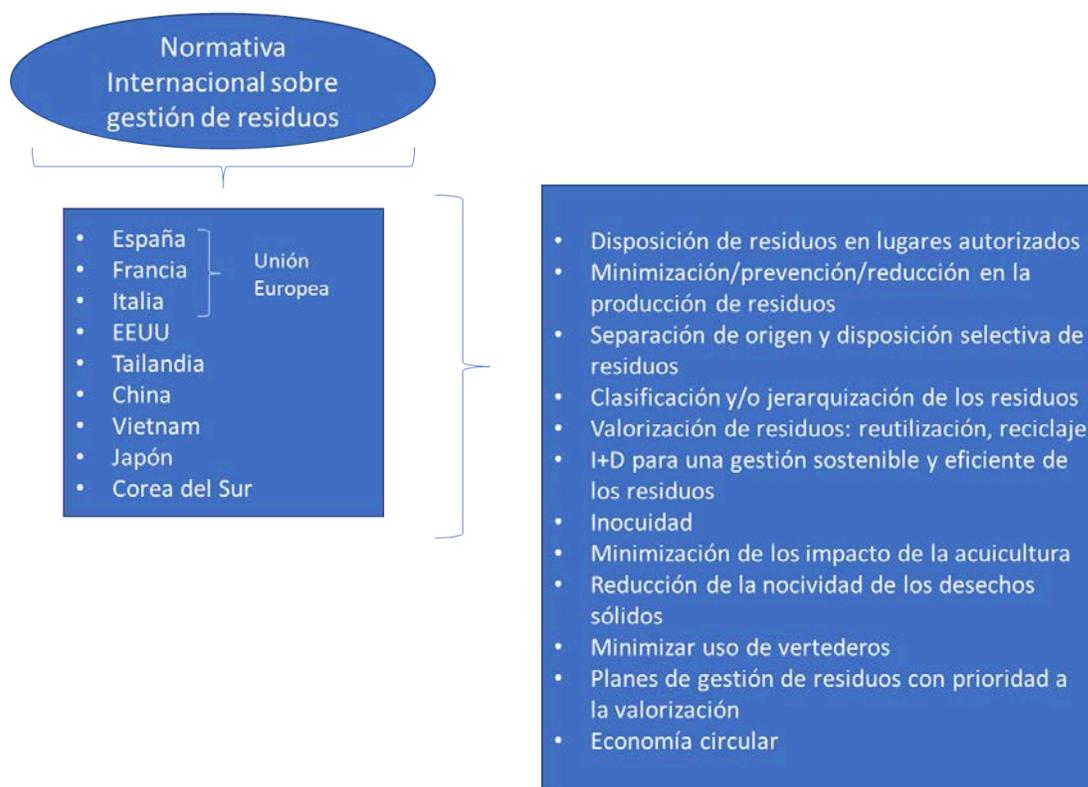


Figura 31. Recopilación de enfoques y objetivos de las normativas y documentos internacionales revisados respecto del manejo de residuos (Fuente: elaboración propia).

De acuerdo con la información internacional revisada, Francia, China, Vietnam y Japón cuenta con normativas vinculadas a la responsabilidad extendida al productor respecto de las emisiones y residuos.

Por otra parte, España, Tailandia, China, Vietnam y Corea del Sur, así como Chile, cuentan con Normativas específicas sobre Aguas Residuales.

En cuanto a temas sobre economía circular, España, Francia, Italia, EEUU, Tailandia, China, Vietnam y Corea del Sur, refieren en sus normativas, la relevancia de propender hacia la reducción, reutilización y entregar valor agregado a los residuos.

La Figura 31 presenta en resumen y de manera transversal los enfoques sobre el manejo de los residuos desde la perspectiva internacional; pero en detalle y más específicamente, cada país refiere los siguientes:

- España acoge conceptos como: minimizar los residuos, gestión sostenible, reducción de residuos y reciclaje, separación de residuos y disposición selectiva.
- Francia menciona: la prevención en la producción de residuos, valorización de residuos, reutilización y reciclaje, y también gestión sostenible.
- La normativa de Italia se centra en la prevención y reducción de la contaminación, gestión de residuos, reciclaje y valorización.
- La Unión Europea refiere a una gestión de residuos que minimice los impactos de la acuicultura; limitar la generación de residuos, y la jerarquización de éstos.
- EEUU: regular, reducir y prevenir la producción de residuos, reducir el uso de materiales, contar con un sistema de reciclaje de residuos sólidos resiliente y rentable, clasificación y jerarquización de residuos.
- Tailandia menciona la necesidad de aumentar la eficacia en la eliminación de desechos, clasificación de residuos, gestión sostenible de residuos; reducir, reutilizar y reciclar.
- China maneja conceptos como: reducción, reciclaje e inocuidad, I+D tecnológico para la prevención en la generación de residuos, promoción de la utilización integral de desechos sólidos, y reducir la nocividad de los desechos sólidos. Así también propone minimización de vertederos, y reducir la producción y descarga de residuos.
- Los conceptos que Vietnam maneja en su normativa se vinculan a: gestión de residuos prescrito por ley, reciclaje, y jerarquización de residuos.
- Japón refiere a: reciclaje, identificación de residuos industriales y municipales, manejo adecuado de los desechos, y levantamiento de procedimientos para la gestión sostenible.
- Finalmente, la normativa de Corea del Sur permite identificar conceptos como: control, reutilización y reciclaje, planes de gestión de residuos con prioridad al reciclaje, clasificación de residuos; almacenaje por tipo, características, condiciones, reciclabilidad y combustibilidad de los desechos.

Luego se realizó un análisis comparativo entre Chile y los principales productores de moluscos bivalvos a nivel comercial; la Tabla 13 muestra las similitudes y diferencias observadas.

Tabla 13. Similitudes y diferencias del análisis de la revisión bibliográfica sobre normativa nacional e internacional (Fuente: elaboración propia)

Similitudes	Diferencias
<p>LEGISLACIÓN DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ACUÍCOLAS: Tanto en Chile, como en los demás países productores de moluscos analizados, existen leyes para tratamiento y disposición final específicas para la actividad acuícola;</p>	
<p>NORMAS SANITARIAS PARA SUBPRODUCTOS ANIMALES: Con excepción de los países de la UE, las normativas no discriminan las conchas como un residuo específico dentro de los demás generados por la acuicultura;</p>	<p>NORMAS SANITARIAS PARA SUBPRODUCTOS ANIMALES: La UE posee un reglamento (Reglamento CE 1069/2009) que decretó las normas sanitarias aplicables a subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano (SANDACH);</p>
<p>CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS ACUÍCOLAS: Normalmente, la categorización de los residuos derivados de la acuicultura está relacionada con los desechos sólidos y líquidos, y entre ellos los que son de origen orgánico e inorgánico;</p>	<p>CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS ACUÍCOLAS: España categoriza los residuos acuícolas en los SANDACH en 3 clases, en función de su riesgo sanitario potencial. Para cada categoría, se permiten una serie de vías de eliminación y usos (Fundación Biodiversidad, 2017);</p>
<p>DESTINACIÓN DE RESIDUOS ACUÍCOLAS: Las normativas de todos los países contemplan y sugieren que se deben destinar los residuos acuícolas de manera adecuada;</p>	<p>DESTINACIÓN DE RESIDUOS ACUÍCOLAS: Según la Guía de Minimización de Subproductos y Residuos de la Acuicultura (Fundación Biodiversidad, 2017) las conchas de moluscos que contengan restos de carne o partes blandas se encuentran en la categoría 3, y sus potenciales vías de eliminación o usos son: Fabricación de piensos para animales de peletería y para animales de compañía; Fabricación de abonos y enmiendas del suelo de origen orgánico; Piensos para animales de granja distintos de los animales de peletería; Fabricación de alimentos crudos para animales de compañía; Caso de las conchas de moluscos, podrán emplearse en las condiciones fijadas por la autoridad competente.</p>

<p>ECONOMÍA CIRCULAR: Así como Chile, España, Francia, Italia, Estados Unidos, China y Vietnam incluyen la Economía Circular en planes de acción, programas, leyes y normativas para el uso y reciclaje de desechos acuícolas;</p>	
	<p>RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE SUBPRODUCTOS: Según el Reglamento CE 1069/2009, los países de la UE realizan controles oficiales para garantizar que los productores recogen, identifican y transportan los subproductos animales sin demora y que los tratan, usan o disponen de ellos de acuerdo con las normas;</p>
<p>RECICLAJE: El término “reciclaje” aparece en leyes y normativas relacionadas con actividades acuícolas de Chile y en todos los países analizados</p>	
	<p>PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS: La UE considera la prevención y la reducción al mínimo de los riesgos para la salud humana y la salud animal que presentan los subproductos animales y los productos derivados.</p>
	<p>GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS: la UE recomienda utilizar las guías nacionales de cada país para las buenas prácticas de minimización de subproductos y residuos de cada industria, que pueden ayudar a difundir conocimientos sobre las condiciones adecuadas en que puede hacerse uso de los subproductos;</p>

Explicitadas las principales similitudes y diferencias entre la normativa chilena y demás países analizados se identifican las brechas con respecto a los tipos, gestión y posible reciclaje de conchas de moluscos.

Brechas:

No existe normativa en Chile para el uso de los subproductos de la industria animal, específicamente de los moluscos. Esa normativa no está disponible en leyes, resoluciones,

tampoco en forma de guías o manuales de buenas prácticas que podrían ser utilizados como referentes para el reciclaje y revalorización de estos productos.

Pese a que en Chile las leyes y normativas presentan recomendaciones sobre el reciclaje y la economía circular para algunos desechos provenientes de la actividad acuícola, la mayoría trata de los desechos sólidos como plásticos, redes y estructuras mayores.

Las conchas de moluscos no están en las especificaciones de ninguna de las categorías de desechos. Más bien cuando se trata de normativas sanitarias, como es el caso del “Programa Sanitario General de Técnicas y Métodos de desinfección de afluentes y efluentes, sus sistemas de control y tratamiento de residuos sólidos orgánicos”, su enfoque es para desechos de la salmonicultura y no considera las conchas como uno de esos desechos.

5.3.3 Propuesta de cambios y/o modificaciones de la normativa actual.

En general, se puede decir que, las normativas y leyes chilenas para los desechos acuícolas no están al debe con los demás países productores de moluscos. Lo que sí hace falta es establecer las conchas como un residuo con capacidad para ser reciclado y reutilizado.

Considerando la importancia de incentivar y promover la revalorización y reciclaje de los desechos de la industria acuícola, fomentando la economía circular a gran escala, es de suma importancia que se generen cambios en lo que dice respecto a una mejor categorización de los desechos acuícolas, es decir, que las conchas y caparazones de moluscos se encuadren explícitamente en alguna de las categorías de desechos sólidos orgánicos hoy día existentes en las normativas.

El Decreto 64/2021 (Aprueba Reglamento que Establece Condiciones sobre Tratamiento y Disposición final de desechos provenientes de actividades de Acuicultura; Ministerio De Economía, Fomento Y Turismo; Subsecretaría De Pesca Y Acuicultura, 2021) trata de las condiciones sobre tratamiento y disposición final de los desechos generados en todos los procesos de la actividad acuícola, incluidas las plantas de procesamiento. Los residuos se distinguen en orgánicos e inorgánicos, peligrosos y no peligrosos. Las conchas podrían encontrarse dentro de la categoría de residuo orgánico no peligroso, así como se citan en el decreto las mortalidades, fouling, ejemplares descartados por selección, alimento no consumido, heces, residuos domiciliarios, líquidos y lodos. Para el manejo de todos los residuos mencionados anteriormente, existen disposiciones legales que instruyen su disposición manejo y acopio temporal, frecuencia de retiro, condiciones de transporte, generación de olores molestos y proliferación de vectores con impacto sanitario, y sus respectivas particularidades en cada caso. Sin embargo, al no contemplar las conchas como un tipo específico de residuo, queda un vacío en lo que tenga a su manejo y disposición. Por ende, se sugiere que el decreto debería contener un artículo o disposición adicional mencionando las conchas como un residuo específico, disponiendo de las normativas y condiciones para su manejo y acopio, retiro y transporte, disposición final, mencionando e incentivando su transformación, reciclaje y reutilización, e incluso dando ejemplos de los productos que puedan generarse a partir de dichos procesos.

Por otro lado, cabe mencionar que se podría utilizar como base de referencia para tal fin el “Guía de Minimización de Subproductos y Residuos de la Acuicultura” de España, que categoriza los subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH) y también da cuenta de vías de eliminación y usos en sus distintas categorías. También es importante resaltar que el uso y revalorización de estos subproductos se haga de manera a minimizar posibles riesgos sanitarios que puedan generar.

Además de lo expuesto anteriormente, se sugiere también que complementario a las normativas y leyes que actualmente rigen los desechos acuícolas en el país, se genere un Manual o Guía, como es el caso de España, que considere la minimización de estos residuos, su categorización y posibles usos, dentro de cada categoría. En estos manuales y guías, también podrían estar presentes sugerencias para el reciclaje de las conchas y cómo hacer su mejor gestión y destinación para tal.

5.3.4 Propuesta de medición del valor residual sobre desechos acuícolas eliminados al medioambiente a nivel nacional.

En función a la normativa internacional, no se encontraron modelos de medición para el valor residual de desechos acuícolas, ya que los únicos que contemplaban las conchas de moluscos como un subproducto con potencial para reciclaje y reutilización son los países de la Unión Europea (España, Francia e Italia). Esos países no cuentan actualmente con esa metodología expuesta en sus normativas.

Por tanto, a continuación se presenta una aproximación para la determinación del valor residual de los desechos de la industria de moluscos aplicable a la realidad chilena, basada en el concepto de economía ambiental y de recursos naturales, conocida como Valor Económico Total (VET) (Krutilla, 1967; Boyle & Bishop, 1985; Hartwik & Olewiler et al., 1998; Pearce & Turner, 1990; Reveret et al., 1990; Agüero et al., 1996; Hein, 2010 y Tietenberg & Lewis, 2018, entre otros).

En este contexto, la estimación del valor económico de los residuos orgánicos sólidos provenientes de plantas de proceso de los moluscos bivalvos de la acuicultura, “valor residual”, se basa en las estimación los dos componentes del VET, *valor de uso* y *valor de no-uso*.

El *valor de uso* se asocia directamente a los beneficios netos por tonelada de materia prima procesada por la planta tipo de reutilización de dichos residuos presentada en la sección 5.4.2 de este informe. El *valor de no-uso*, se considera asociado a *valores de existencia* relacionados a los impactos ambientales generados por los residuos orgánicos sólidos, pero evitados, producto de la propuesta reutilización-valorización de los desechos de concha y materia orgánica de las plantas de proceso de mitílidos, de la región de Los Lagos.

Respecto del valor de no-uso, el primer paso es estimar las emisiones y efluentes generados por la actividad bajo dos escenarios: Sin Proyecto (S/Proyecto) y Con Proyecto (C/Proyecto).

El escenario S/Proyecto considera los impactos ambientales generados por los desechos (conchas y materia orgánica) sin la reorientación de las mismas al proceso de agregación de valor definido en secciones 5.4.1 y 5.4.2 de este informe. Impactos que se han asociado al transporte de dichos desechos a vertederos y a las emisiones generadas por estos desechos en estos vertederos. De

acuerdo al levantamiento de información realizado para el desarrollo del objetivo específico 1, las plantas de proceso de la región de Los Lagos transportan sus desechos desde áreas cercanas a las ciudades de Puerto Montt y Dalcahue en Chiloé a vertederos en las ciudades de Chillán y Los Ángeles en la región del Biobío.

Igualmente, de los resultados del objetivo específico 1 se ha estimado que el promedio anual (2017-2021) de residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de mitílicos es de 333.413 ton/año. Así, las estimación de las emisiones se realizó considerando este volumen de residuos y la operación de dos plantas de reutilización, de acuerdo a lo planteado secciones 5.4.1 y 5.4.2 de este informe.

Las principales emisiones que generan impacto en el transporte de los desechos, esto es por re-suspensión de material particulado por circulación vehicular MP10 y MP2.5 (Ecosistema, 2022). También se consideran emisiones por combustión de motor Diesel para camión de 10 ton correspondientes a material particulado (MP10 y MP2.5), Óxidos de Nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂), amoníaco (NH₃), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) (Ecosistema, 2022). Adicionalmente se consideran las emisiones generadas por la operación de vertedero por los desechos allí depositados que incluyen los elementos MP10, MP2,5, NOx, SO₂, NH₃ y CO generados en actividades de escarpe, excavaciones, carguío y volteo de material, compactación, nivelación, combustión vehicular y circulación de maquinaria fuera de ruta.

El escenario C/Proyecto considera los impactos ambientales por los desechos no procesados en la propuesta de unidad productiva/empresa para la valorización de dichos residuos presentada en sección 5.4.2 anterior, es decir los impactos asociados a transporte a vertedero y operación de vertedero de los desechos no revalorados. Adicionalmente, se consideran las emisiones/impactos generados por la unidad productiva orientada a la producción carbonato de calcio (CaCO₃). Estos impactos están asociados a la circulación vehicular de los desechos (concha y materia orgánica) hacia las plantas ubicadas en Pargua y Dalcahue, así como las emisiones y efluentes generadas por el nuevo proceso productivo de carbonato de calcio.

Para la estimación de las emisiones se aplicó la metodología establecida en el documento "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región metropolitana" de la SEREMI de Medio Ambiente (2020) basada en "Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42" de EPA, complementada con otros autores como Iribarren et al. (2010 a, b, c), Jeon et al. (2020) y Lei et al. (2020), entre otros. La Tabla 28 de sección 5.4.3 presenta los resultados de estimación.

El segundo paso es la identificación en la literatura de estimaciones del costo social generado por este tipo de emisiones. El resultado de esta búsqueda se presenta en la Tabla 29 de sección 5.4.3.

Dado que los valores de la literatura se refieren a economías y años distintos, se requiere aplicar el método de transferencia de beneficios o costos (Figuroa & Pasten, 2011) para convertir dichos valores a la economía nacional y además aplicar índices de inflación para expresarlos en USD del 2021. La Tabla 30 de sección 5.4.3. presenta los resultados de esta conversión, la que es explicada en detalle en el Anexo 6 de este informe.

El tercer paso es aplicar estos valores a las emisiones estimadas en el primer paso, resultados que son presentados en la Tabla 31 de sección 5.4.3. El valor total presentado en la columna total de la sección costo social es el costo social evitado por el proceso de 132 mil ton de residuos para la fabricación CaCO_3 en las dos plantas propuestas. Así se estima el costo social evitado por una ton de residuos orgánicos sólidos ($\text{USD}_{2021}/\text{ton}$) como materia prima del proceso de reutilización, esto es el valor de no-uso por ton de residuos.

Respecto del valor de uso, el cálculo es directo a partir del Valor Actual Neto (VAN) estimado para la planta de reutilización tipo propuesta en la sección 5.4.2.5 de este informe. El primer paso es llevar el VAN estimado para los 10 años de horizonte de evaluación a un valor promedio anual. El segundo paso es dividirlo por la capacidad de proceso de materia prima anual (i.e., 66 mil ton) lo que permite llegar a un valor por ton de materia prima. El tercer paso es convertir los valores a base 2021, dado que las estimaciones de VAN fueron hechas al año 2022. La Tabla 32 de la sección 5.4.2.5 de este informe presenta los resultados de esta estimación.

Finalmente, el valor residual por ton de materia prima de los residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de mitílicos de acuicultura, es la suma de los valores de uso y no-uso en USD 2021.

5.4 **OBJETIVO ESPECÍFICO 4: REALIZAR UNA EVALUACIÓN TÉCNICO-AMBIENTAL/ECONÓMICA (MULTIFACTORIAL), SOBRE LOS USOS Y PRODUCTOS SECUNDARIOS QUE PRESENTEN UN MEJOR MANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (DEFINIDOS EN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4.2), CON EL FIN DE EVALUAR SU IMPLEMENTACIÓN A NIVEL NACIONAL, PROMOVRIENDO LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE SUS CULTIVOS.**

5.4.1 Piloto multifactorial

El análisis multifactorial realizado incluye, los resultados de la matriz de opciones obtenidas en el objetivo 2 (Sección 5.2 sobre resultados del objetivo específico 2) contrastado con las estadísticas de producción de moluscos bivalvos de la acuicultura de la región de Los Lagos con énfasis en la producción de mitílidos (Tabla 2 y Tabla 14). Con ello, se procedió a identificar los centros de gravedad de la producción de las plantas de proceso con el fin de identificar los puntos geográficos para la localización de las plantas propuestas a continuación (Sección 5.4.2).

5.4.1.1 *Ubicación planta*

En la búsqueda de la ubicación adecuada para la(s) planta(s) correspondiente(s), se han analizado diversos datos correspondientes a los años 2019, 2020 y 2021. La selección de la ubicación idónea para la(s) planta(s) es fundamental para garantizar el éxito del proyecto y su operatividad óptima a largo plazo.

Para ello, se han considerado diversos factores que incluyen la disponibilidad y accesibilidad de recursos, la infraestructura de transporte y logística, la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada, entre otros.

En particular, se han recopilado datos relevantes de los años mencionados con el fin de determinar la mejor ubicación posible para la(s) planta(s) en cuestión. La evaluación de los datos se ha llevado a cabo de manera rigurosa y se han considerado múltiples criterios para tomar la decisión final.

En resumen, la elección de la ubicación de la(s) planta(s) es una tarea compleja que requiere un análisis exhaustivo y riguroso de diversos factores. Los datos recopilados para los años 2019, 2020 y 2021 han sido evaluados cuidadosamente para determinar la ubicación óptima para la(s) planta(s) correspondiente(s).

Tabla 14. Producción (ton) productos de moluscos bivalvos de la acuicultura por comuna de ubicación de plantas de proceso, región de Los Lagos, período 2019-2021.

(Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)

PRODUCCIÓN TON					
ESPECIE	COMUNA PLANTA	CONGELADO (ton)	CONSERVAS (ton)	ENFRIADO REFRIGERADO (ton)	Total (ton)
CHOLGA	ANCUD	290	834	546	1.670
	PUERTO MONTT	47	632	414	1.093
	MAULLIN	24			24
	PALENA	1		15	16
	QUEMCHI			16	16
	CALBUCO	13	1	1	15
	DALCAHUE	6			6
	QUELLON	0			0
CHORITO	DALCAHUE	84.700			84.700
	CASTRO	78.968		2	78.970
	PUERTO MONTT	14.952	16.120	14.179	45.251
	PUERTO MONTT	38.097			38.097
	ANCUD	21.592	9.484	4.397	35.473
	CHONCHI	34.203			34.203
	LLANQUIHUE	22.817			22.817
	CALBUCO	3.044	33	20	3.097
	MAULLIN	465			465
	LAS QUEMAS	8			8
	QUEILEN	4			4
	PALENA	2			2
	QUELLON	1			1
	MAULLÍN	0			0
CHORO	PUERTO MONTT	14		116	130
	DALCAHUE	34			34
	MAULLIN	14			14
	ANCUD	3	0	3	6
	CASTRO	0			0
OSTION DEL NORTE	CALBUCO	2			2
	PUERTO MONTT	11			11
OSTION DEL SUR	PUERTO MONTT	5			5
OSTRA CHILENA	PUERTO MONTT			23	23
OSTRA DEL PACIFICO	PUERTO MONTT			2	2
	ANCUD	0			0

Tabla 15. Importancia relativa (%) de la producción de productos procesados de moluscos bivalvos de la acuicultura, región de Los Lagos, período 2019-2021.

Ciudad	Total (ton)	%	% Acumulado
		24,5	
DALCAHUE	84.740	%	24,5%
		22,8	
CASTRO	78.970	%	47,3%
PUERTO MONTT	84.612	24,4	71,7%
		10,7	
ANCUD	37.149	%	82,5%
CHONCHI	34.203	9,9%	92,3%
LLANQUIHUE	22.817	6,6%	98,9%
CALBUCO	3.114	0,9%	99,8%

MAULLIN	503	0,1%	100,0%
PALENA	18	0,0%	100,0%
QUEMCHI	16	0,0%	100,0%
LAS QUEMAS	8	0,0%	100,0%
QUEILEN	4	0,0%	100,0%
QUELLON	1	0,0%	100,0%

Como se puede apreciar en la Tabla 15 el procesamiento y, por lo tanto, la generación de residuos se concentra en un 98,9% en seis localidades.

Tabla 16. Ubicación geográfica de centros productivos y cantidad de residuo generado por año, se consideran las toneladas generadas para los años 2019, 2020 y 2021.

Ciudad	Latitud	Longitud	Tamaño	Residuo	
				Concha	Promedio Año
	-	-			
DALCAHUE	42,38	73,65	84.740	61.013	20.338
	-	-			
CASTRO	42,48	73,76	78.970	56.858	18.953
PUERTO	-	-			
MONTT	41,47	72,95	84.612	60.921	20.307
	-	-			
ANCUD	41,87	73,83	37.149	26.747	8.916
	-	-			
CHONCHI	42,63	73,77	34.203	24.626	8.209
	-	-			
LLANQUIHUE	41,25	73,02	22.817	16.428	5.476
	-	-			
CALBUCO	41,77	73,13	3.114	2.242	747
	-	-			
MAULLIN	41,62	73,60	503	362	121
	-	-			
PALENA	43,62	71,80	18	13	4
	-	-			
QUEMCHI	42,13	73,52	16	12	4
	-	-			
LAS QUEMAS	41,40	73,18	8	6	2
	-	-			
QUEILEN	42,86	73,56	4	3	1
	-	-			
QUELLON	43,10	73,60	1	1	0

De manera gráfica se puede apreciar en las siguientes figuras

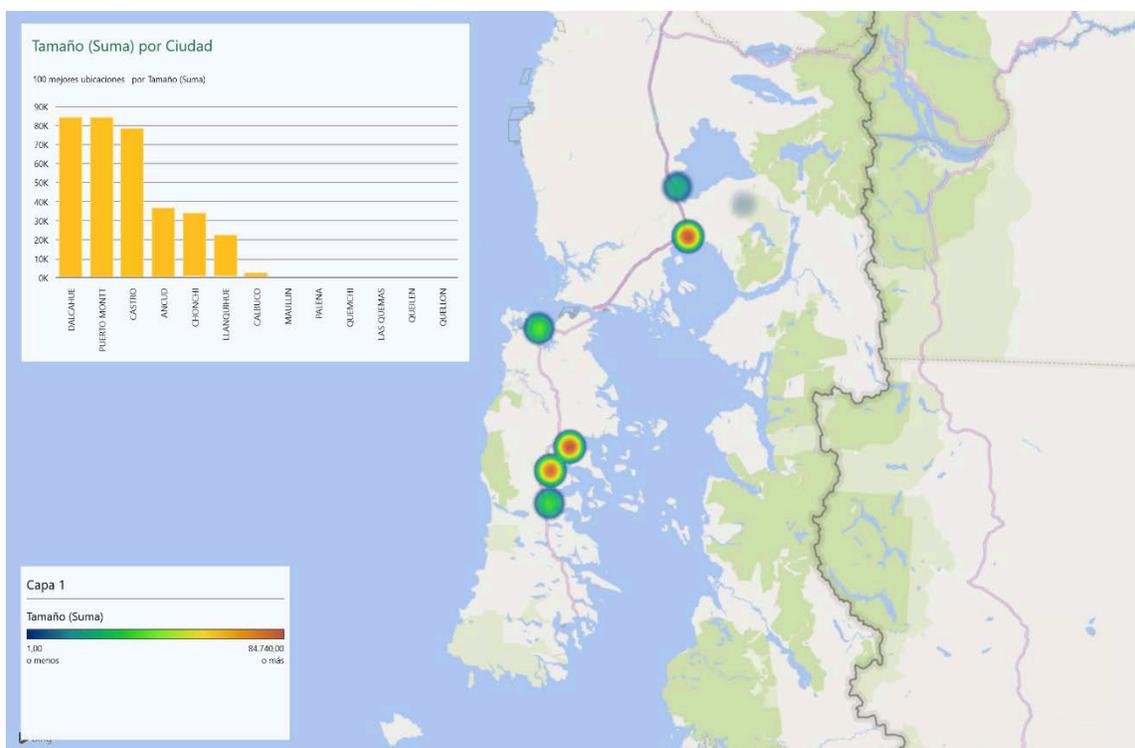


Figura 32. Mapa térmico con los centros de gravedad de la producción.

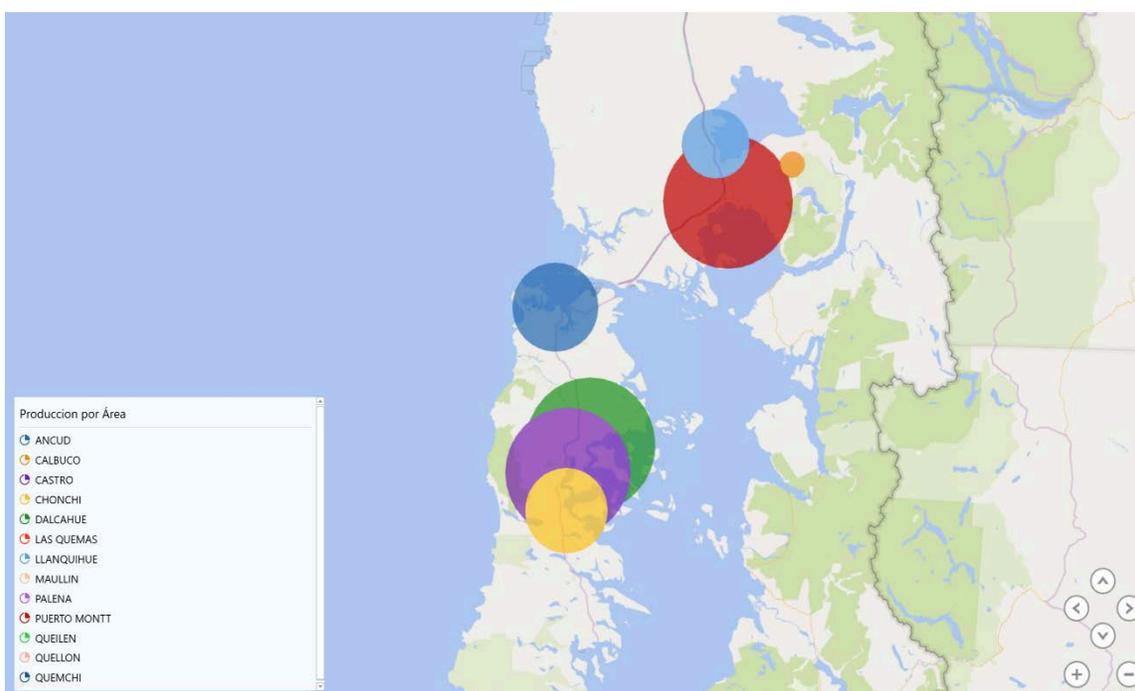


Figura 33. Mapa proporcional con los centros de gravedad de la producción, cada círculo representa al tamaño proporcional de generación de residuos de cada centro.

Con el fin de poder determinar la adecuada ubicación de la planta y su capacidad se considera:

- Ubicación de los principales polos generadores de residuos.
- No recorrer más de 100 km para la disposición residuos.
- En caso de falla o avería en una de las plantas procesadoras de residuos la otra pueda absorber en parte la capacidad carente.

Dado lo anterior se proponen dos ubicaciones de plantas:

1. Dalcahue: Esta ubicación cumple con los requisitos anteriormente mencionados.
2. Parque Industrial Pargua: Esta ubicación cumple con los requisitos anteriormente mencionados.

Cada planta debiera poseer una capacidad de 66.000 ton/año considerando:

- Zona Norte (Pargua) Genera 40.000 ton /año de residuos.
- Zona Sur (Dalcahue) Genera 50.000 ton/año de residuos.

Esto considerando 22 hrs de operación por 150 días de procesamiento, una capacidad de 12.000 y 15.000 kg/hr respectivamente.

Con esto en cada planta poseemos una sobre capacidad que además nos permita absorber peaks de procesamiento. Cabe destacar que en una de las zonas propuestas existe una planta procesadora de menor capacidad (Cal Austral), el proceso es diferente ya que elimina la materia orgánica a través de una etapa de ensilaje, lo cual aumenta los riesgos de generación de malos olores ante la necesidad de mantener la materia prima almacenada durante un periodo de tiempo prolongado.

5.4.2 Selección (piloto multifactorial) de usos y/o productos secundarios a partir de los residuos de desechos de bivalvos

5.4.2.1 Diagrama de flujo

Conforme a lo establecido en el informe de avance número 1, se ha propuesto un proceso de producción de CaCO_3 con el objetivo de utilizarlo como mejorador de suelos y como complemento alimenticio para animales. Asimismo, se han identificado los siguientes pasos para la evaluación de nuevos productos a partir de los residuos involucrados.

- Azul : Línea de producción de CaCO_3 .
- Salmon : Línea de producción de CaCO_3 con menor consumo de energía (mayor consumo de insumos).
- Verde : Línea de producción de CaO.
- Rojo : Línea de producción de agente antimicrobiano.

En la Figura 34 se puede observar una esquematización del proceso de producción de Carbonato de calcio (CaCO_3), Óxido de calcio (CaO) y el agente antimicrobiano.

Cabe destacar que las opciones de producción de CaO y un agente antimicrobiano se mencionan y grafican como alternativas a seguir evaluando en estudios posteriores, de acuerdo a lo acordado con la parte mandante de señalar qué vías de proceso se recomienda evaluar en etapas posteriores considerando inversiones menores sobre la base del proceso evaluado en este informe. Estas alternativas no son evaluadas económicamente en el presente documento.

5.4.2.1.1 Descripción general del proceso

El proceso descrito en el presente informe busca presentar una base para la transformación de los residuos de la industria de producción de moluscos en un producto útil y comercializable en el mercado con el fin de ser utilizado como suplemento alimenticio en animales o como mejorador de suelos para uso agrícola. El proceso de transformación consta de tres grandes etapas:

- Recepción y limpieza.
- Ajuste de tamaño.
- Transformación química en CaCO₃.

Cada etapa de proceso y su descripción serán presentados más adelante, aun así, es necesario mencionar en esta etapa, que a diferencia del proceso tradicional se busca generar una limpieza química con NaOH de la materia orgánica adherida con el fin de minimizar efectos de olores y demases; el tiempo de contacto en esta etapa debe definirse con pruebas a escala piloto para eliminar los contaminantes sin dañar la matriz/estructura del residuo de concha. En general, además se busca presentar operaciones de proceso anexas a ser evaluadas en un estudio posterior para dar mayor valor agregado a estos residuos que es la producción de agentes anti-microbianos utilizando óxido de calcio con iones de plata o cobre.

De manera adicional se presenta la evaluación económica para la producción de CaCO₃ por “vía química” la cual se diferencia de la vía tradicional al utilizar una serie de reactivos de mayor costo, pero con un consumo de energía inferior.

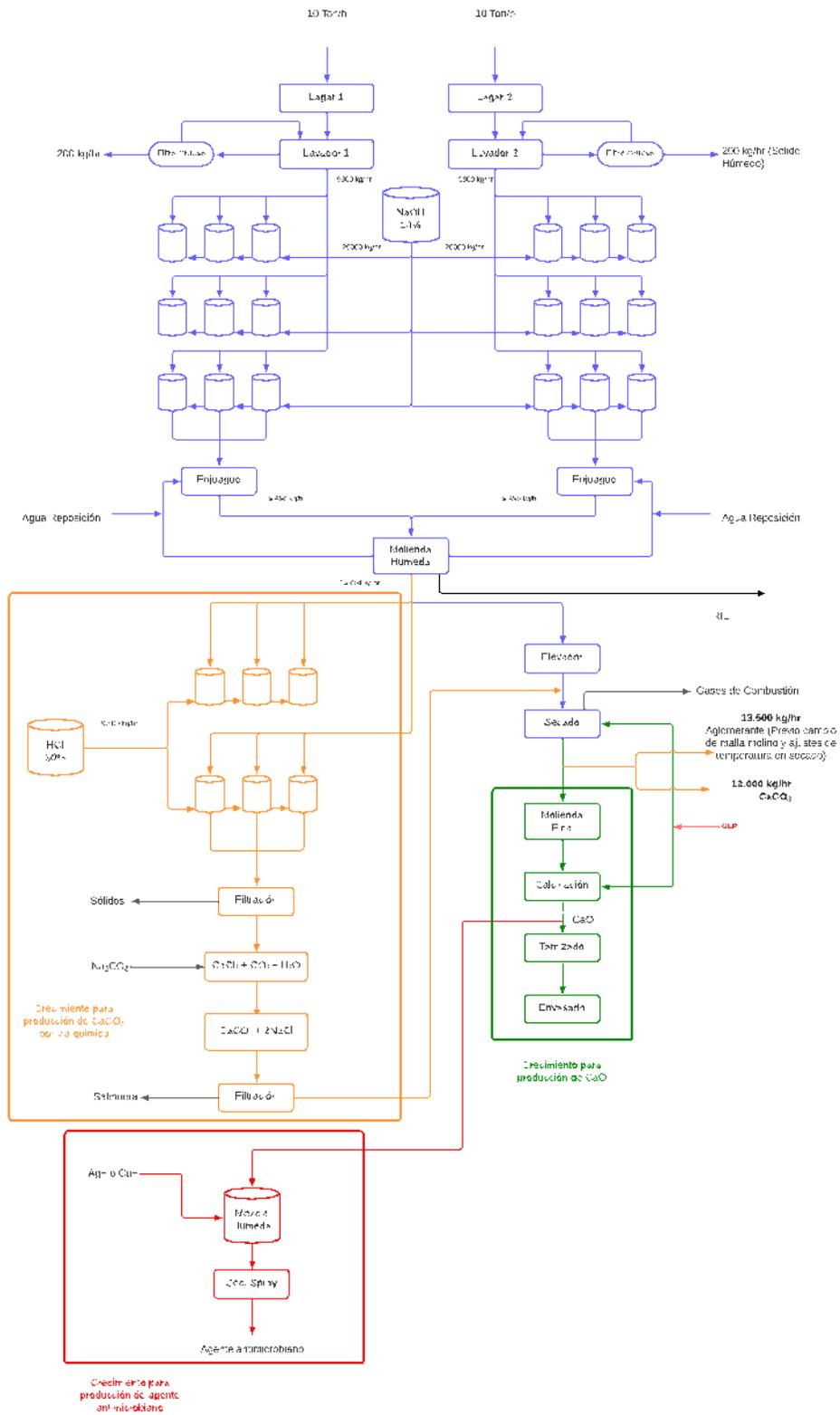


Figura 34. Esquema de Proceso productivo de CaCO_3 , aglomerante, CaO y agente anti-microbiano

5.4.2.2 Balance de masa y energía

Considerando el diagrama enseñado con anterioridad y un cuadro de consumos de insumos, energía y materia prima para cada etapa arroja como resultado el siguiente cuadro resumen.

Tabla 17. Resumen consumo energético.

Materia Prima Procesada	20.000 kg/h
Producto generado	13.000 kg/hr
NaOH Utilizado	2.000 kg/h
Agua Utilizada	60.000 L
Consumo Electricidad	520 kWh
Consumo Térmico	7.700.000 kCal
Aguas Servidas	1.000 L
Desechos Sólidos Generados	400 kgs
Emisiones Gaseosas	80.000 NM^3
KPI Eléctrico	26 kWh/Ton
KPI Térmico	385 kcal/Ton
KPI RILes	3 m^3 /Ton
DQO	22,88 kg O_2
DBO ₅	0,04 kg O_2
Sólidos Suspendidos	0,32 kg
Nitrógeno Orgánico	0,1 kg
Nitrógeno Amoniacal	0,02 kg
Aceites y Grasas	0.02 kg
Fosfatos	0,02 kg
Nitratos	0,06 kg
NH_3	0,6 kg
Material Particulado	0,6 kg
SO_2	0,3 kg
NO_x	6,46 kg
CO_2	$1,2 \times 10^3 \text{ m}^3$
O_2	$7,2 \times 10^3 \text{ m}^3$
CO	22 kg

La Tabla 18 presenta un resumen con datos adicionales etapa por etapa, considerando una inversión total de CLP 11.904.000.000 (App UF 341.000). Cabe destacar que el diseño y materialidad cumple con estándares capaces de cumplir la producción de insumos incluso para empresas de alimentos:

- Panel PUR/PIR/POL (Panel Frigorífico).
- Piso sin porosidades.
- Materiales inocuos.

- Etc.

Tabla 18. Resumen de inversiones asociadas a la implementación del proyecto.

Etapa Proyecto	Etapa Proceso	Equipo	Cantidad	Capacidad	Capacidad Total	E.Eléctrica - kW	E.Eléctrica Total - kW	E.Térmica (GLP kg/hr)	Consumo Insumos (kg/hr)	Detalle Insumos	M.O bra	Tipo M.Obra	Fijo/Variable	Generación RIL m³	Emisión Gaseosa (m3/hr)	Precio Unitario	Precio Total	Costo Electricidad CLP/hr
Inicial CaCO ₃	Recepción	Lagar Recepción	2	10.000	20.000	7	14				2	A	F			\$10.000.000	\$20.000.000	\$ 1.050
Inicial CaCO ₃	Recepción	Tornillo A	2	10.000	20.000	7	14				1	B	V			\$9.000.000	\$18.000.000	\$ 1.050
Inicial CaCO ₃	Recepción	Tornillo B	2	10.000	20.000	7	14				1	B	V			\$9.000.000	\$18.000.000	\$ 1.050
Inicial CaCO ₃	Recepción	Bombas Recirculación	2	30.000	60.000	10	20									\$4.500.000	\$9.000.000	\$1.500
Inicial CaCO ₃	Recepción	Filtro	2	60.000	120.000	6	12							18		\$ 8.000.000	\$16.000.000	\$900
Inicial CaCO ₃	Recepción	Estanque Receptor	2													\$30.000.000	\$60.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Recepción	Estanque Ecuallizador	1													\$30.000.000	\$30.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Recepción	Pipping Recepción	1													\$6.000.000	\$6.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Insumos	Estanques NaOH Concentrado	3													\$45.000.000	\$135.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Insumos	Pipping NaOH Concentrado	1													\$25.000.000	\$25.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Lavado NaOH	Bombas Concha	2	30.000	60.000	10	20				1	A	F			\$5.000.000	\$10.000.000	\$1.500
Inicial CaCO ₃	Lavado NaOH	Estanques	12	30.000	360.000	0	0		2.000	NaOH						\$ 30.000.000	\$360.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Lavado NaOH	Agitadores	12			5	60				1	B	V			\$ 4.500.000	\$ 54.000.000	\$4.500
Inicial CaCO ₃	Lavado NaOH	Bomba descarga	2	30.000	60.000	12	24				1	B	V			\$6.000.000	\$ 12.000.000	\$1.800
Inicial CaCO ₃	Lavado NaOH	Pipping Lavado NaOH	1													\$ 15.000.000	\$15.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Lavado NaOH	Pasarela	1													\$ 20.000.000	\$20.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Limpieza y Molienda	Filtro	2	30.000	60.000	7	14				1	A	F	40		\$ 8.000.000	\$16.000.000	\$1.050
Inicial CaCO ₃	Limpieza y Molienda	Molino Martillos	2	5.000	10.000	15	30									\$20.000.000	\$40.000.000	\$2.250
Inicial CaCO ₃	Limpieza y Molienda	Pasarela	1													\$ 20.000.000	\$20.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Limpieza y Molienda	Ventiladores/Bombas	2			15	30									\$9.000.000	\$18.000.000	\$2.250
Inicial CaCO ₃	Limpieza y Molienda	Pipping Alimentación	1													\$ 25.000.000	\$25.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Pre secado	Ventilador Transporte	2			20	40									\$ 8.500.000	\$17.000.000	\$3.000
Inicial CaCO ₃	Presecado	Ciclon Separador	2			0	0								25.000	\$ 8.000.000	\$16.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Presecado	Pipping Transporte	1													\$ 10.000.000	\$10.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Presecado	Ciclones	2													\$ 8.000.000	\$16.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Secado	Tolva Alimentacion	1			5										\$5.000.000	\$ 5.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Secado	Tornillo Alimentador	1			5										\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Secado	Estructura Alimentación	1													\$ 13.000.000	\$13.000.000	\$ -
Inicial CaCO ₃	Secado	Horno	1	5000	5.000	80	80	700			1	A	F		80.000	\$ 600.000.000	\$600.000.000	\$6.000
Inicial CaCO ₃	P. Terminado	Elevador	1			7,5	7,5				1	B	V			\$20.000.000	\$20.000.000	\$563
Inicial CaCO ₃	P.Terminado	Envasado	1													\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$ -
Obtencion CaO	Reacción	Estanques	6			5	30		10.000	HCl							5000000	\$ -
Obtencion CaO	Filtración	Filtro	2	8000	16.000	5	10			Na ₂ CO ₃								\$2.250
Obtencion Antimicrobiano	Preparación	Estanques	2	20000														\$ -
Obtencion Antimicrobiano	Secado	Secador Spray	1															\$ -
General	PTR	PTR	1		\$ 640.000.000	100	100				2					\$640.000.000	\$640.000.000	\$7.500
General	Combustible	GLP	1														\$ -	\$ -
General	Area Total	Terreno	30.000													\$70.000	\$2.100.000.000	\$ -
General	Galpones	OO.CC	5.500													\$525.000	\$2.887.500.000	\$ -
General	Oficinas	OO.CC	200													\$ 630.000	\$126.000.000	\$ -
General	DIA	Documentos y Permisos	1													\$50.000.000	\$50.000.000	\$ -

General	Otros	1	\$ 4.464.300.000	\$ 4.464.300.000	\$ -
---------	-------	---	------------------	------------------	------

5.4.2.3 Descripción de etapas

A continuación, se presenta la descripción de las etapas definidas en el proceso de obtención de CaCO_3 .

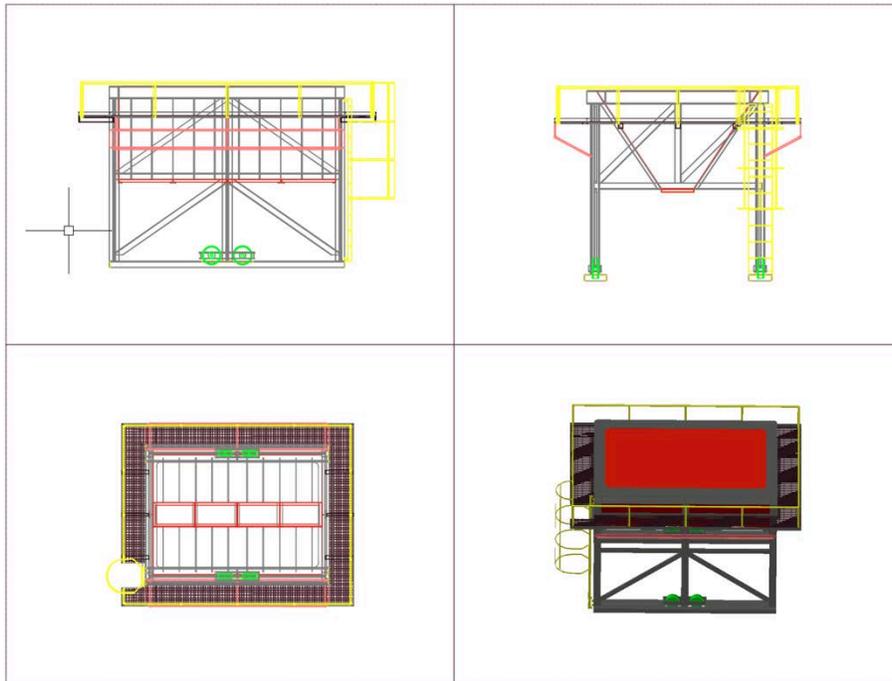
5.4.2.3.1 1.- Zona de Recepción

5.4.2.3.1.1 Tolva de recepción.

Objetivo : Iniciar el proceso y generar un pulmón de materia prima para mantener la continuidad de este.

Materialidad: AISI³ 304L

Imagen de Referencia:



³ AISI: "American Institute of Steel and Iron"

5.4.2.3.1.2 *Cinta de Vaciado.*

Objetivo : Vaciar tolva de alimentación y alimentar cinta de lavado.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



5.4.2.3.1.3 *Cinta de Lavado.*

Objetivo : A través de las duchas de aspersion se eliminarán materiales extraños los que luego serán removidos.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



5.4.2.3.1.4 Filtro Rotatorio.

Objetivo : A través de las duchas de aspersion se eliminarán materiales extraños los que luego serán removidos y con ello reutilizar el agua en el sistema de lavado.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:

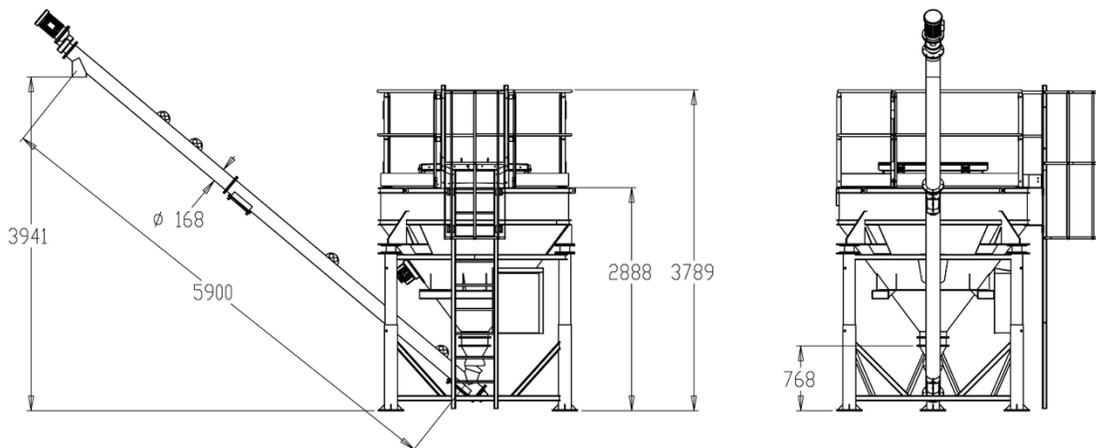


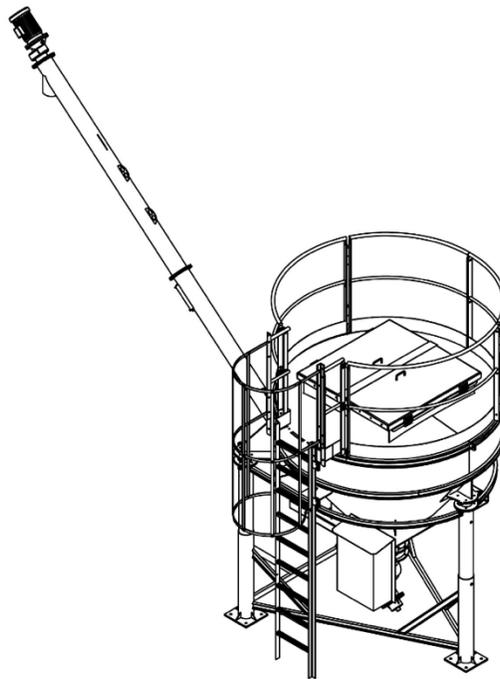
5.4.2.3.1.5 Tolva .

Objetivo : Almacenar el material lavado para ser trasladado a la etapa de lavado químico con NaOH.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



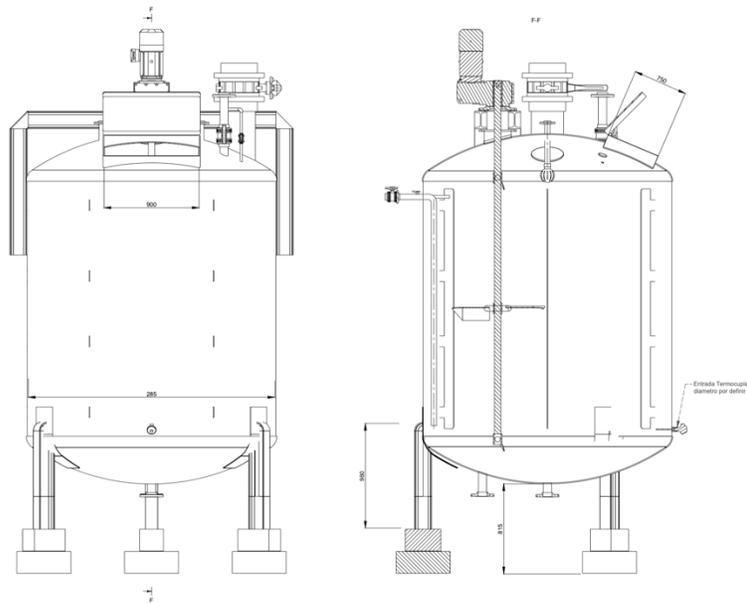


5.4.2.3.1.6 Estanques de lavado químico.

Objetivo : Eliminar materia orgánica adherida el residuo de concha.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



5.4.2.3.1.7 Filtro rotatorio.

Objetivo : Separar el sólido limpio del agua con restos de NaOH.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



5.4.2.3.1.8 Molino.

Objetivo : Homogenizar el tamaño de partícula antes del secado.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



5.4.2.3.1.9 Ciclones.

Objetivo : Eliminar partículas de muy pequeño tamaño que podrían aglomerarse al interior del horno.

Materialidad : AISI 304L

Imagen de Referencia:



5.4.2.3.1.10 Horno.

Objetivo : Eliminar la humedad y provocar la oxidación necesaria para producir CaCO_3 .

Materialidad : Varios

Imagen de Referencia:

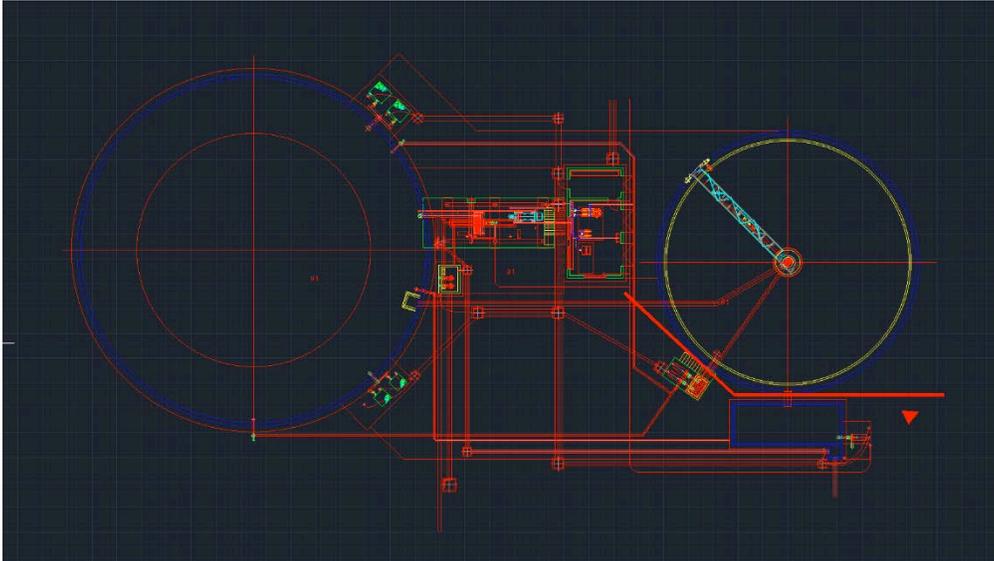


5.4.2.3.1.11 Planta de Tratamiento de Riles.

Objetivo : Tratar las emisiones líquidas para que cumplan con norma de vertido a curso de agua superficial.

Materialidad : Varios

Imagen de Referencia:



Esta planta consta con dos etapas principales, el reactor de tratamiento biológico (izquierda) y el sedimentador separador de lodos (derecha).

5.4.2.4 Formas de uso de los productos obtenidos.

Como se ha estipulado en el presente informe se ha evaluado la producción de Carbonato de Calcio y de concha fragmentada, los usos propuestos son:

Material Adsorbente - Remoción de metales pesados.

El CaCO_3 ha sido utilizado para remoción Hg^2 , Pb^2 , Ni^2 , Cd^2 , Cr^3 , Co^3 , Zn^2 , Mn^2 , Fe^3 , y Cu^2 . El producto obtenido a partir del procesamiento de residuos forma micropartículas. Dichas micropartículas presentan una eficiencia de remoción de 99,9% para Pb^{+2} , 99,5% para Cr^{+3} y 99,3% para Fe^{+3} (Lin et al., 2020). El mecanismo de remoción de los metales pesados es una reacción de intercambio iónico entre el calcio y los iones de metales pesados, que da como resultado una recristalización del complejo formado.

Desde un punto de vista práctico para uso estipulado el producto obtenido se utiliza de la siguiente manera:

Gases

Los gases con metales pesados o compuestos azufrados, se burbujan en una solución/suspensión de carbonato de calcio, en una relación de flujo/volumen que se debe determinar de manera empírica dependiendo del gas a tratar y el tipo de contaminante que contenga.

Otro método de mayor aplicación es el uso del proceso de scrubbing que es un proceso ampliamente usado para la remoción de contaminantes en gases.

Los scrubbers son sistemas de depuración de emisiones atmosféricas. Gracias a su tecnología, se despoja una emisión de los gases contaminantes que porta compuestos nocivos para la atmósfera, como el azufre y metales pesados. El scrubber, que tiene forma de depósito cilíndrico, captura este gas y mediante un líquido, neutraliza los componentes contaminantes.

Este líquido puede ser agua, un reactivo químico o una mezcla de ambos (**Solución de carbonato de calcio**), dependiendo de los contaminantes a tratar.

El resultado del contacto del líquido con el gas es siempre el mismo: la separación de las moléculas contaminantes. Así, obtenemos un gas limpio, sin toxicidad y cuyas emisiones no perjudican a la atmósfera. Mientras que el precipitado puede ser dispuesto como residuo sólido.

Líquidos

EL proceso es similar al mencionado anteriormente donde el carbonato de calcio producido es vertido al líquido contaminado, formándose el precipitado anteriormente mencionado, esta mezcla puede ser alimentada a un decantador para por fondo remover el complejo con metal pesado y por tope el agua sin contaminantes.

Restauración de suelos

En este caso podemos dividir el efecto en dos partes:

a.- Mejorador de suelos

El Carbonato de Calcio posee dos efectos para cumplir su rol de mejorador de suelos. El primero es la mejora que produce en el pH del suelo por la interacción del CO_3^{-2} y como consecuencia de esto deja disponible el Calcio como nutriente. La forma de aplicación es a través de la aplicación por riego de una solución de carbonato de calcio en concentración y cantidad a definir de manera empírica de acuerdo a las características del suelo. Otra forma de aplicación es a través del proceso de encalado que consiste en adicionar el carbonato de calcio en polvo de manera directa durante el proceso de rastraje y mezcla.

b.- Remediador de suelos

En este caso el principio de funcionamiento es el mismo que en la adsorción de metales pesados, pero la aplicación en suelos es a partir de regadío dejando no disponibles los metales pesados al disminuir su solubilidad. El proceso de aplicación es igual al utilizado usándolo como mejorador de suelos.

Como elemento aglomerante.

Este producto considera la producción una concha limpia, de tamaño pequeño y uniforme para ser usado en conjunto con otros materiales tales como yeso, cemento, arcilla u otro creando un material aglomerado que puede ser utilizado para la elaboración de artículos de decoración u otros que se estimen convenientes. La mezcla de productos debe ser determinada por quien utilice el producto y el efecto/acabado que quiera lograr.

5.4.2.5 Evaluación económica

Resumen

Para el análisis de costos, se consideró la siguiente fuente de información:

- **Tarifa eléctrica:** Si bien la potencia instalada es de 520 kW, dado este valor es muy probable que la factibilidad eléctrica sea inferior a los 500 kW lo que indicaría que la planta estaría sujeta a una tarifa regulada AT 4.3. De los valores publicados en la zona se desprende el costo del kWh monómico utilizado en esta evaluación.
- **Combustible:** Se considera tabla de precios de paridad ENAP adicionando los costos comerciales asociados a la zona.
- **Insumo:** Se consideran valores de mercado consultados.
- **Ingresos:** Se considera que todo lo producido se vende.
- **Mano de obra:** Se considera la siguiente estructura

Tabla 19. Estructura de costos de mano de obra (Fuente: elaboración propia)

Operación Directa	Nomina Fija		Nomina Temporal	
	Cantidad	Remuneración	Cantidad	Remuneración
Recepción	1	\$ 700.000	1	\$ 550.000
Lavado con NaOH			1	\$ 500.000
Molienda			1	\$ 600.000
Pre Secado			1	\$ 600.000
Secado	1	\$ 700.000		
Calidad			1	\$ 600.000
Total		\$ 1.400.000		\$ 2.850.000
3 Turnos		\$ 4.200.000		\$ 8.550.000

Estructura Fija	Cantidad	Remuneración
Gerente Planta	1	\$ 3.000.000
Jefe Calidad	1	\$ 2.000.000
Asistente Calidad	1	\$ 1.000.000
Jefe Comercial	1	\$ 2.000.000
Asistente Comercial	1	\$ 1.000.000
Portero	1	\$ 600.000
Auxiliares	1	\$ 500.000
		\$ 10.100.000

Costo Empresa	\$ 25.000.000	\$ 14.400.000
----------------------	----------------------	----------------------

Por otro lado, si bien se incluirá en este informe los resultados del análisis de última línea, no se recomienda centrar las decisiones en éste (si en EBITDA⁴), ya que sus variables dependen de factores inciertos como:

- No se sabe si se financiará la operación con recursos propios o financiamiento externo (Intereses).
- No se sabe por cual mecanismo de depreciación optará el inversor.

⁴ Es el resultado antes de intereses, impuestos, amortizaciones y depreciaciones. Se considera como el beneficio bruto de la explotación

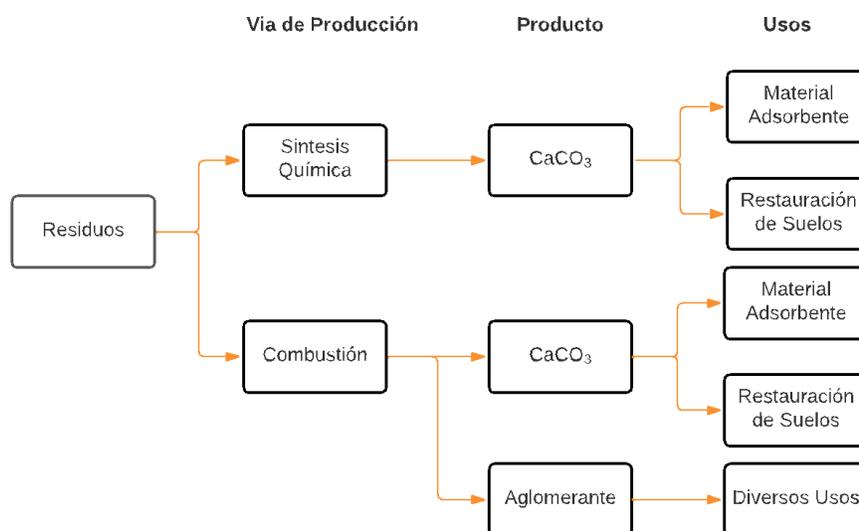
- No se sabe si el inversor separará partidas para depreciar.
- No se sabe si dentro del análisis el inversor optará por salir del negocio a un periodo determinado generando la venta de la empresa.
- No se sabe a qué régimen tributario adscribirá la empresa.

Por lo tanto, se considerará:

- Impuesto 29%
- Depreciación lineal a 10 años.
- Financiamiento propio (No existen costos financieros ni amortizaciones).

A continuación, se presenta un esquema resumen de resultados obtenidos para la evaluación de los productos generados CaCO_3 y elemento aglomerante. El CaCO_3 es aplicable a dos usos (Material Adsorbente y Restauración de Suelos) y puede ser producido por dos vías (química o combustión) y el elemento aglomerante se produce sólo por combustión.

Figura 35. Esquema resumen de resultados obtenidos para la evaluación de los productos generados CaCO_3 y elemento aglomerante (Fuente: elaboración propia)



A continuación, se presentan los principales indicadores y variables usados en la evaluación económica.

- TD** : La tasa de descuento permite calcular el valor actual neto (VAN) de una inversión y así determinar si un proyecto es rentable o no.
- VAN** : El Valor Actual Neto (VAN) es una herramienta que permite determinar la viabilidad económica de un proyecto. El VAN es igual al desembolso de la inversión inicial del proyecto más el valor actual de los flujos futuros de dicho proyecto.

PRK	:	El periodo de recuperación de capital (PRK) o payback se refiere al tiempo que le toma a un negocio recuperar el capital invertido inicialmente.
TIR	:	La TIR es la tasa de descuento con la que el valor actual neto (VAN) se iguala a cero o, dicho de otra manera, la tasa que iguala la suma del valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previstos.
Costo de Producción	:	Es el costo (considerando los costos fijos y variables) de producción de cada kilo de producto.
Precio de equilibrio	de :	Es el precio de venta que permite, en un horizonte de 10 años, que el VAN del proyecto sea cero.
EBITDA	:	Es el resultado antes de intereses, impuestos, amortizaciones y depreciaciones. Se considera como el beneficio bruto de la explotación.
Ultima Línea	:	Es el resultado final del análisis de flujo de caja de un periodo determinada o un determinado ejercicio, pero después de restar los conceptos de intereses, impuestos, amortizaciones y depreciaciones.

Adicionalmente, para realizar la evaluación económica del proyecto, se utiliza una TD de 11% reportada en valoraciones de empresas del sector de acuerdo con la metodología basada en el WACC (Weighted Average Cost of Capital) y un horizonte de evaluación de 10 años, los supuestos considerados para la evaluación son: (i) generador de residuos dispone a costo cero (solo costo de traslado) en las plantas procesadoras de residuos, (ii) costos de combustibles y energía de acuerdo con lo reportado para otras empresas de la zona, (iii) costos de insumos se considera el abastecimiento granel y (iv) cabe destacar que por cada CLP 10 que aumente el costo de materia prima (residuo) se deben aumentar CLP 15,4 al precio de equilibrio determinado.

Adicionalmente, la evaluación económica del proyecto se realizó bajo el supuesto que se vende toda la producción a precio sugerido de venta. Esto dado que por bases técnicas y de acuerdo a la propuesta, en este trabajo no se desarrolla un estudio de mercado y demanda por los productos generados a partir de la reutilización de los residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de la mitilicultura. El precio sugerido trabajado se estimó considerando que se espera generar un margen del 25 al 30% por encima del costo de producción de productos a granel como el CaCO_3 .

Tabla 20. Resultados de evaluación económica para el proyecto, basados en los cálculos de última línea.

	Producción de CaCO ₃		Producción Elemento aglomerante
	Combustión	Síntesis Química	
TD	11%	11%	11%
VAN (CLP)	9.281.309.521	-12.821.636.322	6.495.117.301
PRK (Años)	5	3	4
TIR Comparable (594 CLP/kg)	25%	-	24% (*)
Precio Equilibrio (CLP/kg)	396	1883	342
Precio sugerido de venta (CLP/kg)	594	2825	518

En síntesis la Tabla 20 indica que la comparación de resultados se hace para la producción de CaCO₃ por dos vías de proceso distintas, química y combustión. Se comparan ambas alternativas (Combustión y Síntesis Química) al precio sugerido de venta de CaCO₃ por combustión (594 CLP/KG) ya que, tratándose del mismo producto, ambos procesos compiten entre sí, no siendo complementarios, generando mejores resultados la producción por combustión de CaCO₃. Los resultados del Elemento Aglomerante como parte del análisis no como elemento de comparación con el CaCO₃. Es necesario destacar que si bien los resultados de la evaluación del producto aglomerante es positiva, en términos económicos se orienta a un grupo de clientes de nicho con mucho menor volumen de colocación que para el CaCO₃.

A continuación, se presentan los flujos utilizados para los análisis y para los precios sugeridos de venta.

Producción de CaCO₃ por combustión (Precio de venta 470 CLP/kg y 594 CLP/kg para el análisis de flujo de caja)

Tabla 21. Producción de CaCO₃ por combustión, precio de venta **470 CLP/kg** para el análisis de flujo de caja.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
C. Variables	RRHH	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 72.000.000
	Insumos	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 896.000.000
	Electricidad	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 97.406.250
	GLP	\$ 344.960.000	\$ 344.960.000	\$ 344.960.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 344.960.000	\$ 344.960.000	\$ 1.724.800.000
	Otros	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 350.000.000
Total	\$ 628.041.250	\$ 628.041.250	\$ 628.041.250	\$ -	\$ 628.041.250	\$ 628.041.250	\$ 3.140.206.250						
C. Fijos	RRHH	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 300.000.000
	Electricidad	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 2.400.000
	Otros	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
Total	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 362.400.000

Costo CLP/kg	77	77	77								77	77	82
Producción (Kgs)	8.580.000	8.580.000	8.580.000								8.580.000	8.580.000	42.900.000
Precio de venta	\$ 470	\$ 470	\$ 470								\$ 470	\$ 470	\$ 20.163.000.000
Ingresos por venta	4.032.600.000	4.032.600.000	4.032.600.000								4.032.600.000	4.032.600.000	20.163.000.000

EBITDA	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ -	\$ 30.200.000	\$ -	\$ 30.200.000	\$ -	\$ 30.200.000	\$ -	\$ 30.200.000	\$ -	\$ 30.200.000	\$ -	\$ 30.200.000	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 16.660.393.750
--------	------------------	------------------	------------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------------------	------------------	-------------------

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Inversión/VR	\$ 11.872.000.000									\$ 23.620.511.250	
EBITDA	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	
Resultado	\$ -11.872.000.000	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 3.374.358.750	\$ 26.994.870.000	
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Impuestos	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	
Depreciación	\$ 3.442.880.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 471.376.150	\$ 978.564.038	\$ 978.564.038	\$ 978.564.038	\$ 978.564.038	\$ 978.564.038	\$ 7.828.512.300
Resultado UL	\$ -11.872.000.000	\$ 2.187.158.750	\$ 2.187.158.750	\$ 2.187.158.750	\$ 1.715.982.600	\$ 1.208.594.713	\$ 1.208.594.713	\$ 1.208.594.713	\$ 1.208.594.713	\$ 1.208.594.713	\$ 17.979.157.700

EBITDA		Ultima Linea	
TD	11%	TD	11%
TIR	31%	TIR	16%
VAN	\$7.207.550.961	VAN	\$3.493.205.733

Tabla 22. Producción de CaCO₃ por combustión, precio de venta 594 CLP/kg para el análisis de flujo de caja.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
C.Variables													
RRHH	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 72.000.000
Insumos	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 896.000.000
Electricidad	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 97.406.250
GLP	\$ 344.960.000	\$ 344.960.000	\$ 344.960.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 344.960.000	\$ 344.960.000	\$ 1.724.800.000
Otros	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 350.000.000
Total	\$ 628.041.250	\$ 628.041.250	\$ 628.041.250	\$ -	\$ 628.041.250	\$ 628.041.250	\$ 3.140.206.250						
C.Fijos													
RRHH	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 300.000.000
Electricidad	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Otros	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
Total	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 362.400.000
Costo CLP/kg	77	77	77								77	77	82
Producción (Kgs)	8.580.000	8.580.000	8.580.000								8.580.000	8.580.000	42.900.000
Precio de venta	\$ 594	\$ 594	\$ 594								\$ 594	\$ 594	\$ 25.482.600.000
Ingresos por venta	5.096.520.000	5.096.520.000	5.096.520.000								5.096.520.000	5.096.520.000	\$ 25.482.600.000
EBITDA	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 21.979.993.750							

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión/VR	\$ 11.872.000.000										\$ 31.067.951.250
EBITDA		\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750	\$ 4.438.278.750
Resultado	-\$ 11.872.000.000	\$ 4.438.278.750	\$ 35.506.230.000								
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ 3.442.880.000	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%	\$ 29%
Depreciación	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000
Resultado UL	-\$ 11.872.000.000	\$ 3.251.078.750	\$ 3.251.078.750	\$ 2.832.656.238	\$ 1.963.977.913	\$ 24.022.223.300					

EBITDA	
TD	11%
TIR	40%
VAN	\$12.852.300.260

Ultima Linea	
TD	11%
TIR	25%
VAN	\$9.281.309.521

Tabla 23. Producción de CaCO₃ por síntesis química, precio de venta **810 CLP/kg** para el análisis de flujo de caja.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
C.Variables													
RRHH	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 72.000.000
Insumos	\$ 2.406.800.000	\$ 2.406.800.000	\$ 2.406.800.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.406.800.000	\$ 2.406.800.000	\$ 12.034.000.000
Electricidad	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 97.406.250
GLP	\$ 197.120.000	\$ 197.120.000	\$ 197.120.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 197.120.000	\$ 197.120.000	\$ 985.600.000
Otros	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 350.000.000
Total	\$ 2.707.801.250	\$ 2.707.801.250	\$ 2.707.801.250	\$ -	\$ 2.707.801.250	\$ 2.707.801.250	\$ 13.539.006.250						
C.Fijos													
RRHH	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 300.000.000
Electricidad	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Otros	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
Total	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 362.400.000
Costo Clp/kg	319	319	319								319	319	324
Producción (kg)	8.580.000	8.580.000	8.580.000								8.580.000	8.580.000	42.900.000
Precio de venta	810	810	810								810	810	
Ingresos por venta	6.949.800.000	6.949.800.000	6.949.800.000								6.949.800.000	6.949.800.000	\$ 34.749.000.000
EBITDA	\$ 4.211.798.750	\$ 4.211.798.750	\$ 4.211.798.750	\$ 30.200.000	\$ 20.847.593.750								
Inversión/VR	\$ 12.192.800.000												38.289.079.545
EBITDA		\$ 4.211.798.750											
Resultado	-\$ 12.192.800.000	\$ 4.211.798.750	\$ 34.077.280.795										
Intereses													
Amortizaciones													
Impuestos		29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Depreciación	\$ 3.535.912.000				\$ 128.352.913	\$ 1.221.421.638	\$ 1.219.280.000						
Resultado UL	-\$ 12.192.800.000	\$ 2.992.518.750	\$ 2.992.518.750	\$ 2.864.165.838	\$ 1.771.097.113	\$ 35.296.560.795							
EBITDA													
TD		11%											
TIR		37%											
VAN		\$11.361.675.696											
Ultima Línea													
TD													11%
TIR													
VAN													-\$10.744.231.067

Tabla 24. Producción de CaCO₃ por síntesis química, precio de venta 2.825 CLP/kg para el análisis de flujo de caja.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
C.Variables													
RRHH	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 72.000.000
Insumos	\$ 2.406.800.000	\$ 2.406.800.000	\$ 2.406.800.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.406.800.000	\$ 2.406.800.000	\$ 12.034.000.000
Electricidad	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 97.406.250
GLP	\$ 197.120.000	\$ 197.120.000	\$ 197.120.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 197.120.000	\$ 197.120.000	\$ 985.600.000
Otros	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 350.000.000
Total	\$ 2.707.801.250	\$ 2.707.801.250	\$ 2.707.801.250	\$ -	\$ 2.707.801.250	\$ 2.707.801.250	\$ 13.539.006.250						
C.Fijos													
RRHH	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 300.000.000
Electricidad	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Otros	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
Total	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 362.400.000
Costo CLP/kg	319	319	319								319	319	324
Producción (kg)	8.580.000	8.580.000	8.580.000								8.580.000	8.580.000	42.900.000
Precio de venta	\$ 2.825	\$ 2.825	\$ 2.825								\$ 2.825	\$ 2.825	\$ 42.900.000
Ingresos por venta	24.238.500.000	24.238.500.000	24.238.500.000								24.238.500.000	24.238.500.000	121.192.500.000
EBITDA	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 107.201.093.750							

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión/VR	\$ 12.192.800.000										\$ 195.459.079.545
EBITDA	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750
Resultado	\$ 12.192.800.000	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 21.500.498.750	\$ 173.958.580.795
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Depreciación	\$ 3.535.912.000	\$ 2.699.232.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 6.235.144.638	\$ 50.447.988.431
	\$ -	\$ 1.219.280.000	\$ -	\$ 1.219.280.000	\$ -	\$ 1.219.280.000	\$ -	\$ 1.219.280.000	\$ -	\$ 1.219.280.000	\$ -
Resultado UL	\$ 12.192.800.000	\$ 17.581.986.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 14.046.074.113	\$ 124.729.872.365

EBITDA		Última Línea	
TD	11%		11%
TR	176%		1%
VAN	\$103.088.851.790		\$22.377.082.184

Si bien se ve atractivo la venta de CaCO₃ producida por vía química al precio de 2.825 CLP/kg se percibe inviable por los precios en que se ofrece el mismo producto en el mercado y el mismo producto obtenido por combustión.

Producción de Aglomerante

De la misma manera se analizan los flujos de caja para la producción de elemento aglomerante a los precios sugeridos de venta de 425 CLP/kg. y 518 CLP/kg.

Tabla 25. Flujo de caja para la producción de elemento aglomerante al precio de venta de 425 CLP/kg.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
C. Variables															
RRHH	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 72.000.000		
Insumos	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 896.000.000		
Electricidad	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 97.406.250		
GLP	\$ 93.139.200	\$ 93.139.200	\$ 93.139.200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 93.139.200	\$ 93.139.200	\$ 465.696.000		
Otros	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 350.000.000		
Total	\$ 376.220.450	\$ 376.220.450	\$ 376.220.450	\$ -	\$ 376.220.450	\$ 376.220.450	\$ 1.881.102.250								
C. Fijos															
RRHH	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 300.000.000		
Electricidad	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 2.400.000		
Otros	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000		
Total	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 362.400.000		
Costo CLP/kg	47	47	47								47	47	52		
Producción (Kgs)	8.580.000	8.580.000	8.580.000								8.580.000	8.580.000	42.900.000		
Precio de venta	\$ 425	\$ 425	\$ 425								\$ 425	\$ 425			
Ingresos por venta	3.646.500.000	3.646.500.000	3.646.500.000								3.646.500.000	3.646.500.000	\$ 18.232.500.000		
EBITDA	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 15.988.997.750							

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión/VR	\$ 11.872.000.000										\$ 29.455.268.636
EBITDA	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550	\$ 3.240.079.550
Resultado	-\$ 11.872.000.000	\$ 3.240.079.550	\$ 32.695.348.186								
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Depreciación	-\$ 3.442.880.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 315.612.278	\$ 939.623.070	\$ 939.623.070	\$ 939.623.070	\$ 939.623.070	\$ 939.623.070	\$ 9.481.650.974
Resultado UL	-\$ 11.872.000.000	\$ 2.052.879.550	\$ 2.052.879.550	\$ 2.052.879.550	\$ 1.737.267.272	\$ 1.113.256.481	\$ 22.026.497.212				

EBITDA	
TD	11%
TIR	31%
VAN	\$6.495.117.301

Ultima Línea	
TD	11%
TIR	17%
VAN	\$4.285.378.781

Tabla 26. Flujo de caja para la producción de elemento aglomerante al precio de venta de 518 CLP/kg.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
C. Variables	RRHH	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ 14.400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.400.000	\$ 72.000.000
	Insumos	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ 179.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 179.200.000	\$ 896.000.000
	Electricidad	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ 19.481.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.481.250	\$ 97.406.250
	GLP	\$ 93.139.200	\$ 93.139.200	\$ 93.139.200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 93.139.200	\$ 465.696.000
	Otros	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70.000.000	\$ 350.000.000
Total	\$ 376.220.450	\$ 376.220.450	\$ 376.220.450	\$ -	\$ 1.881.102.250									
C. Fijos	RRHH	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 300.000.000	
	Electricidad	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 2.400.000	
	Otros	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000	
	Total	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000	\$ 362.400.000
Costo CLP/kg	47	47	47								47	47	52	
Producción (Kgs)	8.580.000	8.580.000	8.580.000								8.580.000	8.580.000	42.900.000	
Precio de venta	\$ 518	\$ 518	\$ 518	\$ 518							\$ 518	\$ 518	\$ 27.222.200.000	
Ingresos por venta	4.444.440.000	4.444.440.000	4.444.440.000								4.444.440.000	4.444.440.000	\$ 22.222.200.000	
EBITDA	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 30.200.000	\$ 4.038.019.550	\$ 19.978.697.750								

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión/VR	\$ 11.872.000.000										\$ 36.709.268.636
EBITDA	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550	\$ 4.038.019.550
Resultado	-\$ 11.872.000.000	\$ 4.038.019.550	\$ 40.747.288.186								
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ 3.442.880.000	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Depreciación	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.187.200.000	\$ 1.171.025.670	\$ 1.171.025.670	\$ 1.171.025.670	\$ 1.171.025.670	\$ 1.171.025.670	\$ 1.171.025.670	\$ 1.171.025.670
Resultado UL	-\$ 11.872.000.000	\$ 2.850.819.550	\$ 2.850.819.550	\$ 2.780.622.542	\$ 1.679.793.881	\$ 27.743.374.612					

EBITDA	
TD	11%
TIR	37%
VAN	\$10.728.679.275

Última Línea	
TD	11%
TIR	23%
VAN	\$9.018.206.938

Gráficas de Sensibilidad

A continuación, se presentan los comportamientos de distintos indicadores financieros en función del precio de venta de acuerdo con el análisis hecho sobre EBITDA o sobre Última Línea.

CaCO₃ producido por combustión



Figura 36. Comportamiento de la TIR en función del precio de venta

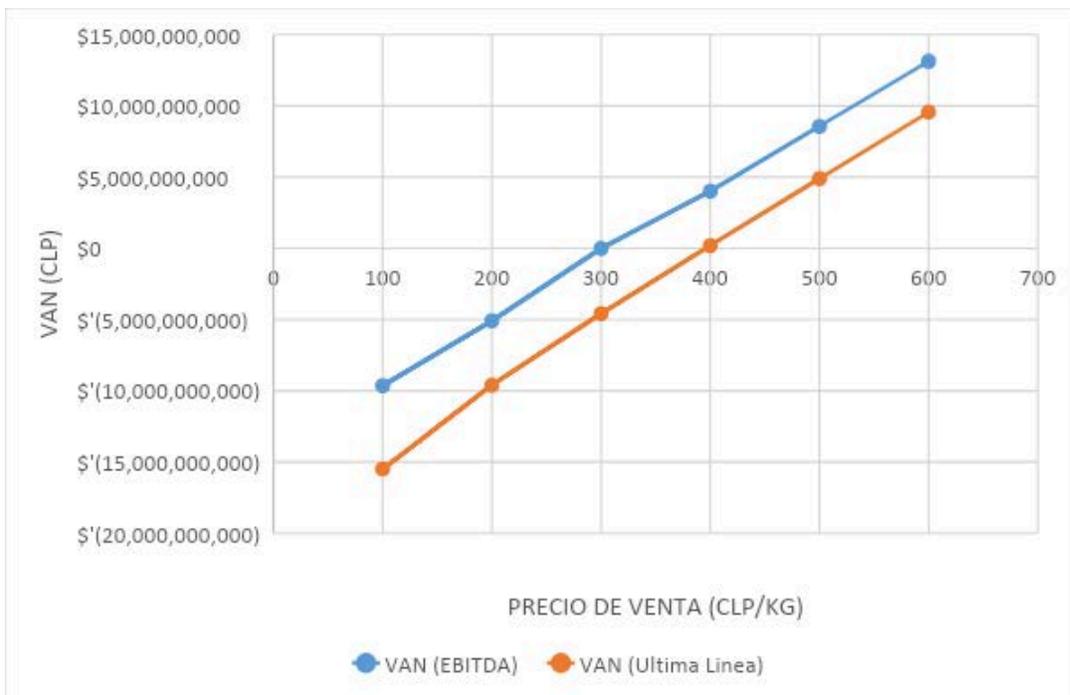


Figura 37. Comportamiento del VAN en función del precio de venta.

CaCO₃ producido por vía química

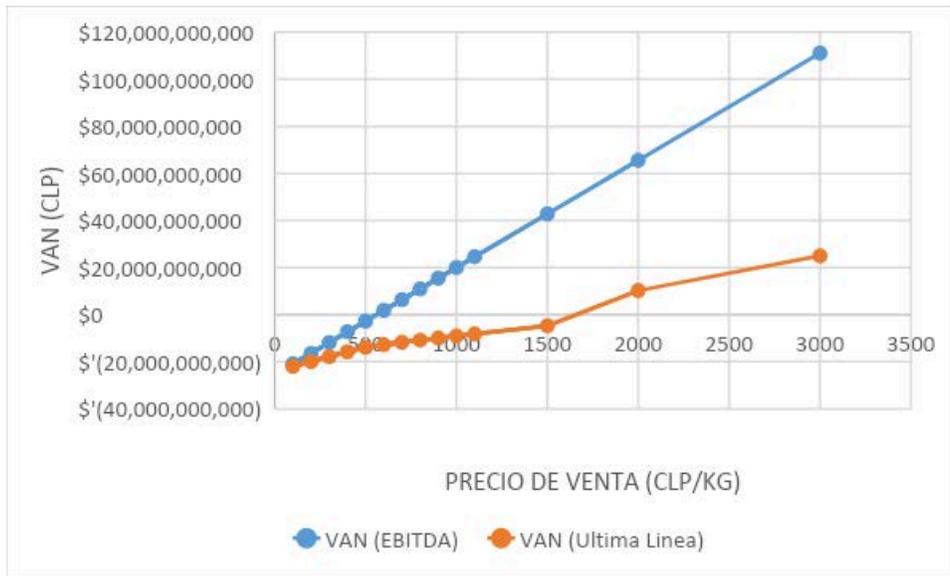


Figura 38. Comportamiento del VAN en función del precio de venta.

Producción de Aglomerante



Figura 39. Comportamiento de la TIR en función del precio de venta.



Figura 40. Comportamiento del VAN en función del precio de venta.

Zona Norte

La producción de residuos en la zona norte solo representa el 20% del total nacional de residuos, tal como se puede apreciar en la Figura 41.

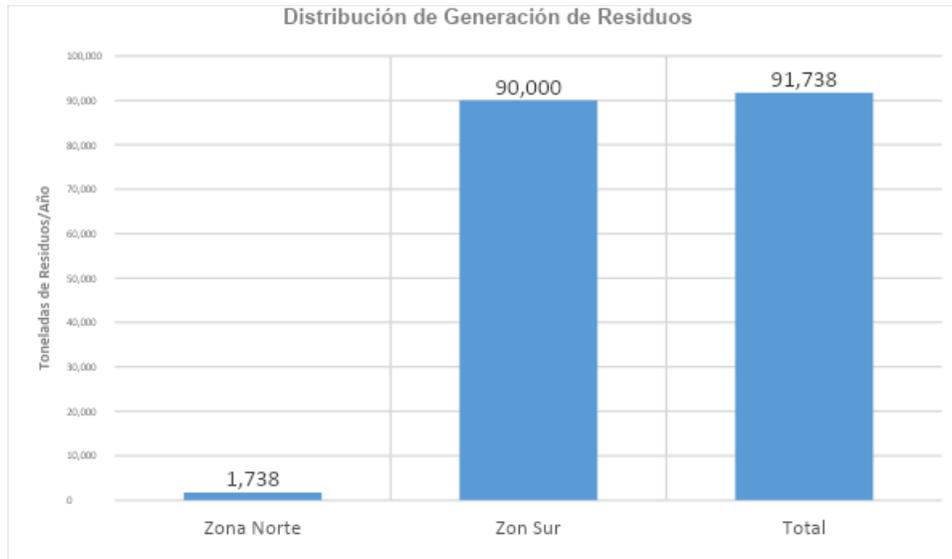


Figura 41. Comparación de producción de residuos en diferentes zonas de Chile. (Fuente: elaboración propia)

Al comparar los proyectos entre zonas arroja el siguiente resultado (Tabla 27):

Tabla 27. Comparación de evaluación económica del mismo proyecto en las zonas norte y sur del país.

	CaCO ₃ - Zona Sur	CaCO ₃ - Zona Norte
TD	11%	11%
VAN (CLP)	7.207.550.962	-4.113.495.865
PRK (Años)	4	3
TIR Comparable	36%	-9%
Precio Equilibrio (CLP/kg)	311	745
Precio sugerido de venta (CLP/kg)	470	1118

De acuerdo con lo anterior no se recomienda implementar proyecto en la zona norte de Chile. Esto debido a:

- Baja escala comparada con las plantas del sur.
- Disminución de inversión no proporcional a los kilogramos a procesar.
- Costos asociados no competitivos comparados con la misma realidad de la zona sur.

Comentarios Generales

- En ambos casos el CaCO₃ obtenido es un polvo fino blanco de menos de 5% de humedad cuyas características adicionales deben definirse a través de análisis en función de la producción de un prototipo.
- El elemento aglomerante puede variar su tamaño de partícula en función de la malla o criba que ocupen los molinos lo que no significa un costo adicional de inversión ni de operación.

5.4.3 Estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados.

La determinación del valor residual de los desechos orgánicos sólidos de la industria procesadora de moluscos provenientes de la acuicultura aquí presentada sigue el método propuesto en la sección 5.3.4 de este informe.

Primero, respecto del valor de no-uso, la Tabla 28 presenta las estimaciones de emisiones y efluentes bajo escenarios S/PROYECTO y C/PROYECTO. La sección C/PROYECTO se basa en el supuesto que se construyen y operan, en la zona sur, dos (2) plantas para la utilización de los residuos sólidos orgánicos post-proceso de chorito de la acuicultura. Las columnas bajo el título NETO muestran el ahorro (con signo negativo) o generación de emisiones de los contaminantes identificados al considerar la operación de las dos plantas consideradas.

Tabla 28. Estimación de emisiones y fuentes S/Proyecto y C/proyecto (base a dos plantas proyectadas)

IMPACTOS	Factor emisión (fe)	Unidades	S/ PROYECTO						C/ PROYECTO (2 Plantas)						NETO	
			Nivel de Actividad (Na)	Unidades	Emisiones	Unidades	Emisiones	Unidades	Nivel de Actividad (Na)	Unidades	Emisiones	Unidades	Emisiones	Unidades	Emisiones	Unidades
Emisiones Resuspensión Transporte Camino pavimentado ²⁾																
MP10	9,78E+01	g/km	43.927.163	km /año	4.296	t/año	2.472	t/año	29.186.195	km /año	2.854,45	t/año	1.623,82	t/año	-847,93	t/año
MP2.5	9,69E+00	g/km	43.927.163	km /año	426	t/año	245	t/año	29.186.195	km /año	282,87	t/año	160,92	t/año	-84,03	t/año
Emisiones Combustión Transporte																
MP10 ¹⁾	1,38E-01	g/km	43.927.163	km /año	6,05	t/año	6,05	t/año	29.186.195	km /año	4,02	t/año	4,02	t/año	-2,03	t/año
MP2.5 ¹⁾	1,38E-02	g/km	43.927.163	km /año	0,60	t/año	0,60	t/año	29.186.195	km /año	0,40	t/año	0,40	t/año	-0,20	t/año
CO ¹⁾	6,08E-01	g/km	43.927.163	km /año	26,70	t/año	26,70	t/año	29.186.195	km /año	17,74	t/año	17,74	t/año	-8,96	t/año
NOx ¹⁾	1,57E+00	g/km	43.927.163	km /año	68,98	t/año	68,98	t/año	29.186.195	km /año	45,83	t/año	45,83	t/año	-23,15	t/año
SO2 ²⁾	4,70E-03	g/km	43.927.163	km /año	0,21	t/año	0,21	t/año	29.186.195	km /año	0,14	t/año	0,14	t/año	-0,07	t/año
NH3 ¹⁾	3,00E-03	g/km	43.927.163	km /año	0,13	t/año	0,13	t/año	29.186.195	km /año	0,09	t/año	0,09	t/año	-0,04	t/año
CO ₂ ³⁾	9,10E+02	g/km	43.927.163	km /año	39.974	t/año	39.973,72	t/año	29.186.195	km /año	26.559,44	t/año	26.559,44	t/año	-13.414,28	t/año
Emisiones Operación Vertedero ^{2) y 4)}																
MP10	2,36E-06	t/t _{MP} -año	333.413	t _{MP} /año	0,79	t/año	0,40	t/año	201.413	t _{MP} /año	0,47	t/año	0,24	t/año	-0,16	t/año
MP2.5	1,66E-06	t/t _{MP} -año	333.413	t _{MP} /año	0,55	t/año	0,28	t/año	201.413	t _{MP} /año	0,33	t/año	0,17	t/año	-0,11	t/año
CO	1,77E-05	t/t _{MP} -año	333.413	t _{MP} /año	5,90	t/año	5,90	t/año	201.413	t _{MP} /año	3,56	t/año	3,56	t/año	-2,33	t/año
NOx	5,64E-05	t/t _{MP} -año	333.413	t _{MP} /año	18,81	t/año	18,81	t/año	201.413	t _{MP} /año	11,37	t/año	11,37	t/año	-7,45	t/año
SO2	1,51E-08	t/t _{MP} -año	333.413	t _{MP} /año	0,005	t/año	0,005	t/año	201.413	t _{MP} /año	0,003	t/año	0,003	t/año	0,00	t/año
NH3	4,09E-09	t/t _{MP} -año	333.413	t _{MP} /año	0,001	t/año	0,001	t/año	201.413	t _{MP} /año	0,001	t/año	0,001	t/año	0,00	t/año
Emisiones Revalorización																
MP10									6.600	h/año	3,96	t/año	2,00	t/año	2,00	t/año
MP2.5	6,00E-01	kg/h							6.600	h/año	145,20	t/año	145,20	t/año	145,20	t/año
CO	2,20E+01	kg/h							6.600	h/año	42,64	t/año	42,64	t/año	42,64	t/año
NOx	6,46E+00	kg/h							6.600	h/año	1,98	t/año	1,98	t/año	1,98	t/año
SO2	3,00E-01	kg/h							6.600	h/año	3,96	t/año	3,96	t/año	3,96	t/año
NH3	6,00E-01	kg/h							6.600	h/año	13.985,51	t/año	13.985,51	t/año	13.985,51	t/año
CO ₂ ³⁾	2,12E+03	kg/h							6.600	h/año						
Efuentes Revalorización																
Sólidos Suspendidos	3,20E-01	kg/h							6.600	h/año	2,11	t/año	2,11	t/año	2,11	t/año
Nitrógeno Orgánico	1,00E-01	kg/h							6.600	h/año	0,66	t/año	0,66	t/año	0,66	t/año
Nitrógeno Amoniacal	2,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,13	t/año	0,13	t/año	0,13	t/año
Aceites y Grasas	2,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,13	t/año	0,13	t/año	0,13	t/año
Fosfatos	2,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,13	t/año	0,13	t/año	0,13	t/año
Nitratos	6,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,40	t/año	0,40	t/año	0,40	t/año

A partir de la literatura sobre el costo social de los principales contaminantes (emisiones) identificados y cuantificados en Tabla 28, Marten & Newbold (2012), Kaufman et al. (2020), Mendoza et al. (2019), Yoo et al. (2022) y Ng et al. (2020), se obtuvieron estimaciones del costo social marginal asignado a una unidad de contaminante en el ambiente. Los contaminantes para los que se encontró estimaciones de costo social son MP10, MP2.5, CO, NOx, SO2, NH3 y CO2 y se listan en la Tabla 29, en términos de los valores originalmente estimados por estos autores.

Tabla 29. Costo marginal social (medido en USD, AUD o KRW) de una ton de contaminante en el ambiente.

Referencia Fuente	Unidades	MP10	MP2.5	CO	NOx	SO2	NH3	CO2
Marten & Newbold, 2012	USD 2007/ton							33
Kaufman et al., 2020	USD 2018/ton							52
						11.33		1.10
Yoo et al., 2022	USD 2019/ton	21.260	37.130		11.550	0		0
							16.66	
Ng et al, 2020	AUD 2014/ton			0,7	42.125	6.745	0	170
	KRW	2.300.00	5.113.80		458.20			
Moon et al. 2021	2016/ton	0	0		0			

Siguiendo la metodología planteada sobre transferencia de beneficios de Figueroa & Pasten (2011) se procedió convertir los valores presentados en la Tabla 29 a aquellos correspondientes para la economía nacional y además se transformaron a USD año 2021. El Anexo 7. Método transferencia beneficios aplicada a valores costo social marginal de contaminantes de interés para estudio presenta los datos utilizados para esta transformación.

La Tabla 30 muestra los valores de costo social por toneladas de contaminante en el ambiente, corregidos para la economía nacional. Se usaron los valores promedios de esta tabla para las estimaciones de este estudio.

Tabla 30. Costo marginal social (USD 2021/ton) de contaminantes en el ambiente ajustado para Chile en base al método de transferencia de beneficios.

Referencia Fuente	Unidades	MP10	MP2.5	CO	NOx	SO2	NH3	CO2
Marten & Newbold, 2012	USD 2021/ton							26
Kaufman et al., 2020	USD 2021/ton							35
Yoo et al., 2022	USD 2021/ton	15.300	26.721		8.312	8.154		792
	USD						8.37	
Ng et al, 2020	USD 2021/ton			0	21.178	3.391	6	85
	USD							
Moon et al. 2021	USD 2021/ton	1.608	3.575		320			0

						8.37	
Promedio	8.454	15.148	0,36	9.937	5.772	6	188

A continuación, utilizando los datos de la Tabla 28 y de la Tabla 30 es posible estimar el valor económico de no-uso, como ahorro total en el costo social evitado producto la reutilización de los residuos orgánicos sólidos de la acuicultura por parte de 1 de las plantas consideradas en este informe, lo que se presenta en la Tabla 31. Así, considerando que 2 plantas procesan 132 mil toneladas de materia prima al año, el valor económico de no-uso estimado es de 61,84 USD₂₀₂₁ / ton de materia prima de residuos reutilizados.

Tabla 31. Estimación del valor económico de no-uso, como ahorro total en el costo social evitado producto la reutilización de los residuos orgánicos sólidos de la acuicultura.

IMPACTOS	Factor emisión (fe)	Unidades	S/ PROYECTO				C/ PROYECTO (2 Plantas)				NETO		COSTO SOCIAL					
			Nivel de Actividad (Na)	Unidades	Emisiones	Unidades	Nivel de Actividad (Na)	Unidades	Emisiones	Unidades	Emisiones	Unidades	Valor Marginal (USD 2021/ton)	Total				
Emisiones Resuspensión Transporte Camino pavimentado																		
MP10	9,78E+01	g/km	43.927.163	km /año	4.296	t/año	2.472	t/año	29.186.195	cm /año	2.854,45	t/año	1.623,82	t/año	-847,93	t/año	8.454	-\$ 7.168.327
MP2.5	9,69E+00	g/km	43.927.163	km /año	426	t/año	245	t/año	29.186.195	cm /año	282,87	t/año	160,92	t/año	84,03	t/año	15.148	-\$ 1.272.848
Emisiones Combustión Transporte																		
MP10 ¹¹	1,38E-01	g/km	43.927.163	km /año	6,05	t/año	6,05	t/año	29.186.195	cm /año	1,02	t/año	1,02	t/año	-2,03	t/año	8.454	-\$ 17.156
MP2.5 ¹¹	1,38E-02	g/km	43.927.163	km /año	0,60	t/año	0,60	t/año	29.186.195	cm /año	0,40	t/año	0,40	t/año	0,20	t/año	15.148	-\$ 3.074
CO ¹²	6,68E-01	g/km	43.927.163	km /año	26,70	t/año	26,70	t/año	29.186.195	cm /año	7,74	t/año	17,74	t/año	-8,96	t/año	0,36	-\$ 3
NOx ¹³	1,57E+00	g/km	43.927.163	km /año	68,98	t/año	68,98	t/año	29.186.195	cm /año	45,83	t/año	45,83	t/año	-23,15	t/año	9.937	-\$ 230.035
SO2 ²⁴	4,70E-03	g/km	43.927.163	km /año	0,21	t/año	0,21	t/año	29.186.195	cm /año	0,14	t/año	0,14	t/año	0,07	t/año	5.772	-\$ 400
NH3 ¹⁵	3,00E-03	g/km	43.927.163	km /año	0,13	t/año	0,13	t/año	29.186.195	cm /año	0,09	t/año	0,09	t/año	-0,04	t/año	8.376	-\$ 370
CO2 ²⁵	9,10E+02	g/km	43.927.163	km /año	39.974	t/año	39.973,72	t/año	29.186.195	cm /año	26.559	t/año	26.559	t/año	-13.414	t/año	188	-\$ 2.517.914
Emisiones Operación Vertedero^{26,27}																		
MP10	2,36E-06	t _{PM10} /año	333.413	t _{PM10} /año	0,79	t/año	0,40	t/año	201.413	t _{PM10} /año	0,47	t/año	0,24	t/año	-0,16	t/año	8.454	-\$ 1.327
MP2.5	1,66E-06	t _{PM2.5} /año	333.413	t _{PM2.5} /año	0,55	t/año	0,28	t/año	201.413	t _{PM2.5} /año	0,33	t/año	0,17	t/año	-0,11	t/año	15.148	-\$ 1.669
CO	1,77E-05	t _{CO} /año	333.413	t _{CO} /año	5,90	t/año	5,90	t/año	201.413	t _{CO} /año	3,56	t/año	3,56	t/año	2,33	t/año	0,36	\$ 1
NOx	5,64E-05	t _{NOx} /año	333.413	t _{NOx} /año	18,81	t/año	18,81	t/año	201.413	t _{NOx} /año	11,37	t/año	11,37	t/año	-7,45	t/año	9.937	-\$ 74.019
SO2	1,51E-08	t _{SO2} /año	333.413	t _{SO2} /año	0,005	t/año	0,005	t/año	201.413	t _{SO2} /año	0,003	t/año	0,003	t/año	0,00	t/año	5.772	-\$ 12
NH3	4,09E-09	t _{NH3} /año	333.413	t _{NH3} /año	0,001	t/año	0,001	t/año	201.413	t _{NH3} /año	0,001	t/año	0,001	t/año	0,00	t/año	8.376	\$ 5
Emisiones Revalorización																		
MP10									6.600	h/año	3,96	t/año	2,00	t/año	2,00	t/año	8.454	\$ -
MP2.5	6,00E-01	kg/h							6.600	h/año	145,20	t/año	145,20	t/año	145,20	t/año	15.148	\$ 30.240
CO	2,20E+01	kg/h							6.600	h/año	42,64	t/año	42,64	t/año	42,64	t/año	0,36	\$ 53
NOx	6,46E+00	kg/h							6.600	h/año	1,98	t/año	1,98	t/año	1,98	t/año	9.937	\$ 423.670
SO2	3,00E-01	kg/h							6.600	h/año	3,96	t/año	3,96	t/año	3,96	t/año	5.772	\$ 11.429
NH3	6,00E-01	kg/h							6.600	h/año	13.985,51	t/año	13.985,51	t/año	13.985,51	t/año	8.376	\$ 33.168
CO2 ²⁸	2,12E+03	kg/h							6.600	h/año	0,40	t/año	0,40	t/año	0,40	t/año	188	\$ 2.625.136
Efluentes Revalorización																		
Sólidos Suspensivos	3,20E-01	kg/h							6.600	h/año	2,11	t/año	2,11	t/año	2,11	t/año	s/i	s/i
Nitrógeno Orgánico	1,00E-01	kg/h							6.600	h/año	0,66	t/año	0,66	t/año	0,66	t/año	s/i	s/i
Nitrógeno Amoniacal	2,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,13	t/año	0,13	t/año	0,13	t/año	s/i	s/i
Aceites y Grasas	2,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,13	t/año	0,13	t/año	0,13	t/año	s/i	s/i
Fosfatos	2,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,13	t/año	0,13	t/año	0,13	t/año	s/i	s/i
Nitratos	6,00E-02	kg/h							6.600	h/año	0,40	t/año	0,40	t/año	0,40	t/año	s/i	s/i
Total Costo Social -\$ 8.163.464																		

Respecto del componente de valor de uso, la Tabla 32 muestra los valores estimados (USD 2021/ton) a partir de los resultados del análisis económico de la planta de proceso tipo propuesta para la zona sur, que corresponden a 11,59 y 10,45 USD₂₀₂₁ por ton de materia prima procesada para CaCO₃ combustión y CaCO₃ Antimicrobiano, respectivamente.

Tabla 32. Cálculo del valor de uso de los residuos por tonelada de materia prima reutilizada (Fuente: elaborado en base a resultados evaluación sección 5.4.2).

	CaCO ₃ Combustión
VAN \$ 2022, 10 años	7.207.550.962
VAN Anual \$ 2022/año	720.755.096
Capacidad Proceso Materia Prima (ton/año)	66.000
VAN /ton \$ 2022	10.921
Tipo cambio 2022	872,33
USD 2022	12,52
Cambio price index USA 2022-2021	0,074
USD 2021	11,59

Por tanto, agregando el valor de uso estimado (Tabla 32) al valor de no-uso, el “valor residual” total estimado por tonelada de materia prima es de 73,4 USD₂₀₂₁/ton.

Finalmente, considerando que el promedio de residuos orgánicos sólidos de mitílicos en Los Lagos es de 333.413 ton/año, se puede proyectar que con 5 plantas se podrían procesar 330 mil ton de residuos por un “valor residual” potencial anual de 24,23 millones USD de 2021.

5.4.3.1 *Proyección de Residuos, Productos y Valor Residual de la reutilización de residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de moluscos bivalvos de la acuicultura*

Primero, es importante señalar que los resultados de este estudio indican que, para el período 2017-2021, los mitílicos representaron un 98,5% de los productos de consumo humano elaborados en base a moluscos bivalvos de la acuicultura nacional, que los pectínidos representaron en conjunto sólo un 1,5% y los ostreidos menos de un 1%, durante el mismo período. Dados estos volúmenes de producción y la consecuente estimación de residuos orgánicos sólidos, los resultados de la evaluación técnico-económica indicaron rentabilidades positivas para la reutilización de mitílicos, pero negativas para la reutilización de pectínidos.

Segundo, el diseño de la planta procesadora para la reutilización de los residuos orgánicos sólidos provenientes del proceso de mitílicos de acuicultura y su evaluación técnico-económica, indican que, de los dos productos posibles de elaborar, CaCO₃ y aglomerante, el más rentable es el CaCO₃, mediante proceso de combustión. Además, si bien la producción de aglomerante y a pesar de que en concordancia con las bases para este estudio no se ha realizado un estudio de mercado, se

percibe un público objetivo muy de nicho que, de manera preliminar, implicaría un volumen de venta mucho menor que los otros dos usos propuestos. Sin considerar además que los otros dos usos presentan soluciones a problemáticas ambientales existentes.

Por lo anterior, las proyecciones presentadas se realizarán sólo en base a los mitílidos provenientes de acuicultura y para la producción de CaCO₃ (con dos posibles usos).

Respecto de los pectínidos, a modo de confirmación, se consultó a una experimentada productora de la zona norte por su percepción respecto de las proyecciones de crecimiento del sector y éstas no son positivas. Incluso dados los esfuerzos que han realizado para la ampliación de mercados, la competencia del ostión peruano es tan alta que hace muy difícil una expansión del cultivo nacional de este producto para proceso y exportación. La experta consultada, también informa que las experiencias realizadas por la industria para la reutilización de los residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso no son positivas para una actividad comercial.

En cuanto a la proyección para mitílidos, un análisis de perspectivas del Gerente General de Saint Andrews, en el Diario Financiero de Abril del 2023, indica que estima que la producción para Chile está casi al límite máximo, porque no hay permisos de cultivo disponibles para seguir sembrando. Asimismo, indica que la industria se concentra en la Región de Los Lagos y, más al sur, se generan eventos de marea roja, lo que hace poco viable la industria del chorito en esas zonas. Adicionalmente, este experto agrega que, si bien Italia, Francia y España son mercados históricos, la industria fue más allá abriendo importantes mercados en Asia, Estados Unidos y Rusia. De hecho, señala que la importancia de Rusia es tal que, tras la invasión a Ucrania, hizo caer en cerca de un 6% las ventas de la industria a nivel global.

Entonces, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se consideran los siguientes criterios para realizar la proyección requerida:

Horizonte para la proyección: Se considera un horizonte de proyección de 12 años. Esto dado que el período analizado es del 2010 al 2021 y de esta forma considerando proyecciones iniciales para 2022 y 2023, proyectan 10 años a futuro hasta el año 2032.

Proyección de residuos orgánicos sólidos como materia prima: La disponibilidad de residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de los mitílidos de la acuicultura, está directamente relacionada con la proyección del cultivo de mitílidos antes mencionada. Por tanto, tal como se muestra en la Figura 42, inicialmente se considera una baja de 6% producción para los años 2022, 2023 y 2024, seguida por una recuperación a niveles 2021 para el 2025, considerando un posible fin del conflicto Rusia-Ucrania o la apertura de nuevos mercados por la industria. A continuación, dadas las declaraciones del gerente de Saint Andrews en cuanto a que la industria está en su límite máximo, pero adoptando una visión optimista, se proyecta un posible crecimiento de hasta un 10%. Se asume, además, que este potencial crecimiento se alcanzará de dos pasos. Primero un incremento del 5% entre el 2026 y 2028, seguido de un incremento adicional del 5% restante entre el 2028 y 2032. La Tabla 33 muestra los niveles de materia prima y residuos totales esperados para el horizonte de proyección considerado.

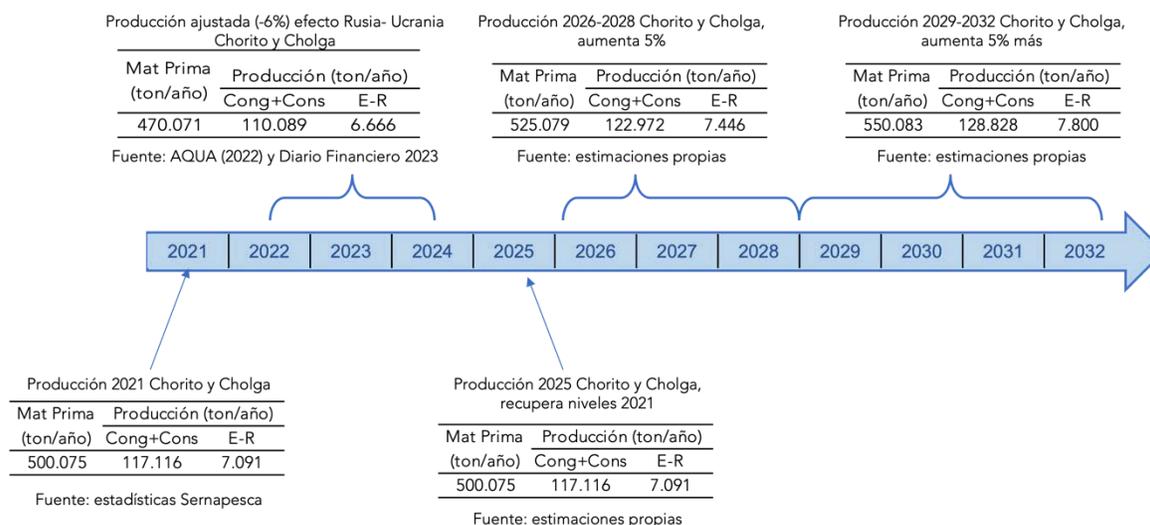


Figura 42 Proyección de la producción de materia prima y productos elaborados en base mitílicos de la acuicultura nacional.

Tabla 33 Proyección de materia prima y residuos orgánicos sólidos para el período 2022-2032.

Años	Proporción Año Base (%)	Materia Prima (ton)	Residuos totales (ton)
2021*	100	500.075	375.868
2022	94	470.071	353.316
2023	94	470.071	353.316
2024	94	470.071	353.316
2025	100	500.075	375.868
2026	105	525.079	394.661
2027	105	525.079	394.661
2028	105	525.079	394.661
2029	110	550.083	413.455
2030	110	550.083	413.455
2031	110	550.083	413.455
2032	110	550.083	413.455

* Materia requerida 2021 se considera como año base

Respecto de la curva de adopción: A partir de la proyección de residuos orgánicos sólidos totales se estima primero el número total de plantas de reutilización que se requeriría para absorber dichos residuos. Tal como se muestra en la Tabla 34 recién el año 2024 se requerirían más de 5 plantas y fracción de producción de CaCO₃ y que entre el año 2026 y 2028 se requerirían aproximadamente 6 plantas y a partir del 2029 6 plantas y fracción. Así, asumiendo una actitud optimista del sector privado se puede considerar la decisión inicial de invertir en 2 plantas de

reutilización a fines del año 2023, 2 más el año 2024 y 2 más el año 2026 (Figura 43). Considerando que el tiempo promedio entre permisos, construcción y puesta en marcha, se necesitan dos años para tener una planta operando desde la decisión de invertir, se puede asumir la operación de dos plantas el 2026, 4 plantas el 2027 y 6 plantas a partir del año 2028. Nótese que esta curva de adopción implica que hay remanentes de residuos sin reutilizar, los que van disminuyendo a medida que entran a operar más plantas hasta que se llega a un mínimo con 6 plantas operando, pero que no se justifica la construcción de una séptima planta. Es importante, que lo anterior se estima bajo el supuesto que todo lo que se produce se vende.

Tabla 34 Curva de adopción de plantas de reutilización de los desechos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de mitílidos de acuicultura como materia prima.

Curva Adopción						
Años	Proporción Año Base (%)	Materia Prima (ton)	Residuos totales (ton)	Número plantas requeridas	Inicio Inversión	En operación
2021	*	500.075	375.868	0	0	0
2022	94	470.071	353.316	0	0	0
2023	94	470.071	353.316	0	2	0
2024	94	470.071	353.316	5,35	2	0
2025	100	500.075	375.868	5,69	2	0
2026	105	525.079	394.661	5,98	0	2
2027	105	525.079	394.661	5,98	0	4
2028	105	525.079	394.661	5,98	0	6
2029	110	550.083	413.455	6,26	0	6
2030	110	550.083	413.455	6,26	0	6
2031	110	550.083	413.455	6,26	0	6
2032	110	550.083	413.455	6,26	0	6

* Materia requerida 2021 se considera como año base

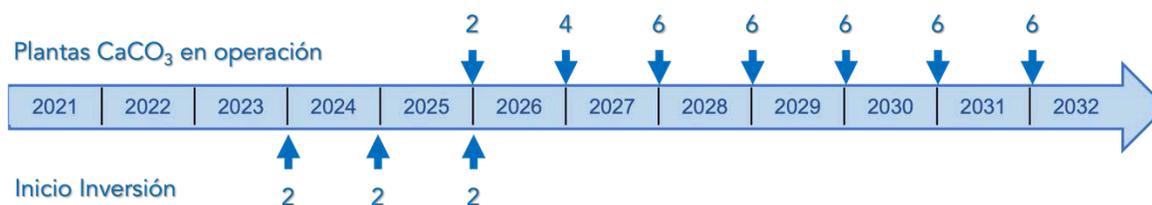


Figura 43 Curva de adopción supuesta para la construcción y operación de plantas de producción CaCO₃ en base al proceso de residuos orgánicos sólidos de plantas de proceso de mitílidos de acuicultura.

Basado en lo anterior, la Tabla 35 muestra la proyección del volumen (ton/año) de los residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de mitílidos de la acuicultura orientados a la producción de CaCO₃, el volumen ton/año de CaCO₃ a producir y el valor residual (USD 2021) generado por año del horizonte de proyección. La proyección indica que a partir del 2028 se

podrían estar reutilizando 396 mil ton de residuos, generando 257,4 mil ton de CaCO₃, con un valor residual total de 29, 078 millones de USD 2021 al año.

Tabla 35 Proyección de residuos, producto y valor residual

Años	Residuos (ton/año)	CaCO ₃ (ton/año)	Valor Residual (USD 2021)		
			Valor Uso	Valor no-uso	Total
2021	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0
2023	0	0	0	0	0
2024	0	0	0	0	0
2025	0	0	0	0	0
2026	132.000	85.800	1.529.880	8.162.880	9.692.760
2027	264.000	171.600	3.059.760	16.325.760	19.385.520
2028	396.000	257.400	4.589.640	24.488.640	29.078.280
2029	396.000	257.400	4.589.640	24.488.640	29.078.280
2030	396.000	257.400	4.589.640	24.488.640	29.078.280
2031	396.000	257.400	4.589.640	24.488.640	29.078.280
2032	396.000	257.400	4.589.640	24.488.640	29.078.280

Adicionalmente, se puede hacer un análisis del costo social evitado producto de la reutilización de los residuos sólidos considerados. Así, tal como muestra la Tabla 36, el ahorro social por la reutilización de estos residuos, podría llegar a un valor anual aproximado de 14 millones 747 mil USD 2021 a partir del año 2029. Lo que representa una reducción del 36% anualmente en costos sociales.

Tabla 36 Proyección del costo social evitado por reutilización de residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de los mitilidos de acuicultura.

Años	Sin Proyecto (Vertedero)		Con Proyecto (Reutilización + Vertedero)					Cambio en Costo Social de Emisiones	
	Residuos (ton/año)	Costo Social (Mill. USD2021)	Residuos (ton/año)		Costo Social Emisiones (Mill. USD 2021)			(Mill. USD 2021)	%
			Vertedero	Reutilizados	A Vertedero	Reutilizados	Total		
2021	375.868	37,260	375.868	0	37,260	0	37,260	0	0%
2022	353.316	35,024	353.316	0	35,024	0	35,024	0	0%
2023	353.316	35,024	353.316	0	35,024	0	35,024	0	0%
2024	353.316	35,024	353.316	0	35,024	0	35,024	0	0%
2025	375.868	37,260	375.868	0	37,260	0	37,260	0	0%
2026	394.661	39,123	262.661	132.000	26,038	8,163	34,201	4,922	13%
2027	394.661	39,123	130.661	264.000	12,952	16,326	29,278	9,845	25%
2028	394.661	39,123	0	396.000	0,000	24,489	24,489	14,634	37%
2029	413.455	40,986	17.455	396.000	1,730	24,489	26,219	14,767	36%
2030	413.455	40,986	17.455	396.000	1,730	24,489	26,219	14,767	36%
2031	413.455	40,986	17.455	396.000	1,730	24,489	26,219	14,767	36%
2032	413.455	40,986	17.455	396.000	1,730	24,489	26,219	14,767	36%

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la producción de las principales especies de moluscos bivalvos cultivadas en Chile, las estimaciones de residuos para el periodo 2017-2021, más de 99% de los residuos orgánicos sólidos de postproceso proviene del chorito de cultivo en la región de Los Lagos, con 331.364 ton/año y que sólo el 0,5% de estos residuos proviene del ostión del norte con 1.623 ton/año. Así, los principales volúmenes de desechos se producen en la zona sur del país y, por ende, se hace imprescindible poder tratar estos residuos de manera de disminuir la huella de carbono e impactos ambientales, producida principalmente por el transporte de camiones y vertimiento de residuos en vertederos, en otras regiones del país.

En este contexto, la reutilización o transformación de estos residuos pasa a ser un desafío para esta industria. Dada la relevancia del volumen de residuos orgánicos sólidos provenientes del proceso de estos moluscos a nivel mundial, es que existe una vasta literatura científica sobre investigaciones respecto de potenciales usos para dichos residuos y con diferentes grados de avance en términos del desarrollo de tecnologías. Debido a que la mayor parte de estos residuos orgánicos sólidos corresponde a conchas, cuyo principal componente es carbonato de calcio (CaCO_3), estos desarrollos se enfocan principalmente en la purificación y obtención de ese compuesto con distintos tamaños de partícula para diferentes usos potenciales. Por lo mismo, a nivel mundial ya existen patentes para el desarrollo de procesos de purificación y sus productos, los que en su mayoría ya se encuentran en etapa comercial. Entre los procesos y productos patentados, los que presentan un mayor potencial respecto de la gestión de residuos bajo análisis, producto del alto volumen de éstos generados a nivel nacional, son aquellos orientados a la alimentación de aves, la restauración de suelos y para material adsorbente, tal como se presenta en la Tabla 11 del presente informe.

La revisión de antecedentes mostró que, si bien existe una amplia oferta comercial orientada a alimentos para aves, también existen ofertas más de nicho orientada a uso en aplicaciones cosméticas. Otros posibles usos identificados fueron: i) material adsorbente de metales pesados generados por otras actividades antrópicas, ii) restaurador de suelos de uso agrícola y forestales, lo cual es clave para mantener una industria agroalimentaria y forestal sostenible, y finalmente iii) como aditivo, específicamente como aglomerante natural que puede ser orientado a usos artesanales y semi-industriales, que conduzcan a emprendimientos para micro y pequeños emprendedores.

En Chile existe un marco normativo sólido y consistente respecto del manejo de residuos provenientes de la actividad de acuicultura al nivel de sus centros de cultivo y transporte a plantas de proceso. Dentro de este marco vigente, se puede destacar el Decreto Supremo N° 64, que se aprobó con el objetivo de establecer un reglamento específico sobre las condiciones de tratamiento y disposición final de los desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos de la actividad acuícola. Sin embargo, la normativa nacional no especifica a las conchas como un residuo de la acuicultura, siendo dicho material considerado dentro de la categoría de residuos sólidos orgánicos no peligrosos. La normativa nacional también recomienda que esta categoría de residuos

deba ser dispuesta en vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar autorizado para ello. La Ley marco 20.920 para la gestión de residuos en Chile, tiene como principal instrumento la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), un mecanismo en virtud del que los productores de productos prioritarios son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos derivados de la comercialización de sus productos en el país. No obstante, la ley establece productos prioritarios para el reciclaje como es el caso de neumáticos, envases y embalajes, aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, pilas y baterías, no incluyendo las conchas de moluscos como uno de ellos. Sobre los subproductos de la industria animal, en la normativa tampoco se discriminan las conchas de moluscos provenientes de dicha industria, quedando un vacío sobre sus potenciales usos post eliminación. Siendo Chile el segundo mayor productor de moluscos a nivel mundial y teniendo en cuenta el volumen de residuos producidos por esta industria, no cabe duda de que el fomento al reciclaje y valorización de estos desechos es un punto central para una mejor gestión de residuos.

Con relación al análisis de la normativa internacional para los principales países productores de moluscos (China, Vietnam, Corea del Sur, Japón, España, Tailandia, Estados Unidos, Francia e Italia) y su comparación con la normativa chilena, entre las similitudes observadas se destaca la presencia de normativa específica para desechos de la acuicultura y que gran parte de esos países no discriminan las conchas como un residuo específico dentro de los demás generados por la acuicultura, pese a su potencial para reciclaje y valorización. A pesar de ello, todos los países nombran el término “reciclaje” en normativas relacionadas a desechos de las actividades de acuicultura.

La principal excepción es la normativa de la Unión Europea para subproductos animales (Reglamento CE 1069/2009) que excluye las conchas de moluscos despojadas de la carne o los tejidos blandos como un subproducto animal y los productos derivados no destinados al consumo humano (SANDACH). Dicho reglamento menciona que, debido al limitado riesgo que estos productos representan para la salud pública o la salud animal, la autoridad competente debe poder autorizar la elaboración y la aplicación a las tierras de preparados biodinámicos. La Unión Europea también recomienda que cada país debe seguir guías nacionales de buenas prácticas que ayuden a difundir conocimientos sobre las condiciones adecuadas en que puede hacerse ese uso. En este sentido, España es el único país que presenta una guía de buenas prácticas (Guía de Minimización de Subproductos y Residuos de la Acuicultura - Fundación Biodiversidad, 2017). En esta guía, además de categorizar los SANDACH en distintas clases, recomienda eliminación o usos de las conchas de moluscos que contengan restos de carne o partes blandas como siendo: Fabricación de piensos para animales de peletería y para animales de compañía; Fabricación de abonos y enmiendas del suelo de origen orgánico; Piensos para animales de granja distintos de los animales de peletería; Fabricación de alimentos crudos para animales de compañía. En el caso de las conchas de moluscos, podrán emplearse en las condiciones fijadas por la autoridad competente. Queda claro que, pese a que las vías de eliminación sean claras, sus potenciales usos aparecen en un documento bastante específico y apenas en un único país, entre los distintos productores mundiales. Sin embargo, también es importante resaltar que existe la preocupación

por la valorización y reciclaje de estos desechos, además de indicar a los productores que generan dichos desechos posibles soluciones para hacerlo.

Como propuesta de cambios y/o modificaciones de la normativa actual, se considera que los desechos de conchas de moluscos deberían ser considerados como una categoría de desecho específico en el decreto 64/2021, debido a su potencial y variedad de usos post cosecha. Al no contemplar las conchas como una categoría específica, incentivando su reciclaje y valorización en otros productos, que pueden ser utilizados con otras finalidades, posiblemente éstos seguirán siendo categorizados como un residuo común y siendo destinados y eliminados como un residuo común. Esto ayudaría a difundir potenciales iniciativas de reciclaje, a fomentar incentivos en esta línea, incrementando las tasas de reciclaje de dichos productos.

Por otra parte, si bien la revisión bibliográfica no permitió identificar la existencia de algún modelo estandarizado internacional para la medición del valor residual de desechos de la acuicultura, en este estudio se propone un método en basado en el concepto de Valor Económico Total.

Finalmente, la evaluación de las alternativas para la reutilización de los residuos analizados en este estudio, objetivo específico 4, permite indicar que dadas las actuales condiciones la mejor opción es la producción de carbonato de calcio (CaCO_3) por combustión, ya que arroja los mejores índices de rentabilidad respecto a los otros procesos y productos. Igualmente, la localización propuesta para la alternativa de reutilización identificada permite, por una parte, la reducción significativa de los impactos ambientales, al reducir la distancia de transporte a vertederos situados en otras regiones, por sobre los 400 a 500 Km de las plantas procesadoras, así como la cantidad de desechos depositados en estos vertederos y por la otra, la generación de valor agregado a dichos residuos a partir de la reutilización de los mismos.

Los resultados de la valorización indican que el valor residual de los residuos orgánicos sólidos de las plantas de proceso de mitílicos de acuicultura es de 73,4 USD₂₀₂₁/ton de materia prima, incluyendo el valor de no-uso (64,81 USD₂₀₂₁/ton) y el valor de uso (11,59 USD₂₀₂₁/ton).

Adicionalmente de la proyección a 10 años de la reutilización de estos residuos es posible estimar que el ahorro en costo social por emisiones es de 14,47 millones de USD 2021/año a partir del año 2029, significando un 36% de reducción el costo social por emisiones sin tratamiento de reutilización.

Finalmente, es importante destacar que dados los usos seleccionados (i.e., Material adsorbente de metales pesados, Restaurador de suelos de uso agrícola y forestales y Aditivos para aglomerante natural), los productos requeridos son un producto terminado (CaCO_3) y/o un producto intermedio (molienda seca de residuos orgánicos sólidos). La evaluación económica de la planta de reutilización se basa en estos productos y no en los potenciales usos, ya que esto último implicaría evaluar los costos y beneficios de otras actividades que hagan uso de los productos evaluados como materia prima o insumos, lo que está fuera del ámbito y alcance del estudio solicitado.

Por otro lado, la estimación del valor residual y las proyecciones solicitadas se realizaron en base a CaCO_3 , producto para el que ya existe un mercado nacional, al contrario de lo que ocurre con el

aglomerante. No obstante, en caso de que se llegase a desarrollar un mercado para el aglomerando, es la misma planta la que puede producir ambos productos.

7. CONCLUSIONES

Para la zona norte la especie de mayor importancia es el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) que representó el 94% de la producción anual de la zona con 1.667 ton/año de productos congelados y enfriado-refrigerado. El chorito (*Mytilus chilensis*) representó el 5,5% anual y el Choro (*Choromytilus chorus*) el 0,1% de la producción anual en la zona. Las otras especies incluidas en el estudio no presentan producción en esta zona en el período de análisis.

Para la zona sur, región de Los Lagos, la especie más importante es el chorito (*Mytilus chilensis*) que representó un 99% de la producción anual de la región con 107.775 ton/año de productos congelados, conserva y enfriado-refrigerado. Si bien la tabla también muestra que se produjo deshidrato en base a chorito, esta producción representó menos de un 1%. Cholga y choro representaron en conjunto un 1% aproximadamente. La producción en base a las otras especies incluidas en las bases técnicas de este estudio es insignificante para el período bajo análisis.

En este sentido y de acuerdo a lo anterior, las estimaciones de residuos para el periodo 2017-2021, más de 99 % de los residuos orgánicos de postproceso de los moluscos bivalvos de la acuicultura proviene del chorito en la región de Los Lagos con 331.364 ton/año y que sólo el 0,3% de estos residuos proviene del ostión del norte con 912 ton/año.

De acuerdo con el estado del arte en los productos y principales usos de residuos de conchas y debido a que la composición de las conchas, principal componente de los residuos orgánicos sólidos analizados, es principalmente carbonato de calcio, es que el desarrollo se enfoca en la purificación y obtención de ese compuesto con distintos tamaños de partícula para diferentes usos potenciales.

En este sentido tomando en consideración el estado del arte, la matriz multicriterio y reuniones con la contraparte técnica se determinaron 3 productos y/o uso potenciales para ser evaluados posteriormente y que corresponden a : i) material adsorbente de metales pesados, ii) restaurador de suelos de uso agrícola y forestales, y iii) como aditivo, en específico como aglomerante natural.

En Chile existe un marco normativo sólido y consistente respecto del manejo de residuos provenientes de la actividad acuícola. Dentro de este marco vigente, se puede destacar el Decreto Supremo N° 64, que se aprobó con el objetivo de establecer un reglamento específico sobre las condiciones de tratamiento y disposición final de los desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos de la actividad acuícola. Sin embargo, la normativa nacional no especifica a las conchas como un residuo de la acuicultura, siendo dicho material considerado dentro de la categoría de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.

España es el único país que presenta una guía de buenas prácticas (Guía de Minimización de Subproductos y Residuos de la Acuicultura - Fundación Biodiversidad, 2017). En esta guía, además de categorizar los SANDACH en distintas clases, se recomienda la eliminación y reutilización para nuevos usos de las conchas de moluscos que contengan restos de carne o partes blandas.

Como propuesta de cambios y/o modificaciones de la normativa actual, se considera que los desechos de conchas de moluscos deberían ser considerados como una categoría de desecho específico en el decreto 64/2021, debido a su potencial y variedad de usos post cosecha.

En el marco normativo internacional la revisión bibliográfica no arroja información sobre algún modelo estandarizado internacional para la medición del valor residual de desechos de la acuicultura.

Finalmente, en relación a la evaluación de las alternativas para la reutilización de los residuos analizados en este estudio, se concluye que:

- Se propone construir dos plantas de proceso de CaCO_3 mediante combustión de una capacidad de 66 mil ton de proceso de materia prima anual, en las localidades de Pargua y Dalcahue. La inversión considera para cada planta es de 11.904 millones de pesos
- La evaluación económica de esta planta de proceso indica que esta es rentable con un VAN de aproximadamente 7.207,5 millones de 2022 en un horizonte de 10 años.
- Considerando que una planta procesa 66 mil toneladas de materia prima al año, se estima un “valor residual” de 73,4 USD₂₀₂₁/ton de residuos orgánicos sólidos utilizados como materia prima. Este “valor residual” comprende un “valor económico de no-uso” estimado en 61,84 USD₂₀₂₁/ton de materia prima y un “valor económico de uso” de 11,59 USD₂₀₂₁/ton de residuos reutilizados.
- Finalmente, se proyectaron para el período 2023-2032 estimaciones anuales de residuos orgánicos sólidos, producción de CaCO_3 y de valor residual a partir de mitílicos de acuicultura. Así, se proyecta que partir del año 2028 se puedan reutilizar 396 mil ton año de residuos orgánicos sólidos para la producción de 275,4 mil ton año de CaCO_3 , con un “valor residual total” de 29,078 millones de USD₂₀₂₁ año, compuesto de 24,489 millones de USD₂₀₂₁ año de “valor de no-uso” y 4,590 millones de USD₂₀₂₁ año de “valor de uso”.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, M., A. Cruz-Trinidad, E. González y F. Bell. 1996. The integrated functional coefficients method for coastal resources valuation., p. 1-8. In A. Cruz-Trinidad (ed.) Valuation of tropical coastal resources; theory and application of linear programming. ICLARM Stud. Rev. 25, 108 P.
- Afida, W. N., & Manan, A. (2018). Optimization of Soil pH by Using Calcium Carbonate (CaCO₃) Obtained from Seashell Waste. *GADING Journal for Science and Technology*, 1(01). <https://www.researchgate.net/publication/330533233>
- Baltrusaitis, J., & Grassian, V. H. (2009). Calcite (1014) surface in humid environments. *Surface Science*, 603(17). <https://doi.org/10.1016/j.susc.2009.06.021>
- Boutwell, J.L. and Westra J.V. (2013). Benefit Transfer: A Review of Methodologies and Challenges. *Resources* 2013, 2, 517-527; doi:10.3390/resources2040517
- Boyle, K.J. & Bishop, R. C. (1987). Valuing wildlife in benefit-cost analyses: A case study involving endangered species. *Water Resources Research* 23: 943–950.
- Brouwer, R. and Spaninks, F.A. (1999). The Validity of Environmental Benefits Transfer: Further Empirical Testing. *Environmental and Resource Economics* 14: 95–117.
- Buasri, A., Chaiyut, N., Loryuenyong, V., Worawanitchaphong, P., & Trongyong, S. (2013). Calcium oxide derived from waste shells of mussel, cockle, and scallop as the heterogeneo catalyst for biodiesel production. *The Scientific World Journal*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/460923>
- Buasri, A., Rattanapan, T., Boonrin, C., Wechayan, C., & Loryuenyong, V. (2015). Oyster and pyramidella shells as heterogeneous catalysts for the microwave-assisted biodiesel production from jatropha curcas oil. *Journal of Chemistry*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/578625>
- Chen, H., & Leng, S. (2015). Rapid synthesis of hollow nano-structured hydroxyapatite microspheres via microwave transformation method using hollow CaCO₃ precursor microspheres. *Ceramics International*, 41(2), 2209–2213. <https://doi.org/10.1016/J.CERAMINT.2014.10.021>
- Chiou, I. J., Chen, C. H., & Li, Y. H. (2014). Using oyster-shell foamed bricks to neutralize the acidity of recycled rainwater. *Construction and Building Materials*, 64, 480–487. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.101>
- CONAMA. (2009). Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes. Santiago: Comisión del Medio Ambiente. 146 pp.
- Cuadrado-Rica, H., Sebaibi, N., Boutouil, M., & Boudart, B. (2016). Properties of ordinary concretes incorporating crushed queen scallop shells. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 49(5), 1805–1816. <https://doi.org/10.1617/S11527-015-0613-7/FIGURES/8>
- De Almeida, R., Da Silva, A.L.C., & Hernández Santoyo, A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 134-141. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Diario Oficial de la Unión Europea - REGLAMENTO (CE) No 1069/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 21 de octubre de 2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al

consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales).

- Ecosistema. (2022). PROYECTO "Centro de Valorización Integral Ecológica": estimación de emisiones atmosféricas etapa de construcción, operación y cierre. Puerto Montt: Ecosistema Servicios y Asesorías Ambientales. 67 pp.
- Enriquez Núñez, M. (2015). *Determinación de la eficacia despigmentante de dos productos cosméticos elaborados uno con arbutina y el otro con una combinación de arbutina y pterina sterna, en pacientes con melasma de la fundación ecuatoriana de la psoriasis, Quito*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Eo, S. H., & Yi, S. T. (2015). Effect of oyster shell as an aggregate replacement on the characteristics of concrete. *Http://Dx.Doi.Org/10.1680/Macr.14.00383*, 67(15), 833–842. <https://doi.org/10.1680/MACR.14.00383>
- Eziefula, U. G., Ezech, J. C., & Eziefula, B. I. (2018). Properties of seashell aggregate concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 192, 287–300. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.096>
- Figuerola, E., & Pasten, R. (2011). *Improving Benefit Transfer for Wetland Valuation: Income Adjustment and Economic Values of Ecosystem Goods and Services*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 2022. El Estado Mundial De La Pesca Y La Acuicultura 2022. Hacia la transformación azul.
- Fromm, O. (2000). Ecological structure and functions of biodiversity as elements of its total economic value. *Environmental and Recurse Economics*, 16: 303-328.
- Fundación Biodiversidad, OESA. "Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura." *Fundación Biodiversidad* (2017), España. Girish, N., Niju, S. P., Meera Sheriffa Begum, K. M., & Anantharaman, N. (2013). Utilization of a cost effective solid catalyst derived from natural white bivalve clam shell for transesterification of waste frying oil. *Fuel*, 111, 653–658. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.03.069>
- Gopi, S., & Subramanian, V. K. (2013). Anomalous transformation of calcite to vaterite: Significance of HEDTA on crystallization behavior and polymorphism at elevated temperatures. In *Indian Journal of Chemistry* (Vol. 52).
- Green Touch SPA, 2018. Informe Final Proyecto FIPA 2016-69 Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de desechos generados por actividades de Acuicultura.
- H. Ez-zakia, A. Diouria, S. Kamali-Bernard, & O. Sassic. (2016). *Composite cement mortars based on marine sediments and oyster shell powder | Materiales de Construcción*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3989/mc.2016.01915>
- Hajar Saharudin, S., Haslinda Shariffuddin, J., Ida Amalina Ahamad Nordin, N., & Ismail, A. (2019). Effect of Aging Time in the Synthesis of Biogenic Hydroxyapatite Derived from Cockle Shell. *Materials Today: Proceedings*, 19, 1208–1215. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2019.11.124>
- Harindintwali, J. D., Zhou, J., Yang, W., Gu, Q., & Yu, X. (2020). Biochar-bacteria-plant partnerships: Eco-solutions for tackling heavy metal pollution. In *Ecotoxicology and Environmental Safety* (Vol. 204). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111020>
- Hart, A. (2020). Mini-review of waste shell-derived materials' applications. *Waste Management and Research*, 38(5), 514–527. <https://doi.org/10.1177/0734242X19897812>

- Hartwick, J.M. & Olewiler, N.D. (1998). *The Economics of Natural Resource Use*. 2a edición. New York: Addison-Wesley
- Hein, Lars. (2010). *Economics and Ecosystems: efficiency, sustainability and equity in ecosystem management*. Cheltenham. Edward Elgar Publishing Inc.
- Henrique, D., Quitela, D., Ide, A., Lins, P., Perazzini, M., Perazzini, H., Oliveira, L., Duarte, J., Meili, L. Mollusk shells as adsorbent for removal of endocrine disruptor in different water matrix. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 9, Issue 4, August 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105704>
- Hu, S., Wang, Y., & Han, H. (2011). Utilization of waste freshwater mussel shell as an economic catalyst for biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*, 35(8), 3627–3635. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.05.009>
- Iribarren, D., M. Moreira & G. Feijoo. (2010a). Implementing by-product management into the life cycle assessment of the mussel sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12): 1219-123.
- Iribarren, D., M. Moreira & G. Feijoo. (2010b). Life Cycle Assessment of fresh and canned mussel processing and consumption in Galicia (NW Spain). *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2): 106-117.
- Iribarren, D., M. Moreira & G. Feijoo. (2010c). Revisiting the Life Cycle Assessment of mussels from a sectorial perspective. *Journal of Cleaner Production*, 18(2): 101-111.
- Jairam, S., Kolar, P., Sharma-Shivappa Ratna, R., Osborne, J. A., & Davis, J. P. (2012). KI-impregnated oyster shell as a solid catalyst for soybean oil transesterification. *Bioresource Technology*, 104, 329–335. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.10.039>
- Jeon, J.H., Y.H. Son, D.G. Kim & T.J. Kim. (2020). Estimation of Life Cycle CO₂ emissions using oyster shells and bottom ash as materials for soil-mixing and a drainage layer. *Journal of Cleaner Production*, 270:2-12.
- Kaufman, N., Barron, A. R., Krawczyk, W., Marsters, P., & McJeon, H. (2020). A near-term to net zero alternative to the social cost of carbon for setting carbon prices. *Nature Climate Change*, 10(11), 1010–1014. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0880-3>
- Krutilla, J.V. (1967). Conservation reconsidered. *Economic Review* 57: 777-786.
- Kuo, W. ten, Wang, H. Y., Shu, C. Y., & Su, D. S. (2013). Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells. *Construction and Building Materials*, 46, 128–133. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2013.04.020>
- Lee, C. H., Lee, D. K., Ali, M. A., & Kim, P. J. (2008). Effects of oyster shell on soil chemical and biological properties and cabbage productivity as a liming materials. *Waste Management*, 28(12), 2702–2708. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.12.005>
- Lei, M., W. Tsai & S. Chen. (2020). Reusing shell waste as a soil conditioner alternative? A comparative study of eggshell and oyster shell using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, (2020), 265.
- Lertwattanaruk, P., Makul, N., & Siripattaraprat, C. (2012). Utilization of ground waste seashells in cement mortars for masonry and plastering. *Journal of Environmental Management*, 111, 133–141. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2012.06.032>
- Li, G., Xu, X., Chen, E., Fan, J., & Xiong, G. (2015). Properties of cement-based bricks with oyster-shells ash. *Journal of Cleaner Production*, 91, 279–287. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.12.023>

- Lin, P. Y., Wu, H. M., Hsieh, S. L., Li, J. S., Dong, C., Chen, C. W., & Hsieh, S. (2020). Preparation of vaterite calcium carbonate granules from discarded oyster shells as an adsorbent for heavy metal ions removal. *Chemosphere*, 254, 126903. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2020.126903>
- Lu, M., Shi, X., Feng, Q., Zhang, M., Guo, Y., Dong, X., & Guo, R. (2021). Modification of oyster shell powder by humic acid for ammonium removal from aqueous solutions and nutrient retention in soil. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106708>
- Madhuvilakku, R., Mariappan, R., Jeyapal, S., Sundar, S., & Piraman, S. (2013). Transesterification of palm oil catalyzed by fresh water bivalve mollusk (*margaritifera falcata*) shell as heterogeneous catalyst. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 52(49), 17407–17413. <https://doi.org/10.1021/ie4025903>
- Manikandan, R., Devashankar, S., & Martin, P. (2018). CALCINATIONS OF CYPRAEA MONETA (COWRY SHELL) LEADS TO PHASE TRANSFORMATION OF BIOGENIC ARAGONITE INTO CALCITE CRYSTALS. *Manikandan et al. World Journal of Pharmaceutical Research*, 7. <https://doi.org/10.20959/wjpr20189-12155>
- Marten, A. L., & Newbold, S. C. (2012). Estimating the social cost of non-CO₂ GHG emissions: Methane and nitrous oxide. *Energy Policy*, 51, 957–972. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.073>
- Martínez-García, C., González-Fontebao, B., Martínez-Abella, F., & Carro- López, D. (2017). Performance of mussel shell as aggregate in plain concrete. *Construction and Building Materials*, 139, 570–583. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2016.09.091>
- Mendoza, Y., Loyola, R., Aguilar, A., & Escalante, R. (2019). Valuation of Air Quality in Chile: The Life Satisfaction Approach. *Social Indicators Research*, 145(1), 367–387. <https://doi.org/10.1007/s11205-019-02103-1>
- Mo, K. H., Alengaram, U. J., Jumaat, M. Z., Lee, S. C., Goh, W. I., & Yuen, C. W. (2018). Recycling of seashell waste in concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 162, 751–764. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.009>
- Morris, J. P., Backeljau, T., & Chapelle, G. (2019). Shells from aquaculture: a valuable biomaterial, not a nuisance waste product. *Reviews in Aquaculture*, 11(1), 42–57. <https://doi.org/10.1111/raq.12225>
- Ng, E. L., Liang, X., Lam, S. K., Chen, D., & Weatherley, A. J. (2020). What are the social costs and benefits of lignite application to reduce ammonia emissions in intensive feedlot? *Journal of Environmental Management*, 269. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110821>
- Ni, M., & Ratner, B. D. (2008). Differentiating calcium carbonate polymorphs by surface analysis techniques - An XPS and TOF-SIMS study. *Surface and Interface Analysis*, 40(10), 1356–1361. <https://doi.org/10.1002/sia.2904>
- Pearce, D.W. and R.K. Turner. (1990). Economics of natural resources and the environment. Hemel Hempstead and London: Harvester Wheatsheaf.
- Plummer, M. (2009). Assessing benefit transfer for the valuation of ecosystem services. *Front Ecol Environ* 2009; 7(1): 38–45, doi:10.1890/080091
- Popović N., Lorencin V., Strunjak-Perović I., & R. Čož-Rakovac (2023) Shell Waste Management and Utilization: Mitigating Organic Pollution and Enhancing Sustainability. *Applied Sciences* 13, 623. <https://doi.org/10.3390/app13010623>

- Pearce, D.W. and R.K. Turner. (1990). Economics of natural resources and the environment. Hemel Hempstead and London: Harvester Wheatsheaf.
- Peceño B., Leiva C., Alonso-Fariñas B., & A. Gallego-Schmid (2020). Is Recycling Always the Best Option? Environmental Assessment of Recycling of Seashell as Aggregates in Noise Barriers. *Processes* 8, 776; doi:10.3390/pr8070776
- Perdikouri, C., Kasiotas, A., Geisler, T., Schmidt, B. C., & Putnis, A. (2011). Experimental study of the aragonite to calcite transition in aqueous solution. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(20), 6211–6224. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.07.045>
- Prieto, M., Cubillas, P., & Fernández-Gonzalez, F. (2003). *Uptake of dissolved Cd by biogenic and abiogenic aragonite: a comparison with sorption onto calcite.* [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(00\)00309-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(00)00309-0)
- Summa, D.; Lanzoni, M.; Castaldelli, G.; Fano, E.A., & Tamburini, E. (2022) Trends and Opportunities of Bivalve Shells' Waste Valorization in a Prospect of Circular Blue. *Bioeconomy. Resources* 11, 48.
- Rajalakshmi, P., Geetha Sudeer, R., Vadivel, V., Sahayam, C. S., & Brindha, P. (2017). Analytical studies on Annabethi Chenthuram, a Siddha herbomineral formulations. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 79(6), 987–993. <https://doi.org/10.4172/pharmaceutical-sciences.1000316>
- Reveret, J.P., J. Peltier, A. Chabot and J.F. Bibeault. (1990). La mesure économique de benefices est de dommages environnementaux. Quebec: La Direction de la Planification et de la Coordination. Ministère de L'Environnement du Quebec.
- Rezaei, R., Mohadesi, M., & Moradi, G. R. (2013). Optimization of biodiesel production using waste mussel shell catalyst. *Fuel*, 109, 534–541. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.03.004>
- Torretta V., Collivignarelli M., Raboni M., Viotti P. (2015) Experimental treatment of a refinery waste air stream, for BTEX removal, by water scrubbing and biotrickling on a bed of *Mitilus edulis* shells. *Environmental Technology*, 36:18, 2300-2307.
- Tietenberg, T. and Lewis, L. (2009). Environmental and natural resource economics. 11th Edition. New York: Routledge, Taylor and Francis Group.
- Uchoa D., Henrique D., dos Santos P., Honjo A., Erto A., da Silva J. & L. Meili (2020) Waste of *Mytella falcata* shells for removal of a triarylmethane biocide from water: Kinetic, equilibrium, regeneration and thermodynamic studies. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 195, 111230
- Ukrainczyk, M., Stelling, J., Vučak, M., & Neumann, T. (2013). Influence of etidronic acid and tartaric acid on the growth of different calcite morphologies. *Journal of Crystal Growth*, 369, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2013.01.037>
- Varhen, C., Carrillo, S., & Ruiz, G. (2017). Experimental investigation of Peruvian scallop used as fine aggregate in concrete. *Construction and Building Materials*, 136, 533–540. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2017.01.067>
- Wan Mahari, W. A., Waiho, K., Azwar, E., Fazhan, H., Peng, W., Ishak, S. D., Tabatabaei, M., Yek, P. N. Y., Almomani, F., Aghbashlo, M., & Lam, S. S. (2022). A state-of-the-art review on producing engineered biochar from shellfish waste and its application in aquaculture wastewater treatment. *Chemosphere*, 288(P2), 132559. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132559>

- Yang, E. I., Yi, S. T., & Leem, Y. M. (2005). Effect of oyster shell substituted for fine aggregate on concrete characteristics: Part I. Fundamental properties. *Cement and Concrete Research*, 35(11), 2175–2182. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2005.03.016>
- Yao, Z. T., Chen, T., Li, H. Y., Xia, M. S., Ye, Y., & Zheng, H. (2013). Mechanical and thermal properties of polypropylene (PP) composites filled with modified shell waste. *Journal of Hazardous Materials*, 262, 212–217. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.08.062>
- Yoo, Y., Moon, B., & Kim, T. G. (2022). Estimation of Pollutant Emissions and Environmental Costs Caused by Ships at Port: A Case Study of Busan Port. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/jmse10050648>
- Zhong, B. Y., Zhou, Q., Chan, C. F., & Yu, Y. (2012). Structure and property characterization of oyster shell cementing material. *Jiegou Huaxue*, 31(1), 85–92.

8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS NACIONALES E INTERNACIONALES SOBRE NORMATIVAS VINCULADAS A LA GESTIÓN DE RESIDUOS (OE 3)

- Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), 2020. Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo.
- Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), 2021. Estrategia nacional de reciclaje: Parte uno de una serie sobre el desarrollo de una economía circular para todos.
- Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), 1993. Solid waste disposal facility criteria: Technical Manual.
- Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), 2014. Resource Conservation and Recovery Act RCRA; Orientation manual 2014.
- Comisión Europea, 2021. Directrices estratégicas para una acuicultura de la UE más sostenible y competitiva para el período 2021-2030.
- Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Tailandia, 2015. Act on the Promotion of Marine and Coastal Resources management, B.E. 2558 (2015).
- Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Tailandia, 2017. Real Ordenanza de Pesca 2560_2017_Dpto. de pesca. Gobierno Tailandia.
- Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Tailandia, 2020. Marine Fisheries Management Plan of Thailand 2020_2022.
- Gobierno de España, 2018. Plan de acción para la implementación de la agenda 2030: Hacia una Estrategia Española de Desarrollo Sostenible.
- Government of the Republic of Korea, 2007. Sustainable Development Act.
- Government of the Republic of Korea, 2020. Korean New Deal: National Strategy for a Great Transformation.
- Jefatura del Estado de España, 1984. Ley 23/1984, de 25 de junio, de cultivos marinos.
- Minister of Agriculture and Rural Development, Vietnam, 2012. National technical regulation on industrial waste incinerator.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, alimentación y medioambiente; OESA - Fundación Biodiversidad, España, 2017. Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura.

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España, 1993. Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos.
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile, 2022. Decreto 320 Reglamento Ambiental para la Acuicultura.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Chile, 2022. Ley 21.410 Modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura, con el objeto de exigir a los titulares de concesiones de acuicultura medidas para evitar o reducir el depósito de desechos inorgánicos y orgánicos.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Chile, 2016. Manual de Inocuidad y Certificación.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile, 2015. Ley 20.434 Modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura en materia de Acuicultura.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile, 2015. Resolución Exenta N° 4866 Aprueba Programa sanitario general de técnicas y métodos de desinfección de afluentes y efluentes, sus modos de control y tratamiento de residuos sólidos orgánicos (PSG AE). Deja sin efecto resoluciones exentas N° 1.882 de 2008 y 2.327 de 2010.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile, 2021. Decreto 64 Aprueba reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile, 2022. Decreto 45 Aprueba reglamento de acuicultura de pequeña escala.
- Ministerio de Salud, Chile, 2008. Decreto 189 Aprueba el Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
- Ministerio del Medio Ambiente, Chile, 2016. Ley 20.920 Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.
- Ministerio del Medio Ambiente, Chile, 2021. Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos: Chile 2040.
- Ministerio del Medio Ambiente, Chile, 2021. Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos.
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, Italia, 2011. Especificación de producción de "acuicultura sostenible" (Disciplinare di produzione "acquacoltura sostenibile").
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, Italia, 2015. Reporte Ambiental 2015: Evaluación ambiental estratégica Programa operativo, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) (Valutazione ambientale strategica_RapportoAmbientale_2015.11).
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, Italia, 2017. Plan estratégico acuicultura ITALIA_2021_2027 (Piano Strategico per l'Acquacoltura italiana 2021-2027).
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, Italia, 2022. Modificación del pliego de condiciones de producción del sistema nacional de calidad «Acuicultura sostenible» (DECRETO 20 gennaio 2022 Modifica del disciplinare di produzione del sistema di qualita' nazionale «Acquacoltura sostenibile». (22A00620)).
- Ministry of Agriculture, China, 2003. Provisions on Aquaculture Quality and Safety Management.
- Ministry of Agriculture, China, 2004. Fisheries Law of the People's Republic of China

- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japón, 1999. Sustainable Aquaculture Production Assurance Act (Act N° 51 of 1999)
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japón, 2009. Act on Promoting the Treatment of Marine Debris Affecting the Conservation of Good Coastal Landscapes and Environments to Protect Natural Beauty and Variety (No. 82 of 2009).
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japón, 2015. Climate Change Adaptation Plan of Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.
- Ministry of Aquatic Resources, Vietnam, 2002. Regulation on management of the environment at aquatic product-processing establishments.
- Ministry of Ecology and Environment; State Council, China, 2020. Law of the People's Republic of China on the Prevention and Control of Environment Pollution caused by Solid Wastes
- Ministry of Environment, Republic of Korea, 2007. Enforcement Decree of the wastes control Act
- Ministry of Environment, Republic of Korea, 2007. Wastes Control Act.
- Ministry of Environment, Republic of Korea, 2011. Environmental Impact Assessment Act.
- Ministry of Environment, Republic of Korea, 2011. Framework Act on Environmental Policy.
- Ministry of Natural Resources and Environment (Monre), Vietnam, 2022. National Aquaculture Development Program for the Period of 2021 - 2030.
- Ministry of Natural Resources and Environment (Monre), Vietnam, 2022. Scheme for Environmental Protection in Fishery Sector in the period of 2021 – 2030.
- Ministry of Natural Resources and Environment, Tailandia, 1992. Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act, B.E. 2535.
- Ministry of oceans and Fisheries, Republic of Korea, 2009. Fisheries Act_Statutes of the Republic of Korea
- Ministry of oceans and Fisheries, Republic of Korea, 2019. Aquaculture Industry Development Act No. 16568.
- Ministry of the Environment, Japón, 1993. The Basic Environment Law
- Ministry of the Environment, Japón, 2009. Waste Management and Public Cleansing Law (No. 137 of 1970).
- Ministry of the Environment, Japón, 2018. Japan Basic Environment Plan
- National Agricultural Products Quality Management Service, Republic of Korea, 2011. Agricultural and Fishery Products Quality Control Act.
- National Agricultural Products Quality Management Service, Republic of Korea, 2012. Act on the Promotion of Environment-Friendly Agriculture and Fisheries and the Management of and Support for Organic Foods, etc.
- National Economic and Social Development Council (NESDC), Tailandia, 2017. 12th National Economic and Social Development Plan (2017 – 2021).
- National Economic and Social Development Council (NESDC), Tailandia, 2018. National Strategy (2018 - 2037).
- National science and technology council. 2022. Plan estratégico nacional para la investigación en acuicultura, 2022.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable.

- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2022. Decisión (UE) 2022_591 Programa de acción medioambiental 2030 (Decision (EU) 2022/591 of the European Parliament and of the Council of 6 April 2022 on a General Union Environment Action Programme to 2030).
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, España, 2009. Reglamento europeo 1069_2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) N° 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales)
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, España, 2012. Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano
- Parlamento Europeo, 2021. Código de conducta de la Unión Europea para las prácticas empresariales y de comercialización responsables en el ámbito alimentario: una ruta orientativa común en pos de sistemas alimentarios.
- Parlamento Italiano, Italia, 2004. Decreto Legislativo N° 154 de 26 de mayo de 2004 sobre la modernización del sector de la pesca y la acuicultura.
- Parlamento Italiano, Italia, 2006. Decreto Legislativo 152_2006 - Normativa ambiental (Norme in materia ambientale).
- République française, 1997. Loi n° 97-1051 du 18 novembre 1997 d'orientation sur la pêche maritime et les cultures marines – Légifrance.
- République française, 2021. Código ambiental (Code de l'environnement - Légifrance).
- République française, 2022. Instructivo relativo a la lucha contra la contaminación del medio marino 2022 (Instruction relative à la lutte contre la pollution du milieu marin 2022).
- Socialist Republic of Vietnam, 2007. Decree No. 59_2007 on Solid Waste Management.
- Socialist Republic of Vietnam, 2017. Law on Fisheries.
- Socialist Republic of Vietnam, 2020. Law on Environmental Protection.
- State Council General Office, China, 2017. Marine Environmental Protection Law of the People's Republic of China.
- State Council General Office, China, 2017. National Plan on Banning "Foreign Garbage" and Reducing Solid Waste Imports.
- State Council General Office, China, 2018. Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China.
- State Council of the People's Republic of China, 1985. Regulations of the People's Republic of China on control over dumping of wastes in the sea waters.
- Unión Europea, Commissione europea, Direzione generale degli Affari marittimi e della pesca, Italia, 2019. Economía circular pesca y acuicultura (L'economia circolare nelle zone di pesca e acquacoltura).
- US Government, 2006. PUBLIC LAW 109–449 Marine Debris Research, Prevention, and Reduction Act.
- US Government, 2022. PUBLIC LAW 116–224—DEC. 18_2020. SAVE OUR SEAS 2.0 ACT.

9. ANEXOS

9.1 ANEXO 1. ACTAS DE REUNIONES

9.1.1 Acta primera reunión de coordinación con Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Acta Reunión Coordinación

Proyecto FIPA 2021-30 Diagnóstico de residuos sólidos y orgánicos post-proceso, procedentes de recursos cultivados de Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, logrando evaluar sus usos mediante economía circular, determinar su valorización residual y su aporte a la disminución de desechos acuícolas en el medio ambiente.

Información general

Proyecto : FIPA 2021-30
 Actividad : Primera reunión coordinación
 Fecha : 27 de julio de 2022
 Lugar : Vía Zoom
 Hora : 12:00 a 13:00

Participantes

	Nombre	Institución
1	Rafael Hernández	Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA)
2	Malú Zavando	Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA)
3	Eduardo Anderson	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
4	Alexis Gorigoitia	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
5	Felipe Hurtado Ferreira	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
6	Gabriele Rodrigues de Lara	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
7	Exequiel González Poblete	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
8	Jesús López Alarcón	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
9	Carolina Astudillo	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
10	Germán Miranda	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
11	Andrea Méndez Arias	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Desarrollo de la reunión

Apertura

El Sr. Rafael Hernández, Director ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura, dio comienzo a la reunión presentando a la contraparte técnica del proyecto, los profesionales: Alexis Gorigoitia y Eduardo Anderson; y señalando los requerimientos administrativos de la primera reunión de coordinación relativos a la entrega formal del acta.

Previo a la presentación del proyecto, el Dr. Felipe Hurtado señaló que el equipo ejecutor además, en el corto plazo hará la entrega formal de la documentación de la profesional Rossana Fredes Troncoso que reemplazará a la Srta. Andrea Salinas.

Presentación del proyecto

El Dr. Felipe Hurtado, jefe del proyecto FIPA 2021-30, realizó la presentación del proyecto, comenzando por el equipo profesional ejecutor, para luego dar cuenta de los objetivos de éste, y el plan de actividades.

Se presentó el objetivo general, a saber: ***Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos orgánicos. Provenientes de plantas post-proceso, obtenidos a partir de recursos de cultivos Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, indagando su valorización residual, así como posibles usos y/o productos secundarios, que permitan disminuir el impacto en el medioambiente, mediante la promoción de un sistema de economía circular.***

Luego el Sr. Hurtado presentó los objetivos específicos:

Objetivo específico 1: Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los desechos sólidos orgánicos, generados por Pectínidos y Ostreidos, procedentes de la acuicultura de plantas post-proceso, en las regiones de Atacama/Coquimbo y los residuos de Mitílidos y Ostreidos, post-proceso, generados en las regiones de Los Lagos/Aysén, en los últimos 10 años.

Respecto del objetivo específico 1, el profesional Alexis Gorigoitia, contraparte técnica del proyecto, señaló que en la oferta técnica se menciona que el análisis de la información se centrará en los años 2018, 2019 y 2020, y en este contexto propuso que se debería contemplar desde el año 2017 hasta el 2020, dado que este último año pudo haber afectado los datos por la pandemia.

En relación a esta solicitud, el Sr. Exequiel González agradeció y acogió la solicitud de incorporación de los datos del año 2017 en el análisis, pues ya se realizó una solicitud de información de los últimos 10 años.

Por otro lado, el Sr. Gorigoitia sugirió la revisión del estudio FIPA 2016-69 “Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de los desechos generados por actividades de acuicultura”, a lo cual el Sr. Exequiel González respondió que se realizará la revisión de este informe.

El profesional Eduardo Anderson, contraparte técnica del proyecto, consultó por la metodología del proyecto, específicamente por la aplicación de encuestas, para conocer la tipificación de los desechos de la actividad, qué calidad tiene esa materia prima que se está generando como desecho para que potencialmente pueda tener otros usos.

En relación a la consulta del Sr. Anderson, el Sr. Exequiel González respondió que esta solicitud no es parte de los objetivos solicitados en este proyecto, sin embargo el Dr. Felipe Hurtado señaló que podría incorporarse en una pregunta en la encuesta referida a qué desechos generan y qué se hace con ellos, pero a priori señala que las empresas sólo responderían en virtud de lo que la normativa les permite.

En este sentido, la Dra. Gabriele Rodrigues señaló que esta información puede ser identificada a partir de la revisión bibliográfica que se realice. En suma, el Dr. Hurtado relevó el estado del arte que se realizará, y que desde esa base, habrá que escoger cuál o cuáles serán los usos potenciales que se le podría dar a estos residuos eliminados para cada zona en particular.

En base a esto, el Sr. Anderson consultó si se realizará un análisis de mercado.

El Dr. Felipe Hurtado destacó que a fin del tercer mes se realizará una reunión con la contraparte técnica del proyecto, donde se definirá estratégicamente qué usos, pero no sería posible identificar qué recursos económicos utilizar y la viabilidad de cada propuesta, en esta reunión.

Objetivo específico 2: Investigar sobre los usos y potenciales productos secundarios, generados en base a los desechos de conchas, procedentes de bivalvos a nivel nacional y mundial, evaluando los posibles beneficios y dificultades de su implementación en las áreas geográficas determinadas.

Respecto de este objetivo específico, el Sr. Gorigoitia refirió a que es importante que el equipo ejecutor pueda identificar cuáles son los posibles usos/productos y determinar cuáles se trabajarán en el objetivo específico 4.

Objetivo específico 3: Establecer las referencias normativas internacionales y el marco normativo nacional, aplicables a la gestión de los desechos de conchas de bivalvos, respecto los potenciales usos y productos secundarios aplicables a nivel nacional.

Sobre este objetivo específico, el Dr. Hurtado aclaró que si bien se realizará la revisión y estado del arte del marco normativo nacional e internacional, el equipo ejecutor no se hará cargo de proponer una normativa específica en el caso de que no existiese.

Objetivo específico 4: Realizar una evaluación técnico-ambiental/económica (multifactorial), sobre los usos y productos secundarios que presenten un mejor manejo de gestión de residuos (definidos en el objetivo específico 4.2), con el fin de evaluar su implementación a nivel nacional, promoviendo la creación de un sistema de economía circular en los procesos productivos de sus cultivos.

En torno al objetivo específico 4, el profesional Eduardo Anderson consultó que si se identificarán brechas.

A esta pregunta, el Sr. German Miranda respondió que efectivamente se identificará si hay inviabilidades, se harán sugerencias, recomendaciones, pero no específicamente un análisis de brechas.

Por otro lado, el Sr. Gorigoitia señaló que en la metodología de este objetivo específico se hará una evaluación del VAN, TIR y PRC, y en este contexto, consultó si es posible incluir un tipo de fórmula que considere las particularidades económicas de cada zona, dado que será un análisis multifactorial.

Sobre esta consulta, el profesional German Miranda respondió que efectivamente se considerará la variabilidad de los costos, y si es viable o no para cada zona analizada.

Adicionalmente, el Sr. González a modo de respuesta señaló que de manera complementaria al análisis económico se hará un análisis ambiental del Valor Económico Total.

El Sr. Gorigoitia consultó si es posible tener las variables a evaluar en el VAN en la reunión que se realizará en el tercer mes de ejecución del proyecto, a lo cual el Dr. Hurtado señaló que no es posible, pues se requiere de más tiempo para contar con esas variables, pero se podría entregar un borrador o matriz en blanco de las variables a analizar visualizadas hasta el desarrollo del objetivo específico 2.

Por su parte, el Dr. Hurtado aclaró que si en el análisis se encuentran 6 usos que se dan internacionalmente, no se propondrán 6 plantas. Complementario a esto, el Sr. Gorigoitia señala que esta estimación será cuantificada en la siguiente reunión según el objetivo N° 2.

Finalmente, el profesional Eduardo Anderson señala disponibilidad para resolver inquietudes durante el desarrollo del proyecto, lo cual fue agradecido por el Dr. Felipe Hurtado y el equipo ejecutor.

Acuerdos

- Entregar la documentación de la profesional Rossana Fredes Troncoso que reemplazará a la Srta. Andrea Salinas
- En el objetivo específico 1, el análisis de los datos estadísticos de destino a materia prima y producción por línea de procesamiento, especie y región, se realizará para los años 2017, 2018, 2019 y 2020.
- Se realizará una revisión del estudio FIPA 2016-69 “Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de los desechos generados por actividades de acuicultura”.
- En la reunión de coordinación a realizarse el tercer mes de ejecución del proyecto, se entregará un borrador o matriz en blanco de las variables a analizar visualizadas hasta el desarrollo del objetivo específico 2.

Fotografías de la reunión de coordinación



Zoom Reunión

Grabando

Objetivos



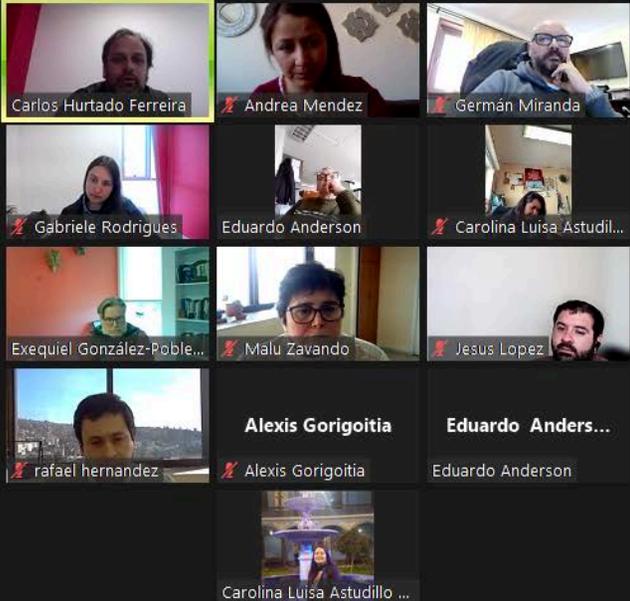
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO

Objetivo General

Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos orgánicos. Provenientes de plantas post-proceso, obtenidos a partir de recursos de cultivos Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, indagando su valorización residual, así como posibles usos y/o productos secundarios, que permitan disminuir el impacto en el medioambiente, mediante la promoción de un sistema de economía circular.

Objetivos Específicos

- 1) Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los desechos sólidos orgánicos, generados por Pectínidos y Ostreidos, procedentes de la acuicultura de plantas post-proceso, en las regiones de Atacama/Coquimbo y los residuos de Mitílidos y Ostreidos, post-proceso, generados en las regiones de Los Lagos/Aysén, en los últimos 10 años.
- 2) Investigar sobre los usos y potenciales productos secundarios, generados en base a los desechos de conchas, procedentes de bivalvos a nivel nacional y mundial, evaluando los posibles beneficios y dificultades de su implementación en las áreas geográficas determinadas.



Grid of 12 video thumbnails showing participants in a Zoom meeting. The thumbnails are arranged in a 4x3 grid. The names of the participants are visible below each thumbnail:

- Row 1: Carlos Hurtado Ferreira, Andrea Mendez, Germán Miranda
- Row 2: Gabriele Rodrigues, Eduardo Anderson, Carolina Luisa Astudil...
- Row 3: Exequiel González-Poble..., Malu Zavando, Jesus Lopez
- Row 4: rafaél hernandez, Alexis Gorigoitia, Eduardo Anders...

Below the grid, there is a thumbnail for Carolina Luisa Astudillo ...

9.1.2 Acta Reunión: Sobre selección de los Usos

Acta Reunión

Proyecto FIPA 2021-30 Diagnóstico de residuos sólidos y orgánicos post-proceso, procedentes de recursos cultivados de Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, logrando evaluar sus usos mediante economía circular, determinar su valorización residual y su aporte a la disminución de desechos acuícolas en el medio ambiente.

Información general

Proyecto : FIPA 2021-30
 Actividad : Reunión de coordinación contraparte técnica
 Fecha : 30 de enero de 2023
 Lugar : Vía Zoom
 Hora : 10:00 a 11:30

Participantes

	Nombre	Institución
1	Eduardo Anderson	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
2	Alexis Gorigoitia	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
3	Felipe Hurtado Ferreira	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
4	Gabriele Rodrigues de Lara	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
5	Exequiel González Poblete	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
6	Jesús López Alarcón	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
7	Carolina Astudillo	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
8	Germán Miranda	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Desarrollo de la reunión:**Apertura:**

El Sr. Felipe Hurtado, Director del Proyecto , dio comienzo a la reunión agradeciendo la asistencia de los profesionales: Alexis Gorigoitia y Eduardo Anderson representantes de la Subpesca; y señalando los requerimientos y objetivos de esta reunión que tenía como principal punto el poder seleccionar de los distintos usos encontrados en el estado del arte y su puntuación para así poder continuar con el desarrollo de sus respectiva evaluación y dimensionamiento de la planta procesadora a lo largo del proyecto, punto que será abordado en el objetivo 4.

Presentación del Proyecto:

El Sr. Felipe Hurtado, jefe del proyecto FIPA 2021-30, cede la palabra al Sr. Exequiel González quien presenta los principales resultados del objetivo 1 quien le da un contexto de los procesos y la generación de residuos sólidos orgánicos obtenidos a partir de recursos de cultivos Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos tanto en la zona Norte y Sur del país.

Durante la presentación el Sr Alexis Gorigoitia señaló que se corrijan algunos títulos de las columnas de producción en plantas para no generar confusión en lo que respecta a la materia

prima de entrada, residuos y finalmente producto. En relación a esta solicitud, el Sr. Exequiel González agradeció y acogió la solicitud de mejora.

Al respecto el Sr. Felipe Hurtado preciso que en la producción de ostión del norte actualmente lo que prevalece como producción en planta es el producto congelado media concha, por lo cual sólo la mitad prácticamente del peso de los residuos llega a los vertederos y la otra mitad a la basura domiciliaria donde se imposibilita su gestión del residuo. Por otra parte se indicó que en la zona sur del país, la miticultura (chorito) se centra principalmente en el congelado de carne y en forma minoritaria a los productos media concha o concha entera, productos que responden a mercados spot.

Posteriormente la Dra. Carolina Astudillo presentó el objetivo 2 centrándose en poder describir los principales procesos que ocurren en los distintos usos que se les dan a las conchas en el mundo. Posteriormente la Dra. Astudillo finaliza la presentación con la evaluación de los distintos usos mediante una matriz de evaluación cualitativa propuesta a inicios del proyecto donde se evidencia acorde a esa matriz y ponderación las dos más altas y que corresponden a alimento para aves y restauración de suelos. Para terminar, se presenta un proceso genérico que involucra 4 etapas: 1) remoción de materia orgánica y sales (lavado químico), 2) Filtro rotativo criba 3) Secado de lata temperatura y 4) Molienda. Dichos procesos generan productos de múltiples usos, producto final (restauración de suelos) o insumos (ingrediente para alimento de aves). Dichos usos además de haber sido evaluados bajo distintos criterios, todos ellos responden a un punto importante y que es su aporte a la disminución de desechos acuícolas en el medio ambiente de manera importante.

Al respecto el Sr. Gorigoitia preguntó mayor antecedentes y alcance de los atributos de calificación cualitativa de la matriz de evaluación. El Dr. Felipe Hurtado dio una explicación y alcance para los principales criterios de manera de poder explicar la ponderación de cada uno de ellos. Al respecto el Sr. Gorigoitia preguntó por qué no se tomó en cuenta el grado de innovación como criterio de evaluación como tal. Felipe Hurtado, complementado por el Sr. Miranda, indicó que la evaluación económica para productos que no estén maduros se complica por el desconocimiento de variables económicas y de mercado. Esta falta de información, incluyendo el desconocimiento del momento en que estos proyectos de producción puedan pasar a ser una realidad según sea su TLR, induce a muchos supuestos que aumentan la incertidumbre de los resultados de la evaluación del producto.

Al respecto el equipo de la Subpesca indica que de igual manera se consideren alternativas de acuerdo al criterio de innovación.

En este contexto, a la luz de la discusión, Felipe Hurtado solicita a los Sres. Gorigoitia y Anderson que puedan identificar cuáles son sus preferencias, a lo cual nos indicaron que los productos a evaluar según sus preferencias son:

- i. Como Material absorbente de metales pesados.
- ii. Restaurador de suelos de uso agrícola y forestales
- iii. Como aditivos (como aditivo o aglomerante natural). Para este punto se dio como referencia un link en Instagram donde aparece la iniciativa calcareo.cl que da como resultado de sus investigaciones una solución que se prepara con conchas molida más

agua y alginato que dan como resultado un material que permite construir platos, adornos, botones, impresión 3D y también uso en el rubro pinturas, etc.

Una vez propuestos por la contraparte de Subpesca los usos a seguir evaluando, el equipo de la PUCV consultó sobre la mejor forma de incorporar las nuevas alternativas discutidas, por cuanto al no estar incorporadas en el Informe de Avance ya entregado, el evaluador externo no los tendrá a la vista como resultado de esta reunión y recién podrá conocer de ellos al revisar y evaluar el pre-Informe final. Al respecto los Sres. Gorigoitia y Anderson de Subpesca indican que. Los acuerdos sostenidos entre el ente ejecutor y las contrapartes quedan refrendados en la presente acta.

En relación a los nuevos productos conversados, Felipe Hurtado menciona que respecto a los dos primeros se ve potencialmente que no habría problemas en la evaluación técnico económica propuesta a realizar, sin embargo en cuanto al tercer producto, como aditivo o aglomerante natural, visualiza que existirán muchos supuestos para su evaluación económica, obteniéndose resultados poco realistas. Al respecto el Sr. Miranda propone como medida alternativa conservadora el considerar el precio de equilibrio para la evaluación económica, si la contraparte mandate presente lo estima conveniente. Ante lo cual la respuesta de los Sres. Gorigoitia y Anderson de Subpesca fue que eso es una decisión del equipo ejecutor.

NOTA: es importante que mencionen que dados los tiempos y recursos financieros disponibles para ejecutar este proyecto no se visualiza realista evaluar más de tres alternativas de productos.

Fotografía de la reunión:



9.1.3 Acta Reunión: Revisión de observaciones del Segundo Informe de Avance

Acta Reunión

Proyecto FIPA 2021-30 Diagnóstico de residuos sólidos y orgánicos post-proceso, procedentes de recursos cultivados de Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, logrando evaluar sus usos mediante economía circular, determinar su valorización residual y su aporte a la disminución de desechos acuícolas en el medio ambiente.

Información general

Proyecto : FIPA 2021-30
 Actividad : Reunión Observaciones 2do Informe de avance
 Fecha : 19 de junio de 2023
 Lugar : Vía Zoom
 Hora : 10:00 a 11:00

Participantes

	Nombre	Institución
1	Rafael Hernández	Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA)
2	Malú Zavando	Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA)
3	Eduardo Anderson	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
4	Alexis Gorigoitia	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
5	Felipe Hurtado Ferreira	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
6	Gabriele Rodrigues de Lara	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
7	Exequiel González Poblete	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
8	Jesús López Alarcón	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
9	Carolina Astudillo	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
10	Germán Miranda	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
11	Rossana Fredes	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Desarrollo de la reunión:**Apertura:**

El Sr. Rafael Hernández, Director ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura, dio comienzo a la reunión dando paso a los profesionales de la subsecretaria de pesca y acuicultura: Alexis Gorigoitia y Eduardo Anderson.

Observaciones por objetivo:

Objetivo específico 1 Desarrollar un diagnóstico de la gestión actual de los desechos sólidos orgánicos, generados por Pectínidos y Ostreidos, procedentes de la acuicultura de plantas post-proceso, en las regiones de Atacama/Coquimbo y los residuos de Mitílidos y Ostreidos, post-proceso, generados en las regiones de Los Lagos/Aysén, en los últimos 10 años.

El equipo de Subpesca señala que es mejor presentar los valores totales de desecho en base a mitílidos, pectínidos y ostreidos, además del porcentaje que representa cada una de las especies (ej.: 5% de cholga, 80% chorito... etc.)

Se señala que es importante sistematizar la información para hacerla de fácil lectura, de forma descriptiva (fichas, cuadros explicativos etc.) y compacta.

Objetivo específico 2: Investigar sobre los usos y potenciales productos secundarios, generados en base a los desechos de conchas, procedentes de bivalvos a nivel nacional y mundial, evaluando los posibles beneficios y dificultades de su implementación en las áreas geográficas determinadas.

El equipo de Subpesca solicita actualizar tabla 5.6. Además, solicitan que de las 3 propuestas se especifique 1 producto final, por cada propuesta. Las propuestas serán:

1. Como Material absorbente de metales pesados.
2. Restaurador de suelos de uso agrícola y forestales
3. Como aditivos (con o como aglomerante natural).

Objetivo específico 3: Establecer las referencias normativas internacionales y el marco normativo nacional, aplicables a la gestión de los desechos de conchas de bivalvos, respecto los potenciales usos y productos secundarios aplicables a nivel nacional.

Sobre este objetivo específico, el equipo de Subpesca señala que sería bueno revisar la actual normativa de salud vigente. Sin embargo, el equipo PUCV señala que no encontró alguna normativa específica al respecto. Por lo tanto, se solicita a Subpesca que señale cual normativa incluir en el informe, ante lo cual, el equipo Subpesca se compromete a buscar la normativa y de encontrar la enviaran al equipo PUCV para incorporarla al trabajo. En este contexto, Rafael Hernández se compromete a entregar contacto de personas que trabajan en el ministerio de salud en la región de Los Lagos para facilitar dicha búsqueda.

Objetivo específico 4: Realizar una evaluación técnico-ambiental/económica (multifactorial), sobre los usos y productos secundarios que presenten un mejor manejo de gestión de residuos (definidos en el objetivo específico 4.2), con el fin de evaluar su implementación a nivel nacional, promoviendo la creación de un sistema de economía circular en los procesos productivos de sus cultivos.

El equipo de Subpesca solicita que, de los tres productos presentados, y que este sea el que propone la PUCV. Además, solicitan su valor de venta como producto final. En base a las 3 propuestas evaluar un producto por cada propuesta, ejemplo:

- Propuesta 1 Como Material absorbente de metales pesados: De x productos evaluar solo 1 producto.
- Propuesta 2 Restaurador de suelos de uso agrícola y forestales: De x productos evaluar solo 1 producto.
- Propuesta 3 Como aditivos (con o como aglomerante natural): De x productos evaluar solo 1 producto.

No fue conversado esto en la reunión: pero es importante integrar en este análisis productos generados en la zona norte y sur del país.

Se acuerda ejecutar una reunión adicional el martes 11 de julio para discutir acerca del objetivo específico 4.

9.2 ACTA DE REALIZACIÓN DEL TALLER DE DIFUSIÓN

Taller de difusión

Proyecto FIPA 2021-30

“Diagnóstico de residuos sólidos y orgánicos post-proceso, procedentes de recursos cultivados de Mitílidos, Pectínidos y Ostreidos, logrando evaluar sus usos mediante economía circular, determinar su valorización residual y su aporte a la disminución de desechos acuícolas en el medio ambiente”

Fecha: Jueves 11 de abril de 2024

Lugar: Vía Zoom

Hora : 10:00 a 12:00

Participantes

	Nombre	Institución
1	Felipe Hurtado Ferreira	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
2	Gabriele Rodrigues de Lara	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
3	Exequiel González Poblete	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
4	Carolina Astudillo	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
5	Germán Miranda	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
6	Rossana Fredes	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
7	Alexis Gorigoitia	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
8	Malu Zavando	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
9	Boris Gallardo	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
10	Constanza Landeros	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
11	Vicente Valenzuela	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)

12	Katherine Lizana	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
13	Paulina Vera	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
14	Carolina Molina	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
15	Ronald Gil	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
16	Roxana Yus	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)
17	Barbara Herrera	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
18	Patricia Salvo	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
19	Nicole Maturana	Fundación Chile
20	Enrique Molina	Fundación Chile
21	Francisco Talguía	Fundación Chile
22	Francisca Sandoval	Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (Indespa)
23	Pablo Faundez	St. Andrews
24	Julio Reyes	Sudmaris
25	Iván Paredes	Inversiones Coihuin (Manuelita)
26	Felipe Schilling	Camanchaca
27	Elias Yagui	Camanchaca

Presentación del Proyecto

El Dr. Felipe Hurtado, director del Proyecto, dio comienzo a la reunión explicando que el proyecto estará disponible en 2-3 meses en la página web del FIPA. La PUCV se adjudicó el proyecto del cual SUBPESCA es el mandante. Se presentaron los antecedentes y la justificación del proyecto, dando énfasis en la magnitud de los residuos que genera la industria de los mitílicos en la región de Los Lagos. Además, se explicó la realización de las entrevistas con los encargados correspondientes de

cada planta de proceso/empresa, los rendimientos y sus líneas de proceso. Destacando que estas empresas son las que mayor producción regional poseen según la zona correspondiente.

Objetivo Específico 1

El Dr. Felipe Hurtado presentó los resultados del objetivo específico 1 explicando las especies y líneas de proceso por región. Enfatizando que en la zona norte el ostión del norte es la especie principal con un 94% y se producen congelados y enfriados-refrigerados. En la región de Los Lagos, el chorito tiene un 99% de producción en congelados, conservas y enfriados refrigerados.

Posteriormente se caracterizaron los desechos sólidos orgánicos post-proceso de los cultivos tanto en la zona norte como en la zona sur. Sus principales productos, los residuos y el porcentaje de rendimiento de cada producto. Además de los residuos que se generan para el proceso del ostión congelado en la zona norte, como la carne de chorito en la zona sur.

Con respecto a la estimación de flujo de residuos sólidos orgánicos post-proceso de estos cultivos, en la zona norte existe un promedio anual de 912 ton/año de residuos entre 2017-2021. Al respecto se precisó que la producción de ostión del norte congelado de media concha, solo la mitad de residuos llega a los vertederos, ya que la otra mitad se genera como basura domiciliaria. Por la otra zona, en el sur el promedio anual de residuos es de 333.413 ton.

Objetivo Especifico 2

Posteriormente la Dra. Carolina Astudillo presentó los resultados del objetivo específico 2 centrándose en 3 ejemplos de usos/procesos: restauración de suelos, alimento de aves y materiales absorbentes. Se presentó un proceso general de 4 etapas: 1) remoción de materia orgánica y sales (lavado químico), 2) Filtro rotativo criba 3) Secado de lata temperatura y 4) Molienda. Los posibles usos/procesos se evaluaron en base a criterios y los que pasaron a la siguiente fase son: 1) Absorbente de metales pesado, 2) Restaurador de suelos y 3) Aglomerante natural. Además, Alexis Gorigoitia aclaró que el alimento para aves no se eligió debido a la innovación sobre el tema, por lo tanto, se buscó el aglomerante natural.

Al finalizar la presentación uno de los presentes consultó acerca de la utilidad del material absorbente, donde se explicó que el absorbente de materiales pesados tiene una utilidad genérica de remoción de mercurio, plomo, cromo, entre otros. Que sirve en sistemas de corrientes líquidas y gaseosas.

Objetivo Especifico 3

La Dra. Gabriele Rodrigues presentó los resultados del objetivo específico 3, donde destacó la normativa vigente, disponible y accesible vía web de ministerios, agencias, ambiente, económica,

salud, entre otras, en los principales países cultivadores de bivalvos en el mundo; entre éstos: la República Popular China, Vietnam, República de Corea del Sur, Japón, España, Tailandia, Estados Unidos de América, Francia e Italia.

Se dejó en claro que no existe legislación de la concha como residuo en específico, por lo que se utilizó la búsqueda del término de residuos en general. La normativa nacional vigente posee un reglamento sobre el tratamiento y disposición final de los desechos sólidos y líquidos orgánicos e inorgánicos de la acuicultura. Además de medidas para evitar o reducir el depósito de desechos orgánicos e inorgánicos y fomentar el reciclaje. Dentro de la normativa chilena no se menciona las conchas, pero corresponde a un residuo sólido orgánico, el cual debe depositarse en vertederos, rellenos sanitarios u otros.

Se presentó un análisis comparativo sobre la gestión de los residuos en la acuicultura nacional e internacional. Dentro de las similitudes se destaca la disposición de residuos acuícolas, la economía circular y el reciclaje. Mientras que, por otro lado, las diferencias son las siguientes: destinación de los residuos acuícolas, guía de buenas prácticas, recolección y transporte de subproductos y la prevención y reducción de riesgos.

Se explicaron las brechas que tiene la normativa chilena, ya que no existen leyes, resolución o similares para el uso de los subproductos de la industria acuícola. La mayoría de estas normativas trata los desechos sólidos como plásticos, redes y estructuras mayores. Las conchas no están categorizadas dentro de estos desechos.

Se proponen cambios y/modificaciones en la normativa actual para poder clasificar las conchas. También generar una guía o manual como por ejemplo la “Guía de Minimización de Subproductos y Residuos de la Acuicultura” de España.

Objetivos Especifico 4

El Sr. Germán Miranda explicó que según lo obtenido en el objetivo específico 2 junto con la producción de moluscos bivalvos en la acuicultura de la región de los Lagos, se propone una planta de proceso para estos residuos. La ubicación de esta planta sería en Pargua y Dalcahue, ya que estas zonas cumplen con los siguientes requisitos: traslado de desechos menor a 100 km, en caso de que una de estas tenga una falla, la otra pueda absorber parte de la capacidad, además de que ambas zonas están en los principales polos generadores de residuos.

La descripción general del proceso de transformación consta de tres grandes etapas: 1) recepción y limpieza, 2) ajuste de tamaño y 3) transformación química en CaCO_3 . El diseño de la planta de proceso nace de las entrevistas con las empresas, reuniones y entre otros con el fin de que un tercero tome las bases de este proyecto y lo ejecuten.

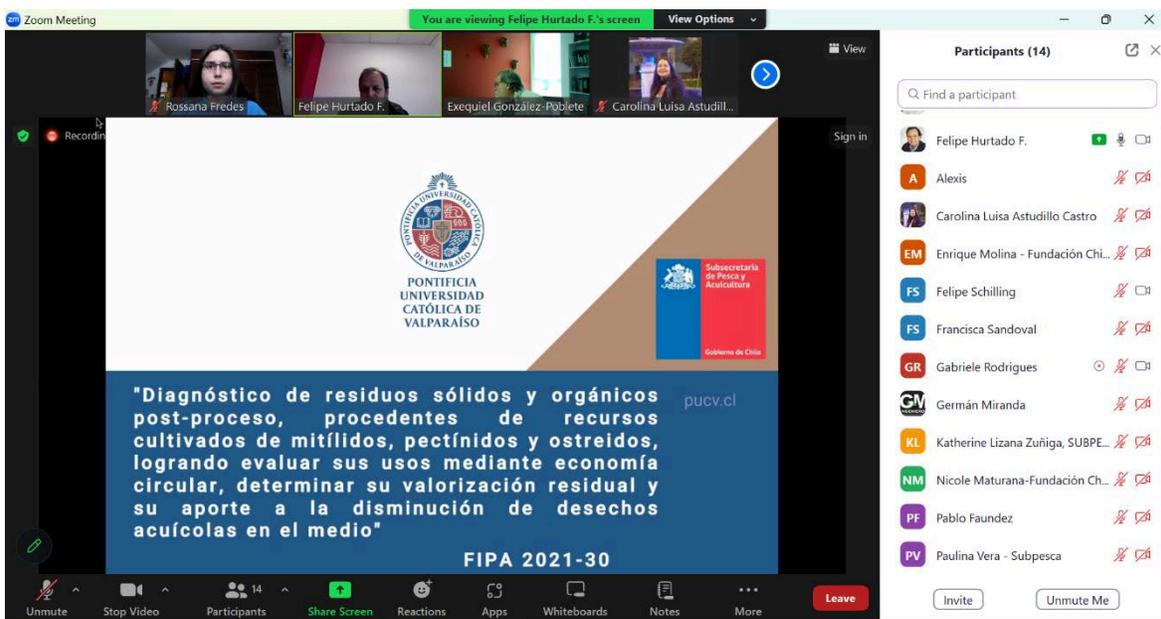
Posteriormente el Sr. Exequiel González presentó la determinación del valor residual de los desechos orgánicos sólidos. Para estimar las emisiones y efluentes generados por la actividad se generaron dos escenarios S/Proyecto y C/Proyecto. Este último escenario se basa en el supuesto

de que se construyan y operen las dos plantas de proceso en la zona sur. Además, se realizó una estimación de emisiones y fuentes para ambos escenarios y se identificó la literatura sobre el costo social generado por este tipo de emisiones.

Se explicó la proyección de residuos, productos y valor residual de la reutilización de residuos orgánicos sólidos para el período 2023-2032. Además, se explica la curva de adopción para la construcción y operación de la planta.

Al finalizar la presentación uno de los presentes preguntó si se tomó en consideración la opinión la comunidad y que sucederá para llevar a cabo esta planta luego de entregar el proyecto. Se mencionó que no se realizó un análisis de la comunidad porque no estaba considerado dentro de los objetivos de este proyecto, ya que la base era la opinión de la industria y por eso se llevaron a cabo la entrevistas a las principales empresas de la zona y no la opinión social. Y se enfatizó en que el proyecto se entrega a la subsecretaría y quedará disponible en la web, pero que nosotros no vamos a ejecutar el proyecto, solo estará la idea disponible para que un tercero lo lleve a cabo.

9.2.1 Fotografías del taller



Zoom Meeting You are viewing Felipe Hurtado F.'s screen View Options

Participants (23)

Find a participant

- Carolina Luisa Astudillo Castro
- Carolina Molina
- E Yagi
- Enrique Molina - Fundación Chi...
- Felipe Schilling
- Francisca Sandoval
- Francisco Talguia - Chile
- Gabriele Rodrigues
- Germán Miranda
- julio reyes
- Katherine Lizana Zuñiga, SUBPE...
- Malu Zavando
- Nirola Maturana-Fundación Ch...

Resultados Objetivo Especifico 1
 Caracterización de los desechos sólidos orgánicos de post-proceso de cultivos bivalvos de la acuicultura. Zona Sur

- Principal producto: Chorito
 Carne 86%
 Conservas 8%
 Enfriado-Refrigerado 6%
- Rendimiento: 18-30%
- Perdida de MO: 1,5-3%

Residuos totales	-76,20 %	(0,742 ton)	0 %	(0 ton)
Residuos concha	-74,50 %	(0,742 ton)		
Residuos orgánicos	-0,018 %	(0,018 ton)		

Pérdidas concha y materia orgánica durante proceso producción

Figura 2. Diagrama simplificado del proceso de producción de producto congelado, conserva y enfriado-refrigerado de chorito, considerando estimación de residuos sólidos orgánicos.

Zoom Meeting You are viewing Gabriele Rodrigues' screen View Options

Participants (22)

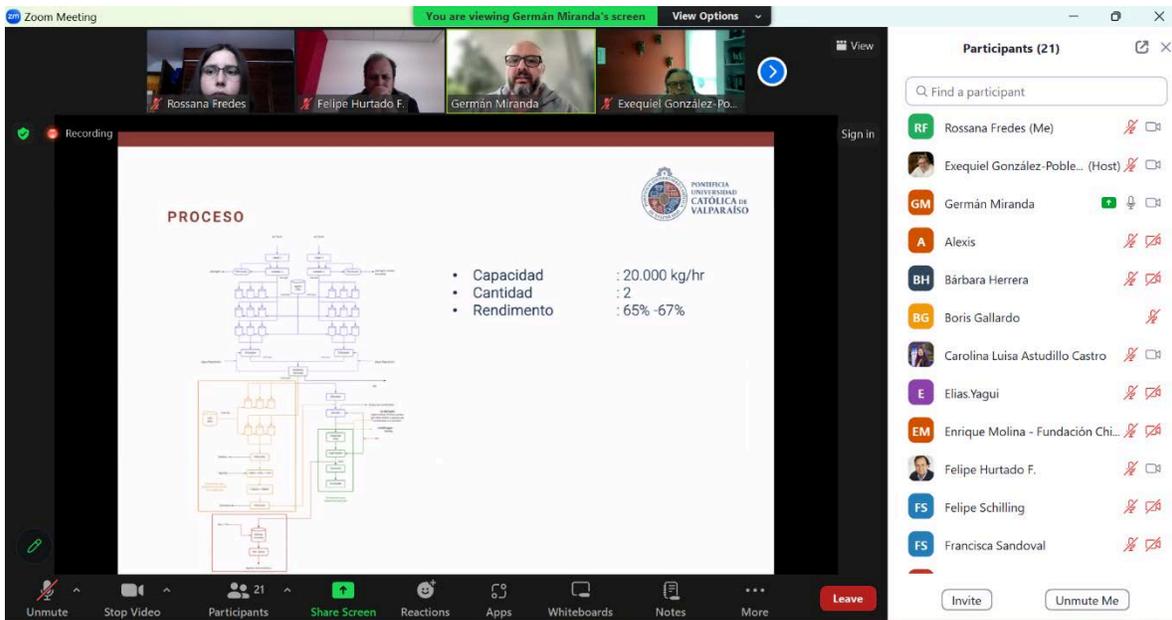
RESULTADOS
 Propuesta de cambios y/o modificaciones de la normativa actual.

Para todos los residuos mencionados anteriormente, existen disposiciones legales que instruyen su disposición, manejo y acopio temporal, frecuencia de retiro, condiciones de transporte, generación de olores molestos y proliferación de vectores con impacto sanitario, y sus respectivas particularidades en cada caso.

Sin embargo, al no contemplar las conchas como un tipo específico de residuo, queda un vacío con relación a su manejo y disposición.

Por ende, se sugiere que el decreto debiera contener un artículo o disposición adicional mencionando las conchas como un residuo específico, disponiendo de las normativas y condiciones para su manejo y acopio, retiro y transporte, disposición final, mencionando e incentivando su transformación, reciclaje y reutilización, e incluso dando ejemplos de los productos que puedan generarse a partir de dichos procesos.





Zoom Meeting You are viewing Exequiel González-Poblete's screen View Options

Rossana Fredes Exequiel González-Poblete Felipe Hurtado F. Gabriele Rodríguez Germán Miranda Alexis

Recording

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FIPA 2021-30

"DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ORGÁNICOS POST-PROCESO, PROCEDENTES DE RECURSOS CULTIVADOS DE MITÍLIDOS, PECTÍNIDOS Y OSTREIDOS. LOGRANDO EVALUAR SUS USOS MEDIANTE ECONOMÍA CIRCULAR, DETERMINAR SU VALORIZACIÓN RESIDUAL Y SU APOORTE A LA DISMINUCIÓN DE DESECHOS ACUÍCOLAS EN EL MEDIO AMBIENTE"

pucv.cl

Valoración de los residuos

Unmute Stop Video Participants 21 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards Notes Leave

9.3 ANEXO 3. LISTADO DE PLANTAS DE PROCESO DE MOLUSCOS BIVALVOS DE LA ACUICULTURA A ENCUESTAR/ENTREVISTAR

Tabla 37. Listado plantas declararon producción (ton) de moluscos bivalvos de la acuicultura en las regiones de Atacama y Coquimbo, ordenadas de mayor a menor producción por grupo de especie y línea de proceso, período 2019-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas de SERNAPESCA)

Región	Codigo	Nombre Planta	MITÍLIDOS					PECTÍNIDOS					OSTREIDOS					%ACU																					
			L2	L3	L8	L13	Subtot	L2	L3	L8	L13	Subtot	L2	L3	L8	L13	Subtot	TOTAL	%	M In																			
ATACAMA																																							
	3236	SOC. COMERCIALIZ. DE PROD. DEL MAR Y ALIMENTOS LTDA. (TRIDENTE LTDA.)	0	4	0	0	4	0	221	0	0	221	0	0	0	0	0	225	100%																				
	3088	CONCHA SANCHEZ, ANGEL CUSTODIO (PUERTO BAHÍA)		4			4		114			114					0	114	51%	51%																			
	3282	SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE BUZOZ MARISCADORES Y ARTESANALES DEL MAR DE CALDERA (STI PUNTA FRODDEN)					0	0	12			12					0	12	5%	92%																			
	3167	SANHUEZANOVOA, HECTOR ALEJANDRO					0		11			11					0	11	5%	96%																			
	3290	RAUL ANTONIO YARYES SALAZAR					0		8			8					0	8	4%																				
	3170	CAMPOS TORRES, LORENA ALEJANDRA					0	0	0			0					0	0	0%	0%																			
COQUIMBO																																							
	4115	PACIFIC SEAFOOD S.A.(EX INVERTEC PACIFIC SEAFOOD S.A.) (EX PESQ. SAN JOSÉ S.A.)	0	291	56	0	347	365	4.308	0	0	4.673	0	0	0	0	0	5.020	1																				
							0	99	1.687			1.786					0	1.786	35,6%	36%																			
	4114	SOC.DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL MAR LTDA. (DISTRIMAR LTDA.)					0		1.752			1.752					0	1.752	34,9%	70%																			
	4161	SOCIEDAD COMERCIAL GRANMAR TONGOY LTDA.		191			191	166	453			619					0	810	16,1%	87%																			
	4211	SOCIEDAD GUIDOMAR LIMITADA					0		165			165					0	165	3,3%																				
	4092	TAPIABONILLA, EMILIO ALFREDO					0	75	34			109					0	109	2,2%																				
	4258	SOCIEDAD COMERCIAL DELMAR LIMITADA					0	16	66			82					0	82	1,6%																				
	4220	SOCIEDAD ALIMENTOS ALSAN LIMITADA (ALSAN LIMITADA)				56	56					0					0	56	1,1%	88%																			
	4141	GONZALEZ RAMOS, PATRICIO DEL CARMEN					0	3	37			40					0	40	0,8%																				
	4167	ALMONACID HIJERRA, MARÍA ELIZABETH		32			32					0					0	32	0,6%	88%																			
		OTRAS PLANTAS (17 Plantas)	0	68	0	0	68	6	114	0	0	120	0	0	0	0	0	188	3,7%																				
		L2: Enfriado-Refrigerado																																					
		L3: Congelado																																					
		L8: Conserva																																					
		L13: Deshidratado																																					

Tabla 38. Listado plantas declararon producción (ton) de moluscos bivalvos de la acuicultura en la Región de Los Lagos, ordenadas de mayor a menor producción por grupo de especie y línea de proceso, período 2019-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)

Codigo	Nombre Planta	MITÍLIDOS					PECTÍNIDOS					OSTREIDOS					%ACU	
		L2	L3	L8	L13	SUBTOT	L2	L3	L8	L13	SUBTOT	L2	L3	L8	L13	SUBTOT	TOTAL	%
10754	BLUE SHELL S.A.		41.342		414	41.756					0					41.756	12,0%	12%
10752	ST. ANDREWS SMOKY DELICACIES S.A		35.300			35.300					0					35.300	10,2%	22%
10727	CAMANCHACA CULTIVOS SUR S.A		34.203			34.203					0					34.203	9,9%	32%
10728	INMUEBLES CATALUÑALIMITADA	4.416	19.247	10.318		33.981					0					33.981	9,8%	42%
10217	MEJILLONES AUCAR LTDA. / AUCAR, SALMONES LTDA.	2	31.340			31.342					0					31.342	9,0%	51%
10034	TRANS ANTARTIC, PESQUERA LTDA.	12.747	775	13.428		26.950					0					26.950	7,8%	59%
10774	SUDMARI S CHILE S.A.		24.122			24.122					0					24.122	7,0%	66%
10671	RIA AUSTRAL S.A.		22.817			22.817					0					22.817	6,6%	72%
10800	INVERSIONES COIHUIN LTDA.		21.754			21.754					0					21.754	6,3%	79%
10937	SOCIEDAD PESQUERA LANDES S.A.		18.843			18.843					0					18.843	5,4%	84%
10747	PACIFIC GOLD S.A.		16.343			16.343					0					16.343	4,7%	89%
10648	TORALLA S.A.		12.327			12.327					0					12.327	3,6%	92%
10762	PESBASA S.A.		9.808			9.808					0					9.808	2,8%	95%
10853	ACUÑA FUENTES, EDMUNDO JOSÉ	1.197	260	2.921		4.378					0					4.378	1,3%	96%
10620	PACIFIC FARMER, PESQ. LTDA. (EX CHEN ZHANG LUO, COM. Y CIA. LTDA.)	2	3.043			3.045		2			2					3.047	0,9%	97%
10829	COMERCIALIZADORA Y EXPORTADORA SUR CORP S.A.		1.684			1.684					0					1.684	0,5%	
10866	COMERCIAL MARES DE CHILOE SPA		1.450			1.450		4			4					1.454	0,4%	
10877	SOCIEDAD COVESAN S.A.	4	1.199			1.203		1			1					1.204	0,3%	
10790	SOC. COM. E INVERSIONES EXPROMAR LTDA.		944			944					0					944	0,3%	
10927	SOCIEDAD COMERCIAL POLINCA Y SpA		690			690					0					690	0,2%	
10729	CONSERVAS Y CONGELADOS DE PUERTO MONTT S.A.	207	11	384		602					0					602	0,2%	97%
10887	CENTRO LOGISTICO PESQUERO SANTIAGO S.A.		503			503					0					503	0,1%	98%
10755	ORIZON S.A.		485	7		492					0					492	0,1%	
10891	SOCIEDAD PROA LTDA.		433			433					0					433	0,1%	
10731	COMERCIALIZADORA AQUA AUSTRAL LIMITADA	359				359					0	25			25	384	0,1%	98%
10840	AQUINOJEDA LEILA LETICIA E.I.R.L.	339				339					0					339	0,1%	
10715	PESQUERA MARISHELL LTDA.	195	67			262		6			6					268	0,1%	
	OTRAS PLANTAS	241	309	46	0	596	0	5	0	0	5	0	0	0	0	601	0,2%	
	TOTAL	19.709	299.299	27.104	414	346.526	0	18	0	0	18	25	0	0	0	25	346.569	

L2: Enfrido-Refrigerado

L3: Congelado

L8: Conserva

L13: Deshidratado

9.4 ANEXO 4. ENCUESTA A PLANTAS DE PROCESO.

Encuesta Estudio Residuos Plantas Proceso Moluscos

Buenos días/ tardes, mi nombre es _____, estamos haciendo una encuesta para un estudio del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA), ejecutado por la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. En este contexto estamos interesados en poder conocer respecto de los residuos del procesamiento de mitilidos, ostiones y ostras en las regiones de Atacama, Coquimbo y Los Lagos. Esto con el fin de poder determinar el potencial de reutilización de dichos residuos en un marco de economía circular y que debiese redundar en nuevas alternativas de negocio para la actividad procesadora de alimentos del mar.

Esta encuesta nos tomará aproximadamente 30 minutos de su tiempo y desde ya agradecemos mucho su colaboración.

A. Características del encuestado "Planta de Proceso-Empresa"

1. Nombre de la planta _____
2. Dirección de la planta _____
3. ¿Cuáles son los principales recursos procesados por Línea de Proceso y cuales los principales productos elaborado:

Línea de Proceso	Especies	Producto Nombre	Producto Formato
L2: Enfriado Refrigerado			
L3: Gongelado			
L8: Conservas			
Otro:			

4. ¿Cuál es la capacidad de proceso instalada para dichos productos y cuál la cantidad de materia prima por unidad de producto?

Producto (nombre-formato)	Capacidad instalada (Kg-Ton / Hr-día)	Materia Prima (Ton MP / Ton Prod)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

5. ¿Cuál es su nivel de producción (ton/mes) para los productos indicados por temporada?

Producto (nombre-formato)	Alta	Media	Baja
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			

6. ¿Cuáles son los meses a considerar para cada temporada?

Temporada	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Producto 1												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 2												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 3												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 4												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 5												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 6												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 7												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 8												
Alta												
Baja												
Media												
Producto 9												
Alta												
Baja												
Media												

A. Sobre los residuos del procesamiento

1. ¿Qué tipo de residuos se generan en el proceso de sus productos (Conchas 1, Mantos y otras carnes 2, bisos 3 y/o otros 4)

Producto (nombre-formato)	Residuo	Observaciones
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

2. ¿Qué cantidad de cada tipo de residuos se generan en el proceso de sus productos (Conchas 1, Mantos y otras carnes 2, bisos 3 y/o otros 4)

Producto (nombre-formato)	Cantidad de Residuos			
	Tipo Residuo 1	Tipo Residuo 2	Tipo Residuo 3	Tipo Residuo 4
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

3. ¿Qué se hace con los residuos que se generan en el proceso de sus productos (Conchas 1, Mantos y otras carnes 2, bisos 3 y/o otros 4)

Residuos	Existe algun tratamiento antes	Destino	Tipo de transporte	Distancia	Algun problema identificado
1. Conchas					
2. Mantos y otras carnes					
3. Bisos					
4. Otros					

B. Datos del Entrevistado(a)

Nombre del entrevistado _____

Sexo F ____ M ____

Cargo _____

Teléfono del entrevistado _____

Fecha y hora de la entrevista

--	--	--	--

Entrevistador Supervisor _____

Nombre del entrevistador _____

Muchas gracias por su cooperación, dentro de días (semanas) regresaremos a hacerle nuevamente unas preguntas.

9.5 ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO EN TERRENO EN LA ZONA SUR EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

9.5.1 Fotografías Zona Sur















9.5.2 Fotografías Zona Norte





9.6 ANEXO 6. PRODUCCIÓN Y PLANTAS DE PROCESO DE PRODUCTOS DE MOLUSCOS BIVALVOS DE LA ACUICULTURA POR ZONA, ESPECIE Y LÍNEA DE PROCESO.

Tabla 39. Producción (ton/año) de alimentos en base moluscos bivalvos de la acuicultura, por especie y línea de proceso, zona norte -regiones Atacama y Coquimbo-, período 2010-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA).

ESPECIE/ LÍNEA DE PROCESO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
OSTION DEL NORTE	1.697	1.780	1.146	940	845	686	994	1.385	2.058	2.514	1.354	1.026
CONGELADO	1.529	1.490	931	828	722	613	933	1.307	1.957	2.253	1.285	991
ENFRIADO REFRIGERADO	168	291	215	112	123	73	61	78	101	261	69	35
CHORITO	8	40	32	108	68	43	18	40	103	113	104	126
CONGELADO	7	29	24	83	68	36	18	28	96	107	84	96
CONSERVA	1	12	8	25		7		12	7	6	20	30
ENFRIADO REFRIGERADO					0							
CHORO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5	2	1
CONGELADO				0			1	1		5	2	1
ENFRIADO REFRIGERADO									0			
CHOLGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONGELADO	0			0								
TOTAL	1.705	1.820	1.178	1.048	913	729	1.013	1.426	2.161	2.632	1.460	1.153

Tabla 40. Producción (ton/año) de alimentos en base moluscos bivalvos de la acuicultura, por especie y línea de proceso, zona sur -región de Los Lagos -, período 2010-2021. (Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA).

ESPECIE / LÍNEA PROCESO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CHORITO	58.452	78.510	70.656	76.713	71.009	92.879	88.435	98.755	96.620	105.008	114.811	123.683
CONGELADO	51.837	70.121	63.296	67.754	65.734	85.306	80.699	88.212	86.967	92.618	98.862	107.373
CONSERVA	5.331	6.666	6.432	7.950	4.387	5.916	6.140	8.864	7.740	6.972	9.296	9.369
ENFRIADO REFRIGERADO	1.284	1.723	928	1.009	888	1.657	1.596	1.679	1.913	5.279	6.497	6.822
DESHIDRATADO										139	156	119
CHOLGA	866	1.093	868	1.573	820	1.274	889	1.011	1.131	1.247	950	643
CONSERVA	462	658	578	709	414	701	403	566	598	594	519	354
ENFRIADO REFRIGERADO	269	225	253	486	368	438	456	397	405	382	341	269
CONGELADO	135	210	37	378	38	135	30	48	128	271	90	20
CHORO	1	0	17	85	77	60	1.660	75	38	69	60	55
CONGELADO			17	85	75	57	1.630	30	10	17	41	7
ENFRIADO REFRIGERADO		0		0	1	3	30	45	28	52	19	48
CONSERVA	1	0									0	
OSTRA CHILENA	0	0	0	0	2	6	26	25	7	7	4	12
ENFRIADO REFRIGERADO					2	6	26	25	7	7	4	12
OSTRA DEL PACIFICO	13	1	4	0	2	0	5	17	2	0	0	2
ENFRIADO REFRIGERADO		1	2				5	16	2			2
CONGELADO	13		2		2						0	
CONSERVA								1				
OSTION DEL SUR	0	0	0	18	0	0	0	0	0	5	0	0
CONGELADO				18						5		
OSTION DEL NORTE	0	2	0	4	3	6						
CONGELADO								2		4	3	6
ENFRIADO REFRIGERADO		0										
TOTAL	59.319	79.603	71.541	78.390	71.907	94.219	91.010	99.868	97.797	106.340	115.828	124.399

Tabla 41. Número de plantas que procesaron moluscos bivalvos de la acuicultura, por región y especie, período 2018-2021.

(Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)

Región	Plantas	OSTION						
		CHORITO	DEL NORTE	CHOLGA	CHORO	DEL SUR	OSTRA CHILENA	OSTRA DEL PACIFICO
Los Lagos	53	51	5	19	6	1	1	1
Coquimbo	28	9	26		2			
Atacama	5	1	5					
Aysén								
Total	86	61	36	19	8	1	1	1

Tabla 42. Número de plantas que procesaron moluscos bivalvos de la acuicultura, por región, especie y línea de proceso/producto período 2018-2021.

(Fuente: elaborado en base a estadísticas SERNAPESCA)

Región	Plantas	CHOLGA			CHORITO				CHORO		OSTION DEL NORTE		OSTION DEL SUR	OSTRA CHILENA	OSTRA DEL PACIFICO
		L2	L3	L8	L13	L2	L3	L8	L2	L3	L2	L3	L3	L2	L2
Los Lagos	53	11	13	6	1	14	46	8	2	5		3	1	1	1
Coquimbo	28						8	1	1	2	13	25			
Atacama	5						1				1	5			
Aysén															
Total	86	11	13	6	1	14	55	9	3	7	14	33	1	1	1

L2: Enfriado-Refrigerado

L3: Congelado

L8: Conserva

L13: Deshidratado

Tabla 43. Materia prima promedio anual (ton/año) destinada a producción de alimentos en base a moluscos bivalvos de la acuicultura en la zonas norte y sur de Chile, por especie y línea de proceso, período 2017-2021.
(Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de SERNAPESCA)

ESPECIE/LINEA PROCESO	ATACAMA	COQUIMBO	LOS LAGOS	TOTAL
CHORITO			450.610,0	450.610,0
CONGELADO			333.951,4	333.951,4
CONSERVA			50.521,0	50.521,0
ENFRIADO REFRIGERADO			46.521,4	46.521,4
DESHIDRATADO			19.616,2	19.616,2
OSTION DEL NORTE	169,4	6.749,9		6.919,4
CONGELADO	168,8	4.292,7		4.461,6
ENFRIADO REFRIGERADO	0,6	2.457,2		2.457,8
CHOLGA			3.678,8	3.678,8
ENFRIADO REFRIGERADO			2.443,3	2.443,3
CONSERVA			803,0	803,0
CONGELADO			432,5	432,5
CHORO		2,2	91,3	93,5
CONGELADO		2,0	46,0	48,0
ENFRIADO REFRIGERADO		0,2	45,0	45,3
CONSERVA			0,2	0,2
OSTRA CHILENA			12,3	12,3
ENFRIADO REFRIGERADO			12,3	12,3
OSTRA DEL PACIFICO			5,3	5,3
ENFRIADO REFRIGERADO			5,1	5,1
CONGELADO			0,2	0,2
CONSERVA			0,2	0,2
OSTION DEL SUR				0,0
CONGELADO				0,0
TOTAL	169,4	6.752,2	454.397,6	461.319,2

9.7 ANEXO 7. MÉTODO TRANSFERENCIA BENEFICIOS APLICADA A VALORES COSTO SOCIAL MARGINAL DE CONTAMINANTES DE INTERÉS PARA ESTUDIO

El primer paso fue traspasar los valores de la Tabla 29 a USD del año 2021, lo que se realiza aplicando el tipo de cambio del año correspondiente para cada sitio/país de análisis de cada estudio y posteriormente el Price Index de USA, para cada año respectivo. Los valores actualizados al año 2021 se presentan en la Tabla 44.

A continuación, para la aplicación aplicando el método de transferencia de beneficios (Figuroa & Pasten, 2011) se utilizaron datos del producto interno bruto per cápita para cada país y año de aplicación de cada estudio. Igualmente se aplican valores de elasticidad marginal de la disponibilidad a pagar por el cambio en condiciones ambientales por las personas en una economía. La idea del uso de esta elasticidad surge del concepto que la disponibilidad a pagar para evitar/fomentar un cambio negativo/positivo en las condiciones ambientales de las personas depende del nivel de ingresos de las mismas. Así, personas de economías/países desarrollados tendrán en promedio tendencia a un mayor pago por un cambio ambiental que personas de países menos desarrollados y con menores ingresos. Por ejemplo, de acuerdo a Figuroa & Pasten (2011) la elasticidad marginal de Noruega es de 3,1, la de USA de 1,5 y la de Italia 0,8. Para este estudio se asume que la elasticidad marginal de disponibilidad de pago por cambio ambiental para Chile es menor que la de Italia, en concreto un 50% (0,4).

Tabla 44. Costo marginal social (USD 2021/ton) de contaminantes en el ambiente de acuerdo a diversos autores.

Referencia Fuente	Unidades	MP10	MP2.5	CO	NOx	SO2	NH3	CO2
Marten & Newbold, 2012	USD 2021/ton							43
Kaufman et al., 2020	USD 2021/ton							56
Yoo et al., 2022	USD 2021/ton	22.532	39.352		12.241	12.00 8		1.166
Ng et al, 2020	USD 2021/ton			0,74	43.508	6.966	17.20 7	176
Moon et al. 2021	USD 2021/ton	2.337	5.197		466			
							17.20	
Promedio		12.435	22.274	0,74	18.738	9.487	7	360

Tabla 45. Información usada para aplicar método de transferencia de beneficios.

Referencia Fuente	País	Año Estudio	Tipo cambio	PIB per-cápita (USD)	Chile PIB per-cápita (USD)	Elasticidad
-------------------	------	-------------	-------------	----------------------	----------------------------	-------------

Marten & Newbold, 2012	USA	2007	1	48.050	10.461	1,5
Kaufman et al., 2020	USA	2018	1	62.823	15.796	1,5
Yoo et al., 2022 1)	South Korea	2019	1	31.902	14.632	1,1
Ng et al, 2020 1)	Australia	2014	0,9021	62.513	14.666	1,1
Moon et al. 2021 1)	South Korea	2016	0,0009	29.289	13.786	1,1

1) Aproxima elasticidad a la del Reino Unido

9.8 ANEXO 8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y NORMATIVA: OBJETIVO ESPECÍFICO 3

9.8.1 Sobre la Normativa Nacional revisada

9.8.1.1 Ley 20.434 Modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura en materia de Acuicultura (Publicada el 8 de abril de 2010).

Esta Ley realiza diversas modificaciones a Ley General de Pesca y Acuicultura en materia de Acuicultura; sobre los temas que se vinculan a los objetivos que convocan a este proyecto, *específicamente sobre los desechos de la acuicultura se señala:*

Se introdujo en el artículo 86: *“Dichas medidas podrán incluir la eliminación de las especies hidrobiológicas en cultivo, el establecimiento de condiciones sanitarias para las actividades de acuicultura, así como para el transporte, lavado, procesamiento, desinfección y demás actividades relacionadas con el cultivo de especies hidrobiológicas y la sujeción a la vigilancia y control de la autoridad de la aplicación de antimicrobianos y otros productos destinados al control de patologías y plagas. El reglamento establecerá las condiciones y el procedimiento para el establecimiento de las agrupaciones de concesiones, las condiciones que deberán cumplir las pisciculturas y los centros de cultivo en agua dulce, los informes que deberán ser entregados periódicamente por los titulares de los centros de cultivo cuyo contenido deberá referirse como mínimo al uso de antimicrobianos, vacunas, químicos y tratamiento de desechos. Prohíbese la aplicación de antimicrobianos en forma preventiva en la acuicultura y todo uso perjudicial para la salud humana. Los procedimientos específicos y las metodologías de aplicación de las medidas antes señaladas serán establecidos mediante programas generales y específicos dictados por resolución del Servicio.”.*

“Artículo 13.- Sin perjuicio de las normas vigentes sobre tratamiento y disposición de desechos, en un plazo máximo de dos años a partir de la publicación de esta ley se dictará un reglamento específico que establecerá las condiciones sobre tratamiento y disposición final de los desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos en centros de cultivo, plantas de proceso, centros de acopio, centros de faenamiento y centros de investigación, y demás instalaciones destinadas al proceso productivo de la acuicultura, propendiéndose al reciclaje en los casos que corresponda.

En el plazo de seis meses, contado desde la fecha de publicación de esta ley, se incorporará en los programas sanitarios que correspondan las condiciones de uso, frecuencia y tiempo del listado de químicos y desinfectantes autorizados para el tratamiento de enfermedades y la desinfección de las instalaciones en las diversas etapas de cultivo.

Dentro del plazo indicado en el inciso anterior, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción dictará un plan de uso de antimicrobianos cuyas medidas deberán estar destinadas a reducir su utilización en la acuicultura.”

9.8.1.2 Decreto 320 Reglamento Ambiental para la Acuicultura

El decreto N° 320 promulgado en el año 2001, establece el reglamento ambiental para la acuicultura, excluyendo a la actividad de pequeña escala.

De acuerdo con el artículo 4 de este reglamento, entre otras disposiciones relacionadas con los residuos generados por la actividad, se señala: *“Todo centro de cultivo deberá cumplir siempre con las siguientes condiciones:*

a) Adoptar medidas para impedir el vertimiento de residuos y desechos sólidos y líquidos, que tengan como causa la actividad, incluidas las mortalidades, compuestos sanguíneos, sustancias químicas, lodos y en general materiales y sustancias de cualquier origen, que puedan afectar el fondo marino, columna de agua, playas, terrenos de playa, sin perjuicio de lo dispuesto por las normas de emisión dictadas en conformidad con el artículo 40 de la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. La acumulación, traslado y disposición de dichos desechos y residuos deberá hacerse en contenedores herméticos que impidan escurrimientos. El transporte fuera del centro y la disposición final deberá realizarse conforme los procedimientos establecidos por la autoridad competente.

b) Mantener la limpieza de las playas y terrenos de playa aledaños al centro de cultivo de todo residuo sólido generado por la acuicultura. (...)”

9.8.1.3 *Resolución exenta 4866: Aprueba programa sanitario general de técnicas y métodos de desinfección de afluentes y efluentes, sus modos de control y tratamiento de residuos sólidos orgánicos (PSG AE). Deja sin efecto resoluciones exentas Números 1.882, de 2008 y 2.327, de 2010.*

Promulgada el 22 de diciembre de 2014, este programa busca *“...definir los procedimientos específicos que deberán aplicarse a la desinfección de afluentes y efluentes, así como el tratamiento de residuos sólidos orgánicos tendientes a la eliminación de microorganismos patógenos causantes de Enfermedades de Alto Riesgo de Lista 1 o alguna Enfermedades de Alto Riesgo de Lista 2, de origen bacteriano o viral, para la cual se esté aplicando un Programa Sanitario Específico de Vigilancia y Control (PSEVC).”*

Este programa se aplica en 9 diferentes ámbitos como se señala en el numeral II: 1) Afluentes de pisciculturas que incuben ovas y no se abastezcan de aguas que provengan de pozo natural o artificial sin población de peces; 2) Afluentes de embarcaciones que trasladen alevines, smolt o juveniles, de conformidad con un programa sanitario específico; 3) Afluentes de embarcaciones que trasladen reproductores desde el mar y que no cuenten con circuito cerrado, de conformidad con un programa sanitario específico; 4) Efluentes de pisciculturas; 5) Efluentes de centros de experimentación y centros de acopio en tierra; 6) Efluentes de plantas procesadoras, reductoras y centros de faenamiento que realicen transformación, sacrificio, desangrado y eviscerado de salmónidos; 7) Efluentes de plantas procesadoras, reductoras y centros de faenamiento que realicen transformación, sacrificio, desangrado y eviscerado de especies hidrobiológicas en que se hubiere comprobado la presencia de una enfermedad de alto riesgo clasificada en Lista 1 o clasificada en Lista 2 sujeta a un programa sanitario de control o erradicación; 8) Efluentes de medios de transporte marítimo de peces vivos; y 9) Residuos sólidos orgánicos generados por los centros de faenamiento y plantas procesadoras de salmónidos.

Si bien, en el punto IV de este programa se establece aspectos generales de desinfección de afluentes y efluentes, así como el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, refiere a establecimientos y medios de transporte marítimo de peces; y en el punto VIII, sobre plantas procesadoras, centros de faenamiento y reductores, se centra en salmónidos, no haciendo referencia a residuos orgánicos de bivalvos.

9.8.1.4 Decreto Supremo N° 64 aprueba reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.

Este decreto, publicado en marzo de 2021, aprueba el reglamento que establece las condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.

En este contexto el artículo 1 de este reglamento señala:

“El presente reglamento establece las condiciones sobre tratamiento y disposición final de los desechos generados en centros de cultivo, plantas de proceso, centros de acopio, centros de faenamiento y centros de investigación, y demás instalaciones destinadas al proceso productivo de la acuicultura.

El cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento es sin perjuicio del deber de someterse a toda otra normativa vigente que regule aspectos relacionados con el tratamiento y disposición final de los desechos a que se refiere el inciso anterior.”

En su artículo N° 2 entre otras definiciones, realiza una descripción de qué se entenderá por residuos, detallando:

- *Residuo o desecho: sustancia u objeto que, con ocasión directa de la actividad de acuicultura, su generador desecha o tiene la intención o la obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente.*
- *Residuos domiciliarios: los que se generan en las viviendas, oficinas y casinos. k) Residuos líquidos: Riles generados en sistemas de tratamiento de efluentes de pisciculturas, centros de cultivo de mar y centros de faenamiento, plantas de proceso o reductoras y cosecha.*
- *Residuo peligroso: residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar alguna de las siguientes características: a) toxicidad aguda; b) toxicidad crónica; c) toxicidad extrínseca; d) inflamabilidad; e) reactividad y f) corrosividad de conformidad a las disposiciones de DS 148, de 2003, del Ministerio de Salud, o la norma que lo reemplace.*
- *Residuo no peligroso: aquel que no cumple las condiciones para ser considerado peligroso de conformidad a las disposiciones de DS 148, de 2003, del Ministerio de Salud, o la norma que lo reemplace.*

Por su parte, en el artículo 3 detalla cuáles serían considerados como residuos orgánicos e inorgánicos, y aquellos peligrosos y no peligrosos, en este contexto señala:

“Se considerarán residuos no peligrosos inorgánicos los restos de cualesquiera de los siguientes materiales: cuerdas, cabos, boyas, poliestireno expandido, colectores, paño de red, algodón, los elementos que conforman el sistema de confinamiento de las especies en cultivo (pasillos, barandas, cadenas, linternas, entre otros), papel, cartón, metal, bolsas de alimento vacías, envases plásticos, chatarra, escobillones, coladores y otros similares (entre otros).

Asimismo, serán considerados residuos no peligrosos inorgánicos los materiales enumerados, aunque no correspondan a restos, en la medida que se encuentren en desuso.

*Se considerarán residuos no peligrosos orgánicos, entre otros, las mortalidades, fouling, ejemplares descartados por selección, alimento no consumido, heces, residuos domiciliarios, residuos líquidos y lodos. **La disposición final de todo tipo de residuos deberá realizarse en un lugar autorizado para ello.”***

En este contexto, los siguientes artículos entregan las directrices y condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de la acuicultura; de tal manera, el artículo 4° refiere al manejo de residuos peligrosos; el artículo 5° al manejo de los residuos no peligrosos inorgánicos; el artículo 6° el manejo de las mortalidades de especies que no integren el grupo de salmónidos; el artículo 7° el manejo del alimento no consumido; el artículo 8° el manejo del fouling; el artículo 9° el manejo de ejemplares descartados o seleccionados; el artículo 10° refiere al manejo de residuos domiciliarios; el artículo 11° el manejo de residuos no peligrosos líquidos; el artículo 12° el manejo de lodos. Seguidamente, el artículo 13° refiere a la limpieza de playas y terrenos de playa aledaños; por su parte, el artículo 14° señala que los centros de cultivo, plantas de proceso, centros de acopio, centros de faenamiento y centros de investigación deberán reportar sus emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes y finalmente, el artículo 15° refiere que los centros de cultivo, plantas de proceso, centros de acopio, centros de faenamiento y centros de investigación deberán disponer de un sistema de trazabilidad de los principales elementos del proceso productivo que tienen la factibilidad de convertirse en residuos en función del riesgo sanitario y ambiental.

9.8.1.5 Ley 21.410 Modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura, con el objeto de exigir a los titulares de concesiones de acuicultura medidas para evitar o reducir el depósito de desechos inorgánicos y orgánicos.

Esta Ley promulgada el 19 de enero de 2022, y publicada el 27 de enero del mismo año, entrará en vigencia en enero del año 2024; realizando modificaciones al artículo 74 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N° 18.892), incorporando los artículos 74 bis y 74 ter:

Artículo 74 bis.- El titular de la concesión de acuicultura o quien tenga un derecho sobre dicha concesión para el ejercicio de la actividad en ella deberá adoptar las medidas para evitar el depósito de desechos inorgánicos en el fondo de la concesión.

*Constatada la existencia de **desechos inorgánicos en el fondo de la concesión**, deberán realizar en el **plazo de seis meses los trabajos de limpieza**, sin perjuicio de las sanciones que sean procedentes.*

Los desechos inorgánicos se deberán transportar y disponer con los medios y en los lugares autorizados por la normativa vigente.

Artículo 74 ter.- El titular de la concesión de acuicultura o quien tenga un derecho sobre dicha concesión para el ejercicio de la actividad en ella deberá adoptar las medidas para **evitar o reducir**, según corresponda, conforme lo disponga el reglamento, **el depósito de desechos orgánicos en el fondo de la concesión**. Para tales efectos, deberá presentar un **plan de recuperación** y un **plan de investigación del fondo marino** en el área de la concesión ante el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, acreditado por un certificador a que se refiere el artículo 122, letra k), los que deberán cumplir con lo establecido en el reglamento.

El plan de recuperación tendrá por objeto establecer el uso de mecanismos físicos, químicos o biológicos tendientes a mejorar las condiciones del área de sedimentación y permitir que se acelere la incorporación de la materia orgánica al ambiente.

El plan de investigación tendrá por objeto el estudio y desarrollo de métodos y tecnologías para la recuperación de los fondos marinos, cuyos resultados deberán ser entregados al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, para mejorar los planes de recuperación. En el plan de investigación se podrá autorizar el empleo de las tecnologías que utilizarán los titulares de las concesiones de acuicultura para recuperar los fondos marinos y también aquellos fondos que se encuentren en los parámetros que defina la autoridad, de conformidad con el reglamento."

Además, modifica los artículos 118 y 142 en cuanto a las sanciones de infringir lo dispuesto en el artículo 74.

9.8.1.6 Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos

Esta estrategia aprobada en agosto de 2021 tiene como objetivo "Articular una política pública nacional en torno a la gestión de los Residuos Marinos (RM) y microplásticos, proporcionando los lineamientos nacionales para enfocar la gestión, fomentar la coordinación y coherencia de las acciones de los diferentes sectores con competencia. Lo anterior, a fin de reducir, recuperar y prevenir el ingreso de residuos a los ecosistemas acuáticos y sus impactos."

En esta estrategia se realiza un reconocimiento sobre el problema ambiental global que generan los residuos marinos y microplásticos, lo que impacta de forma negativa en diferentes ámbitos: "la biodiversidad, los ecosistemas acuáticos, el turismo, la pesca, el transporte marítimo y las comunidades que utilizan los ambientes marinos". Definiendo como residuo marino: "cualquier material sólido, persistente, fabricado o procesado que se descargue, evacúe o abandone en el medio marino y costero. Los residuos marinos consisten en artículos que han sido fabricados o usados por las personas y que son deliberadamente desechados en los ríos, mares y playas; arrastrados de forma indirecta a través de ríos, aguas sucias, aguas torrenciales o vientos; perdidos, incluido el material perdido en el mar debido al mal tiempo (artes de pesca, equipos de carga) o deliberadamente dejado por personas en las playas y las costas".

En uno de sus apartados, se hace una revisión de las regulaciones, planes y programas para la gestión de residuos que permiten avanzar hacia una gestión integral de los residuos en general, y de los plásticos en particular, entre las que destaca:

- a) Ley Nº 20.920, Marco para la Gestión de Residuos.
- b) Ley Nº 21.100, Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional.
- c) Decreto Supremo Nº 12, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes.
- d) Ley de plásticos de un solo uso.
- e) Decreto Supremo Nº 64, de 2020, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.
- f) “Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040”
- g) Ley Nº18.8928, General de Pesca y Acuicultura.
- h) “Pacto Chileno de los Plásticos” (PCP)

La visión de esta estrategia está enfocada en la gestión de residuos marinos y Microplásticos, y no necesariamente en los residuos del post proceso de la acuicultura, no haciendo referencia a conchas de especies bivalvas, alejándose de los objetivos del Proyecto FIPA 2021-30, no obstante proporciona una visión sobre aspectos normativos que atañen a este estudio.

9.8.1.7 Ley 20.920 Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.

Esta Ley promulgada en mayo del año 2016 tiene por objetivo disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente (artículo 1, Ley 20.920, 2016)

En su título I se señalan y definen los principios que inspiraron esta Ley, entre los que menciona: *“el que contamina paga”; gradualismo; inclusión; jerarquía en el manejo de residuos; libre competencia; participativo; precautorio; responsabilidad del generador de un residuo; transparencia y publicidad; y finalmente, trazabilidad.* Luego, proporciona definiciones para la comprensión de la Ley.

El título II de esta Ley aborda la gestión de residuos; en el artículo 4° sobre prevención y valorización, entre otras cosas, se señala que *“Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a tal fin evitando su eliminación.”*

Por otra parte, el artículo 5° y 6° refieren a las obligaciones de los generadores de residuos, y entre otras cosas, señala: *“Todo generador de residuos deberá entregarlos a un gestor autorizado para su tratamiento, de acuerdo con la normativa vigente, salvo que proceda a manejarlos por sí mismo*

en conformidad al artículo siguiente. El almacenamiento de tales residuos deberá igualmente cumplir con la normativa vigente. Los residuos sólidos domiciliarios y asimilables deberán ser entregados a la municipalidad correspondiente o a un gestor autorizado para su manejo.”; “Todo gestor deberá manejar los residuos de manera ambientalmente racional, aplicando las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales, en conformidad a la normativa vigente, y contar con la o las autorizaciones correspondientes.” Mientras que el artículo 7° señala la obligatoriedad de los gestores de residuos de contar con un seguro por daño a terceros y al medio ambiente; y el artículo 8° refiere a las obligaciones de importadores y exportadores de residuos, de acuerdo con el Convenio de Basilea.

Seguidamente, el título III de la Ley dispone “la responsabilidad extendida del productor”, donde “los productores de productos prioritarios son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los productos prioritarios⁵ que comercialicen en el país”; señalando en el artículo 10° que estos productos serán: Aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, envases y embalajes, neumáticos y pilas. Por su parte, el título IV señala los mecanismos de apoyo a la responsabilidad extendida del productor.

De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente, esta Ley promueve un modelo de desarrollo en el que los residuos se conciben como un recurso, razón por la que deben ser reincorporados a la cadena de producción como materia prima o energía, en lugar de ser desechados y, en caso que ello ocurra, que sea en sitios de disposición final autorizados⁶.

Si bien esta Ley constituye un esfuerzo por avanzar hacia una gestión de residuos jerarquizada, gradual, participativa e inclusiva, donde se señalan obligatoriedades para los gestores de residuos; no existen referencias ni consideraciones específicas para la industria de la acuicultura; tampoco a los residuos orgánicos derivados de los post procesos de recursos bivalvos.

9.8.1.8 Decreto 45 Aprueba reglamento de acuicultura de pequeña escala

Este decreto publicado en febrero del año 2022 que aprueba el reglamento de la acuicultura de pequeña escala (APE), busca regular el ejercicio de esta actividad, así como el reconocimiento de quienes realicen dicha actividad.

En su título II refiere a las disposiciones ambientales aplicables a la APE, donde define en el artículo 9 las condiciones que deben cumplir los centros APE; entre otras disposiciones hace referencia a los desechos generados por la actividad:

*“a) Adoptar medidas para impedir el vertimiento de **residuos y desechos sólidos y líquidos**, que tengan como causa la actividad, incluidas las mortalidades, compuestos sanguíneos, sustancias*

⁵ Producto prioritario: Sustancia u objeto que una vez transformado en residuo, por su volumen, peligrosidad o presencia de recursos aprovechables, queda sujeto a las obligaciones de la responsabilidad extendida del productor, en conformidad a esta ley.

⁶

Página	Web	Ministerio	del	Medio	Ambiente
--------	-----	------------	-----	-------	----------

<https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Preguntas-Frecuentes-Ley-REP.pdf>
(consultada el 28 de septiembre de 2022; 17:30 horas)

*químicas, lodos y en general materiales y sustancias de cualquier origen, que puedan afectar el fondo marino, columna de agua, playas, terrenos de playa, aguas continentales o terrestres, sin perjuicio de lo dispuesto por las normas de emisión dictadas en conformidad con el artículo 40 de la ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. **La acumulación, traslado y disposición de dichos desechos y residuos deberá hacerse en contenedores estancos que impidan escurrimientos. El transporte fuera del centro y la disposición final deberá realizarse conforme los procedimientos establecidos por la autoridad competente.***

*b) Mantener la limpieza de las playas, terrenos de playa y terrenos de uso público aledaño al centro de cultivo de todo **residuo sólido** generado por la acuicultura. Prohíbese el almacenamiento, bodegaje o disposición de maquinarias y de todo elemento utilizado en el ejercicio de la acuicultura en las playas o zonas aledañas al centro de cultivo. La disposición final de equipos, artes o módulos de cultivo o parte componentes de éstos, deberá realizarse en lugares destinados al efecto y que cuenten con las autorizaciones cuando corresponda.”*

Por otra parte, en el título III sobre las disposiciones sanitarias aplicables a la APE, en el artículo 30 se señala que: “se dictará un Manual de Buenas Prácticas de cultivo, el que establecerá las condiciones generales de operación que deberán cumplir los centros de acuicultura de pequeña escala. Dicho Manual deberá incluir medidas de bioseguridad referidas a lo siguiente: a) Limpieza y desinfección; b) Abastecimiento y cosecha; c) **Manejo de desechos**; d) Manejo y frecuencia de retiro de mortalidades; e) Desinfección de ovas; f) Transporte; g) Aplicación y control de los tratamientos terapéuticos.”

9.8.1.9 Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos: Chile 2040.

El objetivo de esta estrategia es la valorización de los residuos orgánicos generados a nivel municipal al 2040; esperando aumentar significativamente la tasa de valorización de estos residuos.

En concreto, busca que la ciudadanía genere sustancialmente menos residuos orgánicos y separe en origen aquellos que no logran evitar, en sus hogares, comercios, oficinas, establecimientos educacionales, parques, mercados y ferias libres, además de contar con infraestructura, equipamiento y sistemas logísticos que permitan que los residuos orgánicos sean utilizados como recurso en la producción de mejoradores de suelo, energía eléctrica y/o térmica. De tal manera, hace referencia a actividades productivas como la agricultura y el sector agropecuario, pero no así sobre la acuicultura, y tampoco sobre las conchas como residuos orgánicos.

En este sentido, el alcance de esta estrategia está centrado en: residuos orgánicos manejados por las municipalidades, generados a nivel domiciliario, en ferias libres, parques y jardines, por el sector de hoteles, restaurantes, y cafeterías, como pequeños comercios.

9.8.1.10 *Decreto 189 Aprueba el Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.*

Este reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad básicas que deberá cumplir todo Relleno Sanitario. El cual está dirigido a: *“Toda persona natural o jurídica que desarrolle la actividad de disposición final de residuos sólidos domiciliarios, por cuenta propia o de terceros, deberá cumplir con las disposiciones señaladas en este Reglamento.”*

En este documento se describen los requerimientos para el funcionamiento de un relleno sanitario como proyecto, sobre del sitio donde se llevara a cabo, diseño, habilitación y operación; así como monitoreo y control. Finalmente, cuenta con un apartado sobre las condiciones para del cierre y abandono, y normas generales.

No hace referencia específica sobre desechos y/o residuos de actividades productivas como la acuicultura; no obstante, hace mención sobre residuos industriales, señalando en su artículo 57 que: *“Sólo se podrán disponer residuos sólidos industriales no peligrosos que no afecten la operación normal de disposición final de los residuos sólidos domiciliarios ni las condiciones de estabilidad del Relleno Sanitario, no permitiéndose la disposición de los siguientes tipos de residuos industriales: a) residuos que se encuentren en estado líquido o que presenten líquidos libres; b) residuos de demolición; c) neumáticos.”*

9.8.1.11 *Manual de Inocuidad y Certificación*

El Manual de Inocuidad y Certificación describe las normas y procedimientos que permiten garantizar la calidad sanitaria de los productos pesqueros y acuícolas de exportación a lo largo de toda la cadena productiva.

De acuerdo con este documento, para lograr lo anterior, se comienza con la clasificación y monitoreo de las áreas de extracción, los procedimientos para el control de residuos de productos farmacéuticos, sustancias no autorizadas y sustancias prohibidas en los centros de cultivo.

En específico respecto de los residuos, el Capítulo II del manual, describe normas y procedimientos para el control de residuos de productos farmacéuticos, sustancias prohibidas, sustancias no autorizadas y contaminantes en peces de la acuicultura; no hace referencia a los residuos sólidos orgánicos de la actividad.

Luego la Sección II sobre control de procesos, al describir el funcionamiento de establecimientos e instalaciones de faenamiento, refiere a los residuos líquidos; de acuerdo con los requerimientos dispuestos en la RES. EX. 4866 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura *“Programa sanitario general de técnicas de desinfección de afluentes y efluentes, sus modos de control y tratamiento de residuos sólidos orgánicos (PSG-AE)”*.

Finalmente, en torno a Procedimientos Operacionales de Saneamiento (POS), específicamente sobre prevención de la contaminación cruzada, se señala que los establecimientos⁷ deben monitorear, entre otras cosas, el **manejo de desechos sólidos y líquidos**.

De tal manera, respecto de los desechos, en cuanto a la prevención de la contaminación cruzada, el documento menciona:

“La basura y cualquier desperdicio serán transportados, almacenados y dispuestos de forma que se minimice el desarrollo de olores, evite que los desperdicios se conviertan en un atractivo para el refugio o cría de plagas, y evite la contaminación de los alimentos, superficies de contacto con el alimento, suministro de agua, y la superficie del terreno.

Los productos pesqueros no destinados al consumo humano (subproductos y/o desechos) se conservarán en contenedores especiales de acopio, resistentes a la corrosión y existirá un local destinado para almacenar dichos contenedores en caso que los mismos no se vacíen, como mínimo, al término de cada jornada.

A menos que se disponga de instalaciones para su eliminación constante, los desechos que se depositan fuera de la planta deben estar en contenedores provistos de una tapa, fáciles de limpiar y desinfectar, instalados sobre una superficie pavimentada o de hormigón. La zona en que se ubiquen los contenedores de basura, no podrá situarse a una distancia inferior a 25 metros de los accesos al establecimiento, andenes de carga y descarga, o cualquier zona de riesgo o contaminación para el producto.

En el caso de los basureros que se ubiquen dentro de la planta, estos deberán contar con tapa y bolsa cuando sean destinados a la recolección de desechos orgánicos. Aquellos que se utilicen para material inorgánico podrán carecer de tapa y bolsa. Se deberá disponer de contenedores con tapa para la recolección de basura, los que deberán estar. Todos los basureros deberán ser de acción no manual.

Los desechos no deberán acumularse en los lugares de trabajo y deberán retirarse cuantas veces sea necesario, o como mínimo, al final de cada jornada de trabajo, a contenedores especiales de depósito, resistentes a la corrosión o a un local destinado a almacenar dichos contenedores en caso de que los mismos no se vacíen, como mínimo, al término de cada jornada de trabajo.

Los recipientes, contenedores y/o locales destinados a los desechos se limpiarán cuidadosamente y, en caso de necesidad, se desinfectarán después de cada uso.

Los desechos almacenados no deberán constituir un foco de contaminación para la planta ni de molestias para su entorno.

⁷ El Manual de inocuidad y certificación se refiere a establecimientos que participan en el faenamiento, procesamiento y almacenamiento de los productos pesqueros y acuícolas destinados a la exportación sean o no destinados a consumo humano y para los cuales se solicite certificación sanitaria oficial.

El transporte de los contenedores para el traslado de basura, se deberá realizar en vehículos destinados sólo para tal efecto. En ningún caso estos vehículos podrán transportar productos pesqueros y acuícolas.

En el caso de los barcos factoría, se deberá contar con equipos especiales para evacuar, bien directamente al mar o, si las circunstancias así lo requieran, en un envase reservado para este uso, los desechos y productos pesqueros no adecuados para el consumo humano. Si estos desechos fueren almacenados y tratados a bordo para su saneamiento, se deberá disponer de locales separados, previstos para ese uso.”

9.8.1.12 Otra documentación revisada

9.8.1.12.1 Reglamento Sanitario de los Alimentos (MINSAL)

Este documento solamente trata de inocuidad alimentaria de mariscos para venta y consumo, no tratando de sus residuos.

9.8.1.12.2 Resolución 5091 Exenta, Ministerio de Agricultura N°2 D.O. 25/08/2021 - Nómina de ingredientes autorizados para la producción de alimentos o suplementos para animales.

Dicha resolución aborda la nómina de ingredientes autorizados para la producción de alimentos o suplementos para animales e incluye pescados y otras especies marinas, sus productos y subproductos como ingredientes autorizados destinados a la alimentación animal. Es importante resaltar que, aunque la resolución menciona “otras especies marinas” no habla específicamente sobre conchas.

9.8.1.12.3 Guía para el control y prevención de la contaminación industrial - Industria procesadora de la carne (Asociación Chilena de Seguridad y Comisión Nacional del Medio Ambiente) de 2001,

Este documento, trata específicamente de la actividad en mataderos animales, mencionando la recuperación de subproductos. La presente guía aborda solamente el manejo de subproductos de la industria de bovinos, equinos, ovinos, porcinos y caprinos.

9.8.2 Sobre la Normativa Internacional revisada

9.8.2.1 España

En cuanto a los objetivos de este estudio, la normativa de España y documentos revisados, se centran en la regulación pesquera y acuícola, así como ambiental, entre los cuales se destacan:

- i. Ley 23/1984, de cultivos marinos
- ii. Ley 59/1969, de ordenación marisquera
- iii. Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos.
- iv. Real Decreto 1749/1998, de 31 de julio, por el que se establecen las medidas de control aplicables a determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos.
- v. Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura. OESA - Fundación Biodiversidad, Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medioambiente, 2017.
- vi. Reglamento europeo, (CE) Nº 1069/2009 de normas sanitarias aplicables a subproductos animales no destinados al consumo humano
- vii. Manual buenas prácticas ambientales; pesca y acuicultura
- viii. Plan de acción para la implementación de la agenda 2030: Hacia una Estrategia Española de Desarrollo Sostenible.

La **Ley 23/1984, de cultivos marinos**, “...tiene por objeto la regulación y ordenación de los cultivos marinos en el territorio nacional, zona marítimo-terrestre, rías, estuarios, lagunas y albuferas en comunicación permanente o temporal con el mar, mar territorial, y zona económica exclusiva, tanto en bienes de dominio público como de propiedad privada, todo ello sin menoscabo de las competencias y facultades asumidas por las Comunidades Autónomas.”

Respecto de residuos de la actividad acuícola, en su artículo N° 23 señala: *En las zonas declaradas de interés para cultivos marinos los núcleos de población, los cultivos agrarios y las industrias que evacuen o hayan de evacuar al mar, directa o indirectamente, agua o residuos que puedan producir contaminación o enturbiamiento de las aguas, perjudiciales a las especies marinas, deberán estar dotados de los sistemas adecuados para que dicho perjuicio no pueda darse. Se considerarán como perjuicio tanto la pérdida de actividad o reproducción de las especies, directamente o por acumulación de materiales nocivos, como la posible afectación a otras especies y a la población humana consumidora.*

Por su parte, similar a la normativa chilena, la Ley 23/1984, menciona que se debe cumplir con la legislación vigente e informar a organismos competentes en materias de tratamiento de aguas y vertidos residuales.

Mientras que la **Ley 59/1969, de ordenación marisquera**, refiere explícitamente a aguas y aguas residuales; no señalando que sucede con los residuos sólidos orgánicos derivados de las actividades acuícolas.

Por otro lado, se encuentra el **Decreto 345/1993, que establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos**. Refiriendo “... las

normas que deberán aplicarse a la calidad exigible tanto a las aguas como a la producción de moluscos bivalvos vivos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos vivos, en orden a una mejora y protección de las aguas que permita salvaguardar su vida y crecimiento, así como garantizar su buena calidad para el consumo humano directo o previa transformación". Así, esta Ley se enfoca en la calidad del agua para la producción, pero no señala los residuos y/o desechos del post proceso de la actividad acuícola.

También se revisó el **Real Decreto 1749/1998 que establecen las medidas de control aplicables a determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos**, en el cual se señala: "... establece las medidas de control y su organización relativas a las sustancias o a sus metabolitos y a los grupos de residuos enumerados en el anexo I, que pueden ser administrados a los animales, para su detección en cualquier fase, tanto en la elaboración de los productos a administrar a los animales vivos, como en cualquier fase de la obtención o transformación de los productos obtenidos de los mismos." Sin embargo, no se señalan los residuos y/o desechos del post proceso de la actividad acuícola.

Si bien, no es una legislación, se consideró relevante revisar el documento: **Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura (2017)** de la OESA - Fundación Biodiversidad y el Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medioambiente de España. El objetivo de esta Guía es: "es aportar **técnicas de minimización en origen de los principales subproductos y residuos generados en la acuicultura**, de modo que sea posible al mismo tiempo: (i) Reducir el volumen de subproductos y residuos generados y por lo tanto la problemática asociada a su gestión; ii) Aumentar la productividad y mejorar el uso de recursos naturales; iii) Inducir una reducción de costes productivos y por lo tanto un aumento de la competitividad a corto plazo; iv) Aumentar la sostenibilidad a largo plazo de la actividad."

Este documento, especifica a la "... acuicultura como proceso de producción primaria es una actividad que genera subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH) y otros residuos." y los define como: "Animales muertos por enfermedad u otras causas, animales no aptos para el consumo por razones higiénico-sanitarias u otras (deformidades, erosión de aletas, mala pigmentación, etc.), restos de animal no comercializados allá donde se da una transformación del producto (cabeza, esqueleto, aletas, vísceras, escamas, **caparazones**, etc.) lodos, compuestos por heces de los animales y restos de alimento." Y da cuenta de que existe una consideración de los caparazones y/o conchas como un residuo de la actividad que puede ser reducido y/o derivado a una gestión sostenible.

No obstante lo anterior, señala que "no son considerados SANDACH: Las **conchas de moluscos** que no posean tejido blando ni carne." De acuerdo con el Reglamento europeo, (CE) Nº 1069/2009 "**Conchas de moluscos con tejido blando o carne**, subproductos de incubadoras, huevos y subproductos de huevos incluidos las cáscaras de animales que no presenten signos de enfermedad transmisible" se encuentran en categoría 3 en función de su riesgo sanitario potencial.

Continúa señalando que "la falta de infraestructuras necesarias y las dificultades técnicas para una correcta **gestión de los residuos** en las actividades acuícolas supone una preocupación desde el punto de vista ambiental, económico y legal." Y que "Los subproductos animales, no están

regulados por la normativa de residuos, ya que están cubiertos por el Reglamento (CE) N° 1069/2009 SANDACH.”

Figura 44. Vías de eliminación y usos señalados en Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura (Fuente: Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura (2017) de la OESA - Fundación Biodiversidad y el Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medioambiente de España)

<p>[cat. 1]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incineración o co-incineración con o sin procesamiento previo (esterilización a presión) y marcado del material resultante. • Enterramiento, previo procesamiento por esterilización a presión y marcado • Uso como combustible con o sin procesamiento previo. • Enterramiento en vertedero autorizado (solo para subproductos procedentes de transporte internacional). • Usos técnicos (productos cosméticos, medicamentos veterinarios, productos sanitarios, etc.).
<p>[cat. 2]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vías mencionadas para los materiales de Categoría 1. • Abonos y enmiendas del suelo de origen orgánico previa esterilización a presión y marcado del material resultante. • Para excrementos y contenido del tubo digestivo, aplicación a la tierra directamente (si la autoridad competente así lo considera en base a la ausencia de riesgo de propagación de enfermedades). • Compostaje, ensilado o transformación en biogás.
<p>[cat. 3]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vías mencionadas para los materiales de Categoría 1 y 2. • Fabricación de piensos para animales de peletería y para animales de compañía. • Fabricación de abonos y enmiendas del suelo de origen orgánico. • Piensos para animales de granja distintos de los animales de peletería. • Fabricación de alimentos crudos para animales de compañía. • Caso de las conchas de moluscos, podrán emplearse en las condiciones fijadas por la autoridad competente.

En este contexto, esta Guía sugiere la implementación de un Plan de Minimización de los residuos, y menciona: *“El Plan de Minimización: tiene como objetivo el uso racional de todos los recursos para reducir la generación de subproductos y residuos. Para ello es necesario conocer las fuentes y causas que originan los residuos con vistas a poder plantear medidas que actúen directamente sobre su generación. El Plan de Minimización recoge el compromiso de la empresa, para conocer los datos relativos a su generación de residuos y el establecimiento de acciones concretas que permitan su minimización a través de un proceso de mejora continua. La empresa establecerá y deberá ir actualizando, en función de los resultados obtenidos, unos objetivos ambientales alcanzables y cuantificables. Implantar un Plan de Minimización es una tarea relativamente sencilla que aporta numerosas ventajas ambientales y económicas a la empresa. (...) La clave del éxito de un programa de minimización reside en la participación de todos los empleados de la empresa. Por ello, es imprescindible la buena comunicación en todos los niveles, implicando a toda la plantilla en el cumplimiento de los objetivos.”*

“La prioridad es evitar que el residuo se produzca, y si esto es inevitable, reducir su cantidad y/o peligrosidad, y después intentar recuperar al máximo ese residuo para por último, gestionar de forma correcta el residuo generado.”

Ejemplo de una medida para la minimización de residuos en acuicultura: *“Habilitar punto de gestión (almacenamiento higiénico) de subproductos animales susceptibles de ser aprovechados*

como materia prima (no consumo humano): Utilizar los subproductos animales tanto de producción de acuicultura como los procedentes de la transformación, que no puedan derivarse a otro uso, como materia prima para la elaboración de piensos - pet food, o fertilizantes, biometanización, etc. Ejemplo: **Aprovechamiento de conchas de mejillón para obtención de carbonato cálcico.**"

Por otra parte, y como ya fue mencionado, se revisó el **Reglamento europeo. (CE) Nº 1069/2009 de normas sanitarias aplicables a subproductos animales no destinados al consumo humano** el cual define: "Los subproductos animales que se generan principalmente durante el sacrificio de animales para el consumo humano, la elaboración de productos de origen animal como los productos lácteos y la eliminación de animales muertos o la aplicación de medidas de control de enfermedades. Independientemente de su procedencia, constituyen un riesgo potencial para la salud pública, la salud animal y el medio ambiente. Este riesgo debe controlarse adecuadamente, bien canalizando esos productos hacia medios de eliminación seguros o utilizándolos para diversos fines, a condición de que se apliquen condiciones estrictas que reduzcan al mínimo los riesgos sanitarios."

No obstante, se identificó que: "El Reglamento no debe aplicarse a las **conchas de moluscos despojadas de la carne o los tejidos blandos**. Debido a la diversidad de las prácticas aplicadas en la Comunidad de retirada de la carne o los tejidos blandos de las conchas, deben poder utilizarse conchas cuya carne o tejidos blandos no se hayan retirado totalmente, a condición de que su uso no entrañe un riesgo para la salud pública ni la salud animal. Las guías nacionales de buenas prácticas pueden ayudar a difundir conocimientos sobre las condiciones adecuadas en que puede hacerse ese uso."

También se revisó el **Manual buenas prácticas ambientales; pesca y acuicultura**, ya que refiere a los impactos ambientales de las actividades productivas e industriales, y la gestión de residuos. Así, menciona: "Los impactos ambientales de cualquier actividad productiva se clasifican en función de si se producen como consecuencia del proceso de entrada de recursos (consumo, ya sea productos, agua, energía, etc.), del proceso de salida (contaminación y **residuos**) o se deben directamente a la acción de la actividad sobre el territorio en que se realiza (impactos sobre el espacio)".

Sobre la gestión de la contaminación y los residuos, destaca: i) "Realizar campañas de información entre los empleados para la minimización y correcta gestión de los residuos y la contaminación"; ii) "Minimizar la producción de residuos mediante reutilización, reciclaje, y en último caso, separación de origen y depósito en contenedor para recogida selectiva y posterior valorización."; iii) "No verter al mar los restos de limpieza de tanques y maquinaria, así como basuras y otros residuos, depositándolos en las instalaciones adecuadas y contenedores del puerto."; iv) "Rechazar el uso de productos que se transforman en residuos peligrosos al final de su vida útil."; v) "Reducir los residuos en cantidad y peligrosidad."

Por último, se revisó el **Plan de acción para la implementación de la agenda 2030: Hacia una Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (2018)**, que refiere a garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Este plan "... busca promover la gestión sostenible y el uso

eficiente de los recursos naturales, **reducir la generación de residuos** y el desperdicio de alimentos, y fomentar la gestión ecológicamente racional de los productos químicos. Asimismo, aspira a estimular la implementación de **prácticas sostenibles en empresas** y el acceso universal a información sobre estilos de vida en armonía con la naturaleza.”

Además, identifica que se debe avanzar hacia un modelo de economía circular, proponiendo la siguiente idea: “El reto más importante en relación con los actuales datos es la adopción de políticas de impulso hacia una economía circular que conciencie a los diferentes agentes generadores del residuo, del interés, no solo desde un punto de vista ambiental sino también desde el económico, de prevenir la generación de residuos y de fomentar estrategias de reciclaje, valorización y reutilización.”

La revisión bibliográfica permite identificar que España, a través su normativa, así como planes de desarrollo y manuales de sostenibilidad, identifica que la actividad acuícola genera residuos que deben ser gestionados de manera sostenible, y devela la intención de generar esfuerzos por avanzar hacia una economía circular.

9.8.2.2 Francia

Para Francia, la revisión bibliográfica y normativa se centró en tres documentos, dado que varias de las directrices relacionadas con la gestión de residuos sólidos orgánicos, residuos industriales y residuos no peligrosos, se identificó que están determinados por lineamientos normativos de la Unión Europea. Así, de la revisión destaca:

- i. Ley No.97-1051 de Pesca Marina y Maricultura
- ii. Código Ambiental
- iii. Instrucción relativa a la lucha contra la contaminación del medio marino

La **Ley No.97-1051 de Pesca Marina y Maricultura**, como política refiere a sus objetivos, y entre siete de éstos, en relación a los objetivos de este estudio, destacan dos de ellos: “**Desarrollar actividades de cultivo marino, en particular asegurando la calidad del medio ambiente**”; y “**Asegurar la modernización y el desarrollo de actividades diversificadas en beneficio de la economía de las regiones costeras**”. Sin embargo, no hace referencia a la gestión de los residuos de la actividad acuícola.

Por su parte, se revisó el **Código Ambiental** (2021) documento que identifica y reconoce “*Los espacios terrestres y marinos, los recursos y ambientes naturales, los sonidos y olores que los caracterizan, los sitios, los paisajes diurnos y nocturnos, la calidad del aire, los seres vivos y la biodiversidad forman parte del patrimonio común de la Nación. Este patrimonio genera **servicios ecosistémicos y valores de uso***”. Habla sobre la biodiversidad, y la importancia que adquiere “*su conocimiento, su protección, su puesta en valor, su restauración, su rehabilitación, su gestión, la conservación de su capacidad de evolución y la salvaguardia de los servicios que prestan son de interés general y contribuyen al objetivo de desarrollo sostenible que pretende satisfacer las necesidades de desarrollo y salud de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas*”.

Identifica “El principio de complementariedad entre el medio ambiente, la agricultura, la **acuicultura** y la gestión forestal sostenible, según qué áreas agrícolas, **acuícolas** y forestales, son portadoras de una biodiversidad específica y variada y las actividades la biodiversidad”.

Además, propone avanzar hacia una **economía circular**, señala: “... **ir más allá del modelo económico lineal de extraer, fabricar, consumir y desechar** exigiendo una consumo sobrio y responsable de los recursos naturales y materias primas primarias, así como, en orden de prioridad, a la **prevención de la producción de residuos, en particular mediante la reutilización de productos, y, según la jerarquía de métodos de tratamiento de residuos, reutilización, reciclado o, en su defecto, valorización de residuos**. La promoción ecología industrial y territorial y el diseño ecológico de productos, el uso de **materiales de recursos naturales**, recursos naturales renovables gestionados de forma sostenible y resultantes del **reciclaje**, contratación pública sostenible, ampliación de la duración el ciclo de vida de los productos, la **prevención de residuos, reducción o control de la liberación**, el flujo o emisión de contaminantes y sustancias tóxicas, el tratamiento de residuos de acuerdo con la jerarquía métodos de procesamiento, **cooperación entre actores económicos** en el nivel territorial relevante de conformidad con el principio de proximidad y el desarrollo de uso y compartir valores e información sobre sus costos ecológicos, económicos y sociales contribuyen a esta nueva prosperidad.

También, en su título N° IV, refiere específicamente a los residuos en vinculación con la posibilidad de avanzar hacia una economía circular, y menciona: “La **política nacional de prevención y gestión de residuos** es una palanca fundamental para la transición hacia una economía circular”.

“Incrementar la cantidad de residuos susceptibles de valorización en forma de materia, en particular orgánica, dirigiendo hacia estas vías de valorización, respectivamente, un 55% en 2020 y un 65% en 2025 de residuos no peligrosos no inertes, medidos en masa.”

“Los **productores de residuos**, además de las medidas de prevención de residuos que adopten, y los poseedores de residuos organizan su gestión respetando el principio de proximidad y la jerarquía de los métodos de tratamiento definidos en el artículo II.”

Por último, se revisó la **Instrucción relativa a la lucha contra la contaminación del medio marino**, que se refiere “... a la lucha contra la contaminación del medio marino no crónico resultante un accidente o daño marítimo, terrestre o aéreo, deliberado o no, que cause o arriesgue provocar el vertido al mar de hidrocarburos o de cualquier otro producto contaminante; se relaciona con todas las operaciones que puedan efectuarse en el mar y en las costas, con conocimiento del hecho y hasta el tratamiento final de residuos.”

Señala que el Ministerio de Medio Ambiente italiano “... difunde información relativa a la operación (...), en particular en el marco del principio de quien contamina paga, que un tratamiento adecuado de los todos los residuos, seguimiento del impacto ambiental del accidente y eventuales operaciones de limpieza se implementan restauraciones de ambientes.” “(...) almacenamiento y tratamiento de los residuos valorizados.”

Si bien este documento, no refiere de manera específica a la gestión de residuos industriales, y/o específicos de la actividad acuícola, refiere a que existe una visión sobre la contaminación, los residuos, y las responsabilidades de quién los produce y debe gestionarlos.

9.8.2.3 Italia

Para Italia, la revisión bibliográfica y normativa se centró en los siguientes documentos:

- i. Decreto Legislativo N° 154 de 26 de mayo de 2004 sobre la modernización del sector de la pesca y la acuicultura según el artículo 1, párrafo 2 de la Ley N° 38 de 7 de marzo de 2003
- ii. Decreto legislativo N° 152, 3 de abril 2006, Regulaciones ambientales
- iii. Reglamento de producción “Acuicultura sostenible”
- iv. Economía circular en zonas de pesca y acuicultura
- v. Reporte Ambiental 2015: Evaluación ambiental estratégica Programa operativo, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP)
- vi. Plan estratégico Acuicultura 2021-2027

El **Decreto Legislativo N° 154 de 26 de mayo de 2004 sobre la modernización del sector de la pesca y la acuicultura** refiere a medidas de protección de los recursos acuáticos y el medio ambiente, y que la salvaguarda de las actividades económicas y sociales deben basarse en criterios de sostenibilidad. También refiere a que se debe propender a una integración de las actividades productivas, con políticas de gestión local, que garanticen la correcta gestión de recursos y conservación de los ecosistemas marinos.

Si bien, este documento no especifica la gestión de residuos de la actividad pesquera y acuícola, señala medidas de control del impacto ambiental de estas actividades, y la importancia de protección de ambiente contra la contaminación, lo cual se relaciona, con que propone y promueve programas de financiación dirigidos al reciclaje.

Por otra parte, se revisó el **Decreto legislativo N° 152, 3 de abril 2006, sobre Regulaciones ambientales**. En este documento, se explicita los objetivos a evaluar respecto de los efectos de determinados planes y programas en el medioambiente, entre los cuales señala: 1) garantizar un alto nivel de protección ambiental; 2) contribuir a la integración de consideraciones ambientales en las fases de desarrollo, adopción y aprobación de ciertos planes y programas para promover el desarrollo sostenible; 3) promover el uso de la evaluación ambiental en la elaboración de planes y programas estatales, autonómicos y supramunicipales; y 4) garantizar que, no obstante, se lleve a cabo la evaluación ambiental de los planes y programas que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente. En este mismo contexto, señala la evaluación de proyectos públicos y privados, (...) con los siguientes objetivos: 1) garantizar la plena aplicación de las directivas de la UE sobre evaluación del impacto ambiental; 2) Simplificar (...) los procedimientos de evaluación de impacto ambiental, que deben tener en cuenta la relación costo-beneficio del proyecto desde el punto de vista ambiental, económico y social; 3) anticipar los procedimientos de evaluación de impacto ambiental a la primera configuración sujeto a un examen exhaustivo del proyecto de intervención a evaluar; 4) implantar un sistema de control adecuado para comprobar el cumplimiento efectivo de las prescripciones dadas durante la evaluación; 5) fomentar la

participación pública en la elaboración de planes y programas en materia ambiental; 6) garantizar la finalización de los trámites dentro de ciertos tiempos; 7) introducir mecanismos de **coordinación entre el procedimiento de evaluación de impacto ambiental y el procedimiento de evaluación ambiental estratégica;** 8) adoptar medidas de coordinación entre los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y los procedimientos integrados de **prevención y reducción de la contaminación**, o autorización ambiental integrada, en el caso de plantas sujetas a ambos procedimientos, con el fin de evitar duplicidades y superposiciones.

Por su parte, el **Reglamento de producción “Acuicultura sostenible”** menciona como su objetivo *“calificar la acuicultura, mejorando los productos de desde el punto de vista de la calidad y el proceso productivo desde el punto de vista de la sostenibilidad y el bienestar de organismos criados”*. Y respecto de **la gestión de residuos de la actividad** menciona: *“Formalizar y aplicar un plan de gestión de residuos orientado a: i) evitar la dispersión de residuos; ii) reducir la producción de residuos, especialmente del componente no reciclable; iii) disponer de los residuos utilizando procedimientos que permitan dividir las áreas de procesamiento/almacenamiento del producto, separando los residuos no peligrosos de los residuos peligrosos e utilizando, en su caso, los contenedores adecuados; iv) Reciclar y reutilizar los materiales utilizados durante la recolección, remoción, almacenamiento y transporte de animales de granja al punto de venta, incluido el embalaje”*.

Además se revisó un documento denominado **Economía circular en zonas de pesca y acuicultura**, en el cual se profundiza sobre la idea de este modelo económico, señalando: *“se aleja del modelo tradicional de “tomar-producir-usar-tirar” para avanzar hacia un sistema en el que los productos y materiales se mantienen en circulación el mayor tiempo posible, se reducen los desechos y el uso de recursos al mínimo, y cuando un producto llega al final de su vida, se reutiliza para **crear nuevo valor**.”* Este documento describe que desde el año 2015 la Unión Europea (UE) adoptó un Plan de Acción para la economía circular que incluye un paquete de medidas destinadas, entre otras cosas, a reducir el desperdicio de alimentos; facilitar el reconocimiento legal de los **abonos orgánicos derivados de residuos**; a promover el diseño ecológico para mejorar la eficiencia energética, la reparación, la durabilidad y el reciclaje de los productos; **limitar el porcentaje máximo de residuos municipales enviados a vertederos al 10% para 2030**.

Este documento sobre economía circular, identifica que tanto la pesca como la acuicultura son actividades generadoras de desechos, e identifica que *“muchos de estos los desechos orgánicos de pescado, compuestos por ejemplares descartados (por ser demasiado pequeños, por pertenecientes a especies no rentables o porque no satisfacen la demanda de los consumidores, etc.) y de residuos de procesamiento (piel, huesos, **conchas**, entrañas, etc.)”*, podrían gestionarse para darle un valor. Entrega 3 ejemplos del modelo económico de economía circular: i) un grupo de ostricultores en una fábrica local (Francia), en el que gracias al apoyo de un laboratorio de investigación lograron utilizar las **conchas de las ostras** en una amplia gama de productos, incluidos fertilizantes, pinturas viales, filamentos para Impresoras 3D y suelas de zapatos; ii) en Olbia (Italia) donde las **conchas de mejillón** ya no se consideran residuos; ya que con la ayuda de un programa del norte de Cerdeña, los estudiantes y profesores de las escuelas locales utilizan las conchas trituradas para crear

artículos útiles de todo tipo (cajas para relojes, joyas, azulejos, etc.), empezando por moldes creados con impresión 3D; y iii) En la Costa de Ópalo una empresa constructora que ha desarrollado una tecnología para producir pisos filtrantes a partir de caparazones con un productor local de Pectínidos. Así plantea la importancia de maximizar el uso de todas las partes a los residuos de estas actividades económicas (encontrar nuevos usos, por ejemplo, alimento para animales domésticos a base de productos pesqueros, pieles hechas de piel de pescado, **pavimentos de carreteras con conchas de ostras**).

Por otro lado, el **Reporte Ambiental 2015: Evaluación ambiental estratégica Programa operativo, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP)** da cuenta que en Italia se han realizado esfuerzos por avanzar en la gestión de residuos, a través del marco de la Unión Europea, un sistema integrado que busca *“proteger el medio ambiente y la salud humana, a través de la prevención de los efectos nocivos de la producción y gestión de residuos”*.

Finalmente, se revisó el **Plan estratégico Acuicultura 2021-2027** (PNSA-Italia), que tiene como objetivo proporcionar orientación y apoyo a las administraciones regionales, las partes interesadas y otras partes involucradas en las actividades acuícolas italianas, útiles para afrontar los viejos y nuevos desafíos del sector en los próximos años. Si bien este documento no especifica, cómo o qué hacer respecto de la gestión de residuos de la actividad, hace referencia al **reciclaje** como una forma de *“valorización mediante la cual se tratan los residuos para obtener productos, materiales o sustancias destinados a su función original o a otros fines”*; y describe los esfuerzos investigativos, a la base de un enfoque ecosistémico, para evaluar efectos fisicoquímicos de los criaderos y respecto de los impactos ambientales de la actividad, y en específico del cultivo de mejillón, a través de la identificación y cuantificación de consumos y flujos en entrada y salida de materia, recursos, energía, residuos y emisiones al medio ambiente, permitiendo identificar y evaluar acciones potenciales para reducir estos impactos.

9.8.2.4 Unión Europea

Como ya fue señalado en la revisión bibliográfica respecto de los países: España, Italia y Francia, es la Unión Europea y en específico su parlamento y la Comisión Europea, donde se determinan algunas de las directrices respecto de cómo actuar en cuanto a políticas medioambientales, y productivas.

En el documento **Directrices estratégicas para una acuicultura de la UE más sostenible y competitiva para el período 2021-2030**, se señala que *“la legislación de la UE en materia medioambiental y la legislación nacional de aplicación han establecido el **marco reglamentario para la acuicultura de la UE**. Este marco garantiza la **mitigación del impacto que las actividades acuícolas puedan tener en el medio ambiente (ya sea en términos de huella de carbono, efluentes, residuos u otros efectos en los ecosistemas marinos y de agua dulce)**, y asegura que las actividades acuícolas no deterioren considerablemente los ecosistemas o la biodiversidad”*.

La UE identifica que en cuanto al comportamiento medioambiental, el sector de la acuicultura aún tiene un margen de mejora, lo cual podría mejorarse de la siguientes maneras: *“i) garantizando que se aplica la legislación medioambiental y se cumplen sus objetivos, ii) **mitigando más el***

impacto de la acuicultura, y iii) promoviendo una acuicultura con un menor impacto ambiental y que proporcione servicios ecosistémicos". Para ello, entre otras cuestiones, debe abordarse: "i) **Garantizar la vigilancia ambiental de las explotaciones acuícolas, especialmente la calidad del agua, los vertidos y las emisiones (de materia orgánica, nutrientes, plásticos, medicamentos veterinarios, otros contaminantes o cualquier otra forma de residuo y basura); ii) Limitar los residuos marinos que liberan las actividades de acuicultura; iii) Implantar sistemas de gestión de residuos que minimicen la huella ambiental de las actividades acuícolas; y iv) aplicar un enfoque de economía circular, especialmente el uso de los residuos.**

Es relevante señalar las similitudes de las propuestas realizadas por la Unión Europea para el sector de la acuicultura con los objetivos de este estudio FIPA.

Por su parte, se revisó el **Código de Conducta de la UE sobre Empresas Alimentarias Responsables y Prácticas de Comercialización**, documento en el cual se plantea la importancia de: "*Evitar o reducir la generación de residuos peligrosos y no peligrosos, sustituyendo o reduciendo el uso de sustancias tóxicas y garantizando el uso productivo y la eliminación segura de los residuos.*" En este documento de la UE se propone que se debe propender a estimular la producción sostenible, así como fomentar y apoyar la innovación; del mismo modo, un uso más extendido de prácticas sostenibles en la agricultura, la **acuicultura** y la pesca en colaboración con los agricultores/pescadores. En especial cuando estas actividades tengan por objetivo: i) *mitigar el cambio climático (por ejemplo, reducir las emisiones y la pérdida de nutrientes); ii) lograr una mayor biodiversidad; iii) **potenciar la circularidad y la eficiencia de los recursos o adaptarse mejor al clima (...)**; (iv) *mejorar el bienestar animal y la salud tanto humana como animal (por ejemplo, fomentando el uso responsable de medicamentos en animales, a través del principio de «salud única»); y v) gestionar los recursos naturales (como la tierra, el suelo y las poblaciones de peces) de forma sostenible.**

Por último, se revisó el **Programa de Acción Medioambiental de la Unión General hasta 2030. Decisión (UE) 2022/591** que establece la agenda medioambiental de la Unión para 2030, así como una visión a largo plazo para 2050 que tiene como "*objetivo **acelerar la transición verde hacia una economía circular climáticamente neutra, sostenible, no tóxica, eficiente en el uso de los recursos, basada en energías renovables, resiliente y competitiva de una manera justa, equitativa e inclusiva, y proteger, restaurar y mejorar el estado del medio ambiente, entre otras cosas, deteniendo y revirtiendo la pérdida de biodiversidad***". En este contexto, este documento da cuenta de que para avanzar hacia la sostenibilidad, es necesario considerar una economía circular, una utilización de los recursos de manera eficiente y sostenible y una **jerarquización de residuos**.

9.8.2.5 Estados Unidos

La normativa de Estados Unidos y documentos revisados fueron los siguientes:

- i. Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA):
- ii. Plan estratégico nacional para la investigación en acuicultura, 2022
- iii. Ley salvemos nuestros mares 2.0

- iv. Estrategia Nacional de reciclaje, 2021; Parte uno de una serie sobre el desarrollo de una economía circular para todos
- v. Mejores Prácticas Para La Gestión De Los Residuos Sólidos: Una Guía Para Los Responsables De La Toma De Decisiones En Los Países En Vías De Desarrollo

La **Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA)** (Resource Conservation and Recovery Act RCRA) es la ley pública que crea el marco para el manejo adecuado de los desechos sólidos peligrosos y no peligrosos. Esta Ley describe el **programa de gestión de desechos** ordenado por el Congreso que otorgó a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency EPA) la autoridad para desarrollar el programa RCRA.

La RCRA es la Ley que permite a EPA **regular y reducir los desechos**; y ayudar a limpiar cuando los desechos o las sustancias nocivas contaminan la tierra en la que vivimos; cuenta con el marco para los programas de manejo de **desechos peligrosos y no peligrosos** de Estados Unidos.

Esta Ley refiere a los residuos sólidos no peligrosos y peligrosos, no menciona los residuos derivados de actividades de acuicultura, tampoco señala las conchas como un residuo, pero se puede inferir que se consideran un residuo sólido no peligroso.

Por otro lado, se consideró relevante revisar el **Plan estratégico nacional para la investigación en acuicultura (2022)**, en el cual se habla de eficiencia y sostenibilidad de la actividad, refiriéndose a los sistemas de producción, costos operativos y desechos. No obstante, no señala en específico cómo gestionar los residuos orgánicos.

Mientras que la **Ley salvemos nuestros mares 2.0**, la cual tiene como propósito “mejorar los esfuerzos para **combatir los desechos marinos**, y otros propósitos”, se concentra en **prevenir, reducir y reciclar los residuos marítimos** (como por ejemplo los plásticos). La Ley respalda las inversiones en la infraestructura de administración de materiales de post consumo, así como en la educación. Sin embargo, no habla en específico respecto de los residuos de actividades productivas como la acuicultura.

En tanto, la **Estrategia Nacional de reciclaje (2021)** propone un sistema de administración y gestión de residuos basado en el modelo de la economía circular, con énfasis en que ésta sea inclusiva, más equitativa y que refleje la urgencia de la crisis climática.

Esta estrategia define que la ***economía circular reduce el uso de materiales, vuelve a diseñar los materiales y productos para que no requieran tantos recursos y recaptura los “residuos” y los usa como recursos para fabricar materiales y productos nuevos.*** Enfatiza en la necesidad de reducir la generación de residuos, optimizando además la reutilización y reciclaje, y minimizando los impactos de la administración de residuos. Así, la Estrategia Nacional de Reciclaje *se concentra en optimizar e impulsar el sistema de reciclaje nacional de residuos sólidos municipales (MSW) e identifica objetivos estratégicos y medidas dirigidas por partes interesadas para crear un sistema de reciclaje de MSW más resiliente y rentable en EE. UU. Es la primera parte de una serie dedicada al desarrollo de una economía circular para todos.*

La labor de reciclaje en EE. UU. planteada por esta estrategia, *no solo incluye el procesamiento de residuos sólidos sino que abarca muchos otros, tales como los dispositivos electrónicos, textiles y*

los **residuos alimenticios**; las estrategias futuras abordarán estos y otros aspectos de una economía circular. Y señala que a medida que la EPA comience a implementar la Estrategia Nacional de Reciclaje, también comenzará a desarrollar estrategias que vayan más allá del reciclaje de residuos sólidos municipales. (...) La actividades se expandirán para incluir otros materiales, tales como dispositivos electrónicos, **residuos industriales**, cemento y hormigón y alimentos.

Este documento habla de los residuos sólidos en general, y en específico de aquellos que se envían a vertederos municipales, no menciona los residuos de actividades de acuicultura, tampoco señala cómo gestionar residuos sólidos orgánicos derivados de esta industria.

Finalmente, se revisó el documento **Mejores Prácticas Para La Gestión De Los Residuos Sólidos: Una Guía Para Los Responsables De La Toma De Decisiones En Los Países En Vías De Desarrollo**, que trata sobre la gestión de residuos sólidos, y sus impactos en términos de la salud humana, medioambiental, y socioeconómico. Aborda el tema del reciclaje y la reducción de residuos, y la necesidad de clasificar los residuos comerciales e industriales; no obstante, no es específico en abordar los tipos de residuos industriales y de las diferentes actividades productivas.

9.8.2.6 Tailandia

Para Tailandia, la revisión bibliográfica y normativa se centró en la siguiente documentación:

- i. Real Ordenanza de Pesca 2560_2017
- ii. Ley de Mejoramiento y Conservación de la Calidad Ambiental Nacional, BE 2535. 1992
- iii. Plan de gestión de la pesca marina de Tailandia 2020-2022
- iv. Ley de Promoción de la gestión de los Recursos Marinos y Costeros, BE 2558 (2015).
- v. XII Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (2017 – 2021).
- vi. Estrategia Nacional (2018 - 2037).

La **Real Ordenanza de Pesca 2560_2017** del Departamento de pesca del Gobierno Tailandia regula las actividades de pesca y acuicultura, y tiene como propósito *preservar los recursos de animales acuáticos como fuente sostenible de alimentos para la humanidad y preservar el medio ambiente en un estado apropiado*; así como *proteger el bienestar de la gente de mar y prevenir todas las formas de trabajo forzoso en el sector pesquero*. Si bien define la actividad acuícola, no señala nada respecto de los residuos, ni en términos generales ni específicos.

La **Ley de Mejoramiento y Conservación de la Calidad Ambiental Nacional, BE 2535 (1992)** define el término de residuos como: *desechos, basura, inmundicia, suciedad, aguas residuales, aire contaminado, sustancias contaminantes o cualquier otro; sustancias peligrosas que se descargan o se originan en fuentes puntuales de contaminación, incluidas*.

Y refiere al concepto de "**Operador de Control de Monitoreo**" que *significa una persona con licencia para monitorear, controlar, evaluar, operar y mantener una instalación de, instrumentos, herramientas, aparatos para el control, **tratamiento o eliminación de cualquier otra contaminación**, que el propietario o poseedor de un fuente puntual de contaminación logra construir y poner en funcionamiento por su propia inversión y gasto por el tratamiento de aguas residuales o eliminación de desechos o cualquier otro contaminante*. También hace mención al

concepto de “**Contratista de Servicios**” para referir a *personas autorizada para prestar por contrato los servicios de **tratamiento de aguas residuales o disposición de desechos** o monitoreo de la calidad ambiental.*

Esta Ley además regula un Fondo de financiamiento, donde señala: *Los desembolsos del Fondo se realizarán (entre otros puntos): 1) Como subvenciones a una agencia gubernamental o administración local para la inversión y operación de una planta central de tratamiento de aguas residuales o una **instalación central de eliminación de desechos**, incluida la adquisición y adquisición de terrenos, materiales, equipos, instrumentos, herramientas y aparatos necesarios para la operación y mantenimiento de dicha instalación; 2) Como préstamos a una administración local o empresa estatal para poner a disposición sistemas de control de la contaminación del aire, tratamiento de aguas residuales o **instalaciones de eliminación de desechos** para ser utilizados específicamente en las actividades de dicha administración local o empresa estatal; 3) Como préstamos a una persona privada en caso de que dicha persona tenga la obligación legal de poner a disposición e instalar una instalación propia en el sitio para el tratamiento de aire contaminado, aguas residuales o **eliminación de desechos**, o cualquier otro equipo para el control, tratamiento o eliminación de contaminantes generados por sus actividades o empresa comercial, o dicha persona tiene licencia para emprender negocios como contratista de servicios para prestar servicios de tratamiento de aguas residuales o disposición de desechos bajo esta Ley (...).*

De tal manera, esta Ley regula los temas asociados a la recolección, transporte y demás arreglos para el tratamiento y **disposición de basura y otros desechos sólidos**. No obstante, no especifica cómo se gestionan los residuos sólidos orgánicos de actividades productivas en específico, pues habla en general de los desechos sólidos.

Por su parte, el **Plan de gestión de la pesca marina de Tailandia 2020-2022** refiere en específico a los residuos de la actividad acuícola, y menciona: (...) *0,91 millones de toneladas procedían de la acuicultura, incluidos 0,50 millones de toneladas de acuicultura costera y 0,41 millones de toneladas de acuicultura de agua dulce.* En este contexto, en cuanto a los residuos, el Plan de gestión identifica que uno de sus propósitos sería *mejorar el bienestar de los pescadores artesanales y las comunidades pesqueras: Continuar mejorando el sector postcosecha a través de inversiones apropiadas en infraestructura y tecnología, **actividades de valor agregado y reducir las pérdidas y desperdicios postcosecha**, así como aumentar los canales de comercialización para la venta de productos pesqueros.*

Del mismo modo, la **Ley de Promoción de la gestión de los Recursos Marinos y Costeros, BE 2558 (2015)**, que busca promover el manejo de los recursos marinos y costeros. Y si bien, no hace referencia específica sobre los residuos, menciona la importancia que la formulación de políticas y planes de manejo de los recursos marinos y costeros, consideren la política nacional y la conservación de la calidad ambiental.

Por su parte, el **XII Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (2017 – 2021)** de Tailandia, refiere a la situación del país en cuanto a temas ambientales, y en sobre los residuos en general, menciona: *Los problemas ambientales se intensifican simultáneamente con el crecimiento de la*

economía y urbanización. La gestión de los Residuos Sólidos Municipales (RSU) sigue siendo ineficiente, dejando residuos sólidos sin gestionar acumulados a lo largo de los años hasta 30,8 millones de toneladas en 2014.

Sobre el sector pesca y acuicultura, este Plan señala como relevante, **ajustar los estándares de pesca, acuicultura, procesamiento, transporte y mercadeo para cumplir con los requisitos y procedimientos bilaterales, así como aprovechar el potencial de los recursos marinos y costeros**, entre Tailandia y otros socios comerciales. Refiere a la importancia de respaldar el crecimiento verde, así como aumentar la **eficiencia en la eliminación de desechos sólidos**. Así propone que: *para lograr una buena calidad de vida y un desarrollo sostenible y equilibrado, todos los tipos de contaminación, es decir, los desechos sólidos, las aguas residuales y la contaminación del aire, deben tratarse adecuadamente.*

Además, sobre la **gestión de residuos sólidos**, propone que deben proponerse leyes y mecanismos para hacer cumplir la **separación (o clasificación) de residuos**, que promuevan métodos para convertir los residuos en energía, y aplique instrumentos económicos para reducir la generación de residuos y cree disciplina entre todos los tailandeses en la gestión sostenible de residuos.

En este contexto, sobre sugiere como una de las directrices de desarrollo el resolver los problemas de residuos sólidos aplicando el concepto de las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar) y establecer centros comunales de gestión de residuos.

Finalmente, se revisó la **Estrategia Nacional (2018 - 2037)** de Tailandia, el cual constituye un documento de política intersectorial. En el cual se plantea la importancia de **acelerar el desarrollo de la acuicultura**, sobre la base de los usos comerciales esperados de las áreas marinas; apoyando la investigación para expandir el conocimiento y la innovación, para apoyar una pesquería de ciclo completo y mantener el estatus líder del país como procesador y exportador de productos marinos de alto valor sobre una base ambientalmente sostenible.

En cuanto al sector económico, entre otras cosas destaca la relevancia de crear conciencia sobre la producción ecológica y los comportamientos de consumo basados en el medio ambiente; así como desarrollar un sistema y mecanismo de vigilancia, monitoreo, inspección y control de la contaminación en el sector manufacturero, e implementar un sistema de identificación del origen de las materias primas; fomentar objetivos de cero residuos y total y **gestión sostenible de residuos**.

9.8.2.7 China

La normativa de China y documentos revisados, se centran en la regulación ambiental, gestión de residuos así como pesca y acuicultura, entre los cuales se destacan:

- i. Plan Nacional para la Prohibición de la "Basura Extranjera" y la Reducción de las Importaciones de Desechos Sólidos
- ii. Ley de la República Popular China sobre la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental Causada por Residuos Sólidos (2020).

- iii. Reglamento de la República Popular China sobre el control del vertido de desechos en las aguas del mar, 1985
- iv. Ley de Promoción de la Economía Circular de la República Popular China, 2018
- v. Ley de Protección Ambiental Marina de la República Popular China, 2017
- vi. Disposiciones sobre Gestión de la Calidad e Inocuidad de la Acuicultura. 2003
- vii. Ley de Pesca de la República Popular China.

China cuenta con un **Plan Nacional para la Prohibición de la "Basura Extranjera" y la Reducción de las Importaciones de Desechos Sólidos** para prohibir la entrada de basura extranjera y reformar el sistema administrativo de importación de desechos sólidos. Este plan refiere al nivel de uso y reciclaje inocuo de los desechos sólidos domésticos, no haciendo referencia a los residuos de la actividad acuícola.

Por otra parte, el país cuenta con la **Ley de la República Popular China sobre la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental Causada por Residuos Sólidos (2020)**, que prevé la prevención y el control de la contaminación ambiental por desechos sólidos, la salvaguardia de la salud humana, la seguridad ecológica y el desarrollo sostenible de la economía. Según esta Ley, *los residuos se realizarán de acuerdo con los principios de reducción, reciclaje e inocuidad; sin embargo no será aplicable a la prevención y control de la contaminación ambiental marina por desechos sólidos o de la contaminación ambiental por desechos sólidos radiactivos.*

Respecto de los residuos industriales, esta Ley refiere que las entidades que los descarguen *deberán proporcionar información sobre las categorías, cantidad de descarga, dirección de flujo, almacenamiento, tratamiento y otros materiales relacionados con los residuos sólidos industriales a la dirección administrativa de protección ambiental y construirán instalaciones y sitios para el almacenamiento y tratamiento de residuos sólidos industriales que deberán Cumplir con las normas estatales sobre protección del medio ambiente.*

Por su parte, el Estado fomentará y apoyará la investigación científica, el **desarrollo tecnológico**, la promoción de tecnología avanzada y la divulgación científica en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por desechos sólidos y fortalecerá el apoyo científico y tecnológico para la prevención y control de la contaminación ambiental por desechos sólidos. Mientras que los gobiernos populares a nivel de condado o superior incorporarán la prevención y el control de la contaminación ambiental por desechos sólidos en sus planes nacionales de desarrollo económico y social y planes de protección ecológica y ambiental, tomarán medidas efectivas para **reducir la producción de desechos sólidos, promoverán la utilización integral de desechos sólidos desechos, y reducir la nocividad de los desechos sólidos, y minimizar la cantidad de vertederos de desechos sólidos.**

China también cuenta con un **Reglamento sobre el control del vertido de desechos en las aguas del mar (1985)**, entendiéndose por "vertimiento" la descarga de desechos y otras sustancias en el océano por medio de embarcaciones, aeronaves, plataformas y otras estructuras artificiales utilizadas en el mar. Sin embargo, no hace referencia a los desechos y residuos provenientes de actividades de acuicultura.

También se revisó la **Ley de Promoción de la Economía Circular de la República Popular China (2018)** la cual busca promover el desarrollo de la economía circular, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, proteger y mejorar el medio ambiente y lograr el desarrollo sostenible.

Esta Ley se compone de 7 capítulos, en los cuales se abordan: i) Principios Generales; ii) Normas Básicas de Gestión; iii) Reducción; iv) Reutilización y Reciclaje; v) Medidas de Incentivo; vi) De las Responsabilidades Jurídicas; y finalmente, el capítulo vii que habla sobre Disposiciones Complementarias.

Respecto de actividades productivas, en general señala, que *las empresas y las instituciones públicas establecerán y mejorarán los sistemas de gestión, tomarán medidas para reducir el consumo de recursos, reducir la producción y descarga de residuos y mejorar el nivel de reutilización y reciclaje de residuos.*

Así mismo, sería el Estado fomentaría: *el uso de residuos sólidos no tóxicos e inofensivos para producir materiales de construcción, fomenta el uso de cemento a granel y promueve el uso de concreto premezclado y mortero premezclado.*

También, el Estado apoyará a *los productores y operadores en el establecimiento de un sistema de información para el intercambio de residuos industriales para promover que las empresas intercambien información sobre residuos industriales. Las empresas que no reúnan las condiciones para el aprovechamiento integral de los residuos generados en el proceso productivo, deberán disponer de productores y operadores calificados para el aprovechamiento integral.*

Por su parte, se revisó la **Ley de Protección Ambiental Marina de la República Popular China (2017)**, que tienen como objetivo proteger y mejorar el medio ambiente marino, proteger los recursos marinos, prevenir y controlar los daños por contaminación, mantener el equilibrio ecológico, proteger la salud humana y promover el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad.

A pesar de que esta Ley no habla en sobre los residuos y desechos de las actividades productivas de la acuicultura, refiere a las regulaciones, procedimientos y normas estatales vinculadas a los contaminantes y descarga de residuos al océano; y zonas de playa, con base en la toxicidad de los desechos, el contenido de sustancias tóxicas y el grado de impacto en el medio marino; así los vertidos de residuos al mar se gestionarán de acuerdo con el tipo y la cantidad de residuos.

Sobre materias específicas de acuicultura, China cuenta con un documento denominado: **Disposiciones sobre Gestión de la Calidad e Inocuidad de la Acuicultura (2003)**, el cual tiene como objetivo mejorar la calidad y la seguridad de los productos de la acuicultura, proteger el entorno ecológico de la pesca y promover el desarrollo saludable de la acuicultura.

En estas disposiciones, se señala que *el Estado alienta a las entidades y personas que se dedican a la acuicultura a desarrollar una acuicultura saludable, reducir la ocurrencia de enfermedades acuícolas; controlar las drogas acuícolas, asegurar la calidad y seguridad de los productos acuícolas; promover la acuicultura ecológica y proteger el entorno acuícola; solicitar la certificación de productos agrícolas libres de contaminación de conformidad con las reglamentaciones*

pertinentes. De tal manera, se enfoca mayormente a la actividad productiva en cuanto tal, limitando sus referencias de los residuos, a las aguas residuales, alimentos y aditivos.

Finalmente, se revisó la **Ley de Pesca de la República Popular China**, que entre otras materias, regula la actividad acuícola; busca mejorar la protección, el aumento, el desarrollo y la utilización razonable de los recursos pesqueros, el desarrollo de cultivos artificiales, la protección de los derechos e intereses legítimos de los trabajadores de la pesca y el fomento de la producción pesquera; hace especial énfasis al desarrollo de la acuicultura, y en la investigación en ciencias pesqueras; pero no hace referencia a los desechos y/o residuos de esta actividad.

9.8.2.8 Vietnam

Respecto de Vietnam, la revisión bibliográfica y normativa se centró en los siguientes documentos:

- i. Ley de Pesca (18/2017/QH14).
- ii. Ley N° 72/2020/QH14 de Protección Ambiental.
- iii. Reglamento sobre la gestión del medio ambiente en los establecimientos de transformación de productos acuáticos.
- iv. Programa Nacional de Fomento de la Acuicultura para el Período 2021 - 2030.
- v. Esquema de Protección Ambiental en el Sector Pesquero en el período 2021 – 2030.
- vi. Reglamento técnico nacional sobre incinerador de residuos industriales (QCVN 30:2012/BTNMT)
- vii. Decreto N° 59/2007/ND-CP sobre Manejo de Residuos Sólidos.

La **Ley de Pesca (18/2017/QH14)** donde sus disposiciones se refieren, entre otras cosas, a la gestión conjunta en la protección de los recursos pesqueros, el establecimiento de áreas marinas protegidas (AMP) y la protección de las AMP y los hábitats frente a las actividades pesqueras, la evaluación de los recursos pesqueros; acuicultura de agua dulce y marina; importación y exportación de razas acuáticas; reproducción, cría, reproducción artificial, importación y exportación de especies acuáticas; adjudicación, arrendamiento y expropiación de tierras para la acuicultura; captura y manejo de embarcaciones pesqueras; lucha contra la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR), **vigilancia de los recursos pesqueros, compra, venta, procesamiento preliminar y procesamiento de productos acuáticos**. A pesar de que esta Ley señala a modo general la regulación medio ambiental en materias de acuicultura, no especifica nada sobre los residuos derivados de la actividad, y sólo instruye que el Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural sería el organismo encargado de expedir reglamentos técnicos nacionales sobre alimentos y productos acuáticos para la adecuación del medio ambiente acuícola.

Por su parte, la **Ley N° 72/2020/QH14 de Protección Ambiental**, *prevé actividades de protección ambiental; derechos, obligaciones y responsabilidades de agencias, organizaciones, comunidades residenciales, hogares e individuos involucrados en actividades de protección ambiental.*

Esta Ley introduce el concepto de **economía circular mediante el fomento de la política de responsabilidad extendida del productor (EPR)**, y *destaca las responsabilidades de los ministerios y localidades para integrar la economía circular en las estrategias de planificación, los planes de*

desarrollo, la **gestión de residuos y el reciclaje de residuos**. La Ley también destaca la responsabilidad de los productores e importadores de reciclar productos y envases.

En específico sobre la acuicultura, esta Ley de carácter ambiental refiere que **los alimentos acuícolas y los productos de remediación ambiental en la acuicultura deben gestionarse de conformidad con las disposiciones legales pertinentes**. También hace referencia a los lodos, lo cuales **deben ser recolectados, reutilizados, reciclados y manejados según lo prescrito por la ley**. Así mismo, menciona que *los animales muertos deben ser recogidos y tratados de acuerdo con la normativa sobre gestión de residuos peligrosos y medicina preventiva*. Además, hace referencia a los residuos plásticos generados, *los cuales deben ser almacenados y trasladados a instalaciones autorizadas para su reciclaje y tratamiento*.

Destaca que el **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** de Vietnam será el encargado de organizar la ejecución de programas de vigilancia ambiental para diferentes actividades económicas, entre las que menciona: agricultura, pesca, **acuicultura**, agricultura, silvicultura y producción de sal.

Esta Ley cuenta con un apartado sobre la Gestión de Residuos y en control de contaminantes; y entre sus disposiciones, describe normas y requisitos generales para tales propósitos. Sobre residuos sólidos industriales normales señala los siguientes requerimientos:

- a) *Los residuos deben ser gestionados durante su generación, reducción, clasificación, recolección, almacenamiento, transferencia, transporte, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición;*
- b) **Los propietarios de fuentes de desechos peligrosos y desechos sólidos industriales normales deberán reutilizar, reciclar, tratar y recuperar energía de dichos desechos o transferirlos a instalaciones autorizadas que tengan la licencia ambiental;**
- c) *El propietario de la fuente de residuos industriales controlados deberá **identificar si los residuos son peligrosos o residuos sólidos industriales normales** a través de la toma de muestras y análisis realizados por las instalaciones competentes de conformidad con las normas de ley. Después de la identificación, **los residuos industriales deben gestionarse según lo prescrito por la ley;***
- d) *Los residuos que cumplan con las normas y reglamentos técnicos aplicables a las materias primas, combustibles y materiales de conformidad con las normas de la ley sobre calidad de productos y bienes deben gestionarse como los productos y bienes y se permite su uso como materias primas, combustibles y materiales. en actividades productivas;*
- dd) *Las entidades que transporten residuos sólidos domésticos, residuos peligrosos y **residuos sólidos industriales normales sujetos a tratamiento deberán transportar los residuos a instalaciones autorizadas** que cuenten con licencias ambientales o transferirlos a otros transportistas para que sean transportados a instalaciones autorizadas que cuenten con la licencia ambiental correspondiente; (...).*

Además, entre otras cosas, señala al Ministro de Recursos Naturales y Medio Ambiente como encargado de proveer una lista de residuos peligrosos, residuos industriales controlados y residuos sólidos industriales normales; requisitos técnicos de protección ambiental para vehículos que transporten residuos sólidos domésticos, residuos sólidos industriales normales y residuos peligrosos.

Por otro lado, Vietnam también cuenta con un **Reglamento sobre la gestión del medio ambiente en los establecimientos de transformación de productos acuáticos**, que define los "residuos de producción" como *sustancias sólidas, líquidas o gaseosas descargadas o emitidas a partir de los procesos de procesamiento de productos acuáticos*; y hace una diferenciación de los desechos de la vida cotidiana" definidos como *desechos sólidos o líquidos descargados de la vida diaria de los seres humanos*.

En este reglamento, también se aborda gestión de residuos, y menciona: *Recolectar y almacenar los desechos sólidos de producción y/o desechos sólidos de la vida diaria en recipientes cerrados apropiados, transportarlos periódicamente a los establecimientos dedicados al procesamiento de polvo de pescado o alimentos para animales, o destruirlos o enterrarlos en vertederos de acuerdo con las normas locales. (...)*. Además, señala que *los establecimientos deberán contar con documentos de monitoreo ambiental, incluyendo: planes de monitoreo, factores a monitorear, frecuencia de monitoreo, uso de químicos nocivos; planes de recolección y tratamiento de residuos sólidos, líquidos y/o gaseosos; resultados de los criterios monitoreados; y planes de reducción y eliminación de CFC (si los hubiere) utilizados por los establecimientos. (...)*.

Otro documento revisado, fue el **Programa Nacional de Fomento de la Acuicultura para el Período 2021 – 2030**, que constituye un documento de política sectorial; que entre sus objetivos propone: *desarrollar la acuicultura de forma eficaz, sostenible y adaptada al cambio climático; mejorar la eficiencia, la calidad, el valor y la competitividad de los productos acuícolas; satisfacer los requisitos del mercado interno y de exportación*.

Este programa plantea la necesidad de ***Desarrollar nuevas soluciones técnicas y tecnológicas en la gestión, recolección, tratamiento de desechos, aguas residuales producidas durante la acuicultura, subproductos de la crianza, procesamiento de productos acuícolas para mejorar la calidad y minimizar el impacto en el medio ambiente.***

Por otro lado, se revisó el documento denominado **Esquema de Protección Ambiental en el Sector Pesquero en el período 2021 – 2030**, que también se enmarca en una política sectorial a nivel nacional. Donde sus objetivos son: *Controlar y prevenir la contaminación en las actividades pesqueras; prevenir y atender emergencias ambientales; proteger y desarrollar los recursos acuáticos y el medio ambiente vivo, y así contribuir a la prevención de la pérdida de biodiversidad; mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; formular y desarrollar modelos de economía circular y economía verde en las actividades pesqueras con el fin de proteger el medio ambiente y el desarrollo sostenible del sector pesquero.*

Este Esquema de protección ambiental, pone énfasis en *la investigación, evaluación, manejo y control de las fuentes de contaminación y desechos de las actividades pesqueras*, así como en la necesidad de *formular y promulgar reglamentos técnicos y lineamientos para la prevención y el control proactivos de los desechos de las actividades pesqueras de alto riesgo de contaminación ambiental; modificar los reglamentos y normas técnicas nacionales para la protección del medio ambiente en el sector pesquero*. Las medidas propuestas en este documento, buscan la reducción de los desechos de las actividades pesqueras, y menciona, que se dirige ***especialmente a los desechos generados por los hogares fundadores/familiares que se dedican a la pesca comercial, la acuicultura, el procesamiento y la comercialización de productos acuáticos en pequeña escala; y también para alentar a las empresas a participar en la prestación de servicios ambientales en el reciclaje, tratamiento de residuos y tratamiento de la contaminación ambiental en el sector pesquero.***

También se revisó el **Reglamento técnico nacional sobre incinerador de residuos industriales**, en el que se establece los requisitos técnicos y ambientales para los incineradores de residuos industriales. Este Reglamento se aplica a los productores, importadores, comerciantes (distribuidores) y usuarios de incineradores de desechos industriales dentro del territorio de la República Socialista de Vietnam; autoridades ambientales; recolectores y analizadores de muestras y organizaciones e individuos relevantes.

Por último, se revisó el **Decreto N° 59/2007/ND-CP sobre Manejo de Residuos Sólidos**, el cual *prevé la gestión de residuos sólidos y los derechos y obligaciones de las entidades que se dedican a actividades relacionadas con los residuos sólidos*, y busca prevenir y minimizar *los impactos adversos sobre el medio ambiente, incluyendo: planificación, gestión e inversión en la construcción de instalaciones de gestión de residuos sólidos; y separar, recolectar, almacenar, transportar, reutilizar, reciclar y disponer de los desechos sólidos.*

9.8.2.9 Japón

Sobre Japón, la revisión bibliográfica y normativa se centró en la siguiente documentación:

- i. Ley de Aseguramiento de la Producción Acuícola Sostenible (1999)
- ii. Ley Básica Ambiental (1993)
- iii. Plan Básico de medioambiente (2018)
- iv. Plan de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (2015)
- v. Ley de Manejo de Residuos y Aseo Público (1970).
- vi. Ley de Promoción del Tratamiento de Desechos Marinos que Afectan la Conservación de los Buenos Paisajes y Ambientes Litorales para la Protección de la Belleza y Variedad Natural (N° 82 de 2009).

La **Ley de Aseguramiento de la Producción Acuícola Sostenible (Ley N° 51 de 1999)**, tiene por objetivo *asegurar la producción acuícola sostenible mediante la adopción de medidas para promover la mejora de las áreas de acuicultura a cargo de las Asociaciones de Cooperativas*

Pesqueras, y mediante la adopción de medidas para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas específicas entre los animales y plantas acuáticos criados en granjas. Esta Ley refiere a los aspectos productivos de la actividad, enfermedades, medidas de inspección, infracciones, entre otros; no obstante, no menciona nada respecto de los residuos de la acuicultura.

La **Ley Básica ambiental** (Ley N° 91 de 1993) tiene por objetivo *es promover políticas de conservación del medio ambiente de manera integral y sistemática para asegurar la vida sana y culta de los pueblos presentes y futuros, así como contribuir al bienestar de la humanidad estableciendo la principios básicos de conservación ambiental; aclarar las responsabilidades del Estado, los gobiernos locales, los empresarios y los ciudadanos; y prescribir las bases para formular las políticas de conservación ambiental.* Esta Ley no se refieren en específico a las actividades acuícolas, sin embargo menciona las responsabilidades de empresarios y operadores comerciales en general, quienes deben tomar las medidas necesarias para la disposición y eliminación de los desechos generados, así como el agua contaminada, y prevenir la contaminación ambiental.

Japón cuenta también con el **Plan Básico de medioambiente** (2018) que busca responder adecuadamente a los objetivos de desarrollo sostenible, así como a desarrollos internacionales, y las cambiantes situaciones nacionales. En este plan se expresa la voluntad de generar y promover medidas para mitigar los problemas de contaminación, y la responsabilidad ampliada a los productores. Entre otras cosas, refiere al uso eficiente de los recursos y la reducción de desechos, la reutilización de recursos circulares, y reciclaje. Sobre los residuos de alimentos, lodos, excremento, maderas y papel, señala que la disposición de los residuos es de responsabilidad de las entidades que los generan; pero no menciona nada en relación con la acuicultura ni sus residuos. En especial, refiere a la promoción de un adecuado tratamiento de residuos, como un elemento fundamental para la conservación del medio ambiente; también menciona que el plan buscará promover la investigación para la reutilización de residuos.

Por otra parte, el **Plan de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca**, en el cual describe los impactos proyectados causados por el cambio climático en la agricultura, la silvicultura y la pesca, y propone las medidas de adaptación para cada campo respectivamente para los próximos diez años. Un apartado de este documento, aborda en específico a la acuicultura marina y también aquella realizada en aguas interiores, con énfasis en los efectos del cambio climático, pero nada en relación a los residuos generados por la actividad.

En términos del manejo de residuos, adquiere relevancia la **Ley de Manejo de Residuos y Aseo Público** de 1970, que tiene como propósito preservar el medio ambiente y la salud pública mediante la reducción de la generación de desechos, y asegurar el manejo adecuado de los desechos y la conservación de un medio ambiente limpio. La Ley reconoce dos tipos de desechos: residuos industriales y residuos sólidos municipales; establece procedimientos para la recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos municipales; y prevé la gestión de los residuos industriales y de los residuos industriales especialmente controlados.

Sobre el reciclaje de residuos, esta Ley menciona que el contenido de éste debe cumplir con los estándares ordenados por el Ministerio de Medio ambiente de Japón, y no ser peligroso. No

obstante, no señala nada específico sobre acuicultura u otra actividad productiva, remitiéndose a identificar los residuos industriales y municipales.

Finalmente, se revisó la **Ley de Promoción del Tratamiento de Desechos Marinos que afectan la Conservación de los buenos paisajes y ambientes litorales para la protección de la belleza y variedad natural**, la cual tiene por objeto proporcionar los principios básicos de las medidas necesarias para el buen tratamiento de los desechos marinos y el control de su generación (en adelante denominadas "medidas contra los artículos que llegan a la costa") y aclarar las responsabilidades de los gobiernos nacionales y locales, entidades comerciales y el pueblo de Japón; también establece la política básica para promover medidas contra los artículos que llegan a la costa; pero no refiere nada en relación a la actividad acuícola, ni los residuos derivados de esta actividad.

9.8.2.10 Corea del Sur

La revisión bibliográfica de Corea del Sur, se concentró en los siguientes documentos:

- i. Ley de Pesca (2009)
- ii. Ley de Desarrollo de la Industria Acuícola (2019)
- iii. Nuevo trato coreano: estrategia nacional para una gran transformación. (2020)
- iv. Ley de Fomento de la Agricultura y la Pesca Ecológicas y de Gestión y Apoyo a los Alimentos Ecológicos, etc. (2012)
- v. Ley de Control de Calidad de Productos Agrícolas y Pesqueros.
- vi. Ley Marco de Política Ambiental (2011)
- vii. LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (2011)
- viii. Ley de Desarrollo Sostenible (2007)
- ix. Ley de Control de Residuos (2007)
- x. Decreto de Aplicación de la Ley de Control de Residuos (2007)

La **Ley de Pesca** de la República de Corea data del año 2009, con variadas modificaciones, siendo la más reciente en el año 2020. El propósito de esta Ley es establecer un sistema fundamental para la pesca para promover el desarrollo de la pesca y la democratización del negocio pesquero mediante la utilización integral de los recursos pesqueros y las aguas y, en consecuencia, mejorar la productividad de la pesca. Ésta refiere a la acuicultura como actividad, pero su regulación está determinada por la **Ley de Desarrollo de la Industria Acuícola** la cual busca *contribuir al sano desarrollo de la industria de la acuicultura y al avance de la economía nacional mediante el aumento de la productividad del negocio de la acuicultura al proporcionar los asuntos necesarios para la promoción, ayuda, etc. de la industria de la acuicultura*; no obstante, no aborda los residuos de la actividad.

Por otra parte, el **Nuevo trato coreano: estrategia nacional para una gran transformación (2020)** es una estrategia de desarrollo nacional, cuyo objetivo es apoyar la recuperación del país de la crisis pandémica y liderar la acción global contra los cambios estructurales. Entre los objetivos de esta estrategia destaca: *apoyar el rápido retorno de la economía coreana a su camino de*

crecimiento normal mediante la **construcción de la infraestructura necesaria para una economía verde y digital** que restaurará las inversiones y apoyará la creación de empleo; lo cual se identifica como esfuerzo por avanzar hacia el cuidado del medioambiente. En este contexto, refiere a plantas de tratamiento de aguas residuales (...); promover negocios potenciales para liderar la industria verde y establecer complejos industriales verdes y bajos en carbono (...); y establecer un 'clúster integrado verde' como un centro regional que apoye el desarrollo tecnológico, las pruebas, la fabricación y la comercialización en las cinco áreas principales, que son aire limpio, biomateriales, energía hidrotermal, futuros recursos de desecho y reciclaje de recursos. Así mismo, señala que se establecerán plantas ecológicas inteligentes que minimicen la contaminación (por ejemplo, mediante el uso de energías renovables y la reutilización del calor residual y otros desechos) y fábricas limpias que reduzcan la contaminación sobre la base de soluciones individualizadas para las empresas. Sin embargo, no señala en específico a la industria de la acuicultura.

También se revisó la **Ley de Fomento de la Agricultura y la Pesca Ecológicas y de Gestión y Apoyo a los Alimentos Ecológicos, etc.**, que tiene como propósito lograr una agricultura y una pesca sostenibles y respetuosas con el medio ambiente aumentando la función de conservación del medio ambiente de la agricultura y la pesca, reduciendo la contaminación ambiental causada por la agricultura y la pesca, y fomentando la participación de agricultores y pescadores en prácticas respetuosas con el medio ambiente; así como gestionar productos agrícolas y pesqueros y productos alimentarios ecológicos respetuosos con el medio ambiente, protegiendo así a productores y consumidores en conjunto. En esta Ley se señala la intención de promover la preservación de los ecosistemas y el medio ambiente mediante la **reutilización o el reciclaje de los subproductos de las industrias agrícola, pesquera, ganadera y forestal**; pero no especifica nada con relación a la reutilización de los residuos de la actividad acuícola; tampoco respecto de la gestión de los residuos de las demás actividades productivas; refiriendo solamente que deben cumplir las normas para el uso seguro de plaguicidas y límites de residuos.

Por su parte, la **Ley de Control de Calidad de Productos Agrícolas y Pesqueros** tiene por objeto contribuir a aumentar los ingresos de los agricultores y pescadores y proteger a los consumidores garantizando la inocuidad de los productos agrícolas y pesqueros, mejorando la calidad comercial de los mismos y facilitando un comercio justo y transparente mediante el adecuado control de calidad de los productos agrícolas y pesqueros. No obstante, no señala nada con relación a la industria acuícola, ni los residuos provenientes de ésta.

La **Ley Marco de Política Ambiental** de Corea del Sur, tiene por objeto prevenir la contaminación ambiental y los daños ambientales y administrar y conservar adecuadamente el medio ambiente mediante la definición de los derechos y deberes de los ciudadanos y las obligaciones del Estado. Esta Ley se enfoca en la preservación del medioambiente, y no hace referencias específicas respecto de los residuos, ni sobre la actividad acuícola. A grandes rasgos señala que: *El Estado y los gobiernos locales tomarán las medidas necesarias para instalar y administrar las instalaciones públicas para la preservación del medio ambiente, tales como las zonas verdes para reducir la contaminación ambiental, las instalaciones para el **tratamiento de aguas residuales**, alcantarillados y **desechos**, las instalaciones para la prevención de ruidos, vibraciones y malos*

olores, las instalaciones para la protección y restauración de animales y plantas silvestres y los ecosistemas, y las instalaciones para la depuración de suelos y aguas subterráneas contaminadas. Entre los objetivos de conservación del medioambiente, afines con el este estudio, destaca el **control y reciclado de desechos**.

Por otra parte, se revisó la **Ley de Evaluación de Impacto Ambiental**, que tiene por objeto promover el desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente y la vida sana y placentera de los ciudadanos mediante la previsión y evaluación de los impactos ambientales de un plan o proyecto y mediante la formulación de medidas para la conservación del medio ambiente cuando un plan o proyecto que tenga un impacto ambiental se formula y ejecuta. No menciona proyectos acuícolas, y tampoco hace referencias a residuos de ésta u otra actividad; centrándose en definir y describir los procesos administrativos relativos a la elaboración y revisión de la evaluación de impacto ambiental.

Corea del Sur también cuenta con la **Ley de Desarrollo Sostenible**, pero ésta no señala ni especifica cómo abordar la situación de los residuos en general; y tampoco señala industrias o sectores productivos en específico.

En directa relación con los objetivos de este estudio, se revisó la **Ley de Control de Residuos** de Corea, que tiene como propósito contribuir a la conservación del medio ambiente minimizando la generación de desechos y disponiendo adecuadamente los desechos generados. Esta Ley habla sobre la gestión de los residuos, buscando mejorar los métodos de recogida, transporte y eliminación de residuos. Así, prevé la eliminación de desechos domésticos e industriales.

También refiere a planes de gestión de residuos, los que deberán ser presentados al Ministro de Medio Ambiente por cualquier persona que tenga la intención de operar un negocio dedicado a la recolección, transporte o eliminación de residuos. Así mismo, da prioridad al reciclaje, en lugar de la incineración, u otras formas de eliminación de los desechos, a fin de *contribuir a la mejora de la productividad de los recursos*.

Por último, cabe mencionar que esta Ley refiere como desechos a los cadáveres de animales acuáticos, pero no especifica nada en relación específica a las conchas.

En el contexto de la Ley de Control de Residuos, se revisó el **Decreto de Aplicación de la Ley de Control de Residuos**, en el cual se menciona que: *Los residuos se recogerán, transportarán y almacenarán después de su clasificación por tipo, características, condiciones, reciclabilidad, combustibilidad o incombustibilidad, etc.* Entre otras cosas, este Decreto establece: normas y métodos para la recolección, transporte, almacenamiento y eliminación de desechos; condiciones de las licencias concedidas para empresas de gestión de residuos; orientación y supervisión de los operadores de empresas de eliminación de residuos; etc.

9.8.3 Sobre certificaciones

Aunque no fue solicitado en las bases, se revisaron los estándares de certificación ASC (Bivalve Standard), Global GAP, y GSA Certification (Norma para Procesamiento de Pescados y Mariscos-SPS). Sobre los puntos de interés, se menciona:

ASC Bivalve Standard: En el punto 5 del manual “Usar los recursos de manera eficiente” dentro del criterio “Gestión de residuos y control de la contaminación” se mencionan dos indicadores como requisitos para la certificación: 1) Pruebas de la existencia de un programa de reducción de residuos (ej.: reutilización y reciclado); 2) Pruebas de que los residuos biológicos se almacenan o se eliminan de forma adecuada. Sin embargo, no hacen mención específica a las conchas ni a los subproductos de la industria de bivalvos.

Global GAP: dentro de la dimensión “Gestión Ambiental y de la biodiversidad” - Identificación de residuos y contaminantes, uno de los criterios obligatorios es identificar y clasificar los productos de desecho y las fuentes de contaminación en todas las áreas de la finca, elaborando una lista con los posibles productos de desecho (papel, cartón, plásticos, aceites, etc.) y la contaminación (humo de escape aceites, combustibles, ruidos, efluentes, sustancias químicas, residuos de alimentos para animales, algas resultantes de la limpieza de redes, etc.) producidos como resultado de los procesos de la finca. Esos productos se deben identificar y clasificar por tipo, método de almacenamiento, eliminación, reciclado y reutilización, debiendo estar disponible la evidencia documentada. Como se puede observar, en la discriminación de los residuos, las conchas no están incluidas como uno de ellos.

GSA Certification: Norma para Procesamiento de Pescados y Mariscos: en su apartado sobre Medio Ambiente, Administración de Residuos, indica que los residuos sólidos y las aguas residuales en las áreas de producción de la planta y en los terrenos de la planta se almacenarán y retirarán adecuadamente según las leyes y reglamentos locales. (Esto incluye los subproductos del procesado como cabezas, cáscaras, huesos, vísceras, etc., y los materiales de empaque usados). Estos residuos se retirarán para evitar impactos negativos en la comunidad y según las normas medioambientales nacionales. También menciona que los contenedores de sustancias químicas y combustibles usados, residuos de aceite, lubricantes y sustancias químicas e ingredientes caducados deberán retirarse según las instrucciones del fabricante y la normativa medioambiental del gobierno local. La instalación debe disponer de copias de los reglamentos relevantes y vigentes. El personal de las instalaciones responsable del almacenamiento, transporte y retiro de los artículos indicados debe estar debidamente capacitado para prevenir riesgos al personal y la Inocuidad Alimentaria, así como la posible contaminación del medio ambiente. Cuando la legislación local requiera una licencia o permiso para las actividades de almacenamiento y retiro de residuos descritos, la instalación debe disponer de una copia vigente del permiso o licencia de la planta o de su proveedor de servicios. Aunque se pueda hacer la analogía de que las conchas se encuadran dentro de la definición mencionada, el manual no hace mención a este subproducto como un residuo sólido proveniente del cultivo.

9.8.4 Revisión del estudio FIPA 2016-69 Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de desechos generados por actividades de Acuicultura

El estudio FIPA 2016-69 (Green Touch SPA, 2018) buscó a identificar los Residuos Sólidos generados por las actividades de acuicultura, y el manejo que se da a éstos; así como proponer estándares mínimos y medidas tendientes a la reutilización de los Residuos Sólidos o la disposición adecuada de los mismos. En este contexto, el objetivo general fue: *“Describir, analizar y evaluar los distintos sistemas de manejo de residuos y desechos generados por las actividades de acuicultura en Chile, estableciendo las condiciones necesarias para su manejo”*.

En tanto, los objetivos específicos de este estudio fueron:

- *Describir las distintas actividades de acuicultura existentes en Chile, detallando los desechos y residuos generados por cada una de estas actividades y la clasificación de éstos, estimando sus volúmenes anuales.*
- *Identificar a nivel nacional los destinatarios de los residuos y desechos generados por las actividades de acuicultura, describiendo la actividad que realizan y valorizando los servicios ofrecidos.*
- *Elaborar un diagnóstico que permita identificar el actual manejo y disposición de los residuos y desechos provenientes de las actividades de acuicultura.*
- *Describir y proponer sistemas de manejo específicos para los residuos y desechos identificados en el punto anterior, valorizar la implementación de los sistemas propuestos.*
- *Determinar en base a los sistemas de manejo y disposición de residuos y desechos propuestos, los contenidos que deberían ser incluidos en los programas y/o normativas.*

Metodológicamente este estudio se centró en los principales grupos de especies producidas en la acuicultura nacional: algas (huiró, pelillo) con un total de 597 centros en 2016, moluscos (abalón, chorito, cholga, ostión del norte) con 1.417 centros; y peces (salmón salar, salmón coho, trucha arcoíris) con 1.776 centros.

Tabla 46. Clasificación de residuos identificados en el estudio FIPA 2016-69 (Fuente: Green Touch SPA, 2018)

Origen	Doméstico, Comercial y de Servicio, Institucionales, Construcción y Demoliciones, Hospitalarios y Patogénicos, Industriales, Agrícolas y Servicios Comunitarios o Varios.
Composición	Residuo Orgánico Residuos Inorgánicos Residuos Peligrosos
Peligrosidad	Residuos Inertes Residuos No Peligrosos Residuos Peligrosos o Tóxicos

De acuerdo con esta investigación, y su revisión de las **Declaraciones de Impacto Ambiental** y sus resoluciones se identificó que los residuos generados por la industria son:

- Mortalidad, vísceras, descartes, desprendimientos y otros.

- Plásticos como envases, bolsas alimento, capas bioseguridad, guantes, botas, flotadores, boyas, etc.
- Lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de los Residuos Líquidos.
- Residuos Domiciliarios.
- Papel, Cartón y Chatarra.
- Residuos Peligrosos (Aceite, baterías, pilas, tubos fluorescentes, etc.) (Green Touch SPA, 2018).

Tabla 47. Resumen de principales residuos generados en el ciclo productivo de las algas (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

Crecimiento en mar	Recolección y secado natural	Procesamiento
Restos de cabos	Residuos domiciliarios	Residuos domiciliarios
Restos de algas	Plásticos	Restos de algas
Boyas en desuso	Restos de algas	Materia orgánica
Plumavit	Impurezas	Restos de empaque
Aceite usado		Impurezas
		Aceite y lubricantes usados
		Restos químicos

Tabla 48. Resumen de principales residuos generados en el ciclo procesamiento mitílicos (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

Hatchery	Engorda	Procesamiento
Lodo (aguas servidas)	Restos de redes	Restos de conchas
Lodo RILES	Restos de boyas	Lodos sistemas tratamiento
Mortalidad	Fecas	Residuos domiciliarios
Residuos domiciliarios	Plumavit	Residuos peligrosos
Residuos peligrosos	Desprendimientos	Envases plásticos vacíos
Guantes látex	Residuos domiciliarios	Restos químicos
Escobillones, coladores	Residuos peligrosos	Cartón y papel
Envases plásticos vacíos	Envases plásticos vacíos	Restos orgánicos
		Otros mariscos

Tabla 49. Resumen de principales residuos generados en el ciclo productivo de salmónidos (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

Piscicultura	Lagos – Estuarios	Centro de Mar	Planta de Proceso
Lodo (Aguas servidas)	Lodo (Aguas servidas)	Lodo (Aguas servidas)	RILES
Lodos RIL	Mortalidad (Ensilaje)	Mortalidad (Ensilaje)	Lodos (Aguas Servidas)
Mortalidad (Ensilaje)	Alimento no consumido	Alimento no consumido	Lodos (RILES)
Residuos domiciliarios	Fecas	Fecas	Vísceras, cabezas, recortes materia prima, esquelones
Residuos peligrosos	Residuos domiciliarios	Residuos domiciliarios	Residuos domiciliarios
Cubre calzados plásticos	Residuos peligrosos	Residuos peligrosos	Residuos peligrosos
Guantes látex	Bolsas de alimento vacías	Bolsas de alimento vacías	Bolsas plásticas
Bolsas de alimento vacías	Envases plásticos vacíos	Envases plásticos vacíos	Cartón
Mascarillas		Maxisacos de alimento vacíos	Material de Empaque
Escobillones, coladores			Capas plásticas
Lámparas UV			Cajas de plumavit
Capas plásticas			
Cajas de plumavit			
Envases plásticos vacíos			
Kit sanitario			
Bolsas vacías de sal			

Luego de un análisis de los ciclos de cultivo y los residuos generados, el estudio identificó 3 tipos de residuos: i) domiciliarios ii) industriales, y iii) Peligrosos (Green Touch SPA, 2018).

Tabla 50. Tipos de residuos de la acuicultura por tipos de cultivo y destino por porcentaje, identificados en el proyecto FIPA 2016-69 (Fuente: Elaboración propia en base a Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

Cultivo	N° Tipo de residuos	% RS* que recicla/reutiliza	% RS* que va a vertedero	% RS* que tiene otra disposición
Cultivo peces	78	24,36	74,36	1,28
Cultivo moluscos	64	7,81	87,50	4,69
Cultivo algas	48	10,42	87,50	2,80

*RS: Residuos Sólidos

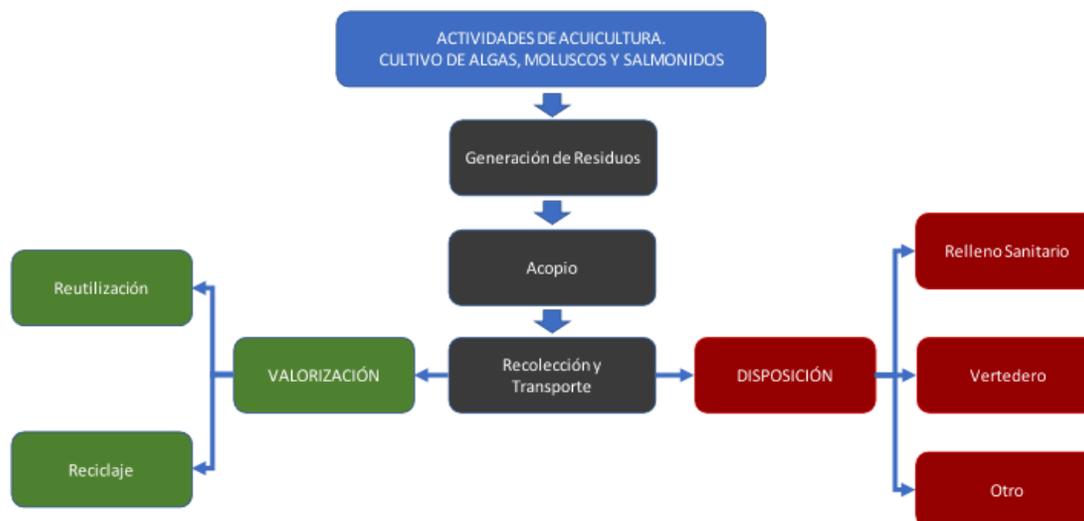


Figura 45. Esquema del manejo de los residuos sólidos en la acuicultura mitílidos (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

El proyecto FIPA 2016-69 identifica que existen 101 instalaciones autorizadas como destinatarios de Residuos No Peligrosos, de los cuales el 70% se encuentran en la región Metropolitana; y que el manejo de los residuos sólidos es de carácter reactivo, limitándose a la recolección y disposición final, donde el mayor porcentaje se destina a relleno sanitario, con un bajo porcentaje dirigido a reciclaje o reutilización (Green Touch SPA, 2018).

Tabla 51. Cantidad de instalaciones autorizadas como destinatarios de residuos sólidos por región (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

Región	No peligrosos	Peligrosos
Atacama	1	3
Coquimbo	-	1
Valparaíso	2	7
Metropolitana	71	44
O'Higgins	2	-
Maule	1	-
Araucanía	11	-
Los Ríos	2	-
Biobío	4	2
Los Lagos	4	2
Aysén	2	-
Magallanes	1	-
Total	101	59

Por otro lado, respecto de las **entrevistas** realizadas por la consultoría, se afirma que no existe una gran claridad con relación al tipo y a los volúmenes de residuos que se están generando en las diferentes actividades de acuicultura (Green Touch SPA, 2018).

En este contexto, afirma que en la industria mitilicultora, específicamente del chorito, existen variadas empresas suscritas a normas de certificación en el ámbito de calidad y medio ambiente, sin embargo, existe un gran número de empresas y sindicatos de pescadores artesanales que no tienen un mayor control de gestión de los residuos generados en la actividad productiva; y por su parte, la industria salmonera se encuentra más avanzada en el manejo de residuos, lo que se debe en gran medida, a que las empresas han debido invertir recursos económicos en la contratación de profesionales especialistas en tópicos ambientales, quienes han desarrollado procedimientos, instructivos y programas en el tratamiento y gestión de los residuos, sumado a la normativa ambiental y sanitaria que las empresas deben dar cumplimiento (Green Touch SPA, 2018).

La consultoría señala que históricamente el énfasis de la gestión de residuos ha sido puesto en resolver adecuadamente su disposición final; sin embargo, ha quedado en evidencia que concentrar los esfuerzos en resolver sanitaria y ambientalmente la disposición final no es suficiente, y es necesario redefinir el enfoque de la gestión de los residuos en nuestro país (Green Touch SPA, 2018).

Todos los residuos sólidos generados por la industria acuícola de alguna forma ya tienen un manejo que funciona, y que hasta el momento no ha generado un impacto. Como es de esperar las empresas con mayores recursos tiene terceros que se hacen cargo de la recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos, en cuanto a las empresas de menor tamaño, por lo general se suman al manejo que cada Municipio entrega a la comunidad, enviando todo a vertedero o relleno sanitario Municipal (Green Touch SPA, 2018).

Respecto de las disposiciones legales

La consultoría realizó un levantamiento de la normativa ambiental y sanitaria vigente que es aplicable a la gestión y manejo de residuos en la acuicultura, donde se consideró:

- D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 Reglamento Ambiental para La Acuicultura (RAMA);
- D.S. (MINECON) N°319 de 2001 Reglamento Sanitario (RESA);
- Programas Sanitarios Específicos del Reglamento Sanitario (RESA);
- Programas Sanitarios Generales (PSG), entre los que destaca, la RESOLUCION SERNAPESCA N° 68/2003 “Aprueba Programa Sanitario General de Desechos” (Green Touch SPA, 2018).

En el área de la Acuicultura se cuenta con la **Ley N° 20.434** que en su artículo N° 13 establece que sin perjuicio de las normas vigentes sobre tratamiento y disposición de desechos se dictará un reglamento específico que establecerá las condiciones sobre tratamiento y disposición final de los desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos en centros de cultivo, plantas de proceso, centros de acopio, centros de faenamiento y centros de investigación, y demás instalaciones

destinadas al proceso productivo de la acuicultura, propendiéndose al reciclaje en los casos que corresponda. en concordancia, con la recientemente publicada, Ley del Ministerio Del Medio Ambiente N°20.920 del 01-Jun-2016 “Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje” (Green Touch SPA, 2018).

Por su parte, la **Normativa ambiental sectorial D.S. (MINECON) N° 320 de 2001**, en sus artículos 4° a) y 4° b) exige a los titulares de centros de cultivo, en general, adoptar medidas que impidan el vertimiento de residuos y desechos originados por la actividad que desarrollan y que puedan afectar el fondo marino, columna de agua, playas y terrenos de playa, todo ello sin perjuicio de lo dispuesto por las normas de emisión dictadas de conformidad con la Ley de Bases de Medio Ambiente (LBMA). En tanto, el **Reglamento Sanitario D.S. (MINECON) N° 319 de 2001** dispone de varias medidas tendientes a hacerse cargo del tratamiento y disposición de algunos tipos de desechos asociados principalmente a los centros de cultivo (piscicultura, centros de smoltificación y engorda), empresas de transporte y plantas de proceso (Green Touch SPA, 2018).

La consultoría señala que en cuanto a la Normativa sobre gestión de residuos hay gran cantidad de regulación, y si bien es extensa, esta cubre gran cantidad de los residuos sólidos que se generan en la actividad acuícola, sin embargo, éstas tienen aún algunas inconsistencias (Green Touch SPA, 2018).

Asimismo, este estudio afirma que el ordenamiento jurídico nacional no existe una normativa exclusiva y clara para el sector de los residuos sólidos industriales. Si bien la normativa existente es abundante, está contenida en diversos textos sobre materias principalmente relacionadas con el manejo de los residuos domiciliarios y los residuos peligrosos, la que cubre distintos campos en los cuales al revisar detenidamente se puede encontrar disposiciones sobre residuos sólidos industriales. Por lo tanto, hay falta de claridad, dado que no es fácil encontrar la normativa asociada al manejo de residuos sólidos industriales (Green Touch SPA, 2018).

Del mismo modo, el estudio señala que el eje central de la regulación legal en la actividad acuícola nacional es la Ley de Pesca y Acuicultura, y en relación con el manejo de residuos acuícolas, estos tienen dos grandes pilares, la Normativa relacionada con el Manejo de la Mortalidad y la Normativa relacionada con el Manejo de los Residuos Peligrosos (Green Touch SPA, 2018).

En cuanto al manejo de los residuos sólidos a **nivel de normativa internacional**, la consultoría señala lo siguiente: en términos de gestión, se da valor al reciclaje, reutilización e incineración, dejando en última opción el uso de estos residuos como rellenos sanitarios; en este contexto, el estudio revisó información respecto de los distintos manejos que se han llevado a cabo en varios países de la Unión Europea y países miembros de la OCDE y centrándose principalmente en los países que tienen actividad Acuícola (Green Touch SPA, 2018).

La Normativa de países como **Noruega y Canadá**, países que tienen una fuerte presencia acuícola, la regulación está mayormente enfocada en los problemas ambientales propios del cultivo, como contaminación bajo las jaulas, contaminación del agua, etc. En tanto, el manejo de los residuos sólidos se toca de forma general, ya que es un tema que está regulado y “controlado” desde hace algunos años, por lo tanto, no hay gran información sobre esto (Green Touch SPA, 2018).

En los Países de la **Unión Europea** la separación en origen es básica, y principalmente se dividen en biodegradables y no biodegradables. Los biodegradables son llevados a compostaje, el resto son reciclados, de lo contrario son incinerados (en su mayoría) o enviados a relleno sanitario, la cual van en franca retirada (Green Touch SPA, 2018).

De la misma forma, los países suscritos a la **OCDE** el manejo que se da a los residuos sólidos está basado en la Separación de los Residuos, el Reciclaje, Compostaje, la Incineración y en un porcentaje cada vez menor en la Disposición en Rellenos Sanitarios (Green Touch SPA, 2018).

Dinamarca, residuos vistos como recursos; **Croacia** residuos reciclados por recolección puerta a puerta; **Noruega** el manejo de residuos sólidos municipales se divide en incineración (50%) y reciclaje (42%) mientras que mínima parte se destina a vertedero (6%); en **Holanda**, de los 60 millones de toneladas de residuos producidos al año, el 80% se recicla, 18% se incinera y 2% va a rellenos sanitarios. (Green Touch SPA, 2018).

Tabla 52. Diferencias manejo de residuos sólidos nacional v/s internacional (Fuente: Informe Final Proyecto FIPA 2016-69, Green Touch SPA, 2018).

Chile	Extranjero
Alto porcentaje de Disposición de los residuos en Relleno Sanitario.	Políticas dirigidas hacia la prevención y reciclaje de residuos.
Aumento de la presión a vertederos y rellenos sanitarios.	Valorización de un alto porcentaje de residuos.
Bajo porcentaje de los residuos se recicla o reutiliza.	Compostaje de Residuos biodegradables.
Casi nula obtención de beneficios a partir de los residuos.	Incineración de gran parte de los residuos sólidos No Biodegradables.
Bajo porcentaje de valorización de los residuos.	Disminución del uso de rellenos sanitarios.
	Separación en origen de los residuos sólidos.
	Obtención de Energía a partir del tratamiento de los residuos sólidos.

De acuerdo con la información revisada de este estudio, es posible identificar que la consultoría realizó un esfuerzo de revisar cómo se realiza el manejo de residuos a nivel nacional e internacional, sin embargo, no especifican las normativas para cada uno de los países citados, teniendo sólo como referencia la página WEB de la *European Environment Agency*; en este contexto, no se entrega información en cuanto a regulaciones legales y normativas específicas sobre el manejo en la industria acuícola internacional; así mismo del manejo de residuos como las conchas de bivalvos en los mencionados países.

9.8.5 Aspectos generales de la Normativa internacional de acuerdo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Tabla 53. Descripción general de la legislación acuícola internacional por país (Fuente: Página Web Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO))

País	Descripción
España	<p>El marco legal para la regulación y promoción de la actividad acuícola en España se encuentra establecido entre otros dispositivos legales, por la Constitución Española, la Ley Nº 20/1942 de Fomento y Conservación de la Pesca Fluvial, la Ley Nº 23 /1984 de Cultivos Marinos y la Ley Nº 22/1988 de Costas.</p> <p>El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación elabora y ejecuta las directrices generales sobre política agraria, pesquera y alimentaria. Asimismo, ejerce funciones de coordinación y representación a través de la Secretaria General de Pesca Marítima (SGPM); que además tiene como función la aplicación de la normativa europea y la derivada de otros organismos multilaterales de los cuales España es parte.</p> <p>Entre otras instituciones, se encuentra la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), órgano del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación creado mediante Ley Nº 23/1984 de Cultivos Marinos y constituido por la Secretaria General de Pesca Marítima, las Consejerías de las Comunidades Autónomas y las organizaciones representativas del sector productor acuícola. Dicho órgano tiene como principal función entre otras, facilitar la coordinación de las actividades de las Comunidades Autónomas y efectuar un seguimiento de los Planes Nacionales⁸.</p>
Italia	<p>La autoridad principal para la pesca y la acuicultura es el Ministerio de Políticas Agrícolas y Forestales (Ministero delle Politiche Agricole e Forestali), Dirección General para Pesca y Acuicultura (Direzione Generale per la Pesca e l'Acquacoltura – PESC).</p> <p>De acuerdo con la FAO, Italia carece de un marco jurídico estructurado en relación a las Manifestaciones de Impacto Ambiental (...). El principal instrumento legal en esta materia es la Ley No.349 de 1986 por la que se crea el Ministerio del Ambiente y se regula el Impacto Ambiental (Legge 8 luglio 1986 n. 349 - Istituzione del Ministero dell'Ambiente e Norme in materia di Danno Ambientale), que se enfoca en la normatividad transitoria del procedimiento para la evaluación de proyectos que aparentemente pudieran afectar severamente al ambiente. Además, la Ley Nº67 de 1988 (Legge Finanziaria 11 marzo 1988, Nº67) establece una Comisión de Impacto Ambiental (Commissione VIA) con funciones de investigación y asesoría, que opera al interior del Servicio de Evaluación del Impacto Ambiental (Servizio Valutazione dell'Impatto Ambientale) del Ministerio (Página Web FAO⁹)</p>
Francia	<p>La acuicultura francesa se rige bajo dos conjuntos de leyes las cuales claramente separan la acuicultura marina y de aguas interiores. La acuicultura interior, en</p>

⁸ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/es/es?lang=es>

⁹ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/it/es?lang=es>

País	Descripción
	<p>conjunto con la pesca en aguas interiores, está regulada por el Código Ambiental (<i>Code de l'Environnement</i>), mientras que la acuicultura marina debe seguir las normas legislativas de pesca marina; entre las cuales se encuentra la Ley No.97-1051 de Pesca Marina y Maricultura (1997) (<i>Loi 97-1051 d'Orientation sur la Pêche Maritime et sur les Cultures Marines</i>) y el Decreto sobre Pesca Marina del 9 de Enero de 1852 (enmienda de 1852) (<i>Decreto del 9 de enero de 1852 – Decreto sobre el ejercicio de la pesca marítima</i>). Este último extiende la aplicabilidad de sus disposiciones para el cultivo de animales y plantas marinas. La máxima autoridad a cargo de la pesca y acuicultura es el Ministerio de Agricultura, Alimentos, Pesca y Asuntos Rurales (<i>Ministre de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité</i>). (Página Web FAO¹⁰)</p>
Estados Unidos	<p>La acuicultura en Estados Unidos de Norteamérica (EEUU) está regulada a nivel federal y estatal. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés - Food and Drug Administration) del Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS - Department of Health and Human Service), el Departamento de Agricultura (USDA - Department of Agriculture), y la Agencia de Protección al Ambiente (Environmental Protection Agency), son la principales dependencias que regulan a la acuicultura en los Estados Unidos de Norteamérica. Existen otras dependencias y programas a nivel federal relacionados con las actividades acuícolas tales como la Administración Nacional de Océanos y la Atmósfera (NOAA) del Departamento de Comercio, el Subcomité Adjunto en Acuicultura, el Centro de Medicina Veterinaria (FDA), los Servicios de Inspección de Salud Animal y Vegetal (USDA), y los Servicios Estadounidenses de Pesca y Vida Silvestre (FWS) del Departamento del Interior.</p> <p>La Agencia de Protección Ambiental (EPA) podrá emitir permisos para la disposición de residuos, donde la dependencia determine que la disposición no degradará sustancialmente o pondrá en peligro la salud y el bienestar humano, los atractivos, el ambiente marino, los sistemas ambientales o el potencial económico. La EPA toma en consideración los efectos de la disposición de residuos en la salud y el bienestar, los efectos o potenciales efectos en los recursos pesqueros, plancton, peces, vida silvestre, costas y playas y ambientes marinos. Para la disposición de desperdicios de pescado no se requiere autorización, excepto cuando los residuos se depositen en muelles o en otras aguas costeras protegidas, o donde el EPA encuentre un peligro potencial para la salud humana, el ambiente o los sistemas ecológicos (Página Web FAO¹¹).</p>
Tailandia	<p>El Acta Pesquera (1947, enmendada en 1953 y 1985) es el principal instrumento legislativo que trata sobre la pesca y el cultivo de animales acuáticos. El Acta es administrada por el Ministerio de Agricultura y Cooperativas (MAC). Su Departamento de Pesca (DdeP) es la principal agencia gubernamental responsable del manejo y desarrollo pesquero y de la acuicultura. Su mandato y estructura están establecidas en el Decreto Real sobre Administración (1994).</p> <p>Bajo el Acta de Mejoramiento y Preservación de la Calidad Ambiental Nacional, el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente (MRNA) – con la aprobación del</p>

¹⁰ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/fr/es?lang=es>

¹¹ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/us/es?lang=es>

País	Descripción
	Consejo Nacional del Ambiente (CNA) – puede especificar por notificación el tipo y tamaño de los proyectos o actividades que requieren una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Sin embargo, la acuicultura actualmente no está entre la gama de proyectos para los cuales se requiere una EIA. ¹²
China	<p>La Ley de Pesca (1986, enmendada en 2000) busca realzar la producción, el aumento, desarrollo y utilización razonable de los recursos pesqueros de la nación.</p> <p>La Ley requiere que el Estado adopte una política que permita el desarrollo simultáneo de la acuicultura, pesca y procesamiento, con especial énfasis en la acuicultura. La Ley es implementada por el Reglamento para la Implementación de la Ley de Pesca (1987).</p> <p>La Oficina de Pesca, al amparo del Ministerio de Agricultura, es el principal cuerpo administrativo que gobierna el sector de pesca y acuicultura.</p> <p>La autoridad legislativa más alta en China es el Congreso Popular Nacional (CPN) y su cuerpo permanente, el Comité Permanente. Las leyes adoptadas por el CPN y su Comité Permanente son aplicadas a toda la nación y son principalmente generales en su naturaleza. Ellas usualmente son suplementadas por reglas, regulaciones y normas que tratan materias más específicas, emitidas por el Consejo de Estado, que es el órgano ejecutivo más alto, y por los ministerios relevantes. Además, los congresos populares y los gobiernos de provincias, regiones autónomas y municipalidades pueden ejercer poder legislativo, a condición de que tales leyes y regulaciones locales, que provienen de condiciones específicas en sus áreas geográficas, no contravengan la Constitución o las leyes, regulaciones y normas adoptadas por el gobierno central. En las últimas décadas, se han adoptado muchas leyes y regulaciones locales que tienen relevancia para la acuicultura y los productos de la acuicultura.</p> <p>Las disposiciones sobre los requisitos de la Evaluación de Impacto Ambiental se pueden encontrar en diversas leyes ambientales, ninguna de las cuales, sin embargo, se refiere específicamente a la acuicultura.</p> <p>El principal cuerpo del marco legislativo ambiental de China es la Ley de Protección Ambiental (1989). La Administración Estatal de Protección Ambiental (AEPA), que tiene estatus ministerial y cae directamente bajo el Consejo de Estado, juega el papel principal en el manejo ambiental general. Las declaraciones de impacto ambiental de proyectos de construcción – incluyendo proyectos de acuicultura de gran escala – deben evaluar la contaminación que es probable que produzcan los proyectos, su impacto sobre el ambiente y definir y proponer medidas preventivas y curativas o de mitigación.</p> <p>La Ley sobre la Prevención y Control de la Contaminación del Agua (1984, enmendada) apunta a evitar y controlar la contaminación de los ríos, lagos, canales de irrigación, embalses y otros cuerpos de aguas superficiales y aguas subterráneas.</p> <p>La prevención y control de la contaminación marina se trata en la Ley de Protección del Ambiente Marino (1982, enmendada). La Ley estipula la formulación y presentación de declaraciones de impacto ambiental para proyectos costeros de construcción – incluyendo proyectos de acuicultura de gran escala.</p>

¹² <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/th/es?lang=es>

País	Descripción
	<p>La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (2002), la cual entró en efecto en 2003, expande los requisitos de la EIA desde los proyectos individuales de construcción a la planificación del gobierno para el desarrollo de la agricultura, acuicultura, ganadería, silvicultura, conservación del agua y los recursos naturales.¹³</p>
Vietnam	<p>La legislación básica aplicable a la acuicultura en Vietnam es la Ley de Pesca de 2003, que dedica el Capítulo IV únicamente a la regulación de la acuicultura, el cual consta de 14 artículos que establece un plan maestro de acuicultura, derechos y obligaciones de quienes practican la acuicultura, asignación y arrendamiento de terrenos y áreas, alimentación y control de mortandad, entre otros.</p> <p>Además de la Ley de Pesca, la Ley de Tierras, la Ley de Recursos Hídricos y la Ley de Protección del Medio Ambiente, tienen implicaciones para la acuicultura.</p> <p>El Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MONRE) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MARD) actúan como las autoridades nacionales competentes responsables de todos los asuntos relacionados.</p> <p>El capítulo sobre acuicultura de la Ley de pesca de Vietnam establece el principio general de que las personas y organizaciones que se dedican a actividades acuícolas deben cumplir las normas relativas a la protección del medio ambiente. Estos requisitos se encuentran principalmente en el Decreto No.29/2011/ND-CP del 18 de abril de 2011, el reglamento sobre evaluación ambiental estratégica, evaluación de impacto ambiental y compromiso de protección ambiental.</p> <p>El último procedimiento que regula la protección ambiental lo hace mediante el uso de compromisos de protección ambiental. La Ley establece que los establecimientos y entidades de producción, comercio o servicios domiciliarios que no estén obligados a completar informes de evaluación ambiental o informes de evaluación de impacto ambiental deben asumir compromisos escritos de protección ambiental. Estos compromisos deben incluir: i) la ubicación de la ejecución del proyecto; ii) el tipo y escala de producción, negocio o servicio, y los materiales y combustibles utilizados; iii) el tipo de desechos generados; y iv) el compromiso de aplicar medidas para minimizar y tratar los residuos y cumplir estrictamente con lo establecido en la Ley de Protección al Medio Ambiente. Así, para iniciar cualquier actividad productiva, comercial o de servicios, el compromiso de protección ambiental debe estar registrado en los Comités Populares Distritales correspondientes o Comités Populares Comunales autorizados.</p> <p>El capítulo sobre acuicultura de la Ley de pesca de Vietnam no contiene instrucciones detalladas sobre el manejo de desechos y aguas residuales durante las actividades acuícolas. La Ley de Protección Ambiental y la Ley de Recursos Hídricos contienen discusiones más detalladas sobre desechos y aguas residuales; contiene un capítulo sobre Gestión de Residuos, donde no solo analiza las disposiciones generales de gestión de residuos, sino que también aborda áreas específicas como la gestión de residuos peligrosos, la gestión de residuos sólidos y la gestión de aguas residuales.</p> <p>Para el manejo de residuos sólidos, la ley divide los residuos sólidos en a) residuos reciclables o reutilizables y b) residuos para ser destruidos o enterrados. Las</p>

¹³ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/cn/es?lang=es>

País	Descripción
	<p>organizaciones y las personas que generan desechos sólidos ordinarios deben clasificar los desechos en la fuente para mejorar la eficiencia de la gestión de desechos. La ley describe además la recolección, el transporte y el tratamiento de los desechos sólidos. Además, el Decreto “Detallando y orientando la implementación de una serie de artículos de la Ley de protección ambiental” complementa la Ley de protección ambiental al enumerar disposiciones adicionales sobre la gestión de desechos, en particular los desechos peligrosos.¹⁴</p>
Japón	<p>La principal ley que regula las actividades pesqueras en Japón es la Ley de Pesca (1949, revisada en 1962), la cual trata en detalle sobre varios tipos de derechos de pesca y licencias para individuos y grupos de personas japoneses. La Ley es administrada por el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MASP), pero en la práctica muchas tareas se han delegado en los gobiernos de las prefecturas. Dentro del MASP, la Agencia de Pesca (AP) es la responsable de preservar y manejar/administrar los recursos biológicos marinos y las actividades de producción pesquera. La AP mantiene varios institutos de investigación, tal como el Instituto Nacional de Investigación de Acuicultura (INIA).</p> <p>La Ley para Asegurar la Producción Sostenible de la Acuicultura (1999) busca evitar el deterioro ambiental auto-inducido alrededor de las granjas piscícolas.</p> <p>La Ley Ambiental Básica (1993) provee los principios generales para la protección ambiental. Entre otras cosas, la Ley establece que las corporaciones involucradas con la alteración del paisaje, la construcción de nuevas estructuras u otras actividades similares deberán realizar una EIA.</p> <p>La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (1997) establece los procedimientos y contiene otras disposiciones diseñadas para definir las responsabilidades del gobierno con respecto a las EIAs y para asegurar que las EIAs sean ejecutadas adecuadamente y sin incidentes, con respecto a los proyectos de gran escala que podrían tener un serio impacto sobre el ambiente. La Ley no se refiere específicamente a la acuicultura.</p> <p>La Ley de Control de la Contaminación del Agua (1970, enmendada) busca prevenir la contaminación del agua en áreas de aguas públicas regulando los efluentes descargados por las fábricas o establecimientos (a ser especificados posteriormente por orden del gobierno), para proteger la salud humana y para preservar el ambiente vivo.¹⁵</p>
Corea del Sur	<p>La conservación, ordenación y desarrollo de la pesca coreana se basa en la Ley de Pesca (1990, enmendada) junto con muchas otras leyes y reglamentos relacionados sobre temas delegados, es decir, Decretos Presidenciales y Ordenanzas emitidas por los Ministerios pertinentes. La Ley de Pesca es integral y regula una variedad de temas como, entre otros, la preparación de planes de desarrollo y utilización de zonas de pesca, licencias de pesca, incluida la acuicultura, procesamiento y transporte de pescado, y medidas para la conservación y protección de los recursos pesqueros.</p> <p>La Ley Marco sobre Desarrollo Marino (1987, modificada) tiene como objetivo contribuir al desarrollo de la economía nacional y la mejora del bienestar nacional</p>

¹⁴ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/vn/en?lang=en>

¹⁵ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/jp/es?lang=es>

País	Descripción
	<p>proporcionando la dirección de la política básica del Gobierno necesaria para el desarrollo racional, la utilización y la preservación del mar y los recursos marinos. A fin de explorar, desarrollar, conservar y administrar los recursos marinos vivos, el Gobierno adoptará las políticas necesarias para la explotación de los caladeros, el mejoramiento de la tecnología pesquera y de procesamiento, el desarrollo de técnicas de cultivo científico de crianza y la reproducción en extensión continua de los recursos marinos vivos.</p> <p>La Ley de gestión de terrenos de acuicultura (2000) tiene como objetivo mejorar la productividad de los sitios de cultivo e introduce un sistema de años sabáticos para que los sitios de maricultura aumenten la eficiencia de su productividad y faciliten la producción sostenible, la inspección sanitaria y la limpieza.</p> <p>El Ministerio de Asuntos Marítimos y Pesca (MMAF), que es la autoridad central, así como los gobiernos locales de la provincia, la ciudad y el distrito, están involucrados en la conservación, gestión y desarrollo de la pesca. Finalmente, el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (NFRDI) juega un papel importante en la investigación de los recursos pesqueros y el desarrollo tecnológico.</p> <p>La Ley de Prevención de la Contaminación Marina (1991, modificada), administrado por MMAF, proporciona un mecanismo para abordar los problemas ambientales en la interfaz de la tierra y el agua de mar al designar Áreas de Manejo Ambiental Costero (CEMA) hasta el límite de la cuenca y formular planes de manejo integrados para cada una de las áreas designadas, entre otros. Ésta tiene como objetivo preservar el medio ambiente marino mediante el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas y Áreas de Manejo Especial (donde se pueden regular las descargas de contaminantes), y establece normas sobre la descarga y eliminación de petróleo, sustancias líquidas nocivas y otros desechos en el mar desde barcos, e instalaciones marinas.</p> <p>La Ley de Política Ambiental Básica (1990) establece los objetivos y direcciones de las políticas de preservación ambiental del país y proporciona el marco para la protección ambiental.</p> <p>La Ley de conservación de la calidad del agua (1990, modificada) tiene como objetivo prevenir daños a la salud humana y al medio ambiente debido a la contaminación del agua y gestionar y preservar la calidad de las aguas públicas, incluidos ríos, lagos, pantanos, puertos, zonas costeras y otras aguas utilizadas para fines públicos. La Ley de Gestión de Aguas Públicas prohíbe la disposición en aguas públicas de desechos y sustancias nocivas y el vertido de basura o cadáveres de animales en aguas públicas.¹⁶</p>

9.8.5.1 Código de Conducta para la Pesca Responsable

Este Código describe cómo debe ordenarse la pesca incluida la acuicultura, de forma responsable; estableciendo “*principios y normas internacionales para la aplicación de prácticas responsables con miras a asegurar la conservación, la gestión y el desarrollo eficaces de los recursos acuáticos*”

¹⁶ <https://www.fao.org/fishery/es/legalframework/kr/en?lang=en>

vivos, con el debido respeto del ecosistema y de la biodiversidad.” E insta a los Estados e involucrados en actividades pesqueras a aplicar este instrumento.

Si bien este Código plantea el desarrollo de las actividades de pesca y acuicultura de manera responsable, no aborda exhaustivamente la temática de los residuos y desechos derivados de la actividad.

Refiere a: *promover el desarrollo y la ordenación responsable de la acuicultura incluyendo una evaluación previa, disponible de los efectos del desarrollo de la acuicultura sobre la diversidad genética y la integridad del ecosistema basada en la información científica más fidedigna.*

También sugiere a los Estados a formular y actualizar regularmente planes y estrategias para el desarrollo de la acuicultura, con el propósito de asegurar que el desarrollo de la acuicultura sea ecológicamente sostenible y permitir el uso racional de los recursos compartidos por ésta y otras actividades.

En relación a **desechos de la producción acuícola**, menciona: *Los Estados deberían exigir que la eliminación de desperdicios, como despojos, fangos, peces muertos o enfermos, medicamentos veterinarios sobrantes y otros insumos químicos peligrosos, no constituya peligro para la salud de las personas y el medio ambiente.*

También refiere, sobre la captura, manipulación, procesamiento y distribución de productos pesqueros que: *deberían realizarse de forma que se mantenga el valor nutritivo, la calidad y la inocuidad de los productos, se **reduzcan los desperdicios y sean mínimos los efectos negativos en el medio ambiente.***

Finalmente, destaca de este código, la sugerencia dirigida a los Estados, entre otras cosas, a la cooperación, facilitar el desarrollo y la transferencia de tecnologías apropiadas, para velar por que los **métodos de procesamiento, transporte y almacenamiento sean ecológicamente adecuados.**

Sin embargo, no intenciona explícitamente una voluntad de propender hacia el reciclaje, la reutilización y/o la economía circular.

9.9 ANEXO 9. DESCRIPCIÓN Y PLANOS DE PLANTA DISEÑADA

A continuación, se presentan imágenes y proyecciones de la planta diseñada.

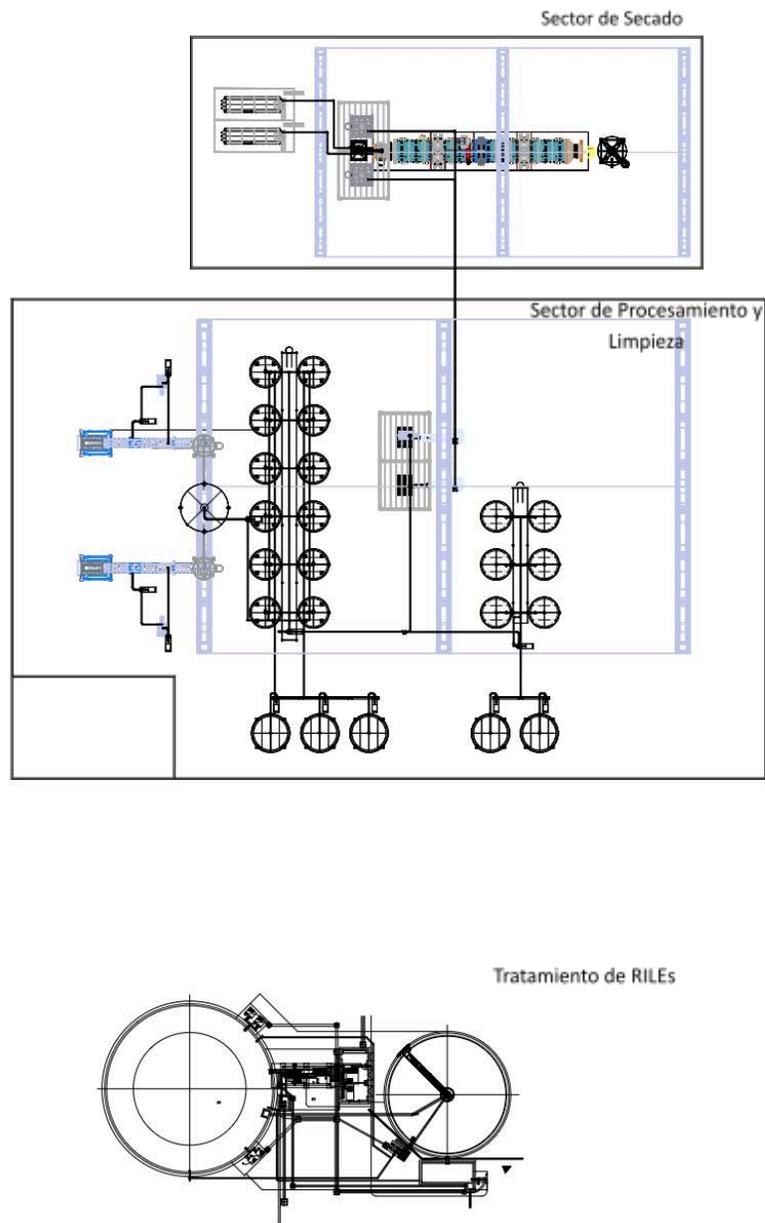


Figura 46. Vista superior de la planta proyectada (Fuente: elaboración propia)

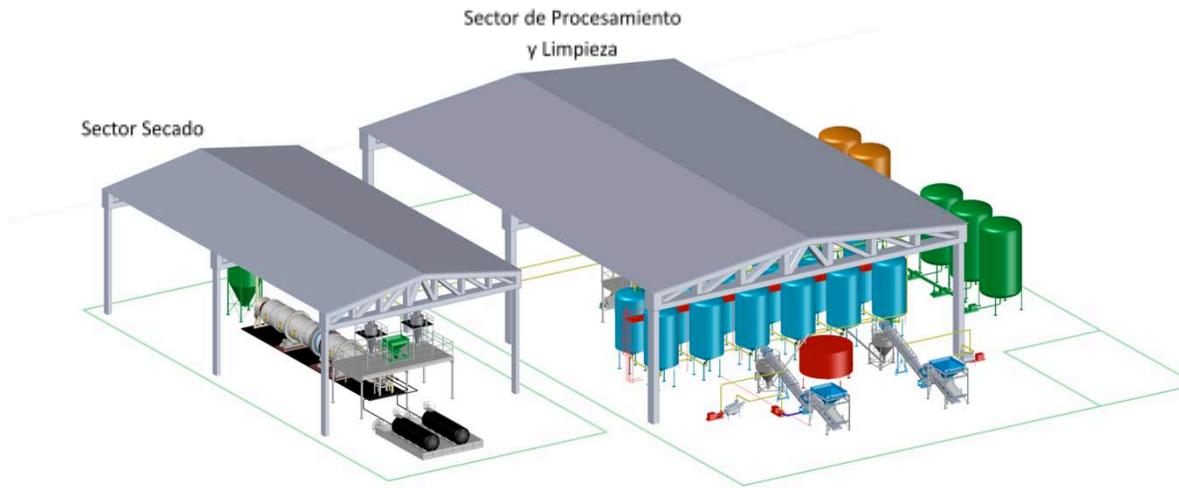


Figura 47. Vista de planta y galpón proyectado (Fuente: elaboración propia)

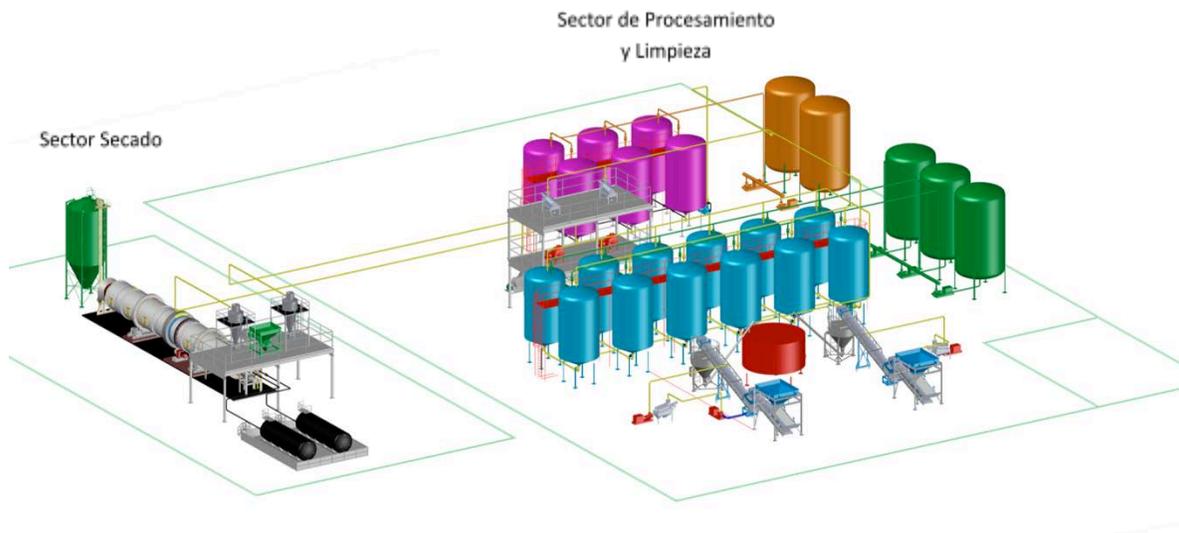


Figura 48. Vista NE planta y galpón proyectado (Fuente: elaboración propia)

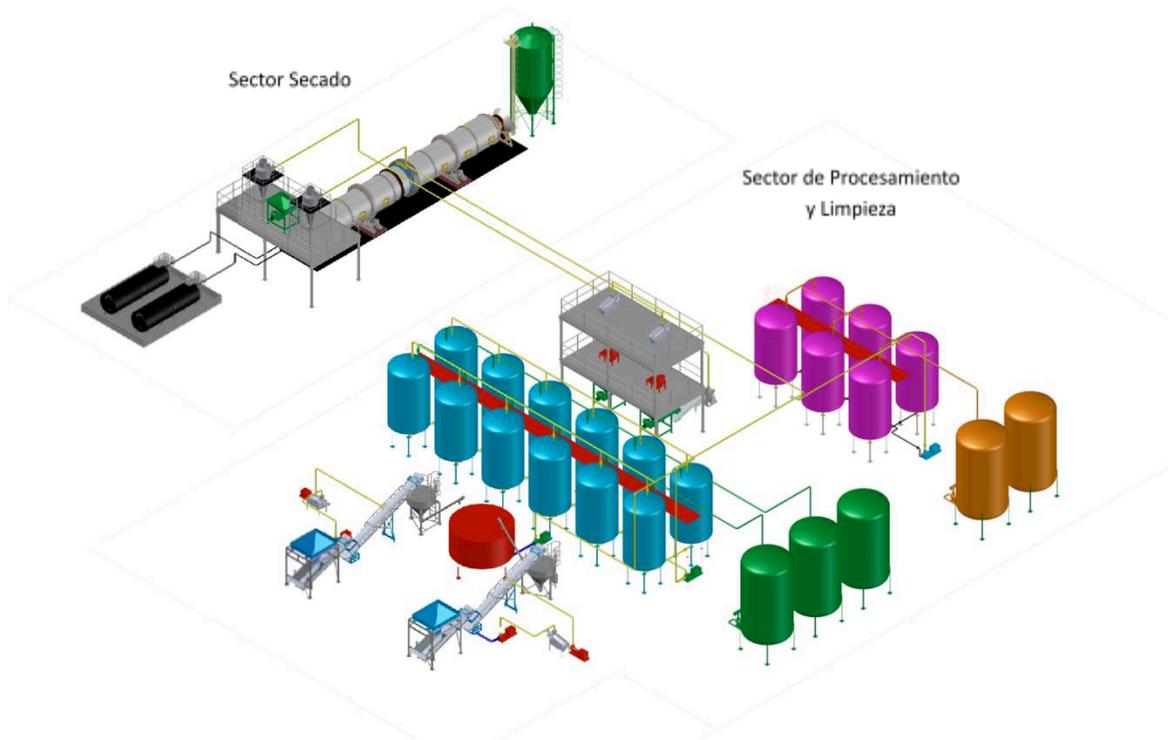
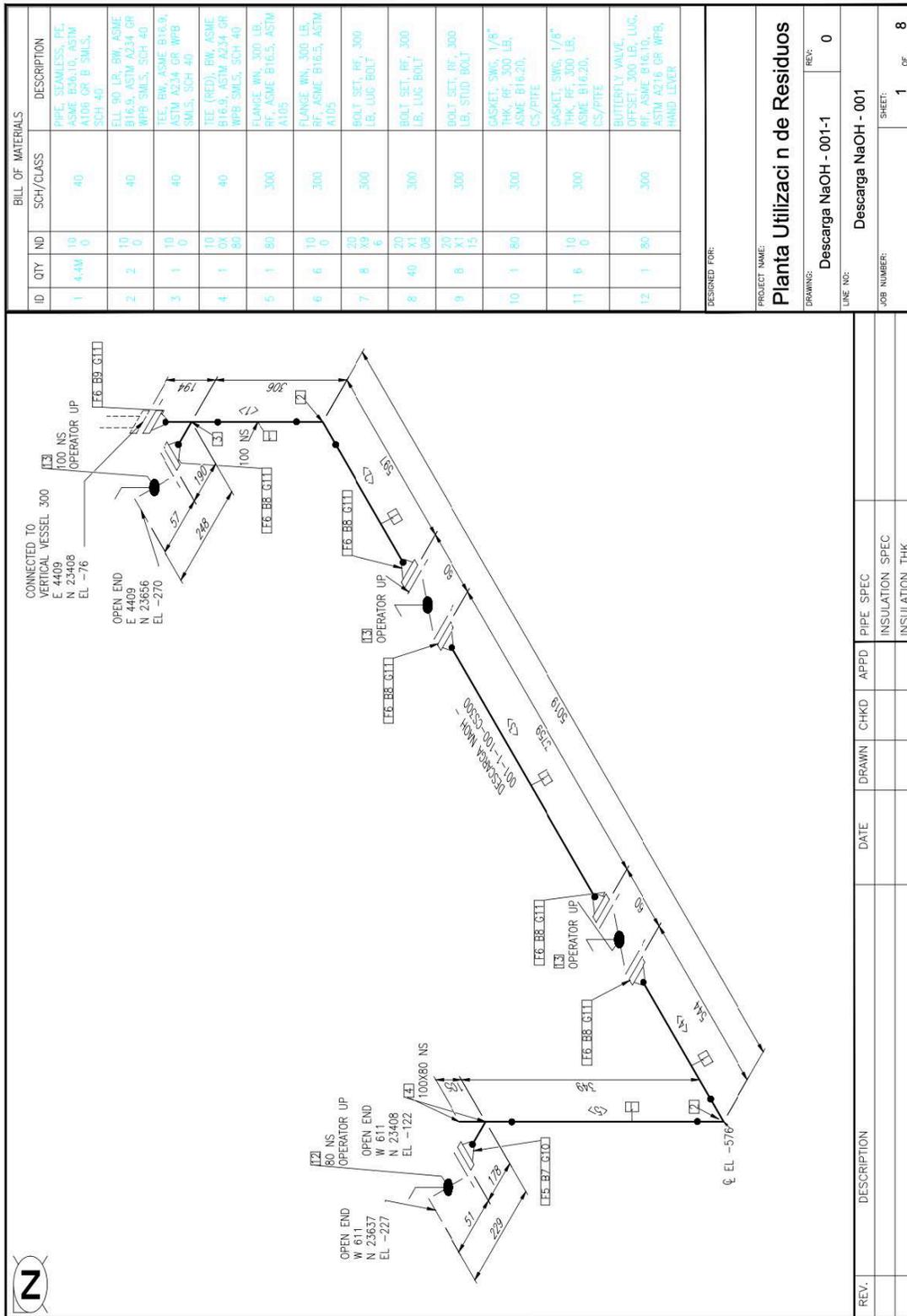


Figura 49. Vista NO planta y galpón proyectado (Fuente: elaboración propia)

Figura 50. Proyección Pipping descarga de Lavado Químico



BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	DESCRIPTION
1	4.4M	0	40	PIPE STAINLESS, REC. ASME B16.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	0	40	ELL 90 LR, BW, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	0	40	TEE, BW, ASME B16.4, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	1	0	40	TEE (RED), BW, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
5	1	80	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
6	6	0	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
7	8	0	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
8	40	0	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
9	8	0	300	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
10	1	80	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTEE
11	6	0	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTEE
12	1	80	300	BUTTERFLY VALVE, OFFSET, 300 LB, LUG, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND LEVER

DESIGNED FOR:
PROJECT NAME:
Planta Utilización de Residuos
DRAWING:
Descarga NaOH - 001-1
REV: 0
LINE NO:
Descarga NaOH - 001
JOB NUMBER:
1 OF 8 SHEET

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC	INSULATION SPEC
						INSULATION THK	

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.5M	10	PIPE, SEAMLESS, RE, ASME B56.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	10	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234, GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	10	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234, GR WPB SMLS, SCH 40
4	3	10	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
5	8	20	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
6	8	20	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
7	2	10	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PIPE
8	1	10	BUTTERFLY VALVE, OFFSET, 300 LB, LUG, RF, ASME B16.10, ASTM A216, GR WPB, HAND LEVER

DESIGNED FOR:	
PROJECT NAME:	
Planta Utilizaci n de Residuos	
DRAWING:	REV:
Descarga NaOH - 001-3	0
LINE NO:	
Descarga NaOH - 001	
JOB NUMBER:	SHEET:
	3 OF 8

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC	INSULATION SPEC

BILL OF MATERIALS				DESCRIPTION
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	
1	4.4M	0	40	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	0	40	ELL 90 LR, RW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SMLS, SCH 40
3	2	0X	40	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SMLS, SCH 40
4	2	80	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
5	6	0	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
6	16	6	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
7	16	6	300	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
8	32	08	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
9	2	80	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTEE
10	6	0	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTEE
11	2	80	300	BUTTERFLY VALVE, OFFSET, 300 LB, LUG, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND LEVER

DESIGNED FOR:	
PROJECT NAME:	Planta Utilizaci n de Residuos
DRAWING:	Descarga NaOH - 001-4
REV:	0
LINE NO.:	Descarga NaOH - 001
JOB NUMBER:	Descarga NaOH - 001
SHEET:	4 OF 8

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC	INSULATION SPEC	INSULATION THK

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1	10 0	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.3, ASTM A105
2	8	20 X1 15	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
3	1	10 0	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PFE

DESIGNED FOR:	
PROJECT NAME:	Planta Utilizaci n de Residuos
DRAWING:	Descarga NaOH - 001-5
REV:	0
LINE NO:	Descarga NaOH - 001
JOB NUMBER:	5 of 8

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC
						INSULATION SPEC
						INSULATION THK

BILL OF MATERIALS				DESCRIPTION
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	
1	4.4M 0	10	40	PIPE, SEAMLESS, RF, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2 0	10	40	ELL 90 LR, RW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2 0X 80	10	40	TEE (RED), RW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	2 50	80	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
5	6 0	10	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
6	16 X9 6	20	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
7	16 X1 15	20	300	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
8	32 X1 08	20	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
9	2 80	80	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTE
10	6 0	10	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTE
11	2 80	80	300	BUTTERFLY VALVE, OFFSET, 300 LB, LUG, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND LEVER

DESIGNED FOR:	
PROJECT NAME:	Planta Utilizaci n de Residuos
DRAWING:	Descarga NaOH - 001-6
LINE NO.:	0
JOB NUMBER:	Descarga NaOH - 001
SHEET:	6 OF 8

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC	INSULATION SPEC

BILL OF MATERIALS				DESCRIPTION
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	
1	4.4M	0	40	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	0	40	ELI 90 LB, RW, ASME B16.9, ASTM A234, GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	0X	40	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234, GR WPB SMLS, SCH 40
4	2	80	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
5	6	0	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
6	16	X9	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
7	16	X1	300	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
8	32	08	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
9	2	80	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PIPE
10	6	0	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PIPE
11	2	80	300	BUTTERFLY VALVE, OFFSET, 300 LB, LUG, RF, ASME B16.10, ASTM A216, GR WPB, HAND LEVER

DESIGNED FOR:	
PROJECT NAME: Planta Utilizaci n de Residuos	
DRAWING: Descarga NaOH - 001-7	REV: 0
LINE NO: Descarga NaOH - 001-7	
JOB NUMBER: Descarga NaOH - 001	SHEET: 7 OF 8

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC	INSULATION SPEC

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	SCH/CLASS	DESCRIPTION
1	4.6M	40	PIPE SEAMLESS, RE. ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	40	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	40	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	6	300	FLANGE WN, 300 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105
5	32	300	BOLT SET, RF, 300 LB, LUG BOLT
6	16	300	BOLT SET, RF, 300 LB, STUD BOLT
7	6	300	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 300 LB, ASME B16.20, CS/PTEE
8	3	300	BUTTERFLY VALVE, OFFSET, 300 LB, LUG, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND LEVER

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	PIPE SPEC
						INSULATION SPEC
						INSULATION THK

DESIGNED FOR:	
PROJECT NAME:	Planta Utilizaci n de Residuos
DRAWING:	Descarga NaOH - 001-8
REV:	0
LINE NO:	Descarga NaOH - 001
JOB NUMBER:	
SHEET:	8 OF 8

9.10 ANEXO 10. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Tabla 54. Asignación de personal profesional y técnico

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Carlos Felipe Hurtado Ferreira	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Identificar el tipo y porcentaje de residuos orgánicos de postproceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos	2	2	2	2											80
		0	0	0	0											
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de pectínidos y ostreidos (Atacama y Coquimbo)					2										20
						0										
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de mitílidos y ostreidos (Los Lagos y Aysén)					2										20
						0										
	Sistematizar la información gráfica (tablas, imágenes, gráficos, etc.) sobre tipos de residuos, toneladas, especies y localidad, durante el periodo de 10 años (2010-2020).					1										10
					0											
Seleccionar los principales usos y/o productos secundarios que podrían desarrollarse en Chile.				2											20	
				0												
Proponer una forma de medición del valor residual sobre desechos acuícolas eliminados al medioambiente a nivel nacional.						20									20	
Presentar la selección (piloto multifactorial) obtenida sobre usos y/o productos secundarios, de los residuos de desechos de bivalvos implementados a nivel nacional, mediante flujos de procesos, gráficos y tablas.										2					20	
										0						

Realizar una estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados, mediante economía circular, proyectando el número de desechos eliminados al medio ambiente en un periodo de 10 años.																		20													
Totales mensuales																	30	25	30	45	60	25	5	10	25	5	5	25	0	0	290

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Gabriele Rodrigues de Lara	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	Analizar la normativa internacional vigente, sobre la gestión de residuos de desechos acuícolas de los principales países cultivadores de bivalvos en el mundo.	0	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
	Identificar las similitudes y diferencias del marco normativo a nivel nacional, sobre los desechos acuícolas de bivalvos, respecto a otros países productores de bivalvos a nivel mundial	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
	Realizar recomendaciones de acuerdo al marco normativo vigente en Chile, según las analizadas comparativamente a la normativa internacional, aplicable sobre la gestión de desechos de bivalvos	0	0	0	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
Proponer una forma de medición del valor residual sobre desechos acuícolas eliminados al medioambiente a nivel nacional.	0	0	0	0	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	50	
Totales mensuales		10	50	75	45	50	25	5	10	5	5	5	5	0	0	290

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Exequiel González Poblete	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Identificar el tipo y porcentaje de residuos orgánicos de postproceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos	20	20	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de pectínidos y ostreidos (Atacama y Coquimbo)	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de mitílidos y ostreidos (Los Lagos y Aysén)	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	Sistematizar la información gráfica (tablas, imágenes, gráficos, etc.) sobre tipos de residuos, toneladas, especies y localidad, durante el periodo de 10 años (2010-2020).	0	0	10	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
	Realizar una estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados, mediante economía circular, proyectando el número de desechos eliminados al medio ambiente en un periodo de 10 años.	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	10	10	0	0	60
Totales mensuales		30	25	40	50	45	55	10	25	25	15	15	0	0	290	

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre	
		Mes															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Carolinas Astudillo	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Investigar usos, bienes y productos secundarios provenientes de desechos de cultivos acuícolas de los principales países productores de bivalvos.	15	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
	Sistematizar la información recopilada, ejecutando una selección de los principales usos que podrían desarrollarse en Chile.	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	Seleccionar los principales usos y/o productos secundarios que podrían desarrollarse en Chile.	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Totales mensuales		25	25	30	32	10	5	5	10	5	5	5	5	0	0	162	

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
German Miranda	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Realizar una prospección y/o piloto multifactorial, que involucre factores económicos (costo/beneficio), ambientales, sociales, sectoriales, normativos, etc. Sobre los principales productos secundarios/usos seleccionados	0	0	0	0	0	95	95	0	0	0	0	0	0	0	190
	Presentar la selección (piloto multifactorial) obtenida sobre usos y/o productos secundarios, de los residuos de desechos de bivalvos implementados a nivel nacional, mediante flujos de procesos, gráficos y tablas.	0	0	0	0	0	0	0	90	90	0	0	0	0	0	180
Totales mensuales		10	5	10	5	10	10	10	10	95	5	5	5	0	0	450

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Jesús López Alarcón	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Identificar el tipo y porcentaje de residuos orgánicos de postproceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos	40	90	20	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	240
Totales mensuales	50	95	100	25	15	55	10	55	55	55	55	00	00	320	

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Andrea Méndez Arias	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Identificar el tipo y porcentaje de residuos orgánicos de postproceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos	10	50	50	10											120
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de pectínidos y ostreidos (Atacama y Coquimbo)	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de mitílidos y ostreidos (Los Lagos y Aysén)	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	Sistematizar la información gráfica (tablas, imágenes, gráficos, etc.) sobre tipos de residuos, toneladas, especies y localidad, durante el periodo de 10 años (2010-2020).	0	0	5	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	Realizar una estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados, mediante economía circular, proyectando el número de desechos eliminados al medio ambiente en un periodo de 10 años.	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	55	55	00	00	30
Totales mensuales	20	55	65	35	25	55	55	10	15	15	10	10	10	00	270	

Nombre	Actividad por profesional o técnico	HH mensual por actividad														Totales por nombre
		Mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Rossana Fredes	Reuniones internas del equipo de trabajo PUCV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	60
	Reunión de coordinación con contraparte técnica FIPA y SUBPESCA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reuniones internas con la contraparte técnica para consensuar la elección de los usos/productos que serán desarrollados en el proyecto	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Reunión Avance 2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Taller de difusión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Identificar el tipo y porcentaje de residuos orgánicos de postproceso de pectínidos, ostreidos y mitílidos	1	5	5	1											120
		0	0	0	0											
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de pectínidos y ostreidos (Atacama y Coquimbo)	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	Estimación de los residuos sólidos orgánicos postproceso de mitílidos y ostreidos (Los Lagos y Aysén)	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	Sistematizar la información gráfica (tablas, imágenes, gráficos, etc.) sobre tipos de residuos, toneladas, especies y localidad, durante el periodo de 10 años (2010-2020).	0	0	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	0	0	
Realizar una estimación de valoración económica ambiental, de acuerdo al uso de residuos anteriormente seleccionados, mediante economía circular, proyectando el número de desechos eliminados al medio ambiente en un periodo de 10 años.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	0	0	30	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Totales mensuales		20	55	65	35	25	55	10	15	15	10	10	0	0	270	