

PROYECTO:

“Estudio de prefactibilidad técnico-económica en la obtención y extracción de componentes bioactivos provenientes de los desechos del proceso de Jibia y ostión del norte, en la región de Coquimbo.”

INFORME FINAL

17 DE OCTUBRE DE 2019

ÍNDICE

ANTECEDENTES	3
RESUMEN EJECUTIVO	6
I. INTRODUCCIÓN AL MERCADO	7
I.1 Análisis de demanda y proyecciones	7
I.1.1 Análisis de demanda por hidrolizados proteicos marinos	7
I.1.2 Análisis de demanda por colágeno	9
I.1.3 Análisis de demanda por omega 3	10
I.2 Análisis de precios	11
I.2.1 Análisis de precios de hidrolizados proteicos marinos	11
I.2.2 Análisis de precios de colágeno marino	12
I.2.3 Análisis de precios de Omega 3	12
II. OFERTA DE MATERIAS PRIMAS	13
III. TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE COMPONENTES BIOACTIVOS	31
III. 1 Descripción de procesos de obtención	31
III.2 Descripción de la técnica	37
III. 3 Propuesta proceso integrados	46
IV. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	48
V. EQUIPAMIENTO PLANTA PROCESO	51
VI. DIMENSIONAMIENTO PLANTA PROCESO	60
VI.1 Capacidad procesamiento requerida (ton/turno)	60
VI.2 Capacidad de procesamiento requerida por etapas de los procesos	62
VI.3 Requerimiento de equipamiento	65
VI.4 Requerimiento de espacio productivo	66
	1

VII.	LOCALIZACIÓN	68
VIII.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	71
VIII.1	Estimaciones de ingresos	72
VIII.2	Estimaciones de costos	75
VIII.2.1	Costos operacionales de producción OpEx	76
VIII.2.2	Gastos de administración y ventas (GAV)	82
VIII.2.2	Inversión (CapEx)	83
IX.	SENSIBILIZACIÓN DE VARIABLES CRÍTICAS	89
IX.1	Variables sensibilizadas	89
X	CONCLUSIONES	101

ANTECEDENTES

El presente trabajo tiene como objetivo general realizar un estudio a nivel de perfil de prefactibilidad económica respecto a la obtención y extracción de componentes bioactivos provenientes de los desechos del proceso de Jibia y ostión del norte, en la región de Coquimbo. Este estudio forma parte del proyecto de investigación que se encuentra en ejecución en dicha región, cuyo mandante es el Área de Alimentos y Acuicultura de Fundación Chile.

Su realización tomó como base el catastro y levantamiento de información respecto a las especies marinas de Jibia y Ostión del Norte, que fueron definidos del estudio de prospección de mercado de bioproductos a partir de recursos marinos de la Región de Coquimbo (Proyecto 16BPER 67032 - Fundación Chile), como aquellos que presentaban un mayor potencial de mercado, tanto por la demanda existente como por la disponibilidad de materias primas en la zona. Los bioproductos a estudiar son: Hidrolizados proteicos, Colágeno y Omega 3. Todos ellos de origen marino y orientados a su uso en la industria de alimentos (como ingrediente funcional), nutracéutica, cosmética y/o alimentación animal, según corresponda.

En particular, los hidrolizados proteicos se orientaron para uso en alimentación animal, colágeno como suplementos alimenticio y Omega 3 para uso en suplementos alimenticios y alimentos y bebidas.

Los objetivos específicos planteados por Fundación Chile asociados a este proyecto son:

1. Con los rendimientos productivos supuestos, determinar la necesidad de materia prima necesaria para considerar la propuesta factible económicamente.
2. Realizar estudio sobre las técnicas de obtención de los componentes bioactivos señalados como priorizados por FCH en cada una de las especies.
3. Determinar las capacidades de producción necesarias para la disponibilidad de materia prima.
4. Realizar la búsqueda nacional o internacional de equipos para la obtención de componentes bioactivos en condiciones de ser utilizados para alimentación humana, animal y/o cosmética.
5. Realizar el dimensionamiento de las maquinarias y equipos más adecuados y los espacios de planta necesarios para su ubicación con separación de áreas de trabajo.

6. Determinar factibilidad económica con los supuestos obtenidos desde la industria (beneficiarios del proyecto de Bien público), las estimaciones de disponibilidad de materia prima, los equipos definidos para las técnicas de obtención definidas, para un horizonte de 10 años, realizando sensibilizaciones en torno a los principales parámetros.
7. Determinar viabilidad del proyecto a través de la determinación de los parámetros VAN, TIR y Payback.

La metodología utilizada para cumplir con los objetivos mencionados es la siguiente:

Etapas 1:

En esta etapa se pretendió abarcar el análisis de demanda y análisis de oferta de materia prima a fin de poder determinar los tamaños productivos asociados a los 3 bioproductos en estudio. Para ello se realizó recolección y estudio de información primaria y secundaria, y la proyección de estas, entrevistas a actores clave en la industria proveedora de desechos y subproductos a utilizar mediante visitas a terreno. Finalmente se realizó el procesamiento y análisis de la información recolectada.

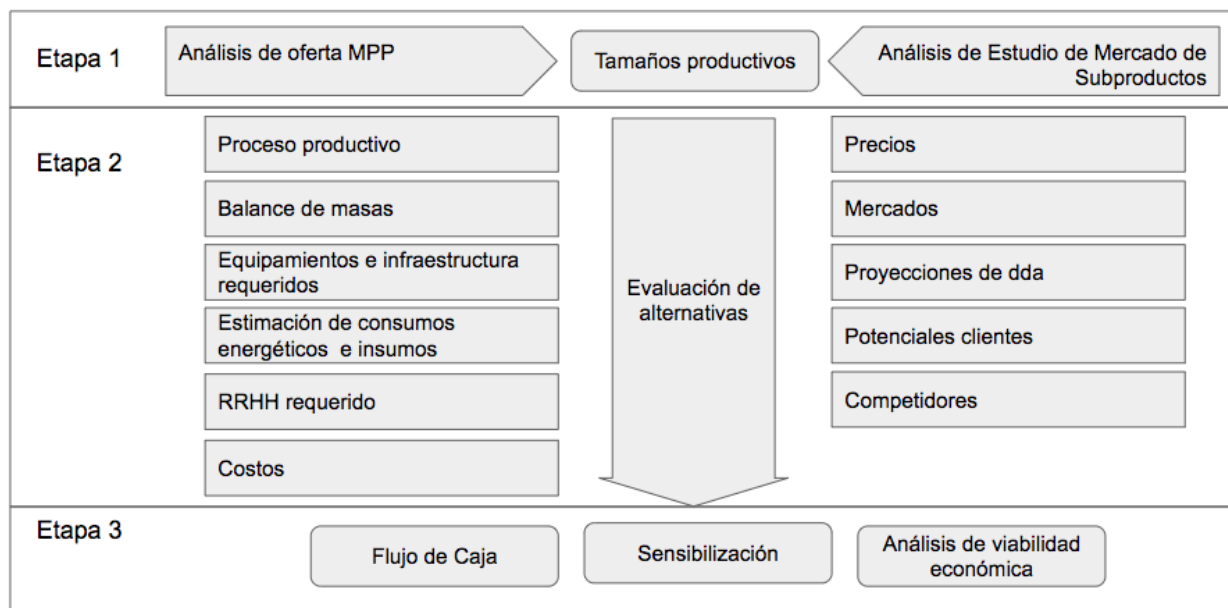
Etapas 2:

En la segunda etapa se realizó el estudio de mercado que comprende tanto a clientes, competidores, proveedores y distribuidor, y el estudio del proceso productivo que abarca el proceso, el equipamiento, estimación de recursos energéticos e insumos, recursos humanos necesarios y los costos asociados. Con dicha información se realizó un análisis financiero de las alternativas de negocio en términos de mercado, escala y producción a fin de obtener un perfil. Para ello fue necesario realizar reuniones con Fundación Chile con el objetivo de ajustar perspectivas, además del trabajo de obtención de información, análisis, procesamiento y validación de datos.

Etapas 3:

En la última etapa se realizó la evaluación financiera final, que se compone del flujo de caja, la sensibilización respecto a las variables claves que pueden afectar la rentabilidad del proyecto y finalmente, se realizó un análisis de viabilidad económica con los resultados anteriores según parámetros VAN, TIR y Payback.

Figura 1: Metodología para ejecución del proyecto



Fuente: Scientia 2019

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe titulado “Estudio de prefactibilidad técnico-económica en la obtención y extracción de componentes bioactivos provenientes de los desechos del proceso de Jibia y ostión del norte, en la región de Coquimbo” tiene por objetivo realizar un estudio a nivel de perfil de prefactibilidad técnico-económica respecto a la obtención y extracción de componentes bioactivos provenientes de los desechos del proceso de Jibia y ostión del norte, en la región de Coquimbo. Existe una oportunidad de mercado internacional de hidrolizado marino, colágeno hidrolizado y de omega 3 de USD 29, USD 642 millones y USD 10 billones (todos los productos de valor agregado de Omega 3 para alimentos y bebidas), respectivamente. Se espera un crecimiento de mercado superior (CAGR) al 10% para hidrolizados marinos, superior al 7% para colágeno hidrolizado y superior al 11% para todos los productos de valor agregado de omega 3 en el mercado de alimentos y bebidas

Adicionalmente, en la región de Coquimbo se cuenta con recursos aprovechables que hoy son considerados desechos del procesamiento de recursos marinos. Estos recursos no están siendo aprovechados y se deben disponer en rellenos sanitarios, con el costo económico y social que ello significa.

A nivel técnico, se diseñó y dimensionó una planta multipropósito capaz de procesar casi 6.000 ton/año de descarte de Jibia y Ostión para procesar hidrolizado proteico, colágeno hidrolizado y Omega 3. Estimaciones preliminares muestran que la inversión necesaria es cercana a los USD 3 millones y podría generar ingresos superiores a los USD 5 millones netos al año.

Este estudio contempla una revisión general de análisis de la oferta actual de materia primas y la evaluación de aprovechar los desechos que se generan en la región en base a Jibia, ostión del norte y otros potenciales desechos disponibles. A su vez, se analizó las técnicas de obtención de componentes bioactivos, los procesos para la obtención (integrados e individuales), los equipamientos disponibles y las dimensiones necesarias.

Con base en lo que denota entonces una oportunidad de mercado, la evaluación financiera en escenario base contempla un VAN de USD 3,6 millones y una tasa interna de retorno de 23,5%. Cabe destacar que se recuperara la inversión en 5 años. Se consideró una tasa de descuento de 12%. Se realizaron diversas sensibilizaciones para determinar cómo varían los resultados anteriores descritos.

Como resultado del estudio se recomienda avanzar a la siguiente etapa de estudio y realizar un estudio de factibilidad. Para efectos de reducir el riesgo de un proyecto de inversión de este tipo, se sugiere encargar estudios empíricos para determinar los rendimientos de los recursos aprovechables en la región de Coquimbo y analizar las características reales de los productos que se obtendrían, dado que esto incide directamente en el precio y demanda de estos.

I. INTRODUCCIÓN AL MERCADO

La demanda de subproductos de origen marino analizados en este apartado corresponde a aquella que se origina por los productos de hidrolizados proteicos, colágeno y omega 3. Para cada uno de los subproductos se hace un análisis resumido de los precios, volúmenes de mercado y tendencias que afectan la demanda.

I.1 Análisis de demanda y proyecciones

I.1.1 Análisis de demanda por hidrolizados proteicos marinos

El tamaño de mercado de hidrolizado proteico en el año 2017 fue de USD 2.562 millones, con cerca de 88.900 ton y se proyecta una tasa compuesta anual de crecimiento en valor (CAGR) del 8,56% para el año 2023¹. Este mercado incluye hidrolizados proteicos demandados de cualquier origen.

Respecto de los usos de hidrolizados proteicos, se segmentan en aplicaciones:

1. Nutrición infantil
2. Nutrición clínica
3. Control de peso
4. Alimentación animal

En la estructura del mercado, la nutrición infantil representa el 37%, seguida de nutrición clínica (34%), control de peso (18%) y alimentación animal (11%), siendo estos dos últimos los que presentarían mayores tasas de crecimiento (2018- 2023)².

¹ MarketsandMarkets™: Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

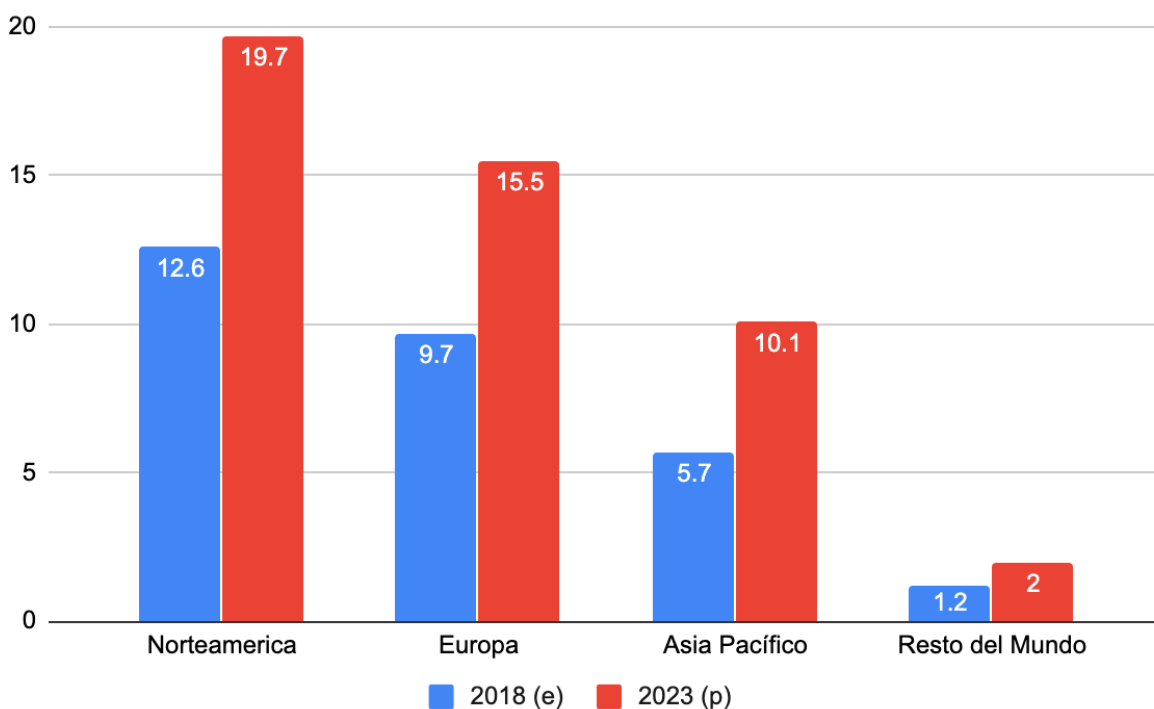
² MarketsandMarkets™: Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

Por su parte, el mercado de los hidrolizados proteicos marinos fue de USD 29,3 millones en 2018 y crecerá a una tasa del 10% para 2023, para alcanzar los USD 47,3 millones en 2023. Si bien, es el mercado más pequeño de todas las fuentes analizadas, es el que crece a la mayor tasa (CAGR 10%), siendo el único que crece a doble dígito.

Alrededor del 60% de los hidrolizados proteicos marinos representan los hidrolizados de pescado (atún, bacalao, salmón) y el 40% representan los hidrolizados de algas.

Se ha analizado también el tamaño de mercado de los hidrolizados proteicos marinos por región. Dentro de las regiones analizadas, el mercado norteamericano es el más grande con un valor total de USD 12,6 millones (2018), pero se estima que la región Asia Pacífico crezca a una tasa anual mayor de 12%.

Gráfico 1.1: Mercado de Hidrolizados Proteicos Marinos por Región (USD millones)



Fuente: MarketsandMarkets™ : Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

A continuación, se muestran las tasas de crecimiento del tamaño de mercado de hidrolizados proteicos marinos por región:

Tabla 1.6: Crecimiento del tamaño del mercado de hidrolizados proteicos marinos por región, 2018-2023 (USD)

	Norteamérica	Europa	Asia Pacífico	Resto del Mundo	TOTAL
CAGR (2018-2023)	9.33%	9.70%	12.03%	10.35%	10.04%

Fuente: MarketsandMarkets™: Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

Respecto de los volúmenes por región, a continuación, se muestran los valores demandados de hidrolizados proteicos marinos por cada región de estudio:

Tabla 1.7: Tamaño del mercado de hidrolizados proteicos marinos por región, 2018-2023 (Tons)

	Norteamérica	Europa	Asia Pacífico	Resto del Mundo	TOTAL
2018 (e)	541	392	332	100	1364
2023 (p)	757	564	487	147	1954
CAGR (2018-2023)	6,94%	7,55%	9,32%	8,01	7,79%

Fuente: MarketsandMarkets™: Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

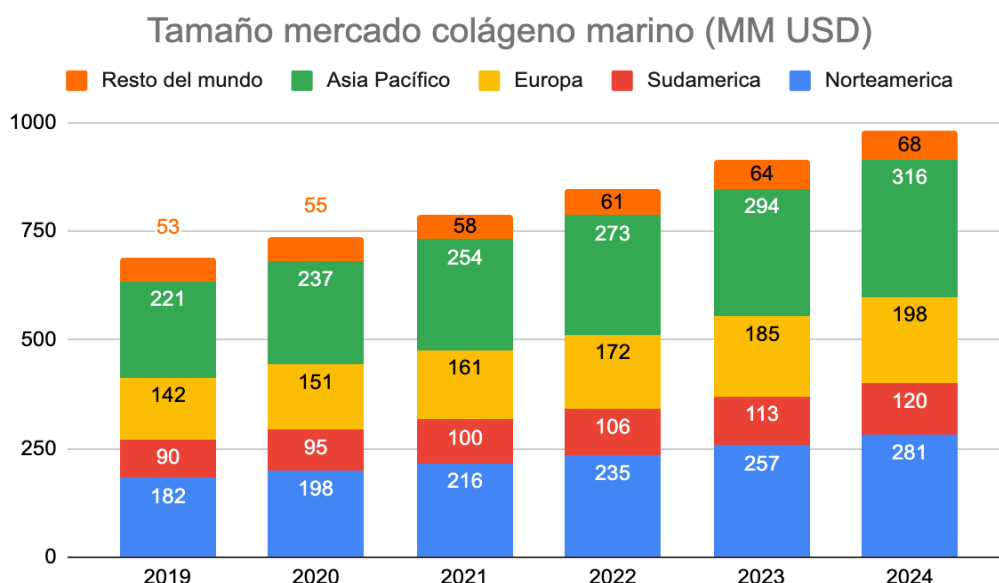
I.1.2 Análisis de demanda por colágeno

El mercado global de la producción de colágeno marino fue estimado en USD 642 millones en 2018 y crecerá a USD 983 millones para el año 2024. Esto significa una tasa de crecimiento anual compuesta de 7,44% para este periodo.³

En el siguiente gráfico se muestra el crecimiento del tamaño de mercado de colágeno marino por región de estudio.

³ IndustryARC. Marine Collagen Market, 2019.

Gráfico 1.2: Tamaño del mercado de colágeno marino por región, 2019-2024 (MM USD)



Fuente: Marine Collagen Market, Industry ARC, 2019.

El colágeno marino se usa principalmente en cosméticos, como ingrediente en nutraceuticos e industrias farmacéuticas, y se espera que los primeros de sectores sean los que crezcan a mayor tasa en los próximos años.

I.1.3 Análisis de demanda por omega 3

El mercado global para todos los productos de valor agregado que contienen omega 3 es de USD 34,7 billones (2016)⁴. El mayor de los mercados es el norteamericano, con USD 134 billones, seguido por Asia Pacífico con USD 11,7 billones. En tercer lugar, se encuentra el mercado europeo con USD 8,3 billones. El resto del mundo (RoW) suma USD 1,6 billones.

Dentro de Norteamérica (EE.UU., México y Canadá), el mercado más relevante es EE.UU., el cual concentra casi un 90% del consumo de los distintos productos de valor agregado. Esto se debe principalmente al tamaño de su población y su mayor poder adquisitivo frente a los otros 2 países del sector. Dentro de EE.UU. los tipos de producto que tienen mayor demanda son la fórmula infantil y alimentos y bebidas, categorías que representan casi un 65% del consumo de productos de valor agregado de omega 3.

⁴ Marine Collagen Market, Industry ARC, 2019.

Las importaciones de aceite de pescado representan un tamaño bastante inferior al tamaño de mercado de los productos de valor agregado, que es USD 2 billones. Más de la mitad de este mercado lo representan Noruega (USD 381 millones), China (USD 199 millones), Dinamarca (USD 192 millones), EE.UU (USD 135 millones), Canadá (USD 119 millones) y Chile (USD 11 millones).

I.2 Análisis de precios

I.2.1 Análisis de precios de hidrolizados proteicos marinos

Los hidrolizados proteicos de origen marino se transan en valores distintos dependiendo de la región analizada. El mayor valor se transa en el mercado europeo (USD 24.745), aunque el mayor crecimiento en cuanto al valor transado será en la región de Asia Pacífico (estimado 21%)⁵. A continuación, se muestran los valores de mercado por tonelada de hidrolizado proteico de origen marino por cada región de estudio, en dólares americanos, y su proyección de crecimiento hasta el año 2023.

Tabla 1.8: Valor por Tonelada de hidrolizados proteicos marinos por región, 2018-2023 (USD/Ton)

	Norteamérica	Europa	Asia Pacífico	Resto del Mundo
2018 (e)	USD 23.286	USD 24.745	USD 17.189	USD 12.048
2023 (p)	USD 26.031	USD 27.487	USD 20.761	USD 13.652
CAGR (2018-2023)	12%	11%	21%	13%

Fuente: MarketsandMarkets™: Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

Como se puede observar en la tabla, el mercado europeo y norteamericano son los más atractivos en cuanto a precio por tonelada, pero se recomienda abordar el mercado de Asia Pacífico, por su rápido crecimiento en el valor por Tonelada, como también por su rápido crecimiento en volumen demandado.

Para este estudio, se ha considerado entrar al mercado de Asia Pacífico a un valor inferior al promedio transado actualmente, usando una estrategia de penetración de mercado agresiva. El precio recomendado es de USD 16.000 por tonelada.

⁵ MarketsandMarkets™: Protein Hydrolysates Market - Global Forecast to 2023

I.2.2 Análisis de precios de colágeno marino

Se ha estudiado un precio de venta en formato granel de USD 100 por kg de colágeno marino para fines alimenticios⁶, aunque hay antecedentes de precios por debajo de este monto, cercanos a los USD 75-80 el kg. Para efectos de este estudio, se rebajó el precio estimado a USD 60/ kg, debido a que es el menor valor dentro del rango de valores de colágeno marino, consistente con una estrategia comercial agresiva de penetración de mercado de hidrolizados proteicos.

Por otro lado, el colágeno marino para fines nutricionales tiene un precio entre los USD 5.000 y 50.000 por kilogramo, dependiendo de su calidad.

I.2.3 Análisis de precios de Omega 3

Los precios de los subproductos de Omega 3 tienen una alta variabilidad según país y nivel de pureza. En este apartado, se analizan los precios de productos de Omega 3 con alto valor agregado.

Se estima que en EE.UU. el precio de productos de omega 3 de similar calidad es casi el doble que en Canadá y aproximadamente 4 veces el precio de México. El valor estimado al que se consume el omega 3 en EE.UU. alcanza más de USD 520 por kg.

En la región europea, existen diferencias significativas en la estimación de índice de precios de omega 3, oscilando entre USD 20/kg y USD 700/kg dependiendo del país. En general existe una correlación entre el PIB per cápita de los países y el índice de precios con los que se consume este producto, destacando países como Suiza (USD 513/Kg), Austria (USD 429/Kg) y países pequeños como Luxemburgo (USD 677/Kg). Alemania sigue considerándose el mercado más atractivo, ya que además de ser el mercado más grande posee un alto índice de precio, sin embargo, presenta complejas regulaciones que limita su comercialización.

Para el presente estudio financiero, se utilizó un valor de aceite omega 3 concentrado al 30%, con un precio de USD 2.000 la tonelada.

⁶ Marine Collagen Market, Industry ARC, 2019.

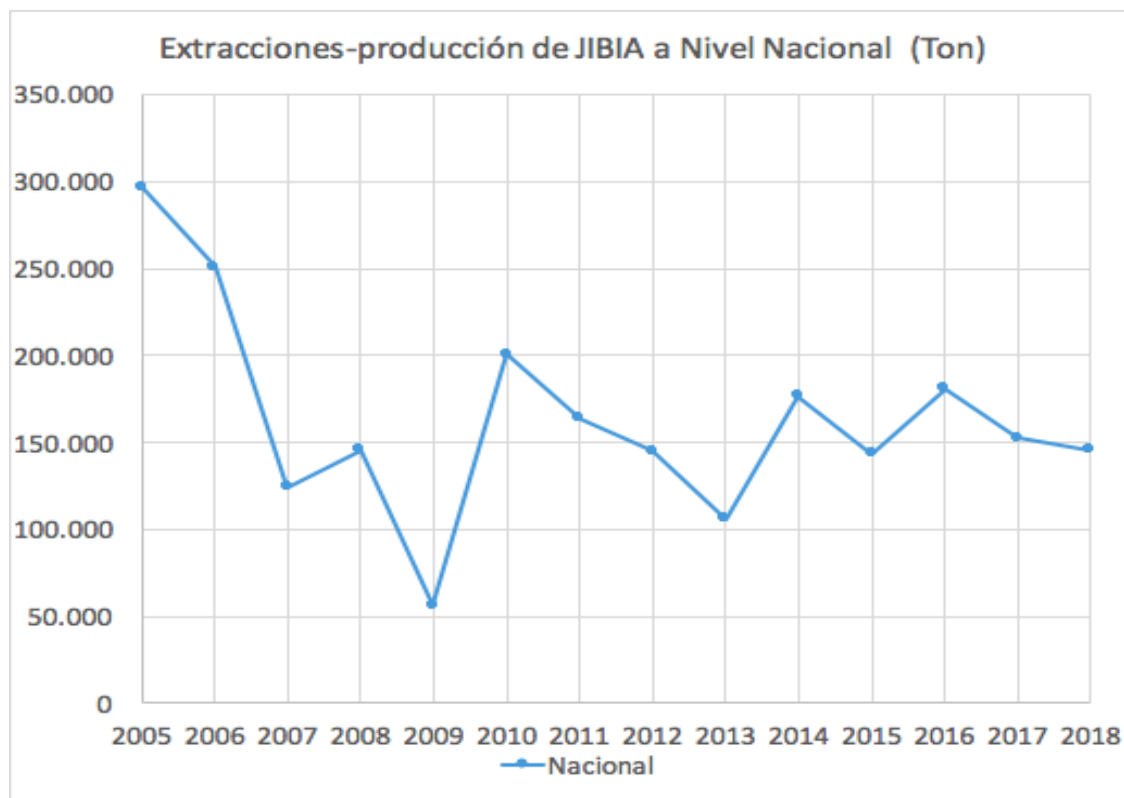
II. OFERTA DE MATERIAS PRIMAS

Tal y como fue mencionado en los capítulos anteriores, el foco de este estudio se centra en las especies de Jibia o Calamar Rojo (*Dosidicus gigas*) y Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*). Dado que son una fuente de variadas moléculas bioactivas, es posible generar por ende un alto valor agregado al ser procesados específicamente para la obtención de bioproductos de origen marino.

Para entender el potencial que posee el procesamiento de estos elementos con fines específicos de obtención de bioproductos de origen marino, es necesario entender la oferta y disponibilidad del recurso en la región estudiada y sus áreas de influencia, región de Coquimbo y entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos respectivamente. Para ello, este análisis se dividió en tres partes; la primera, es el estudio de la oferta de materias primas principales (Jibia y Ostión del Norte) en términos de extracción - producción de estas especies a través de los últimos años. Luego se analiza la disponibilidad de materia prima utilizable en cada zona de estudio, considerando los desechos disponibles y producidos por la industria, ya que es este recurso el que se desea aprovechar en el presente proyecto. Finalmente, se realiza un estudio sobre la disponibilidad potencial de los bioproductos según el porcentaje de bioactivos que cada especie posea en los desechos y subproductos considerados, y con ello determinar el rendimiento máximo proveniente de la extracción actual y proyectada.

A continuación, se muestran las extracciones de Jibia a nivel nacional en toneladas/año, desde el año 2005 al año 2018. Como se puede ver en el gráfico 2.1, existen grandes fluctuaciones entre un año y otro hasta aproximadamente el año 2010, luego de eso a pesar de existir peaks año por medio, existe una franja de fluctuación menor encontrándose las extracciones entre 100.000 y 200.000 toneladas/año. Esto debido a que actualmente existe una cuota anual de captura de 200.000 toneladas que se puede realizar durante todos los meses del año.

Gráfico 2.1: Extracciones de Jibia nivel Nacional (ton)



Fuente: Sernapesca

Las fluctuaciones observadas pueden ser explicadas en parte por variados fenómenos y características asociados directamente a la especie, tales como los que se mencionan a continuación.

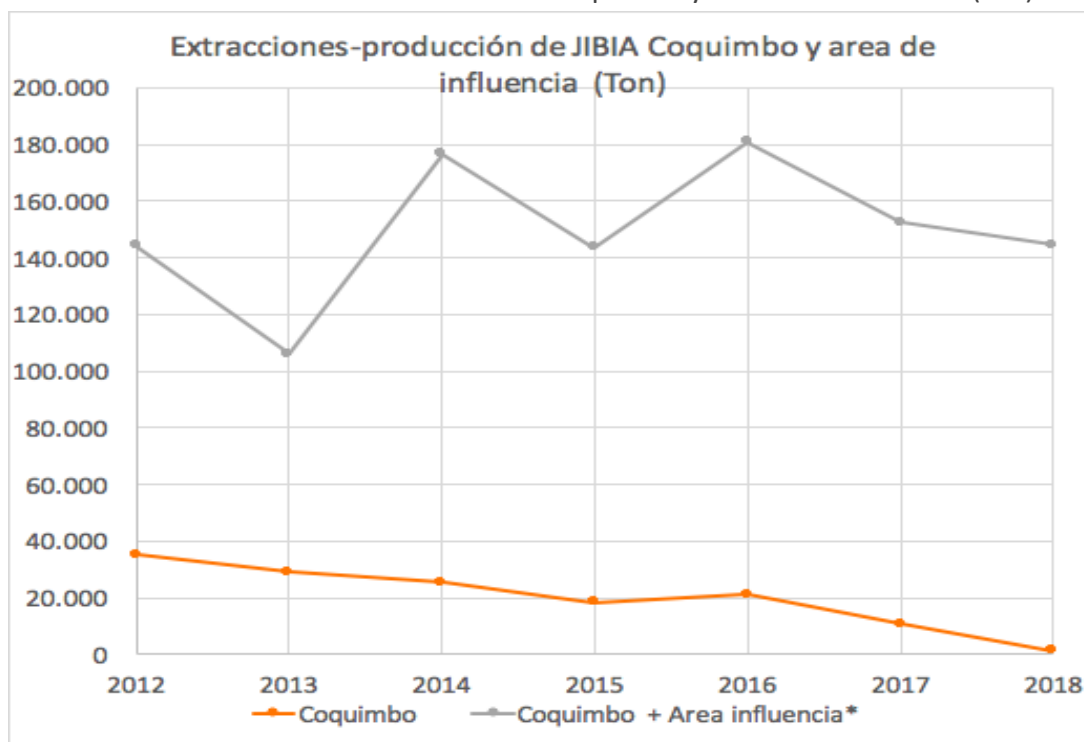
La especie se distribuye verticalmente entre la superficie y los 1.200 metros de profundidad, y su rango geográfico de distribución está comprendido desde California en Estados Unidos (40°N) hasta el sur de Chile (52°S), llegando hasta los 140°W en su parte más ancha en la zona ecuatorial. Luego, esta presenta dos tipos de movimientos: latitudinales y longitudinales.

En términos latitudinales, los ejemplares nacidos en el Perú en invierno-primavera migran hacia el sur y son encontrados frente a Chile en el verano donde desovarían por primera vez, luego retornan hacia el norte para terminar desovando en el Perú por segunda vez. Por su parte, los nacidos en Chile también migrarán al Perú para tener su primer desove y luego retornarían a Chile para su segundo desove.

En sentido longitudinal, sólo se tiene antecedentes del stock del hemisferio norte, donde se describe una migración nor-noroeste desde el océano hacia la costa en invierno-primavera y en dirección opuesta durante verano-otoño⁷.

Por otra parte, los antecedentes disponibles sugieren como causas, factores ambientales que determinarían cambios en la productividad de las regiones donde habita, en donde las fluctuaciones de la abundancia de la jibia y otros calamares estarían asociadas a los cambios del régimen de corrientes de borde oriental. En la corriente de Humboldt, los períodos cálidos con mayor influencia de la contracorriente ecuatorial se asocian con períodos favorables para el crecimiento poblacional de la jibia. Podría existir un impacto combinado de la temperatura del mar y la disponibilidad de alimento que controlarían las tasas de crecimiento y comienzo de la madurez, definiendo así la longevidad y talla máxima de esta especie⁸.

Gráfico 2.2: Extracciones de Jibia en Coquimbo y Área de Influencia* (ton)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sernapesca *entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos

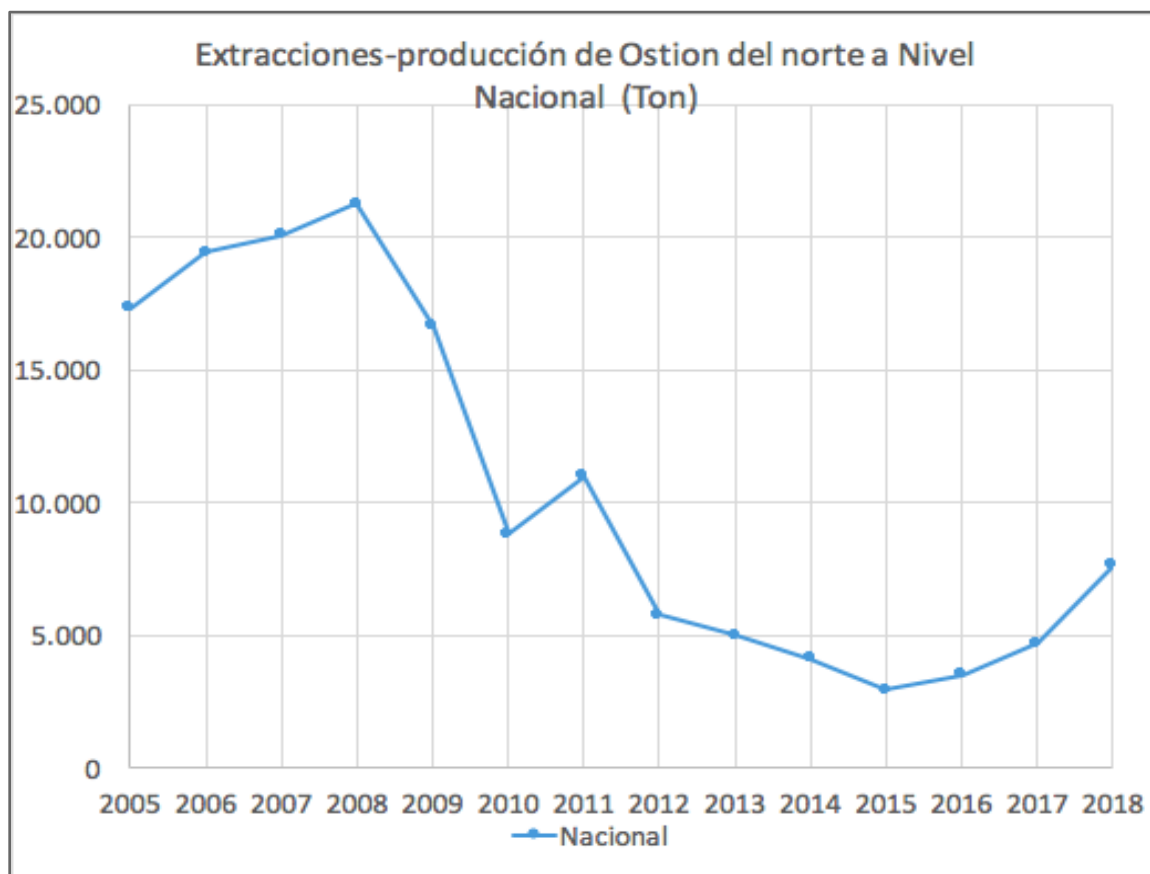
⁷ La Pesquería de Jibia, División de Administración Pesquera Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, abril 2018

⁸ Ibáñez, Christian M, Sepúlveda, Roger D, Ulloa, Patricio, Keyl, Friedemann, & Pardo-Gandarillas, M. Cecilia. (2015). The biology and ecology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda) in Chilean waters: a review. *Latin american journal of aquatic research*, 43(3), 402-414. <https://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue3-fulltext-2>

En términos de la extracción a nivel Regional, Coquimbo ha presentado en los últimos 6 años una baja sostenida en la extracción de jibia, mostrando un leve aumento en el año 2016, para luego bajar notoriamente durante el siguiente año, llegando apenas a 1.200 ton/año en 2018. Así mismo, la participación de esta región en los desembarques de jibia a nivel nacional ha ido a la baja, desde 24 y 28% de participación en los años 2012 y 2013 respectivamente, hasta un 7% al año 2017. En cuanto al área de influencia (entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos) se observa que ésta se comporta de manera similar al nivel nacional, esto dado que la extracción se concentra en la región del Biobío, la que ha tenido un alza desde el año 2015, con aproximadamente 60.000 ton/año, llegando el 2017 a extraer más de 100.000 ton.

En cuanto al cultivo del Ostión del Norte, se observa un fuerte decaimiento entre los años 2008 y 2015, mostrando un leve aumento el año 2011 con sobre 10.000 ton/año. Desde el año 2015, la tendencia es al alza en la extracción de esta especie.

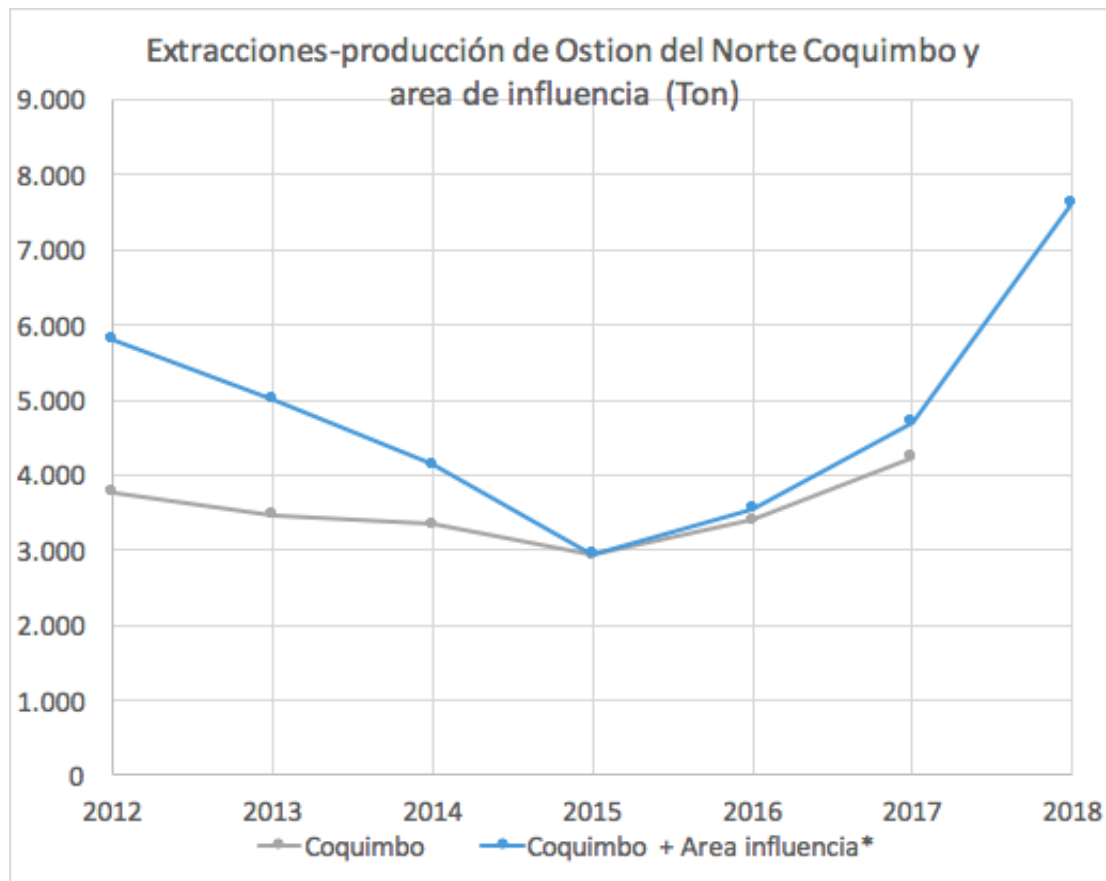
Gráfico 2.3: Cultivo de Ostión del Norte a nivel nacional (ton)



Fuente: Sernapesca

Observando los cultivos (extracciones) a nivel de la región de Coquimbo y el agregado de área de influencia (entre regiones de Tarapacá y Los Ríos) se observa una tendencia similar a la del gráfico anterior, esto dado que la región de Coquimbo concentra entre el 60% y 90% de las extracciones a nivel nacional. El resto de las extracciones de los cultivos se concentran principalmente en la Región de Atacama (entre el 35 y 10%).

Gráfico 2.4: Cultivos de Ostión del Norte en Coquimbo y Área de Influencia* (ton)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sernapesca *entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos

Cabe destacar que la bahía de Tongoy, una de las que registraba la mayor producción ostionera de la región y el país, fue golpeada por un tsunami derivado de un terremoto ocurrido en Japón precisamente el año 2011. Luego, fue afectada por temporales que destruyeron infraestructura de cultivo y finalmente fue víctima de un nuevo maremoto por causa del terremoto que afectó la zona el año 2015, esto tuvo consecuencias tales como cierre de empresas y también la caída en la masa desovante de ostiones, que afectó la disponibilidad de larvas y obtención de semillas. Todo lo anterior explica lo que muestra el gráfico 2.4 en términos de la caída de extracciones en la región entre los años 2011 y 2015.

II.i Disponibilidad de recursos de Jibia y Ostión del Norte

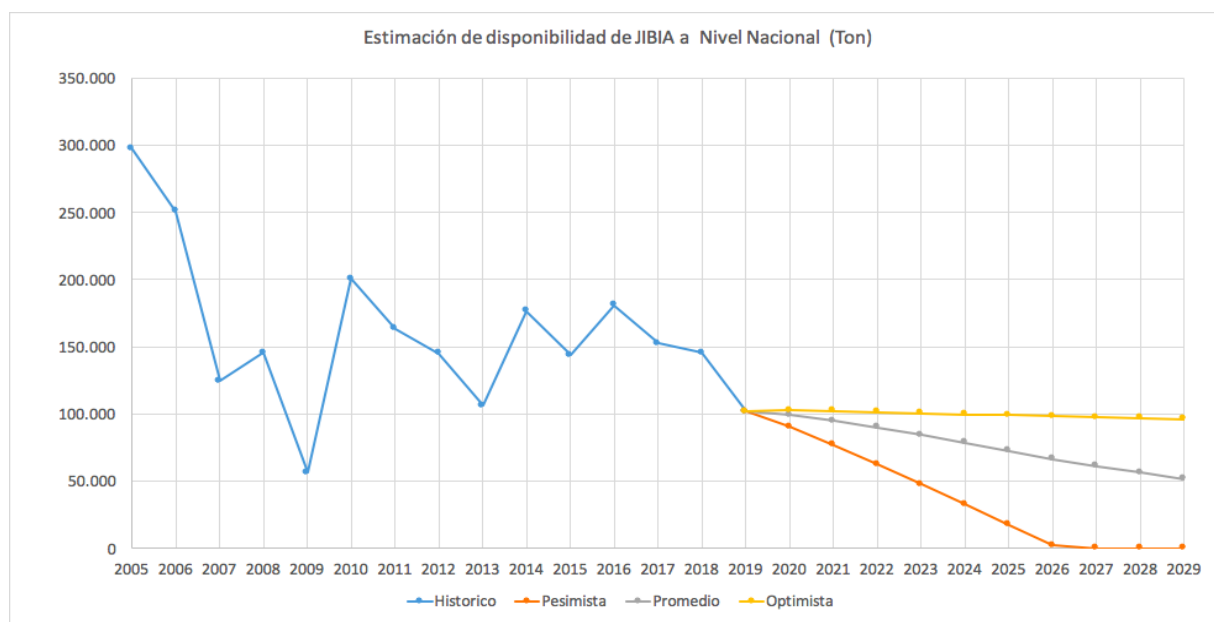
Con el fin de estimar los recursos disponibles para producir bioproductos, es necesario analizar las extracciones potenciales en el horizonte de estudio del proyecto de inversión (10 años). Para esto, es necesario hacer dos análisis por separado: cualitativo y cuantitativo.

Respecto al análisis cualitativo, se decidió utilizar un método de regresiones lineales con diferentes series de años de datos de las extracciones -producción de recursos a estudiar (Jibia y Ostión del Norte). Se realizaron estimaciones con diferentes combinaciones de años (14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7 años) y se analizaron los resultados para determinar y calcular, en cada año, una estimación promedio, optimista y pesimista.

Estimación de disponibilidad de recurso Jibia a 10 años:

En el caso del recurso Jibia, el resultado de la estimación con combinaciones de datos de 14 a 7 años arrojó en todos los casos estudiados una caída en la extracción del recurso. En el gráfico 2.5, se ve una disminución de recursos en los tres escenarios. En el escenario optimista, se aprecia que se mantiene la disponibilidad de recursos. En el escenario promedio, se obtuvo una disminución hasta las 50.000 ton el año 2029. Para el escenario pesimista, se espera un agotamiento del recurso el año 2026.

Gráfico 2.5: Estimación de disponibilidad de Jibia a Nivel nacional (Ton)



Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia en base a datos de Sernapesca

Respecto a la disponibilidad futura de recursos de la Jibia en la región de Coquimbo, no existe evidencia que permita suponer una recuperación de las extracciones en la región. Dado esto, se usará la estimación de recursos nacional y se considerará en la presente evaluación, el transporte de recursos desde otras regiones del país.

Respecto al análisis cualitativo, se ha identificado, a través de búsqueda en fuentes primarias y entrevistas con actores de la industria, que existen los siguientes drivers que explican y pueden influir en la futura disponibilidad de recursos.

Drivers para disponibilidad futura de Jibia, en base a análisis bibliográfico:

- Efecto de las diferentes corrientes marinas: Las fluctuaciones de la abundancia de la jibia y otros calamares estarían asociadas a las fluctuaciones del régimen de corrientes de borde oriental. En la corriente de Humboldt los períodos cálidos, con mayor influencia de la contracorriente ecuatorial, se asocian con períodos favorables para el crecimiento poblacional de la jibia⁹.
- Fenómenos que afecten la temperatura del agua: El calamar gigante migra cuando las aguas costeras se enfrían¹⁰.
- Fenómenos migratorios¹¹: Las migraciones horizontales del calamar gigante son muy extensas¹². Los juveniles se dispersan desde el área de desove a lo largo de una amplia área hacia el oeste y el ecuador con el curso de las corrientes de vientos alisios y de frontera este. A mayor edad, la jibia migra activamente hacia áreas más productivas, como las aguas de la corriente de Perú (sureste y este), la zona ecuatorial y al hemisferio norte (hacia el noreste y este). Los calamares más grandes migran primero.
- Alteraciones en los volúmenes de peces y camarones: La población de calamar gigante que habita el Golfo de California migra dentro y fuera de él en respuesta a actividades de alimentación y reproductoras¹³. En Chile centro sur (33º-39º), el canibalismo en jibia es importante (17% en peso), además del consumo de peces como merluza de cola

⁹ Arancibia, H., M. Barros, S. Neira, U. Markaida, C. Yamashiro, L. Icochea, C. Salinas, L. Cubillos, Ch. Ibáñez, R. León, M. Pedraza, E. Acuña, A. Cortés y V. Kesternich. 2007. Informe Final Proyecto FIP 2005-38. Análisis del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales. Universidad de Concepción / Universidad Católica del Norte, 299 p. + Anexos.

¹⁰ Sato, T. 1975. II 3 C. Higashitaiheiyo karihorunia Hanto Oki no Amerika Ooakaika *Dosidicus gigas* (Dorbigny) gyogyo kaihatsu no Genjo. Prog. Rep. Squid Fish. Survey World (5): 147-154. Traducción al inglés: Can. Transl. Fish. Aquat. Sci., No 4586, 22 pp.

¹¹ La Pesquería de Jibia, División De Administración Pesquera Subsecretaría De Pesca Y Acuicultura, abril 2018

¹² Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), Cephalopod Life Cycles Vol. I, Species Accounts. Academic Press, London, 475 pp.

¹³ Ehrhardt, N. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 325-332.

(30%), mictófidos (15%) y merluza común (10%), por lo que la disponibilidad de dichos recursos alimenticios son una fuerte razón para la alteración de la presencia de la Jibia en las costas¹⁴.

Validación de estimaciones con expertos:

Las estimaciones presentadas anteriormente fueron presentadas y discutidas con expertos de la industria¹⁵.

Las conclusiones generales de las entrevistas son que el recurso jibia es una especie con alta variabilidad, y que, si bien no se espera que desaparezca de las costas chilenas, si puede variar significativamente su disponibilidad de un año a otro. La mejor manera de estimar la disponibilidad del recurso es a través del estudio de nuevos reclutas que llegan a las costas, en su fase de crecimiento, pero este dato se calcula sólo para el año siguiente, y se puede realizar en los meses de septiembre hasta noviembre, que es la época de llegada de nuevos reclutas a las costas chilenas.

La jibia es un recurso marino particular, debido a que solo vive dos años, donde se reproduce solo una vez y luego muere, y no hay evidencia de lugar de desove, por lo que no es factible estimar con precisión la disponibilidad de recursos para los años siguientes.

En el año 2001, se produjo un fenómeno interesante para la industria chilena, debido a que la jibia se mantuvo en las costas en grandes cantidades hasta el año 2007, pero es un recurso que migra con mucha facilidad, debido a condiciones ambientales de la zona y busca alimentos en un espectro amplio del océano, habiendo estimaciones de biomasa que incluyen desde las costas de California, hasta la región de Magallanes. El recurso viene a zonas productivas en busca de alimentos en su fase de crecimiento.

Se estima que para 2019, se capturen alrededor de 88.000 toneladas de jibia, basados en las capturas a la fecha de junio 2019, y la proyección de futuras capturas, debido al retraso de la llegada de nuevos reclutas.

¹⁴ Cubillos, L., Ibáñez Ch., González C. and A. Sepúlveda 2004. Pesca de Investigación: Pesca de Jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V y X Regiones, año 2003 (Research Fishery: Catch of Jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) with purse seine between V and X Region, Year 2003). Inst. Inves. Pesq. VIII Región. Talcahuano (Chile): pp.1-48.

¹⁵ Antonio Vélez - Consultor en acuicultura AVM Tecnologías acuícolas, y Patricio Gálvez - Investigador Senior Instituto de Fomento Pesquero.

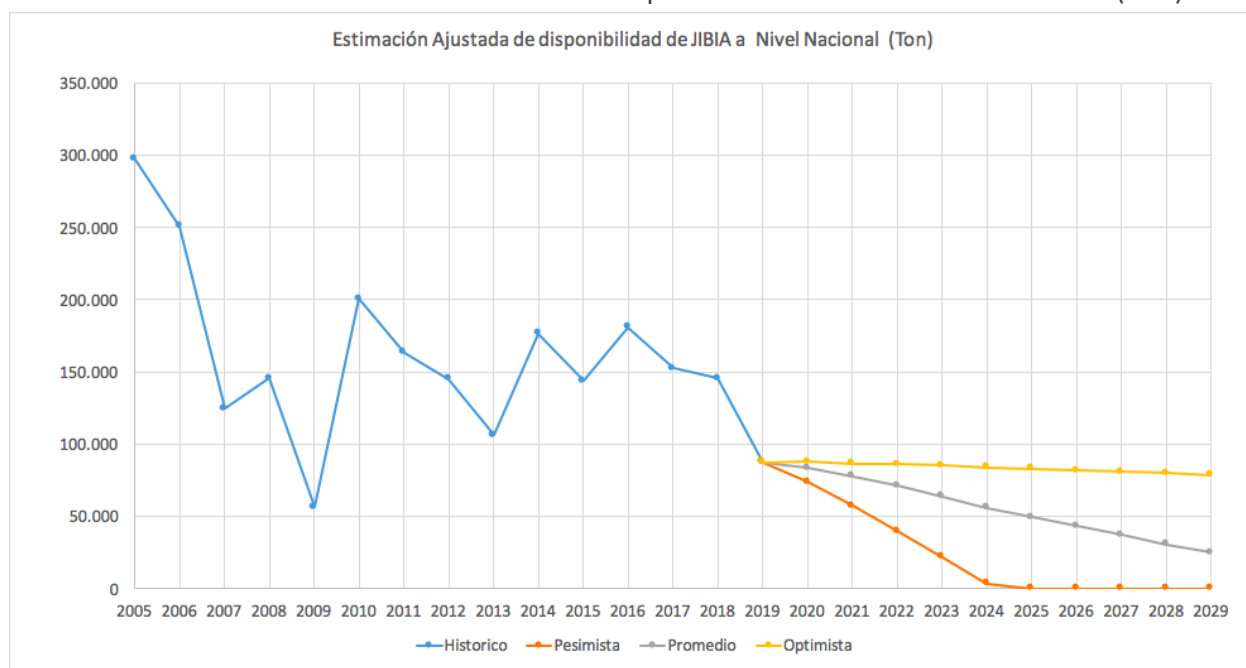
Es importante considerar los siguientes factores para estimar la disponibilidad de recurso:

- Pulso de reclutas de jibia en el periodo de septiembre a noviembre.
- Actividad de flotas chinas más allá de las 200 millas náuticas chilenas que puede afectar el ingreso de jibias al mar territorial chileno.

El primer factor es más factible de estudiar, pero solo se puede hacer en los últimos meses del año. El segundo factor es mucho más difícil de controlar y medir, y aun no es claro la proporción en la que afecta la disponibilidad de recurso.

Dada la validación realizada, y considerando que las estimaciones son año a año, se realizó un ajuste a las estimaciones anteriormente presentadas, con el fin de incorporar estos antecedentes. La disponibilidad de recurso jibia ajustada se presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico 2.6: Estimación **AJUSTADA** de disponibilidad de Jibia a Nivel nacional (Ton)

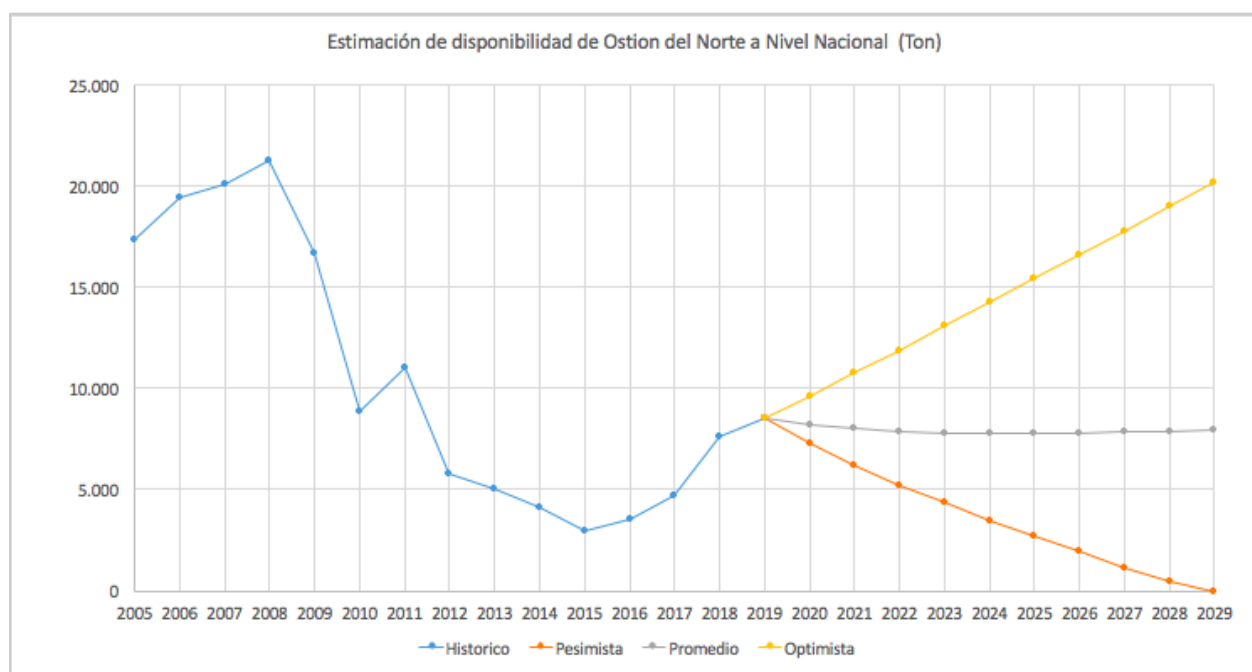


Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia en base a datos de Sernapesca y validación con expertos.

Estimación de disponibilidad de recurso Ostión del Norte a 10 años:

En el caso del recurso de Ostión del Norte, las estimaciones de extracciones para el año 2019 se estiman en 8.548 ton. El resultado de las estimaciones a 10 años, a partir de combinaciones de regresiones de datos entre 14 a 7 años, arrojó mejores resultados que las estimaciones de disponibilidad de la Jibia. Se puede apreciar en el Gráfico 2.7 que existen diferentes escenarios. En el escenario promedio, las estimaciones son que el recurso se mantiene en torno a 7.000 ton/año. En el escenario optimista, se espera un crecimiento y recuperación de los niveles de recursos en torno a las 17.000 ton el año 2029. En el escenario pesimista, se espera un descenso paulatino hasta un agotamiento del recurso el año 2029.

Gráfico 2.7: Estimación de disponibilidad de Ostión del Norte a Nivel nacional (Ton)



Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia en base a datos de Sernapesca

En el caso de la disponibilidad de recursos de Ostión del Norte para la región de Coquimbo, se puede obtener estimaciones fiables a partir los datos estimados a nivel nacional, ya que las extracciones de la región de Coquimbo explican en gran parte el comportamiento de las extracciones a nivel nacional. A su vez representan en promedio el del 83% de las extracciones a nivel nacional¹⁶.

¹⁶ A partir del promedio de datos de Sernapesca

Respecto al análisis cualitativo, se ha identificado a través de búsqueda en fuentes primarias y entrevistas con actores de la industria, que existen los siguientes drivers que explican y pueden influir en la futura disponibilidad de recursos.

Drivers para disponibilidad futura de Ostión del Norte, en base a análisis bibliográfico:

- Fenómenos naturales tales como terremotos, maremotos, etc.: Como aquel que afectó 2011, año en que un tsunami derivado de un terremoto ocurrido en Japón afectó a las costas chilenas. Luego, fueron afectada por temporales que destruyeron parte de la infraestructura de cultivo. Finalmente, en 2015 Chile es víctima de un nuevo tsunami a causa del terremoto que afectó a la zona norte¹⁷.
- La cantidad de alimento disponible en la bahía y los cambios drásticos en la temperatura por algún fenómeno particular pueden llevar al desove repentino de los ostiones, haciendo que estos no puedan ser cosechados, debiendo esperar la época de engorde nuevamente¹⁸.
- Cambios en la demanda de Ostiones del Norte en mercados de destino: Esto considerando que el ostión es una especie de cultivo, por lo que, si la demanda fluctúa en los mercados de destino, los empresarios deciden cultivar menos semillas y por ende bajar la producción a conveniencia de que esto les sea siempre costo efectivo, lo cual afecta directamente la disponibilidad de los subproductos considerados en este proyecto¹⁹.

Validación de estimaciones con expertos:

Las estimaciones de producción futura de Ostión del Norte han sido validadas a través de juicio experto con actores de la industria²⁰. Se ha validado con los expertos, a través de entrevistas, que la producción nacional estará en torno a las 6.000 toneladas para el año 2019, debido a los siguientes factores:

- 1) La demanda de ostiones no es capaz de absorber sobreproducción, por lo que la producción en Chile debe adaptarse a la capacidad productiva de Perú y a la demanda

¹⁷ <http://www.diarioeldia.cl/economia/pesca/tras-crisis-industria-ostion-tiende-recuperacion-expertos-analizan-desafios>

¹⁸ Antonio Vélez, Asesor experto, Visita a terreno - Coquimbo, 2019

¹⁹ Entrevistas con empresarios de la industria del ostión, Visita a terreno - Coquimbo, 2019.

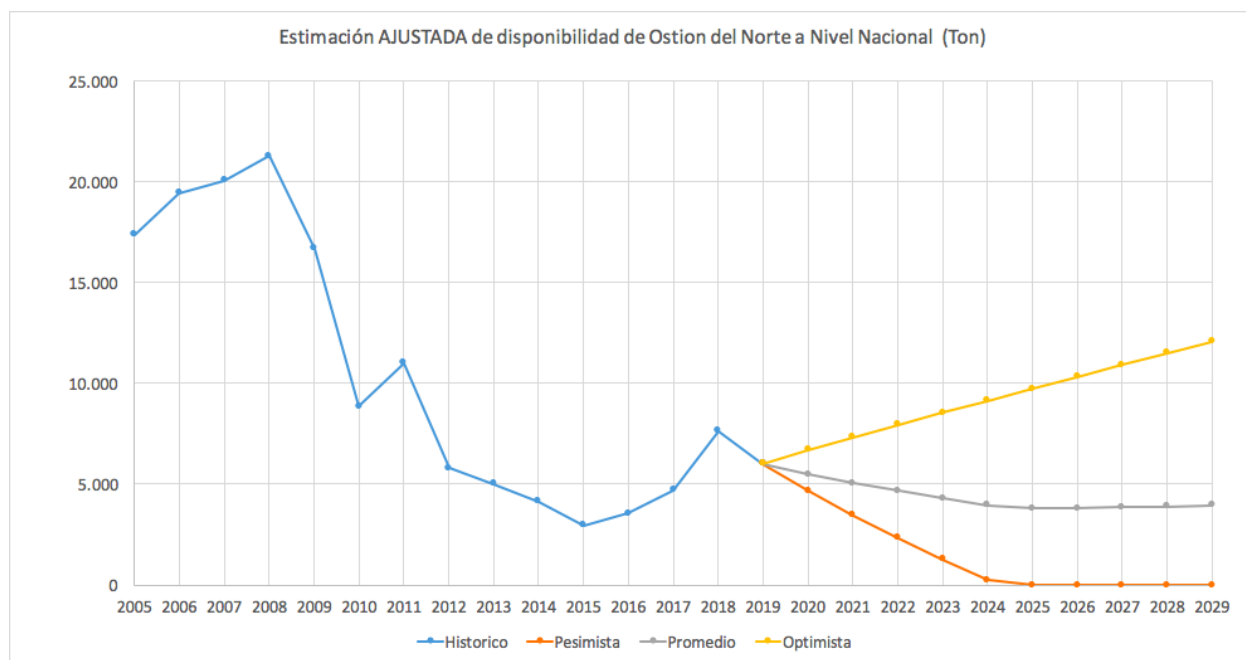
²⁰ Antonio Vélez - Consultor en acuicultura AVM Tecnologías acuícolas, Carolina Oliu - Coordinadora de negocios y transferencia tecnológica Aquapacífico, Leandro Sturla - Gerente General Asociación de Industriales Pesqueros de la Región de Coquimbo, Ivonne Etchepare - jefe centro de cultivo Scallop Chile.

nacional e internacional de ostiones.

- 2) Perú es uno de los principales productores de ostiones, y tiene un costo de cultivo aproximadamente un 25% inferior al costo de cultivo en Chile.
- 3) Hay empresas de la industria que aún tienen stock de cosechas anteriores, por lo que las proyecciones de cultivo para el 2019 son inferiores a las del año 2018.
- 4) Planes de producción de empresas de la industria se han reducido, debido a sobre stock y una mayor producción del mercado peruano.

En base a lo anteriormente indicado, se realizó un ajuste a los volúmenes de producción estimados, el cual se presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico 2.8: Estimación **AJUSTADA** de disponibilidad de Ostión del Norte a Nivel nacional (Ton)



Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia en base a datos de Sernapesca y actores de la industria

II.ii Estimación de desecho disponible potencial (Coquimbo y Área influencia - entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos) a 10 años.

Una vez realizadas las estimaciones del recurso disponible para la realización de los bioproductos definidos en este estudio, es necesario estimar el potencial del desecho disponible sobre el cual se realizarán los procesos productivos para esta obtención.

Potencial desecho disponible Jibia

Para calcular el desecho disponible de la Jibia, se analizó la especie en términos de su composición biológica y los porcentajes de desechos, subproductos y productos principales que maneja la industria, de la cual entre un 30 y 34% se considera desecho²¹ y el resto, producto comercializable compuesto por tentáculos, aletas y filete.

Con el porcentaje de desecho disponible y utilizable para la obtención de los bioproductos, se realiza una estimación de la disponibilidad potencial de estos recursos para los próximos 10 años, tomando como base los datos proyectados y el rango de desechos aprovechables, obteniendo como resultado lo mostrado en la **tabla 2.1** en los tres escenarios estudiados.

Tabla 2.1: Estimación disponibilidad potencial de residuos aprovechables de Jibia Coquimbo + Área de Influencia (entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos) (ton).

Estimación	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Pesimista	23.598	18.373	12.764	6.976	1.096	-	-	-	-	-
Promedio	26.701	24.881	22.727	20.379	17.912	15.851	13.853	11.821	9.767	8.007
Optimista	28.064	27.724	27.488	27.200	26.883	26.550	26.211	25.873	25.540	25.214

Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia

²¹ Entrevista PVA Chile SpA, Visita a Terreno - Coquimbo, 2019.

Las extracciones de Jibia de la región de Coquimbo han representado en promedio un 14,1% respecto a nivel nacional²² y han fluctuado entre el 0,28% y el 28%. A partir de estos datos, se puede estimar la disponibilidad potencial de residuos aprovechables de Jibia para la región de Coquimbo (ver tabla 2.2).

Tabla 2.2: Estimación disponibilidad potencial de residuos aprovechables de Jibia Coquimbo (ton)

Estimación	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Pesimista	205	160	111	61	10	-	-	-	-	-
Promedio	3.758	3.502	3.199	2.868	2.521	2.231	1.950	1.664	1.375	1.127
Optimista	7.858	7.763	7.697	7.616	7.527	7.434	7.339	7.244	7.151	7.060

Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia

Desecho disponible potencial Ostión del Norte

Para ello, se analizó la especie en términos de su composición biológica y los porcentajes de desechos, subproductos y productos principales que maneja la industria. Al analizar un ostión de entre 100 y 80 gramos, se observa que este se comercializa de manera más frecuente como “Media Concha + Músculo + Coral” lo que representa entre un 57 y 50% respectivamente del total del peso del molusco, en cuanto los desechos representan el restante 43 - 50%. De este último existe especial interés en las vísceras, que representan entre 8 y 18,75% del peso total.

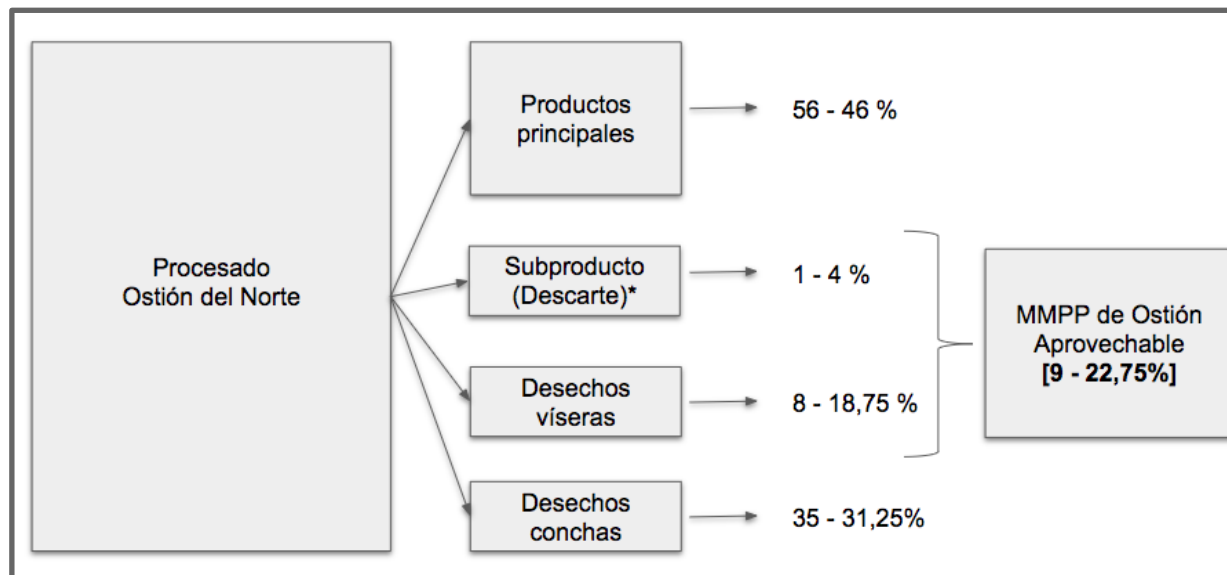
Se ha identificado, a través de visitas a terreno, que el procesamiento de Ostión del Norte en plantas industriales genera: Productos principales (fracción comercial), Subproductos (restos de coral y músculo desechados en su procesamiento), Desechos de Vísceras y Conchas, entre otros. La figura 2.1, explica la distribución porcentual de estos recursos. En el marco de este proyecto, se considera Materia Prima (MMPP) de Ostión del Norte aprovechable para la elaboración de bioproductos a: Desechos Vísceras y Subproductos²³. La MMPP de Ostión del

²² Datos Sernapesca

²³ Los descartes del proceso de maquila hoy se intentan vender con poco éxito y se debe enviar a Relleno Sanitario generando un costo adicional.

norte aprovechable para el proyecto se estima entre el 9 y 22,75%.

Figura 2.1: Desechos de la industria de Ostión del Norte aprovechables para el proyecto.



Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia en base a datos de Scallop Chile S.A. e Invertec Ostimar S.A.

A partir de los datos obtenidos en porcentaje de desecho aprovechable para bioproductos, se realiza una estimación de la disponibilidad potencial obteniendo los resultados mostrados en las Tabla 2.3 y 2.4. Cabe destacar, que se tomaron en cuenta los datos proyectados y el rango de desechos y descarte aprovechables.

Tabla 2.3: Estimación disponibilidad potencial de residuos aprovechables de Ostión del Norte Coquimbo + Área de Influencia (entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos) (ton).

Estimación	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Pesimista	742	551	372	202	39	-	-	-	-	-
Promedio	872	802	740	682	628	604	604	612	620	628
Optimista	1.064	1.165	1.262	1.357	1.451	1.545	1.638	1.732	1.825	1.918

Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia

Tabla 2.4: Estimación disponibilidad potencial de residuos aprovechables de Ostión del Norte Coquimbo (ton).

Estimación	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Pesimista	483	358	242	132	25	-	-	-	-	-
Promedio	727	669	617	569	524	504	504	511	517	524
Optimista	1.059	1.160	1.257	1.352	1.445	1.539	1.632	1.725	1.817	1.910

Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia

II.iii Estimación de bioproductos finales potenciales

Para obtener la estimación de bioproductos finales potenciales, se requiere estimar el rendimiento a obtener. Los rendimientos teóricos utilizados son los siguientes:

Tabla 2.5 Rendimiento teóricos.

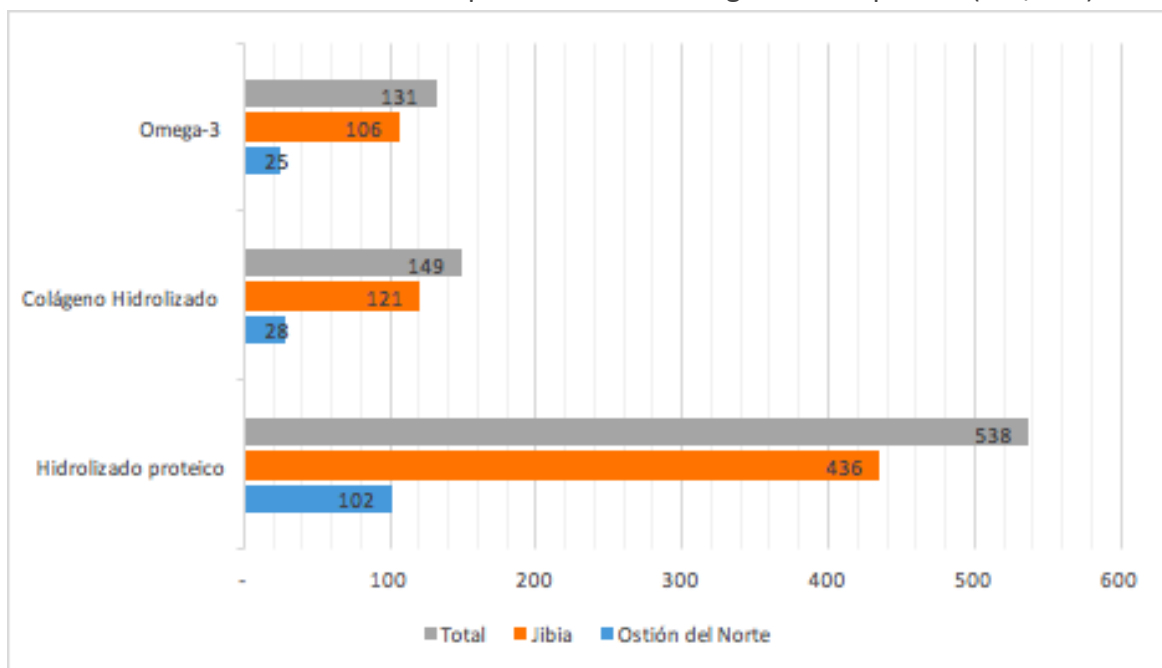
Bio-producto	Descripción	Rendimiento extracción teórico	Fuente
Hidrolizado proteico	Entre los diferentes parámetros bioquímicos, el grado de hidrolisis es una de las características más importantes, ya que influye directamente en la longitud del péptido y en sus propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales. Un grado de hidrolisis (GH) bajo, es decir, entre el 1% y el 10%, mejora las propiedades funcionales de los productos alimenticios como la solubilidad, el poder espumante y el emulsificante; un grado extensivo, es decir mayor al 10%, genera péptidos que tienen elevada solubilidad y presentan mayor absorción gastrointestinal, por lo cual pueden usarse para aplicación en alimentos líquidos y	15 a 18%	“ESTUDIO DE PROSPECCIÓN DE MERCADO DE BIOPRODUCTOS A PARTIR DE RECURSOS MARINOS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO” FChile, 2018

	para dietas de personas de la tercera edad, deportistas, enfermos hepáticos y dietas hipocalóricas.		
Colágeno Hidrolizado	El grado de asimilación o biodisponibilidad depende básicamente de su grado de hidrólisis. El hidrolizado de colágeno (CH) tiene un peso molecular que está entre 3.000 y 5.000 Dalton, lo que permite que su absorción a nivel intestinal supere el 80% a las 6 horas de la ingesta, según demuestran los estudios de biodisponibilidad ²⁴ .	2,7 a 5%	“ESTUDIO DE PROSPECCIÓN DE MERCADO DE BIOPRODUCTOS A PARTIR DE RECURSOS MARINOS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO” FChile, 2018
Omega-3 (concentrado de Omega-3)	Los ácidos grasos son un producto industrial de gran valor nutricional, debido a su contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 de cadena larga, como el docosahexaenoico (DHA), el docosapentaenoico (DPA) y el eicosapentaenoico (EPA). El contenido de EPA y DHA del aceite es un importante parámetro de calidad de este producto. Cuando esta concentración es cercana al 25%, se le llama aceite y tiene la ventaja de ser más económico, pero posee más calorías y es sensorialmente pobre. Cuando la concentración está entre 40% y 90%, se le llama concentrado de omega 3 y posee menos calorías y eliminación de sustratos. Finalmente, el EPA o DHA al 100% se le llama purificado y se trata de un producto para ensayos farmacológicos, tratamientos de algunos casos de cáncer, o de uso como reactivo de laboratorio.	4,4%	A partir del rendimiento de aceites del proceso de hidrolizado proteico 11% y la proporción de aceite/omega 3 (40%). “ESTUDIO DE PROSPECCIÓN DE MERCADO DE BIOPRODUCTOS A PARTIR DE RECURSOS MARINOS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO” FChile, 2018

A partir de los rendimientos de extracción teóricos, se calcula la estimación de bioproductos finales a partir de los recursos disponibles en Coquimbo (Ver gráfico 2.9) y de Coquimbo más área de influencia (entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos) (Ver gráfico 2.10).

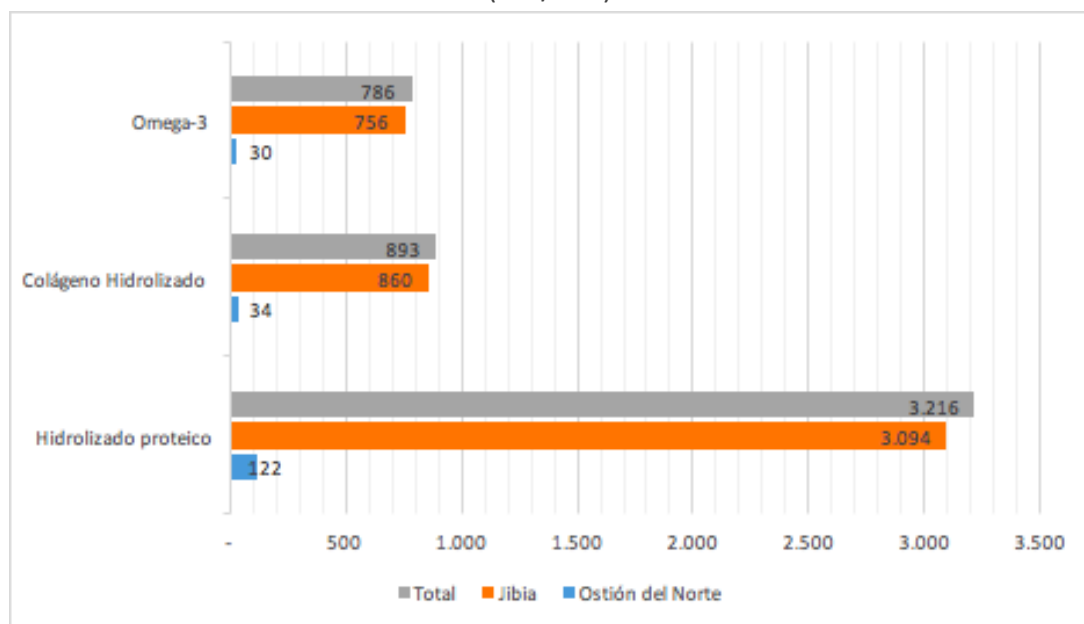
²⁴ Zeijdner EE. Digestibility of collagen hydrolysate during passage through a dynamic gastric and small intestinal model (TIM) Zeijdner-2002.pdf. 2002. p. 13.

Gráfico 2.9: Estimación de bioproductos finales región de Coquimbo (ton/año).



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2.10: Estimación de bioproductos finales región de Coquimbo y Área de influencia* (ton/año).



Fuente: Elaboración Propia *entre la Región de Tarapacá y la de los Ríos

III. TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE COMPONENTES BIOACTIVOS

El siguiente capítulo contempla la descripción de los procesos de obtención de cada uno de los productos abordados en este proyecto, según su aplicación, así como las técnicas involucradas en cada uno de ellos.

III. 1 Descripción de procesos de obtención

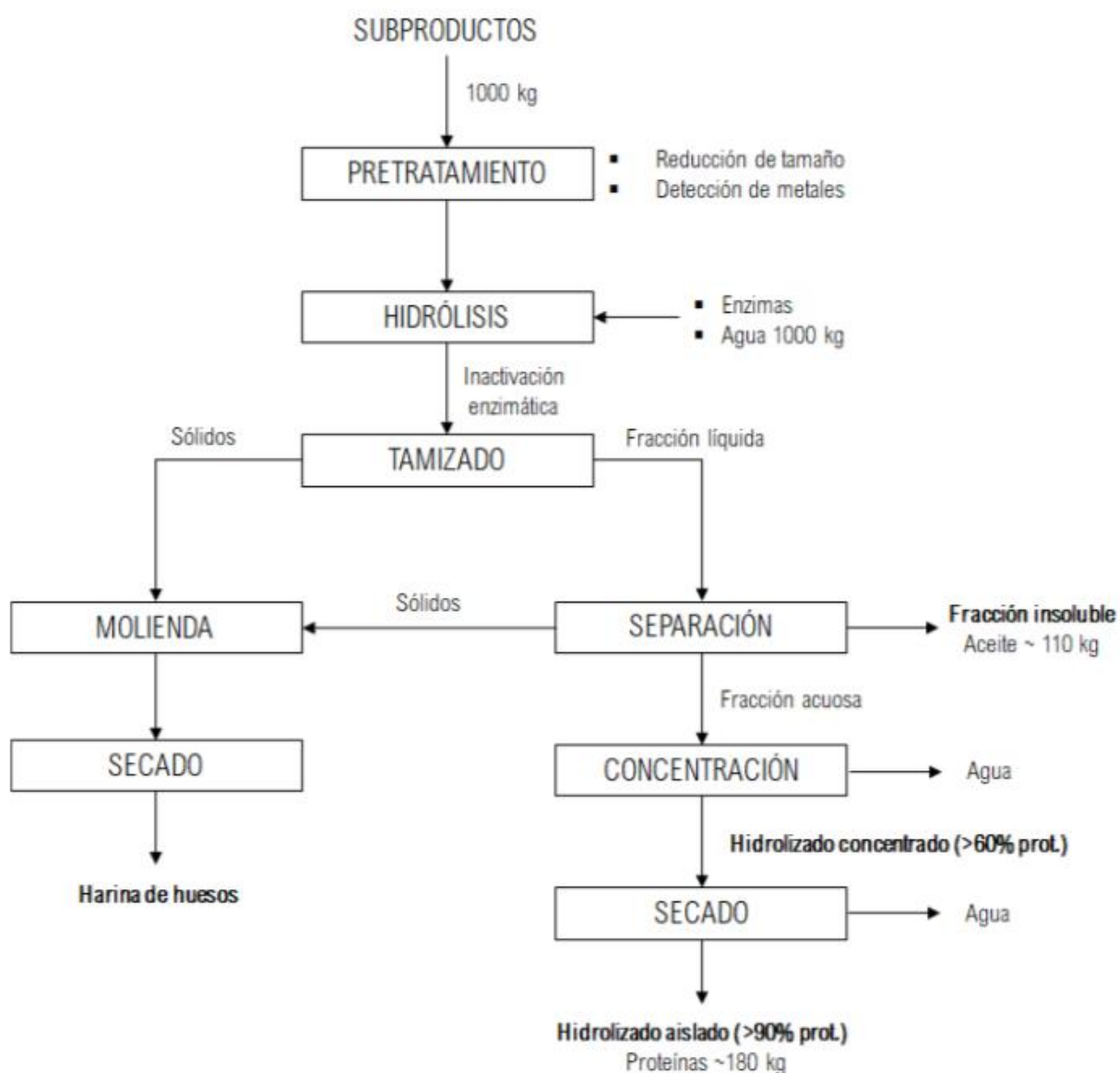
Descripción proceso de obtención Hidrolizado proteico marino

Los hidrolizados se utilizan ampliamente en la tecnología alimentaria por sus propiedades tanto nutricionales como funcionales²⁵. Luego, el uso dependerá principalmente de la fuente proteica utilizada, el tipo de proteasa usada en el proceso de hidrólisis mismo, las condiciones de dicho proceso y el grado de hidrólisis alcanzado en la reacción, ya que estos determinarán la composición del hidrolizado.

Las operaciones unitarias básicas para la producción de hidrolizados proteicos de pescado u otros organismos marinos se muestran en los siguientes diagramas de flujo con diferente nivel de detalle.

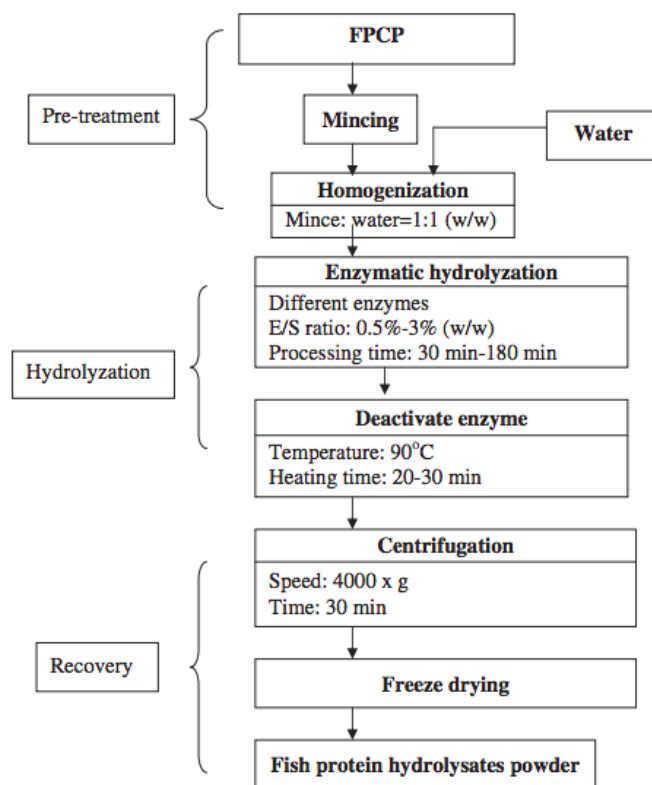
²⁵ Biológica, Química & Benítez, Ricardo & Ibarz, Albert & Pagán, Jordi. (2008). Protein hydrolysates: Processes and applications [Hidrolizados de proteína: Procesos y aplicaciones]. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. 42

Figura 3.1: Etapas del proceso de hidrólisis enzimática de pescado u otros organismos marinos, con rendimiento máximo teórico de acuerdo con la composición proximal de jurel (*Trachurus murphyi*).



Fuente: “Estudio de prospección de mercado de bioproductos a partir de recursos marinos de la región de Coquimbo” FChile, 2018.

Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso enzimático asociado a la obtención de proteína hidrolizada marina.



Fuente: Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP). He, S., Franco, S., & Zhang, W. (2013)

El proceso mostrado en las figuras se puede dividir de forma genérica en tres etapas, un pretratamiento en donde se debe mezclar el músculo o subproducto con agua y molienda, y poseer un bajo contenido de grasa²⁶, una segunda etapa en donde se realiza la hidrólisis con parámetros determinados y su respectiva inactivación enzimática posterior y finalmente la recuperación, etapa en la que se centrifuga y separa la grasa de la fase proteica para luego secarla a fin de obtener el hidrolizado²⁷.

²⁶ Khantaphant, S., Benjakul, S., & Ghomi, M. (2011). The effects of pretreatments on antioxidative activities of protein hydrolysate from the muscle of brownstripe red snapper (*Lutjanus vitta*). *LWT – Food Sci Technol*, 44 (4), 1139 – 1148. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.009>

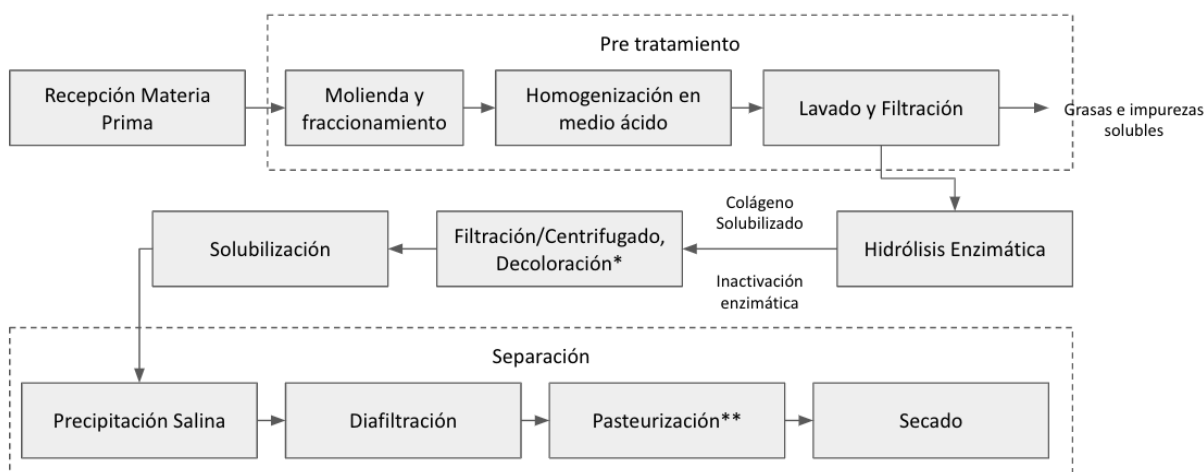
²⁷ He, S., Franco, S., & Zhang, W. (2013). Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP). *Food Res Int*, 50 (1), 289 – 297. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.031>

Descripción proceso de obtención Colágeno hidrolizado marino

En base a bibliografía existente, se indica que la mejor fuente de colágeno en los pescados es la piel, mas en el caso de la jibia, el colágeno está presente principalmente en el manto, tentáculos y aletas, siendo estos dos últimos un descarte de la industria procesadora, el cual puede ser aprovechado completamente para la obtención de colágeno²⁸.

Las operaciones unitarias básicas para la producción de colágeno desde pieles de pescado o descartes de jibia se muestran en la figura 3.3. Se observa que primero se recibe la materia prima proveniente de descartes y subproductos de la industria, luego debe ser lavada para remover impurezas y pasada por un proceso que disminuya su tamaño para ser procesado. Luego pasa a la etapa de hidrólisis enzimática, con su respectiva inactivación enzimática. Finalmente, el colágeno solubilizado debe ser filtrado mediante una centrífuga, generalmente para pasar luego a una pasteurización, secado y empackado.

Figura 3.3: Diagrama de flujo del proceso de obtención de colágeno a partir de subproductos marinos.



Fuente: Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis sp.*) y cachama (*Piaractus brachypomus*), Serrano Gaona J., Universidad Nacional de Colombia, 2011 y Empresa Connoils www.connoils.com

*La decoloración también puede ser llevada a cabo luego del proceso de hidrólisis.

**Se considera el proceso de pasteurización cuando el producto final debe ser apto para consumo humano.

²⁸ Informe Final - "Estudio de prospección de mercado de bioproductos a partir de recursos marinos de la región de coquimbo". Fundación Chile

Para mantener la calidad suficiente para garantizar su uso alimentario, la materia prima de la cual se extraerá el colágeno debe mantener una trazabilidad, estándares de calidad en todos sus procesos y la cadena de frío en todo momento para mantener los estándares de inocuidad alimentaria de un producto destinado a consumo humano.

Por otra parte, el criterio para seleccionar con qué especies se debe trabajar este proceso, dependerá de la biodisponibilidad en el producto elegido y el costo alternativo del mismo.

Descripción proceso de obtención Omega 3

La calidad del aceite de pescado u obtenido de subproductos marinos viene fuertemente definida por el contenido de EPA y DHA. Este puede ser obtenido de diferentes especies de peces, moluscos, algas, etc. y dicha materia prima está compuesta principalmente por tres fracciones mayoritarias que son los sólidos, el aceite y agua²⁹. El propósito de los diferentes métodos existentes es separar estos componentes en la mayor medida posible, dichos métodos incluyen cocción, uso de solventes y, recientemente, extracción mediante fluidos supercríticos, por vía enzimática y por ensilajes ácidos/químicos o biológicos^{30 31}.

El aceite crudo obtenido de estos diferentes procesos contiene impurezas que dependen del método utilizado, y requieren un proceso posterior de purificación para alcanzar características de calidad que lo transformen en apto para el consumo humano, y con ello además agregando valor según su grado de refinación. Para ello, es necesario considerar un procedimiento que permita mantener los componentes deseables como el omega 3 y otros, minimizando la pérdida de aceite y maximizando la disponibilidad de los componentes benéficos³².

El método más utilizado para la producción a escala industrial suele ser el prensado húmedo y se realiza en cuatro etapas: cocción, prensado, decantación y centrifugación. A continuación, se muestran, además, otras técnicas utilizadas para este fin con sus respectivas ventajas y/o desventajas.

²⁹ Bonilla-Méndez, J. R., & Hoyos-Concha, J. L. (2018). Métodos de extracción, refinación y concentración de aceite de pescado como fuente de ácidos grasos omega-3. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3), 621-644.

³⁰ Mbatia, B., Adlercreutz, D., Adlercreutz, P., Mahadhy, A., Mulaa, F., & Mattiasson, B. (2010). Enzymatic oil extraction and positional analysis of Omega 3 fatty acids in Nile perch and salmon heads. *Process Biochemistry*, 45(5), 815- 819. doi:10.1016/j.procbio.2010.02.010

³¹ Menegazzo, M. L., Petenuci, M. E., & Fonseca, G. G. (2014). Production and characterization of crude and refined oils obtained from the co-products of Nile tilapia and hybrid sorubim processing. *Food Chemistry*, 157, 100-104. doi:10.1016/j.foodchem.2014.01.121

³² Vaisali, C., Charanyaa, S., Belur, P. D., & Regupathi, I. (2015). Refining of edible oils: a critical appraisal of current and potential technologies. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1), 13-23. doi:10.1111/ijfs.12657

Tabla 3.1: Comparación de los métodos de extracción de aceite con sus ventajas y desventajas.

Método de extracción de aceite	Ventajas	Desventajas
Extracción por solventes	Se basa en la solubilidad de los lípidos en solventes orgánicos y su insolubilidad en agua, gracias a lo cual pueden ser separados de ésta y de sus componentes solubles, como proteínas, carbohidratos y minerales.	Se utiliza generalmente para propósitos analíticos, no industriales debido a el uso de sustancias incompatibles con el uso alimentario. Algunos de ellos son métodos que usan éter de petróleo ³³ , mezclas de cloroformo / metanol / agua ³⁴ y heptano / etanol / agua / SDS ³⁵ . Requiere de una muestra de materia prima relativamente seca. Es destructivo y genera grandes cantidades de solvente residual. Implica alto consumo de tiempo.
Extracción por fluidos supercríticos (EFSC)	Uso de temperatura moderada y ambiente libre de oxígeno. Menor tiempo de extracción. Uso de CO ₂ como solvente inerte y seguro, y no permanece en el producto final.	Alto costo de la aplicación de la tecnología para un nivel industrial.
Ensilaje (ensilaje químico, hidrólisis enzimática o biológica)	Proceso más simple y económico en inversión y gasto energético. No se emplean solventes ni altas temperaturas. Permite prevenir la oxidación de grasas y recuperar ácidos grasos esenciales, hidrolizados proteicos, colágeno, entre otros.	Los procesos enzimáticos pueden encarecer la aplicación industrial.

Es importante destacar que, en el proceso de hidrólisis enzimática a partir de recursos marinos para la obtención de proteínas hidrolizadas, también se obtiene aceite como un producto secundario, el cual es de alta calidad. La referencia al aceite como producto secundario se debe a que no es el objeto primario del proceso.

³³ Adeniyi, O. D., & Bawa, A. A. (2006). Mackerel (*Scomber scombrus*) oil extraction and evaluation as raw materials for industrial utilization. Leonardo Journal of Sciences(8), 33–42.

³⁴ Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37, 911–917.

³⁵ Burton, G. W., Webb, A., & Ongold, K. U. (1985). A mild, rapid and efficient method of lipid extraction for use in determining vitamin E / lipid ratios. Lipids, 20, 29–39.

III.2 Descripción de la técnica

1. Descripción de técnicas para obtención de Hidrolizados proteicos:

A continuación, se realizará una descripción de cada una de las técnicas dentro del proceso mencionado en el inciso anterior.

1.1. Pretratamiento:

El primer paso necesario es el acondicionamiento de la materia prima antes de comenzar su procesamiento, esto para detectar la presencia de metales, impurezas, separación de huesos o similares de mayor tamaño o residuos que no deban ser procesados. Además, se realiza un tratamiento de pre-molienda a fin de que, al reactor de la etapa siguiente, entre materia prima en su mínima fracción. Existe, sin embargo, la posibilidad de realizar una separación posterior con el objeto de mejorar el rendimiento del proceso de hidrólisis.

El propósito de esta etapa es preparar la mezcla de agua y subproducto con bajo contenido en grasa para el siguiente paso. Esta mezcla suele ser realizada en partes iguales de materia prima/agua para formar una suspensión homogénea. Se debe tener especial cuidado con las proporciones, dado que aumentar la cantidad de agua no aumenta la recuperación de proteínas hidrolizadas, pero reducirla si las disminuye³⁶.

1.2. Hidrólisis:

El siguiente paso es la hidrólisis, esta puede ser realizada químicamente mediante ácido o alcalino, o biológicamente mediante enzimas. La hidrólisis química afecta la calidad nutricional de los péptidos resultantes, siendo la vía enzimática la más ventajosa, debido a que en el proceso hay mayor control y selectividad, además, este es menos drástico y genera un producto de mayor valor nutricional³⁷. Se debe considerar que los tratamientos enzimáticos pueden encarecer el proceso a escala industrial.

³⁶ Protein Hydrolysates from Pacific Whiting Solid Wastes, Soottawat Benjakul[†] and Michael T. Morrissey*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1997 45 (9), 3423-3430 DOI: 10.1021/jf970294g.

³⁷ Cecopesca. (Centro Técnico Nacional de Conservación de Productos de la Pesca). (2012). El aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad-alimentaria/06-Guia_Subproductos_tcm7-248616_tcm7-320453.pdf.

Tabla 3.2: Comparación del proceso de hidrólisis químico o enzimático para producir hidrolizados proteicos a partir de subproductos marinos.

Método de procesamiento	Ventajas	Desventajas
Químico (ácido o alcalino)	Alta recuperación proteica. Bajo tiempo de procesamiento. Bajo costo de procesamiento.	Ausencia de hidrolizados homogéneos. Amargor. Funcionalidades pobres. Alto contenido de sal. Corrosión del equipamiento de trabajo. Difícil control de la reacción. Formación de sustancias tóxicas como lisinoalanina. Formación de D-aminos que no pueden ser procesadas por el humano.
Enzimático	Bajo amargor en los hidrolizados finales. Mantención de las funcionalidades y valores nutricionales en los hidrolizados. Bajo contenido de sal. Produce hidrolizados homogéneos.	Mayor costo de procesamiento. Mayor tiempo de procesamiento.

Fuente: He, S., Franco, C., & Zhang, W. (2013). Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP).

Las principales características del hidrolizado se van a determinar en gran medida por el grado de hidrólisis, que es el porcentaje de enlaces peptídicos rotos en relación con la proteína original. Este grado de hidrólisis será determinado por las condiciones utilizadas en el proceso, tales como: concentración de sustrato, relación enzima/sustrato, tiempo de incubación y condiciones de pH y temperatura. Por ello, la hidrólisis se realiza en un reactor, con control de agitación, pH, temperatura y tiempo del proceso.

El sustrato se disuelve o resuspende en agua hasta que el pH y la temperatura se estabilizan, para luego agregar la enzima proteasa, dando inicio al proceso de hidrólisis. La temperatura de procesamiento y el pH se ajustan a los valores óptimos de la enzima seleccionada. La relación enzima/sustrato y el tiempo de procesamiento se configuran de acuerdo con las funcionalidades deseadas y la recuperación de proteínas de los hidrolizados de proteínas

finales³⁸. La selección de enzimas es esencial para la preparación de atributos funcionales de hidrolizados de proteínas.

Para finalizar el proceso, la enzima debe ser inactivada mediante calor o disminución de pH o una combinación de ambos.

1.3. Recuperación:

En la última fase de recuperación, el proceso termina con los hidrolizados secos hasta obtener un polvo, dado que las formas líquidas pueden deteriorarse rápidamente debido al alto contenido de agua y la facilidad con que las bacterias utilizan las proteínas como sustratos. La forma de polvo de los hidrolizados de proteínas tiene una clara ventaja, ya que es más liviana y más fácil de transportar que la forma líquida, y se puede almacenar por períodos de tiempo más prolongados. Sin embargo, aumenta el costo de producción, principalmente en energía, por lo tanto es importante identificar el formato de venta más adecuado según lo requiera el cliente.

La fase de recuperación se divide en los siguientes procesos:

1.3.1. Separación:

La separación del caldo de hidrolisis, preferentemente se lleva a cabo en decanter de tres fases o tricanters, que son equipos centrífugos con tambor macizo y tornillo sinfín, capaces de separar mezclas de tres fases, por ejemplo, dos fases líquidas inmiscibles (fase aceite y fase acuosa) y una fase sólida³⁹. Marcas conocidas de decanters son Alfa Laval y Flottweg.

1.3.2. Concentración:

La corriente de fase acuosa rica en proteínas y péptidos solubles proveniente del tricanter, requerirá ser concentrada hasta aproximadamente un 60% de sólidos, para generar un producto microbiológicamente estable. Esto se realiza en equipos de evaporación/concentración, tales como evaporadores flash o de película descendente⁴⁰. Hay variadas marcas en el mercado como SiccaDania o Nomia.

³⁸ He, S., Franco, C., & Zhang, W. (2013). Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP). Food Research International, 50(1), 289–297. doi: 10.1016/j.foodres.2012.10.031

³⁹ Informe Final - “Estudio de prospección de mercado de bioproductos a partir de recursos marinos de la región de coquimbo”. Fundación Chile

⁴⁰ Informe Final - “Estudio de prospección de mercado de bioproductos a partir de recursos marinos de la región de coquimbo”. Fundación Chile

1.3.3. **Secado:**

Finalmente, la fase acuosa rica en proteínas concentradas, puede transformarse en un aislado proteico removiendo agua adicional para llevar el producto a >90% de sólidos. Esto se hace mediante procesos de secado. Para ello, puede utilizarse secadores spray (ej. GEA), liofilizadores, u otros equipos. Como fase previa al secado, es posible hacer fraccionamiento de péptidos según tamaño molecular, lo cual se lleva a cabo en procesos de ultra o nanofiltración por membranas. Es importante considerar que el proceso de secado puede aumentar los costos de producción dado el elevado nivel de consumo energético.

1.4. **Almacenamiento:**

Como se mencionó anteriormente, los hidrolizados de proteína se suelen almacenar secos, normalmente a una temperatura de 4°C o menor, a veces al vacío. Las temperaturas más bajas y la eliminación de oxígeno reducen la velocidad de reacción oxidativa de los alimentos, por lo tanto prolongan su vida útil⁴¹.

2. **Descripción de técnicas para obtención de Colágeno Hidrolizado**

A continuación se realiza una descripción de cada una de las técnicas dentro del proceso de obtención de colágeno hidrolizado.

2.1. **Pretratamiento:**

Debido a que en los subproductos a procesar están presentes muchos compuestos, entre ellos grasa y proteína, así como microorganismos y células cromatóforas, las células que proporcionan el color a la piel, la materia prima debe ser tratada mediante procesos físicos y químicos antes de pasar a un proceso enzimático que sea capaz de solubilizar el colágeno.

En primer lugar se debe pasar por un proceso de molienda y fraccionamiento, a fin de disminuir el tamaño, luego se debe proceder a la eliminación de la grasa y separación de las proteínas solubles que son distintas al colágeno, mediante su solubilización en un medio ácido con ácido clorhídrico a baja temperatura, a fin de mantener la funcionalidad del producto final y no correr el riesgo de desnaturalización de la proteína.

⁴¹ Lin, T. M., Durance, T. D., & Scaman, C. H. (1998). Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International*, 31(2), 111–117.

2.2. Hidrólisis enzimática:

La función de esta etapa es eliminar las proteínas distintas al colágeno presentes en la piel de pescado u otros recursos marinos. Esto puede ser realizado mediante diferentes métodos, tales como el tratamiento con hidróxido de sodio, enzimas comerciales, tratamiento con proteasas, entre otros.

Respecto del tratamiento con hidróxido de sodio, se debe considerar que este producto es un agente irritante, que al entrar en contacto con las proteínas de los tejidos vivos, produce su rompimiento por efectos de hidrólisis⁴². Luego de la hidrólisis, los aminoácidos y péptidos más pequeños se liberan al medio acuoso, pero al ser una base fuerte, podría así mismo hidrolizar la molécula de colágeno, por lo que se debe tener cuidado con las temperaturas y concentraciones.

La fracción insoluble rica en colágeno, es recuperada vía enzimática mediante el uso de pepsinas (proteasas generalmente ocupadas para este fin), donde se debe evaluar la variedad y dosis a utilizar, según cada materia prima. La concentración de enzimas a utilizar en el proceso de hidrólisis, dependerá de la actividad enzimática de ésta.

En cuanto al tratamiento con proteasas, estas se encuentran naturalmente en organismos vivos, donde se usan para la digestión molecular y la reducción de proteínas no deseadas. Estas enzimas catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos de las proteínas y pueden romper, ya sean enlaces peptídicos específicos, dependiendo de la secuencia de aminoácidos de la proteína, o pueden reducir un péptido completo a aminoácidos. Esta propiedad permite utilizar proteasas para eliminar proteínas diferentes al colágeno presentes en los subproductos utilizados como materia prima.

Mediante experimentación, ha sido posible comprobar que la enzima TanG Plus- aunque presenta un mayor costo por kilogramo y se asocia al uso de sales para mantener constante el pH- no aumenta los costos de producción debido a las cantidades mínimas que se utilizan en el tratamiento, así mismo es un tratamiento menos agresivo con las pieles y con el ambiente en comparación con el tratamiento químico con hidróxido de sodio. El tratamiento con hidróxido de sodio, a su vez requiere una etapa adicional donde se elimine la grasa de las pieles, esta etapa es suprimida si se trabaja con enzimas, ya que estas eliminan una gran cantidad de grasa presente en las pieles⁴³. Estos beneficios permiten decir que es mejor seleccionar el

⁴² Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis* sp) y cachama (*Piaractus brachipomus*), Serrano Gaona J., Universidad Nacional de Colombia, 2011.

⁴³ Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis* sp) y cachama (*Piaractus brachipomus*), Serrano Gaona J., Universidad Nacional de Colombia, 2011.

tratamiento enzimático sobre el químico en cuanto a la eliminación de proteínas no colagenosas en el tratamiento de los subproductos, si se toma en cuenta tan solo la dimensión operativa del mismo.

2.3. Solubilización

En esta etapa se solubiliza en medio ácido el colágeno presente en la materia prima. Con esta etapa termina el proceso de extracción. Los reportes indican al ácido acético como el agente utilizado para solubilizar el colágeno⁴⁴, (Nagai and Suzuki 1999; Wang et al. 2008; Duan et al. 2009) en concentraciones cercanas a 0,5 M.

Los factores de tratamiento importantes para esta etapa son la concentración de la solución ácida, el tiempo de reacción, la temperatura y la relación peso materia prima.

2.4. Separación

La materia resultante de la etapa de hidrólisis y solubilización debe ser separada en sus fases acuosa, oleosa y sólida para poder pasar al proceso de precipitación salina, diafiltración y secado. Para esto, se utiliza un decanter de tres fases o tricanter, que son equipos centrífugos con tambor macizo y tornillo sinfín capaces de separar mezclas de tres fases, por ejemplo, dos fases líquidas inmiscibles (fase aceite y fase acuosa) y una fase sólida⁴⁵.

2.5. Purificación

Luego de la hidrólisis enzimática se realiza una etapa de separación, precipitado salino de proteínas y posterior diafiltración para la eliminación de la sal, finalizando con una etapa de secado, el cual dependerá del tipo de producto final al que se quiere llegar.

2.5.1. Precipitación Salina

En esta etapa se recupera el colágeno de la solución ácida precipitándolo con una solución de cloruro de sodio a un pH determinado, gracias a las cargas iónicas que esta sal proporciona a la proteína, permitiendo su precipitación.

⁴⁴ Nagai, T. and T. Suzuki (1999). "Isolation of collagen from fish waste material: (skin, bone and fins)." Food Chemistry 68:277-281.

⁴⁵ Informe Final - "Estudio de prospección de mercado de bioproductos a partir de recursos marinos de la región de coquimbo". Fundación Chile

2.5.2. Diafiltración

La diafiltración es una modificación de la ultrafiltración en la cual se adiciona agua o solución diluyente a la alimentación, con el fin de facilitar el permeado de algunos componentes a través de la membrana, en este caso particular se busca eliminar la sal del proceso.

El precipitado producto de la etapa de precipitación salina anterior, se re-disuelve en una solución de ácido acético 0,5M hasta obtener una concentración de 0,05% de colágeno, esta nueva solución de colágeno se pre-filtra utilizando una membrana de celulosa para finalmente ser diafiltrada y eliminando con ello los iones de cloruro y sodio de la solución de colágeno.

2.5.3. Secado

Finalmente el proceso termina con el secado de la solución utilizando técnicas que dependen del uso final que se le desea dar al producto terminado. Las principales alternativas son el secado por liofilización, secado al vacío, secado spray, secado por tambor rotatorio y secado convencional en horno. El secado por liofilización utiliza tecnología más desarrollada, pero de altos costos de inversión y operación, mientras que la alternativa operacionalmente competitiva es el secado spray, que permite obtener como producto final el ingrediente en polvo.

3. Descripción de técnicas para obtención de Omega3

De los métodos de extracción de aceite mencionados, la utilización de enzimas tales como endopeptidasa (Alcalase® - Empresa Novozymes), proteasa bacteriana de *Bacillus* sp. mezcla de endo y exopeptidasa (Protamex® - Empresa Novozymes), hidrolasa de éster carboxílico (Lecitase Ultra® - Empresa Novozymes) y proteasa neutra de *Bacillus amyloliquefaciens* (Neutrase®- Empresa Novozymes), se han presentado como alternativa más segura que los solventes orgánicos. La técnica enzimática que utiliza la proteasa para la extracción de aceite se ha vuelto más interesante para lograr un producto seguro, que no contiene disolventes químicos, que no requiere de altas temperaturas y utiliza un corto tiempo de extracción, por lo que se considera un método adecuado para dicho fin⁴⁶.

⁴⁶ Babajafari S, Moosavi-Nasab M, Nasrpour S, Golmakani MT, Nikaein F. Comparison of Enzymatic Hydrolysis and Chemical Methods for Oil Extraction from Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Waste and Its Influence on Omega 3 Fatty Acid Profile. *Int J Nutr Sci* 2017;2(2):58-65.

3.1. Pretratamiento

El primer paso necesario es el acondicionamiento de la materia prima antes de comenzar su procesamiento. Se realiza un tratamiento de molienda a fin de que al reactor de la etapa siguiente entre materia prima en su mínima fracción.

Finalmente, y antes de entrar a la etapa de hidrólisis, se debe realizar una inactivación de las enzimas endógenas, lo que generalmente se realiza mediante la aplicación de temperatura.

3.2. Hidrólisis enzimática

Luego comienza el proceso de hidrólisis, en el cual se deberá poner especial atención a parámetros como concentración de sustrato, relación enzima/sustrato, tiempo de la reacción, condición de pH y temperatura. El sustrato se disuelve o resuspende en agua hasta que el pH y la temperatura se estabilizan, para luego agregar la proteasa, dando inicio al proceso de hidrólisis. La temperatura de procesamiento y el pH se ajustan a los valores óptimos de la enzima seleccionada.

El tratamiento enzimático degrada los componentes de la pared celular, facilitando así la liberación de aceite de la célula. Cabe destacar sí, que para grandes volúmenes de subproducto a procesar, se requieren cantidades importantes de enzimas, lo que puede llegar a encarecer el proceso a nivel industrial. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la baja demanda de energía para la producción a gran escala como factor a comparar con el resto de los métodos. Además, la aplicación de proteasa en la extracción de proteína a partir de residuos marinos mejora la eficiencia de extracción de aceite⁴⁷.

Finalmente, se debe realizar una inactivación enzimática, esto se realiza calentando la muestra y manteniendo un pH determinado, generalmente 35-40 ° C a un pH inicial (6.8) durante 90 min⁴⁸.

3.3. Centrifugación

Luego se pasa al proceso de centrifugación, en donde las condiciones generales suelen ser 5000rpm, 15°C y 20 minutos. Al finalizar este proceso se crean tres fases, la fase oleosa en la parte superior, la fase de proteína líquida en el medio y el lodo en la parte inferior, por lo que se debe pasar al proceso de extracción para el rescate del aceite.

⁴⁷ Gbogouri GA, Linder M, Fanni J, et al. Analysis of lipids extracted from salmon (*Salmo salar*) heads by commercial proteolytic enzymes. Eur J Lipid Sci. 2006;108:766-75

⁴⁸ Babajafari S, Moosavi-Nasab M, Nasrpour S, Golmakani MT, Nikaein F. Comparison of Enzymatic Hydrolysis and Chemical Methods for Oil Extraction from Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Waste and Its Influence on Omega 3 Fatty Acid Profile. Int J Nutr Sci 2017;2(2):58-65.

3.4. Separación

Para la separación/extracción de la fase oleosa existen dos métodos altamente reconocidos, el primero es el método biológico y el segundo es el método soxhlet que utiliza solventes. El método soxhlet muestra ser significativamente más eficiente en su proceso (en términos de costos y tiempo), mas se debe considerar que logra extraer cantidades similares de ácidos grasos (mas no de la composición de este) que el método biológico por lo que este último sigue siendo la alternativa preferida, debido a que no utiliza solventes químicos y es más seguro para la salud humana. Se suele preferir el método biológico debido a que en los ácidos grasos resultantes de este, se encuentra un mayor contenido de omega-3 que cuando se utiliza el método soxhlet⁴⁹.

3.5. Refinamiento

La etapa final del proceso, una vez separado el aceite, es el proceso de refinamiento o purificación de este a fin de eliminar todas las impurezas que lo hacen inaceptable para su consumo. Estas impurezas pueden ser insolubles, fosfolípidos, ácidos grasos libres, humedad, minerales, pigmentos, etc., y son las responsables de disminuir la calidad en el aceite, por lo que deben ser eliminadas cuidando el mantener los compuestos deseables como los omega 3 por ejemplo.

El procedimiento de refinación tradicional incluye varias etapas, como desgomado, neutralización, blanqueado, desodorización y, en algunos casos, hibernación, aunque esta podría ser considerada en mayor medida un método de concentración de ácidos grasos poliinsaturados⁵⁰. Cada una de las etapas es especialmente importante para retirar las distintas clases de compuestos (ver tabla 3.3) y es el proceso más estudiado y aplicado a nivel industrial para la refinación de aceites de pescado.

⁴⁹ Babajafari S, Moosavi-Nasab M, Nasrpour S, Golmakani MT, Nikaein F. Comparison of Enzymatic Hydrolysis and Chemical Methods for Oil Extraction from Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Waste and Its Influence on Omega 3 Fatty Acid Profile. *Int J Nutr Sci* 2017;2(2):58-65.

⁵⁰ Bonilla-Méndez, J. R., & Hoyos-Concha, J. L. (2018). Métodos de extracción, refinación y concentración de aceite de pescado como fuente de ácidos grasos omega-3. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3), 621-644.

Tabla 3.3: Tipos de componentes removidos por los diferentes tipos de refinación y su efecto en la calidad del aceite.

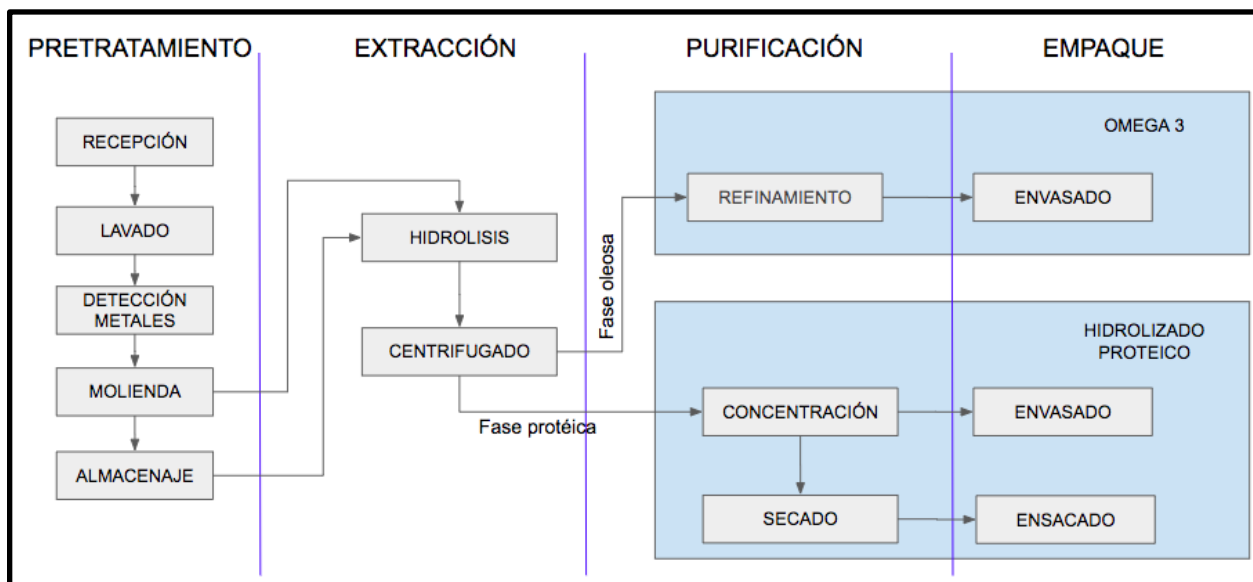
Tipo de componente	Efecto en la calidad del aceite	Etapas de refinación para su remoción
Fosfolípidos	Sedimentación en el producto, menor estabilidad a la oxidación	Desgomado
Ácidos grasos libres	Prooxidantes de acilglicerolos, menor estabilidad a la oxidación	Neutralización
Pigmentos	Disminución de la calidad sensorial	Blanqueado
Iones y complejos metálicos	Nocivos, prooxidantes	Neutralización, blanqueado
Productos de oxidación	Provocan mal sabor y rancidez, además de ser nocivos	Neutralización, blanqueado, desodorización
Contaminantes orgánicos persistentes (pop)	Toxicidad	Blanqueado
Humedad	Prooxidante	Secado

Fuente: Adaptación de Cmolik y Pokorny (2000) y Vaisali et al. (2015)

III. 3 Propuesta proceso integrados

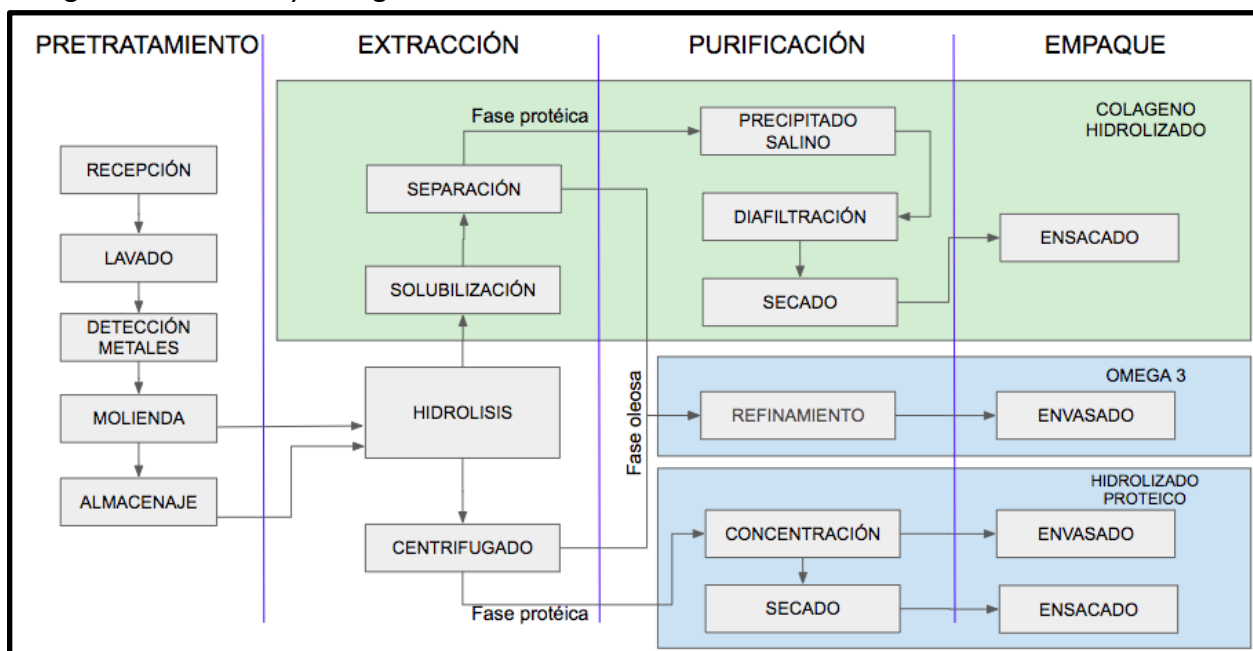
A partir de los procesos productivos individuales de bioproductos, se ha diseñado dos alternativas de procesos integrados: una alternativa para producir Hidrolizado proteico y Omega 3, y otros para producir Hidrolizado proteico, Colágeno hidrolizado y Omega 3, según las siguientes figuras:

FIGURA 3.4: Propuesta de proceso integrado para producción de Hidrolizado proteico y Omega 3.



Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia.

FIGURA 3.5: Propuesta de proceso integrado para producción de Hidrolizado proteico, Colágeno hidrolizado y Omega 3.



Fuente: Scientia 2019 - Elaboración Propia.

IV. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Este capítulo tiene por objetivo el determinar las capacidades de producción necesarias para la disponibilidad de materia prima. Cabe destacar que el ejercicio de determinar el tamaño de una unidad productiva está limitado por las relaciones que existen entre el tamaño productivo, la demanda, la disponibilidad de las materias primas y el financiamiento, entre otros. El enfoque propuesto en este capítulo es analizar la capacidad productiva según la disponibilidad de desechos del procesamiento de Ostión del Norte y Jibia en las regiones de Coquimbo y su área de influencia.

Respecto a la disponibilidad de materias primas en la región de Coquimbo, se puede afirmar lo siguiente:

- **Respecto al Ostión del Norte:** Existe una disponibilidad en torno a las 567 ton/año de desechos aprovechables para producir bioproductos en la región de Coquimbo. Esta disponibilidad es estable y puede ser complementada con 112 ton/año de desechos aprovechables que están disponibles en el área de influencia a la región de Coquimbo. Dado que la disponibilidad de MMPP de Ostión del Norte tiene una estacionalidad que afecta la extracción 1 o 2 meses al año, se debe contemplar bodegaje del recurso para asegurar el suministro continuo.
- **Respecto a la Jibia:** En la región de Coquimbo se ha constatado una disminución de la extracción de Jibia. A nivel nacional se ve una disminución del recurso de menor envergadura respecto a la región de Coquimbo. Los volúmenes de extracción son más altos que el Ostión del Norte, por ello, se puede estimar para la región de Coquimbo una disponibilidad promedio de 2.420 ton/año con una tendencia a fluctuar fuertemente año a año.

Dado que no existe un aprovechamiento de los desechos de Jibia y Ostión del Norte en la región de Coquimbo, se puede afirmar que existe un 100% de disponibilidad de estos recursos aprovechables para ser usados como materia prima. Esta disponibilidad ronda los 2.987 ton/año.

Dado lo anterior, se proponen dos alternativas de tamaño de planta respecto a la disponibilidad de recursos en la región de Coquimbo:

ALTERNATIVA 1: Capacidad productiva potencial sea igual a la disponibilidad promedio de recursos de la región.

La capacidad productiva potencial es la siguientes:

Capacidad productiva Potencial mensual	248,92 ton/mes
--	----------------

La alternativa 1 contempla lo siguiente:

- Al utilizar todos los desechos disponibles, hace poco factible económicamente la entrada de un segundo actor en el mercado.
- Si el recurso jibia disminuye en la región, existen otros recursos equivalentes que pueden aprovecharse.

ALTERNATIVA 2: Capacidad productiva potencial sea el doble a la disponibilidad promedio de recursos en la región.

La capacidad productiva potencial es la siguientes:

Capacidad productiva Potencial Ampliada mensual	497,83 ton/mes
---	----------------

La alternativa 2 contempla posicionar a la región como un hub de aprovechamiento de recursos marinos en Chile. Esta alternativa, es más riesgosa que la alternativa 1, dado que requeriría una mayor inversión y está sujeta a costos de traslado de materia prima.

Se podrían agregar otras alternativas con mayor capacidad de producción, pero éstas se verían rechazadas, dado que la localización óptima de esas plantas sería posicionada fuera de región de Coquimbo.

Una vez determinada la capacidad productiva por vía del análisis de la disponibilidad de materias primas (alternativas), se valida el análisis con los siguientes pasos:

- Análisis de dicha capacidad propuesta inicialmente respecto a la demanda.
- Cálculo de tamaños de equipamiento y costos, considerando costos de almacenamiento requerido por efecto de estacionalidades⁵¹.
- Optimización del tamaño productivo a partir de evaluación financiera.

A partir del tamaño de producción definido en 248,92 ton/mes, se evaluaron las siguientes alternativas por línea de producto:

Alternativa A: Colágeno hidrolizado (Granel Suplemento Alimenticio), hidrolizado proteico (Granel Alimentación Animal) y omega 3 (Granel Suplemento Alimenticio).

Alternativa B: Hidrolizado proteico (Granel Alimentación Animal) y omega 3 (Granel Suplemento Alimenticio).

Alternativa C: Colágeno hidrolizado y Omega 3 (Granel Suplemento Alimenticio).

⁵¹ Es importante destacar que en el caso del ostión, si bien existe una estacionalidad de 1 o 2 meses, estos no son fechas fijas como en otros recursos (Ej. el 2017 la baja fue en enero y marzo, el 2018 fue en Julio y agosto, y en lo que va del año 2019 aún no se contemplan bajas tan grandes como años anteriores). Por su parte, la Jibia tiene un periodo ideal de captura (cuando los especímenes ya tienen el tamaño suficiente) de Marzo a agosto, más la aparición de estos especímenes depende de diversos factores mencionados en el capítulo 2, por lo que tampoco es posible definir si la producción será o no constante para los meses mencionados. Dada la variabilidad en la estacionalidad de los recursos, es que se recomienda trabajar con procesos de congelamiento de la materia prima en los meses en que exista superávit respecto al tamaño de producción de la planta, a fin de compensar aquellos meses en que la estacionalidad determine un déficit de la MMPP respecto a la cantidad posible de procesar en la planta. Los costos asociados a esta etapa de congelamiento de insumos, es abordada al calcular el tamaño de equipamiento y costos, ya que evidentemente esta etapa encarecerá el proceso completo de producción.

V. EQUIPAMIENTO PLANTA PROCESO

A continuación se muestra una descripción de los equipos que son requeridos y sus opciones para cada uno de los procesos abordados en los capítulos anteriores. Además, se adjuntan uno o más links e imágenes de referencia para los diferentes procesos y equipos necesarios cuando estos son más especializados. Estos son una referencia a fin de facilitar el entendimiento del tipo y funcionamiento de la maquinaria, ya que no determinan ni recomiendan empresa, marca ni modelo a utilizar en este estudio.

Pretratamiento

- **Recepción:** Para el proceso de recepción de materia prima se requerirá una balanza industrial para el pesaje de los desechos aprovechables. Este proceso sirve además como control a fin de saber cuánta materia prima se está comprando a los diferentes proveedores. Se determinó una balanza industrial de 1.000 kilos como suficiente para el proceso.
- **Lavado:** El proceso de lavado de la materia prima que entra al proceso se realiza en estanques con agua recirculante o simplemente con agua detenida que se reemplaza continuamente.



- **Molienda:** Dado que la materia prima que entra al proceso es casi en su totalidad partes blandas a las cuales solo se requiere disminuir su tamaño para generar una mezcla homogénea con la solución de agua, basta con un molinillo de doble eje, que muchas veces viene integrado en la estación de lavado a fin de tener un proceso continuo.

Link: <https://www.jwcla.com/product/fish-cleaning-station/> ,
<https://www.jwcla.com/product/1-hydro-inline/> , <https://www.alfalaval.lat/productos-y-soluciones/soluciones-de-procesos/soluciones-para-aceite-de-oliva/molinos/>

Extracción

- **Hidrólisis enzimática:** Para realizar la hidrólisis enzimática, generalmente se utilizan tanques de gran volumen de procesamiento en lote, en estos equipos una de las operaciones críticas es el mezclado. Esta operación está influenciada por el tipo de mezclador, la forma y geometría de las paletas y el tiempo la velocidad de mezclado.

El equipo consiste de un tanque reactor que suele estar operado de forma digital a través de un PLC, en el que es factible controlar tanto la temperatura como la velocidad de agitación.



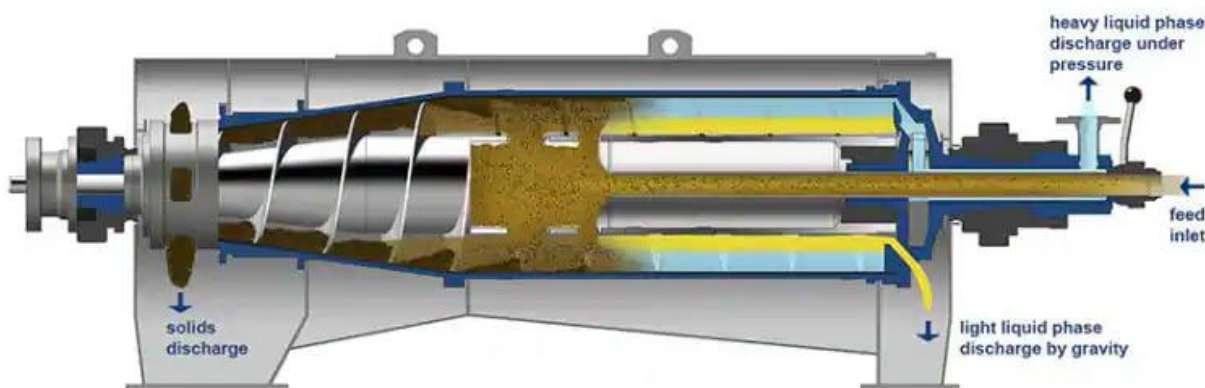
El tanque debe ser de acero inoxidable, contar con un sistema de calentamiento que logre temperaturas constantes, sistema de control de temperatura, voltaje, presión y agitación a fin de poder regular los parámetros con exactitud según la enzima utilizada.

Link: <https://www.orbitaingenieria.com/es/team/reactores-con-agitaci%C3%B3n-y-emulsi%C3%B3n> , <http://www.tecam.cl/preparacion-de-reactivos.html>

- **Solubilización:** Para el proceso de solubilización se puede utilizar un reactor con control de agitación, pH, temperatura y tiempo, tal como el utilizado en el proceso de hidrólisis. En este caso, los factores de tratamiento a controlar son la concentración de la solución ácida, el tiempo de la reacción, la temperatura y la relación entre la solución y el peso de la materia prima, es por esto que se requiere un reactor con control de variables.

Link: <https://www.orbitaingenieria.com/es/team/reactores-con-agitaci%C3%B3n-y-emulsi%C3%B3n> , <http://www.tecam.cl/preparacion-de-reactivos.html>

- **Centrifugado/ Separación:** Para el centrifugado, que es la etapa donde se realiza la separación de las diferentes fases (acuosa, lipídica y sólida), se suele utilizar un decanter de tres fases también conocidos como tricanter. Estos son equipos centrífugos de tambor macizo y tornillo sin fin que poseen la capacidad de separar directamente la mezcla en las tres fases necesarias para este proceso. La diferencia principal con un decanter tradicional es la posibilidad de descargar separadamente las fases líquidas (acuosa y lipídica) directamente.



Respecto a la descarga de la fase lipídica, en casos en los que se requiera alcanzar una particular y alta pureza de aceite, por ejemplo para la recuperación de los ácidos grasos Omega 3 o una alta calidad del aceite para el consumo humano, una opción consiste en purificar el aceite proveniente del estanque utilizando la una centrifuga de discos.

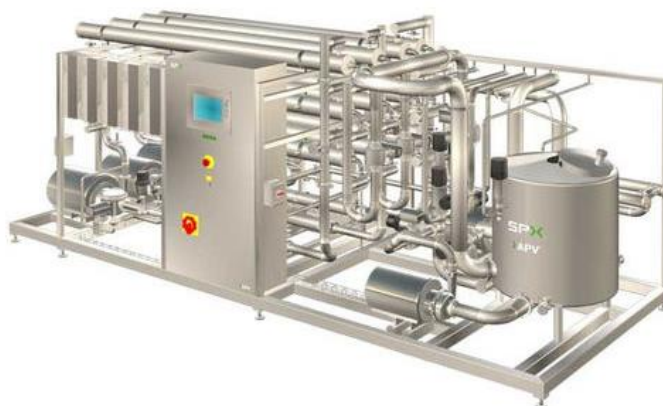
Link: *Tricanter® Flottweg* - <https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/tricanter/>, *Centrifuga de Discos Flottweg* - <https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/centrifuga-de-discos/>, *Alfa Lavar Foodec* - <https://www.alfalaval.lat/productos-y-soluciones/separacion/separadoras-centrifugas/decantadores-centrifugos/foodec/>

Purificación

- **Precipitación Salina:** En esta etapa se recupera el colágeno de la solución ácida, precipitándolo con una solución de cloruro de sodio a un pH determinado, gracias a las cargas iónicas que esta sal proporciona a la proteína permitiendo su precipitación. Para esto se suele utilizar un estanque de acero inoxidable con agitación, dado que se debe mezclar la solución de cloruro de sodio. También es necesario que cuente con control de pH para que la reacción ocurra en condiciones óptimas.

Link: https://docs.wixstatic.com/uqd/4764b8_ef3a2ce04e804d51b4e1c0352e48536d.pdf ,
https://www.saqabsrl.com/sistemas-de-agitacin?qclid=Cj0KCQjwz8bsBRC6ARIsAEyNnvr8DpqK4qZdG3nn6_qJ3mtsh1skweN4Wo1M4ohqSjDkljahchqtF74aAq1MEALw_wcB

- **Diafiltración:** La diafiltración es una modificación de la ultrafiltración, en la cual se adiciona agua o solución diluyente a la alimentación, con el fin de facilitar el permeado de algunos componentes a través de la membrana, en este caso particular se busca eliminar la sal precipitada en las etapas anteriores del proceso.



Link: <https://www.directindustry.es/prod/apv/product-5697-1166299.html> , <http://hidro-water.com/productos/industrial/sistemas-compactos-de-ultrafiltracion/>

- **Concentración:** Para este proceso se requieren equipos de concentración o evaporación tales como evaporadores flash o evaporadores de película descendente. En estos últimos, la mezcla desciende por gravedad por los tubos en forma de fina película en donde, para conseguir una buena distribución en los tubos, se suelen utilizar boquillas pulverizadoras. Los evaporadores flash por su parte poseen ventiladores de suministro y escape lo que permite la operación del secador con una presión neutral en la entrada de alimentación, simplificando así la alimentación del producto en el secador

Link: <https://siccadania.dk/flash-dryers/> , <https://spanish.alibaba.com/product-detail/automatic-flash-evaporation-and-smell-remove-system-203525845.html?spm=a2700.8699010.normalList.37.62c5313a1XJUqu>

- **Secado:** Para este proceso se pueden utilizar diferentes tipos de secado, como por ejemplo secadores spray, liofilizadores, secado al vacío, secados por tambor rotatorio y secado convencional en horno. Si bien el secado por liofilización se presenta como la mejor tecnología, los costos de inversión y operación restringen su uso, por lo que se

suele recomendar el secado en spray, dado que es una alternativa rápida y competitiva, y permite obtener un producto de buena calidad, ya que permite usar varias temperaturas de aire de secado, sin afectar las cualidades del producto, y es un proceso continuo y constantemente controlado.



Link: <https://www.quiminet.com/shr/es/galaxie-secado-spray-258307861.htm> ,
<https://www.gea.com/es/products/gea-spray-cooler.jsp> ,
<https://www.tetrapak.com/cl/processing/spray-drying> ,
http://www.galaxie.com.ar/productos_proceso.php

- **Refinamiento:** La refinería de aceite por lo general puede incluir las siguientes secciones: desgomado, neutralización, decoloración, desodorización y desparafinado. Estas se suelen lograr mediante dos métodos; el refinado físico y el refinado químico. La refinación física significa la eliminación de las gomas en el aceite durante el proceso de desgomado con un método especial y la eliminación de ácidos libres grasos en el proceso de desodorización por vapor. En cambio, el refinado químico implica la eliminación de ácidos grasos libres de forma química (ácido-base de neutralización).

Para la refinación se suele usar un sistema de desodorización continuo, que mediante un generador de vapor de alta presión en un sistema de circuito cerrado, produce vapor para aplicaciones de alta temperatura, que se utiliza como fuente de calor en el proceso para eliminar sabores y olores indeseables de los aceites comestibles, dejando el aceite libre de toxinas.



Link: <https://www.sigmathermal.com/products/high-pressure-steam-generators/> ,
<https://www.alfalaval.lat/productos-y-soluciones/soluciones-de-procesos/soluciones-para-aceites-vegetales/edible-oil-refining-process-systems/continuous-deodorization-systems/softcolumn/>

Empaque

- **Envasado:** Para el proceso de envasado de aceite se requerirán estanques industriales de 500 litros para almacenamiento, estos deberán ser de acero inoxidable y contar con los sellos adecuados para evitar filtraciones. Además, se requerirá una balanza con plataforma industrial para el control del llenado de los estanques en la cantidad y peso correcto, esta será de 1.000 kilogramos y deberá poseer una pantalla LED/LCD retroiluminada y tener una superficie contra deslizamientos.
- **Ensacado:** Tanto para la proteína como para el colágeno hidrolizado el proceso de empaque será en seco por lo que se requerirá de una máquina ensacadora o embolsadora. Estas máquinas pueden completar automáticamente el siguiente trabajo: pesaje, llenado de bolsas de niple, bolsas de sellado, u otro, con una ayuda manual de un operador. Debido a que poseen un diseño según el estándar GMP, se adaptan más a los materiales fluídicos o de baja fluidez, tales como materiales en polvo.

Laboratorio de Calidad

Se propone la instalación de un laboratorio de calidad en la planta para fines de toma de muestra y estudio, para la calibración de enzimas y la detección de metales pesados en la materia prima a utilizar, así como en los productos finales.

Para ello se determinaron los siguientes equipos:

Reactor: En este caso se requiere un reactor de las mismas características técnicas que el utilizado para la hidrólisis, pero de tan solo 5 litros. Deberá poseer control de agitación, temperatura, pH y tiempo, y ser de acero inoxidable o vidrio, ya que se trabajan solo con muestras.

Balanza: Se requerirán dos tipos de balanzas, de precisión para el pesaje de enzimas y sustratos, y una balanza normal que pueda pesar hasta 30 kilos, a fin de pesar las soluciones y materias primas a utilizar en los diferentes procesos.

Filtro de Vacío: Para el proceso de filtración se utiliza un filtro de vacío a fin de separar las fases obtenidas en el proceso de hidrólisis, esto se realiza a alta velocidad en condiciones de vacío, es un dispositivo modificado basado en un reactor de vidrio de una sola capa.



Horno: Se requiere un horno de laboratorio a fin de realizar el proceso de secado de las muestras, y con ello llegar al producto final. En este caso basta con un horno de rango entre 100 y los 400°C dado el volumen de muestras que se deben secar.

Freezer de Laboratorio: Este es requerido a fin de mantener muestras de materia prima congelada y en buen estado para poder realizar pruebas y comparaciones constantemente. En este caso basta una capacidad de 50L que mantenga el producto congelado hasta -40°C.



Espectrómetro: Este dispositivo será utilizado para las pruebas de detección de metales pesados. Es un instrumento de medición multiparamétrico de metales pesados tipo, tales como cromo, hierro, cobre, níquel, zinc, entre otros. Además, este equipo puede almacenar datos a fin de realizar comparativas de las diferentes muestras y pruebas realizadas en periodos de tiempo determinados.



A continuación se muestra una tabla resumen (Tabla 5.1) con todos los equipamientos descritos en este capítulo, necesarios para los diferentes procesos de producción.

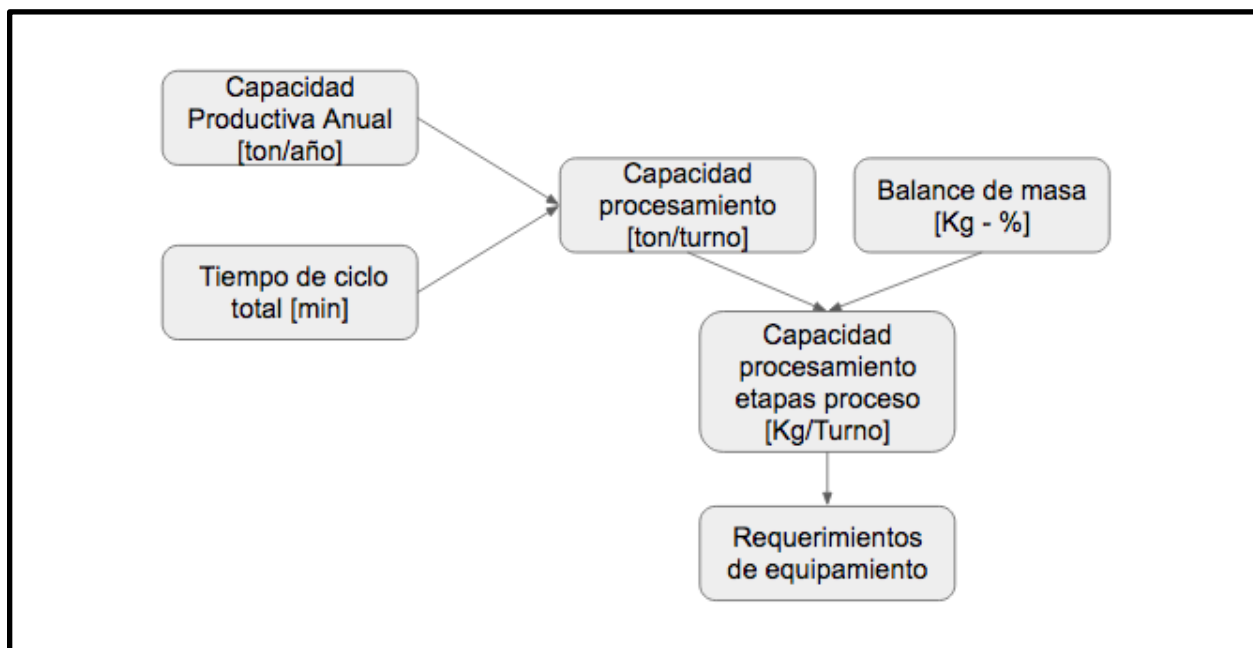
Tabla 5.1: Resumen de equipamiento por procesos.

Proceso	Equipo
Recepción	Balanza Industrial
Lavado	Estanque de agua recirculante o detenida
Molienda	Molinillo de doble eje
Hidrólisis	Reactor con control de agitación, temperatura, pH y tiempo
Solubilización	Reactor con control de agitación, temperatura, pH y tiempo
Separación	Tricanter o decanter de tres fases
Precipitación Salina	Estanque con control de agitación y pH
Diafiltración	Sistema de ultrafiltrado
Concentración	Evaporador flash o evaporadores de película descendente
Secado	Secadores spray, liofilizadores, secado al vacío, secados por tambor rotatorio o secado convencional en horno
Refinamiento	Equipo de desodorización
Empaque	Ensacadora o estanques industriales y balanza Industrial
Laboratorio de Calidad	Reactor, balanzas, filtro de vacío, horno y freezer de laboratorio y espectrómetro.

VI. DIMENSIONAMIENTO PLANTA PROCESO

Este capítulo tiene por objetivo realizar el dimensionamiento de las maquinarias y equipos más adecuados y los espacios de planta necesarios. Para desarrollar este capítulo se utilizó el método de trabajo detallado en la figura siguiente.

FIGURA 6.1: Método de trabajo para obtención de requerimientos de equipamiento.



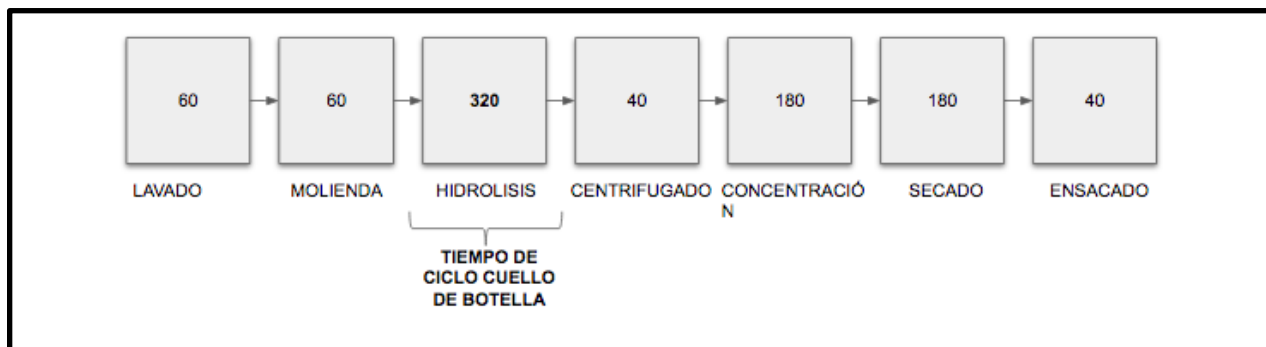
Fuente: Elaboración Propia

VI.1 Capacidad procesamiento requerida (ton/turno)

La capacidad de procesamiento requerida se calcula a partir del estudio de tiempo y la capacidad productiva necesaria anual.

Se diagramaron los procesos de hidrolizados proteico y colágeno hidrolizado para determinar los tiempos de ciclo y los cuellos de botella. Para el proceso de elaboración de hidrolizado proteico se determinó que la etapa de hidrólisis es el proceso cuello de botella, por lo cual el tiempo de ciclo del proceso de elaboración de hidrolizado proteicos es de 320 min (5,33 hrs). Ver figura 6.2 siguiente:

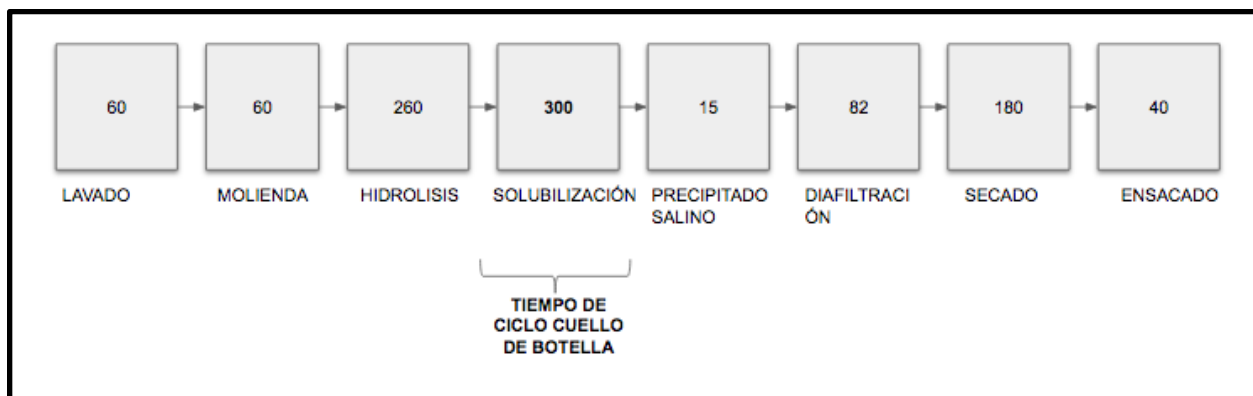
FIGURA 6.2: Tiempos de ciclo proceso hidrolizado proteico (minutos)



Fuente: Elaboración Propia

Para el proceso de colágeno hidrolizado se determinó que la etapa de solubilización es cuello de botella. Por lo tanto, el tiempo de ciclo del proceso de elaboración de colágeno hidrolizado es 300 min (5 hrs). Ver figura 6.3 siguiente:

FIGURA 6.3: Tiempos de ciclo proceso colágeno hidrolizado (minutos)



Fuente: Elaboración Propia

Tomando en consideración que la planta es una planta multipropósito y que los tiempos de ciclos son equivalentes, se decidió considerar el tiempo de ciclo mayor (320min / 5,33hrs) para efectos de contar una determinación conservadora de la capacidad requerida.

Tomando en cuenta que la capacidad productiva definida en el Capítulo IV: Análisis de capacidad de producción) es de 2.987 ton/año (248,9 ton/mes)⁵² de materia prima, y considerando los siguientes criterios:

- Tiempo de Ciclo 5,33 hrs
- 1 ciclo por turno.
- Se trabajará máximo en 2 turnos.
- Días efectivos (hábiles) mes: 20 días.

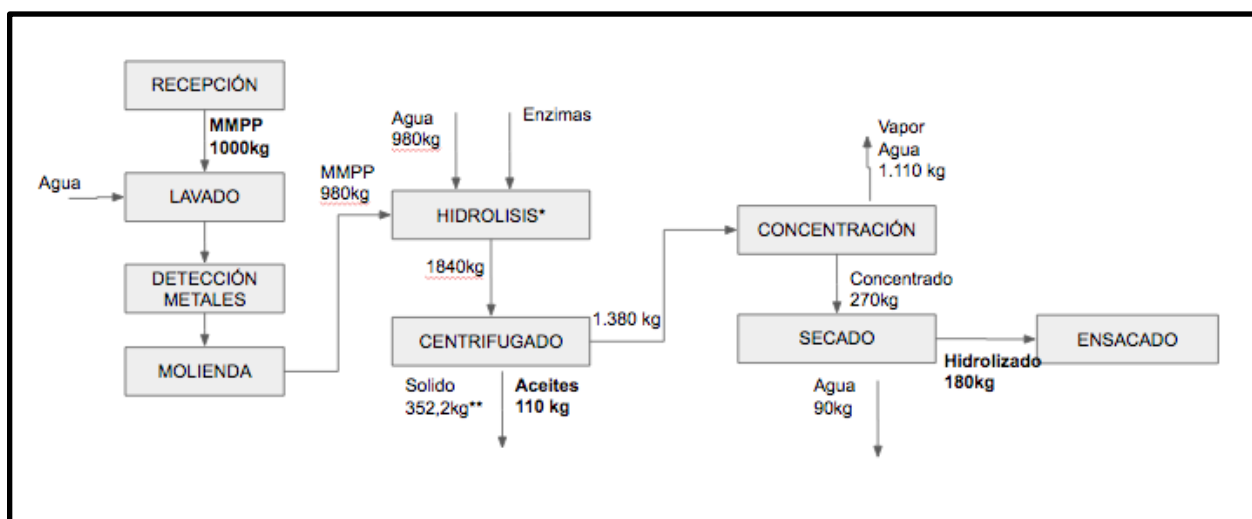
Se determinó que la capacidad de procesamiento requerida por turno es la siguiente:

Capacidad procesamiento requerida	6.223 kg/turno de MMPP
-----------------------------------	-------------------------------

VI.2 Capacidad de procesamiento requerida por etapas de los procesos

Para obtener la capacidad de procesamiento de las distintas etapas del proceso productivo, se requiere determinar los balances de masa. En esta determinación de balances de masas se trabajó desde el ingreso de 1.000 kg de MMPP de descartes de origen marino y los rendimientos de subproductos analizados en los capítulos anteriores. A partir de esto, y el análisis de la literatura disponibles, se logró determinar los balances de etapas de los procesos definidos. Los balances de masas obtenidos se pueden apreciar en las figuras 6.4, 6.5 y 6.6 siguientes:

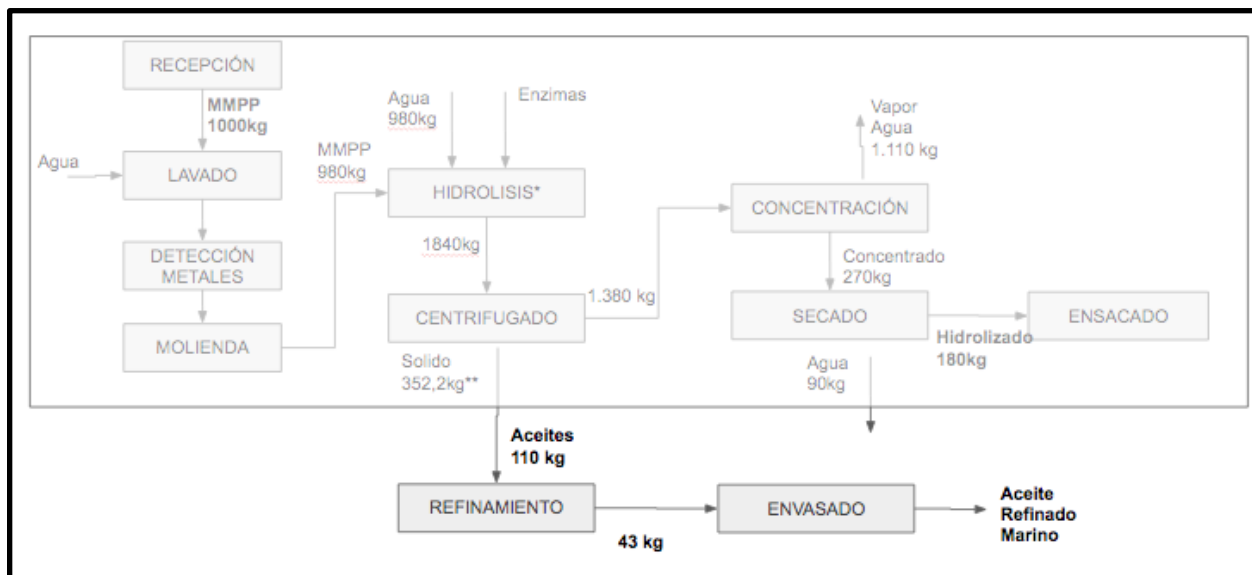
FIGURA 6.4: Balance de masa proceso de elaboración hidrolizado proteico.



Fuente: Elaboración Propia

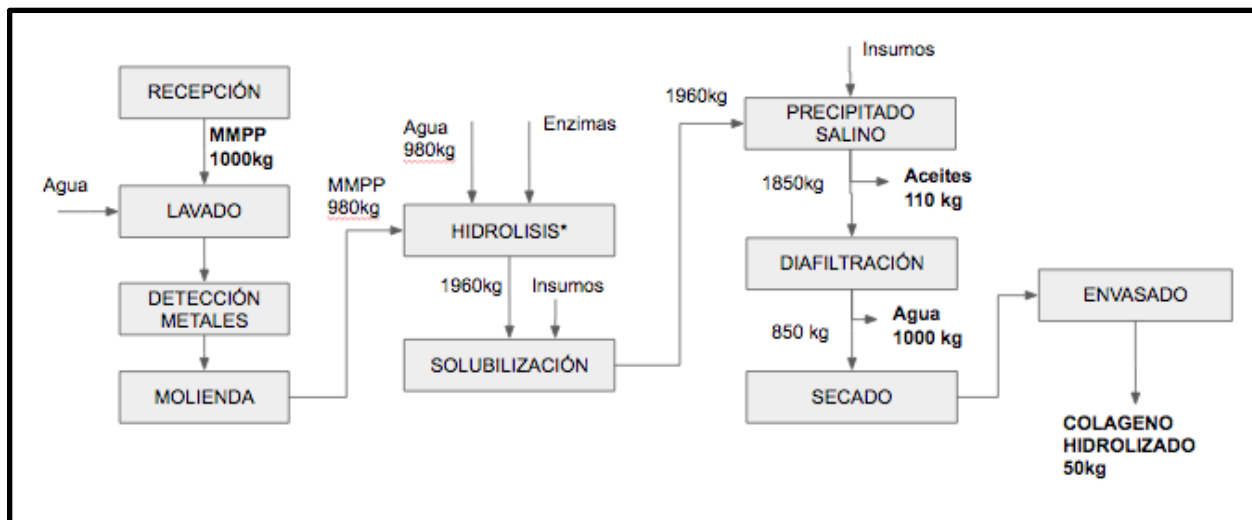
⁵² Capacidad en términos de procesamiento de materia prima

FIGURA 6.5: Balance de masa proceso de elaboración aceite refinado marino (omega 3).



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 6.6: Balance de masa proceso colágeno hidrolizado.



Fuente: Elaboración Propia

A partir de la capacidad de procesamiento requerida y los balances de masas determinados para los procesos de elaboración de hidrolizado proteico, colágeno hidrolizado y omega 3, se analizó cada etapa para determinar la capacidad de procesamiento requerida. Así, cada etapa del proceso requiere una capacidad de procesamiento que se resume a continuación (ver tabla 6.1).

Tabla 6.1 Capacidad de procesamiento requerida por etapas del proceso (Kg/turno)

Etapas Proceso	Capacidad procesamiento requerida etapas proceso (Kg/turno)
LAVADO	6.223
MOLIENDA	6.223
HIDRÓLISIS	12.446
CENTRIFUGADO	12.446
CONCENTRADOR	6.223
SECADO	3.111
SOLUBILIZACIÓN	6.223
PRECIPITADO SALINO	6.223
DIAFILTRACIÓN	6.223
REFINACIÓN	684,5
ENSACADORA	1.120,1
ENVASADO	684,5

VI.3 Requerimiento de equipamiento

A partir de las capacidades de procesamiento requeridas por cada etapa del proceso, se seleccionó el equipamiento necesario según la capacidad productiva de cada equipo. En la tabla siguiente (Tabla 6.2) se puede apreciar un resumen de los equipos seleccionados y la cantidad requerida según su capacidad de procesamiento.

Tabla 6.2 Resumen equipos seleccionado según capacidad productiva.

Etapas Proceso	Capacidad Procesamiento (Kg/Turno)	Equipo Seleccionado	Tamaño Equipo Kg o Lts	Capacidad (Kg/H)	Horas por Turno	Nro Equipos
LAVADO	6.223	Multitudinous-fish-washing-machine	n/a	1500	3	2
MOLIENDA	6.223	Meat Grinder	n/a	1500	3	2
HIDRÓLISIS	12.446	Reactor Para Hidrólisis Enzimática	6500	n/a	5,3	2
CENTRIFUGADO	12.446	Centrífuga de Discos	n/a	2000	5	2
CONCENTRADOR	6.223	Evaporadora Alta Eficiencia	n/a	1000	5	2
SECADO	3.111	Secador Spray	n/a	1000	5	1
SOLUBILIZACIÓN	6.223	Reactor para Solubilización	6500	n/a	5	1
PRECIPITADO SALINO	6.223	Tricanter	n/a	1000	5	2
DIAFILTRACIÓN	6.223	Ultra Filtrado	n/a	5000	5	1
REFINACIÓN	684,5	High Oil Refined Deodorized	n/a	100	8	1
ENSACADORA	1.120,1	Ensacadora Semiautomática	n/a	2500	5	1
ENVASADO	684,5	Estanque	500 lts	n/a	n/a	3

Adicionalmente a los seleccionados que se detallan en la Tabla 6.2, la planta requiere equipamiento complementario que se detalla a continuación (ver Tabla 6.3):

Tabla 6.3 Resumen equipos complementarios requeridos.

Etapas Proceso	Equipo Seleccionado	Nro Equipos
RECEPCIÓN	Balanza	2
LOGÍSTICA	Grúa Horquilla	1
ALMACENAMIENTO	Equipo frio	1
ENVASADO	Balanza industrial	1

VI.4 Requerimiento de espacio productivo

A partir de los equipos seleccionados, se determinó el espacio productivo de los equipos, considerando que cada equipo requiere espacio de trabajo (se consideró un factor de 5x para espacio de trabajo). En la tabla 6.4 siguiente se puede apreciar el resumen de espacio requerido por cada etapa productiva.

Tabla 6.4 Espacio productivo requerido por etapas (m²)

Etapas Proceso	Equipo Seleccionado	Nro Equipos	Tamaño (m ²)	Espacio Necesario Trabajo (m ² /equipo)	Espacio Necesario Etapa (m ²)
LAVADO	Multitudinous-fish-washing-machine	2	6	30	60
MOLIENDA	Meat Grinder	2	0.44	2	4
HIDRÓLISIS	Reactor para Hidrólisis Enzimática	2	4	20	40
CENTRIFUGADO	Centrífuga de Discos	2	1.73	9	17
CONCENTRADOR	Evaporadora Alta Eficiencia	2	3.55	18	35
SECADO	Secador Spray	1	4	20	20
SOLUBILIZACIÓN	Reactor Para Solubilización	1	4	20	20
PRECIPITADO SALINO	Tricanter	2	1.73	9	17
DIAFILTRACIÓN	Ultra Filtrado	1	2	10	10
REFINACIÓN	High Oil Refined Deodorized	1	3.0	15	15
ENSACADORA	Ensacadora Semiautomática	1	1.35	7	7
ENVASADO	Estanque	3	4	20	60
RECEPCIÓN	Balanza	2	1	5	10
ALMACENAMIENTO	Equipo frio	1	370	370	370
ENVASADO	Balanza industrial	1	1	5	5
Control de calidad					25
TOTAL ESPACIO TRABAJO PLANTA SIN PASILLO (m²)					715

Considerando que la planta tendrá 2 pasillos logísticos de 2,5 m de ancho y 20 m de largo, se estima que el espacio de pasillos es de 100 m². Se determinó que el espacio total de trabajo de la planta de procesamiento (m²) es el siguiente:

Espacio trabajo planta con pasillos + Bodega Frío	815 m ²
---	--------------------

Tabla 6.5 Resumen espacio requerido total

Áreas de trabajo	Espacio requerido (m ²)
Espacio planta + Bodega Frío + Control calidad	815
Almacenaje MMPP	100
Bodegaje Productos	200
Oficinas	150
Zona carga / descarga	100
Total inversión espacios requeridos	1.365

VII. LOCALIZACIÓN

La localización de la planta es un factor crítico dentro del desarrollo del proyecto, tanto su ubicación como su accesibilidad. Se debe considerar que tenga un acceso expedito tanto para vehículos domésticos como para los camiones que transportan la materia prima, que posea estacionamiento para ambos tipos de vehículos y situaciones de uso que no comprometan la seguridad de los trabajadores.

Adicionalmente es importante verificar que en las cercanías de la planta no exista ningún foco de insalubridad tales como basurales, descarga de alcantarillado, etc., que puedan provocar problemáticas en el funcionamiento diario de la planta, así como una imagen negativa de la producción. Otros factores preponderantes son la cercanía con la materia prima a utilizar, el uso de suelo que permita el desarrollo de actividades industriales y que exista una disponibilidad de servicios adecuada para estos fines.

Considerando lo anterior, se determina que ubicar la planta en el Parque industrial El Chañar, ubicado en Coquimbo, es una buena alternativa dados los requisitos planteados y la cercanía a las fuentes de materias primas (empresas de maquilamiento de ostiones y procesadoras de jibia), tomando en cuenta que es además el único parque industrial de Coquimbo.

El Parque Industrial Chañar es el primer parque industrial en la Región de Coquimbo que cuenta con más de 38.000 metros cuadrados de superficie y 64 galpones industriales de distintas actividades económicas y productivas, emplazados en un mismo lugar. Es un centro operativo para la pequeña y mediana empresa de la región.

Esta planta considera un terreno de 2.000 metros cuadrados y una construcción en formato galpón de 1.400 metros cuadrados, con las siguientes características: aproximadamente 600 mt² necesario para el equipamiento, entre 200 y 300 mt² de oficinas y alrededor de 400 mt² de almacenaje y otros espacios. El valor de este tipo de terrenos ronda las 5 UF/mt² tal como es posible visualizar en los terrenos disponibles en portales inmobiliarios.

Figura 7.1: Mapa Ubicación del Parque Industrial El Chañar, Coquimbo.



Fuente: Google Maps - 10/10/2019



Figura 7.2: Imagen Satelital del Parque Industrial El Chañar, Coquimbo.

Fuente: Google Maps - 10/10/2019

VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la determinación de factibilidad económica se ha tomado como situación base, una planta multipropósito que sea capaz de procesar hidrolizados proteicos, colágeno y aceite omega 3. Los precios de venta de cada producto se han justificado en el Capítulo 1 del presente estudio, los cuales se definieron por tonelada en USD 16.000 para hidrolizados proteicos, USD 60.000 para colágeno y USD 2.000 para aceite Omega 3. Para una situación base de análisis, se analiza una combinación de productos entre hidrolizados proteicos y colágeno que permita que la necesidad de materia prima de jibia y ostión sea menor al 80% de la disponible en la región.

Esta planta procesará un 60% de su capacidad como hidrolizados proteicos y el 40% restante como colágeno - debido a que el aceite omega 3 es un subproducto de ambos procesos, no se considera en este porcentaje, pero si en la producción -. Esta producción de 60% se ha determinado porque así se requiere menos de un 80% del total de desechos de materia prima de jibia y ostión de la región. Un porcentaje mayor aumentaría el riesgo del proyecto.

Para el estudio se hace una comparación entre el porcentaje de mercado a capturar, en volumen, y la capacidad productiva de la planta para cada uno de los subproductos, y se utilizó el menor valor entre ambos. Se utilizó una tasa de rendimiento del 18% para hidrolizados proteicos, 5% para colágeno y 4,4% para aceite omega 3.

Se consideró la cantidad de materia prima disponible, utilizando las proyecciones de jibia y ostión, tanto en la región como a nivel nacional, y considerando los porcentajes de desecho generados. Estos datos fueron modelados para que en el caso de demandar una mayor cantidad de toneladas de desechos de la región, se puedan obtener de las regiones de Valparaíso y Biobío.

Respecto de la demanda de subproductos, se utilizó para los primeros 5 años una tasa de penetración de mercado del 1% para hidrolizados proteicos y de un 0,5% para colágeno. Desde el año 5 en adelante, se mantiene la cuota de mercado tope de un 5% de hidrolizados proteicos de origen marino, 2,5% de colágeno marino y de 0,9% de aceite omega 3, solo para efectos de la evaluación. Respecto del aceite omega 3, debido a que es un subproducto de la obtención de colágeno y/o hidrolizado proteico, se estima que la producción total es vendida a un precio inferior al precio de mercado de omega 3 refinado, asegurando así la venta total de la producción. Este precio menor se considera porque el aceite omega 3 definido en este análisis tiene un proceso de refinación simple, siendo concentrado a un porcentaje no superior al 30%.

Se analiza un periodo de 10 años, el cual se considera razonable para estudios de pre-inversión de plantas productivas como la descrita en este estudio.

Respecto de la tasa de descuento, se ha utilizado una tasa del 12% para los propósitos de la evaluación, al ser considerada una tasa cercana a la usada debido al riesgo de proyectos similares.

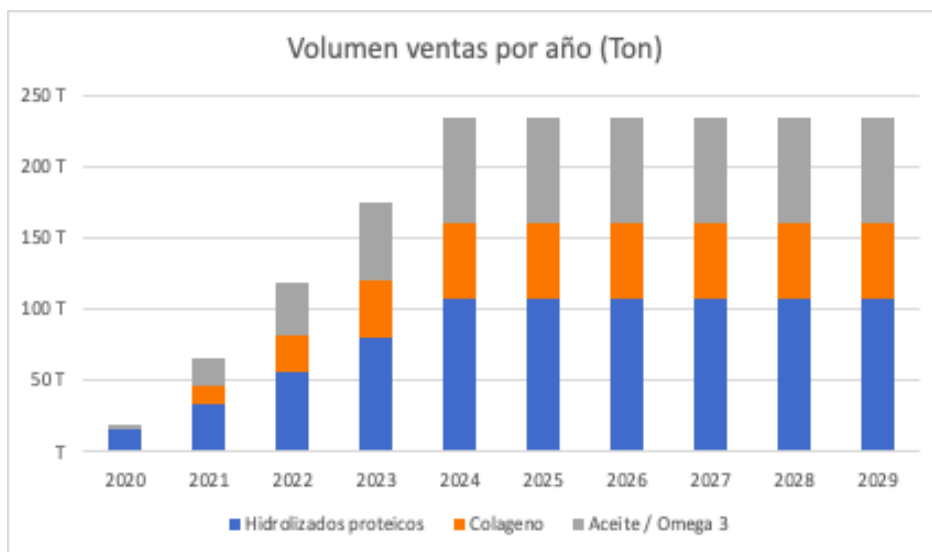
Para todos los cálculos se ha tomado un valor del tipo de cambio de 700 pesos por dólar, un valor de UF de 28.000 pesos y una tasa de impuesto del 27,5%.

VIII.1 Estimaciones de ingresos

Se ha contemplado que se pueden comercializar, al primer año de funcionamiento, casi 16 Ton de hidrolizados proteicos y casi 4 Ton de Aceite Omega 3. No se contemplan ventas en cuanto a colágeno, debido a que es un mercado más sofisticado y difícil de acceder, a pesar de lo atractivo de sus precios. Para los siguientes años se contempla la venta adicional de colágeno, con una tasa creciente, hasta llegar a régimen con casi 54 Ton de venta anual. Para llegar a estas 54 Ton se ha considerado una tasa de penetración de mercado del 0,5% anual (se captura un 0,5% adicional cada año, del mercado disponible, en volumen) hasta llegar al 2,5% del mercado de colágeno marino. En régimen se consideran también vender anualmente casi 107 Ton de hidrolizados proteicos debido a una tasa de penetración de mercado del 1% anual por los primeros 5 años, y luego - para efectos del estudio - se contempla que se mantenga en esa tasa, y casi 74 Ton de Aceite Omega 3, como resultado del proceso de obtención de colágeno e hidrolizado proteico.

La siguiente figura muestra las ventas en toneladas de cada uno de los subproductos, durante el periodo analizado.

Figura 8.1: Volumen de ventas por año (Ton)



La siguiente tabla muestra los volúmenes de venta por subproducto en el periodo analizado, en toneladas.

Tabla 8.1: Volumen de venta por subproducto (Ton)

Volumen de venta producción (Ton)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Hidrolizados proteicos	15,9	34,2	55,2	79,4	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0
Colágeno	0,0	12,7	26,9	40,3	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8
Aceite / Omega 3	3,9	19,5	37,2	54,7	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5

Con estos volúmenes, se han considerado los siguientes precios de venta (USD/Ton) para cada subproducto, por año .

Tabla 8.2: Precios por producto por año (USD/Ton)

Precios por producto	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Hidrolizados proteicos	16.000	16.242	16.487	16.736	16.989	16.989	16.989	16.989	16.989	16.989
Colágeno	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Aceite / Omega 3	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Para el subproducto de hidrolizados proteicos se ha considerado este precio, debido a que es un precio inferior al que se comercializa en Asia Pacífico - mercado al cual se recomienda apuntar - como parte de una estrategia comercial agresiva que permita una rápida penetración del mercado.

Respecto de colágeno, se considera un precio de USD 60.000 por tonelada, que es el precio más bajo del rango de colágeno marino que se comercializa en el mundo, debido a que se apunta a un nivel de pureza suficiente para el mercado de suplementos alimenticios, pero sin los requerimientos de la industria farmacéutica.

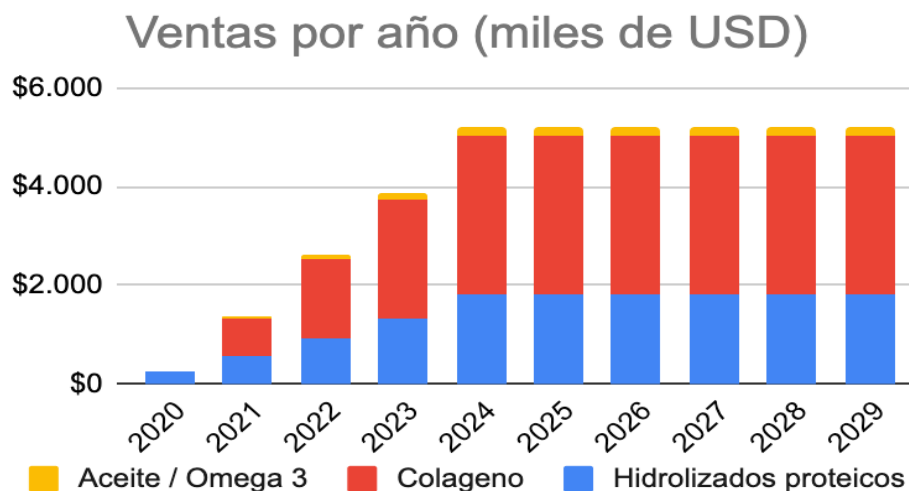
Respecto del precio de Aceite Omega 3, este ha sido castigado fuertemente para asegurar que se comercializará toda la producción, además, que considera un nivel de pureza bajo.

Como estrategia comercial se ha decidido que los precios de venta sean inferiores a los precios de mercado, para asegurar un rápido crecimiento de la cuota de mercado y crear un posicionamiento de un nuevo fabricante.

Con estos volúmenes de venta, mix de productos y precios de venta, se generan ingresos superiores a los USD 5 Millones, cuando la empresa está en régimen.

Los ingresos por subproducto, por cada año, se muestran en el siguiente gráfico:

Figura 8.2: Ventas por año (USD)



Los ingresos por subproducto se muestran también en la siguiente tabla:

Tabla 8.3: Ingresos por subproducto (miles de USD)

Ingresos por producto	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Hidroliza dos proteicos	254	555	911	1.329	1.817	1.817	1.817	1.817	1.817	1.817
Colágeno	-	762	1.613	2.420	3.226	3.226	3.226	3.226	3.226	3.226
Aceite / Omega 3	8	39	74	110	147	147	147	147	147	147

VIII.2 Estimaciones de costos

En esta sección se analizan los costos operacionales de producción (OpEx), los gastos de Administración y Ventas (GAV) y las inversiones necesarias para la planta productiva.

VIII.2.1 Costos operacionales de producción OpEx

Los costos operacionales se han dividido en las siguientes secciones para su análisis:

1. Personal de planta
2. Materia prima e insumos necesarios
3. Transporte
4. Costo energético
5. Investigación y desarrollo
6. Otros costos

Respecto del personal de planta para el proceso de obtención de hidrolizados proteicos y colágeno se requieren 15 operarios. En el caso del primer año, dado que solo se producen hidrolizados, se necesitan 12 operarios. A continuación se explica las necesidades de operario por las siguientes etapas del proceso.

Tabla 8.4: Necesidad de operarios por etapas del proceso.

Costos de personal	Operarios por turno por proceso
Recepción y Almacenaje	2
Pretratamiento	2
Extracción (hidrólisis, solubilización, centrifugado)	2
Purificación (concentrado, refinamiento, Precipitado y diafiltración)	2
Secado	1
Envasado	1
Etiquetado y Bodegaje	2
Solubilización (solo con colágeno)	3
TOTAL	15

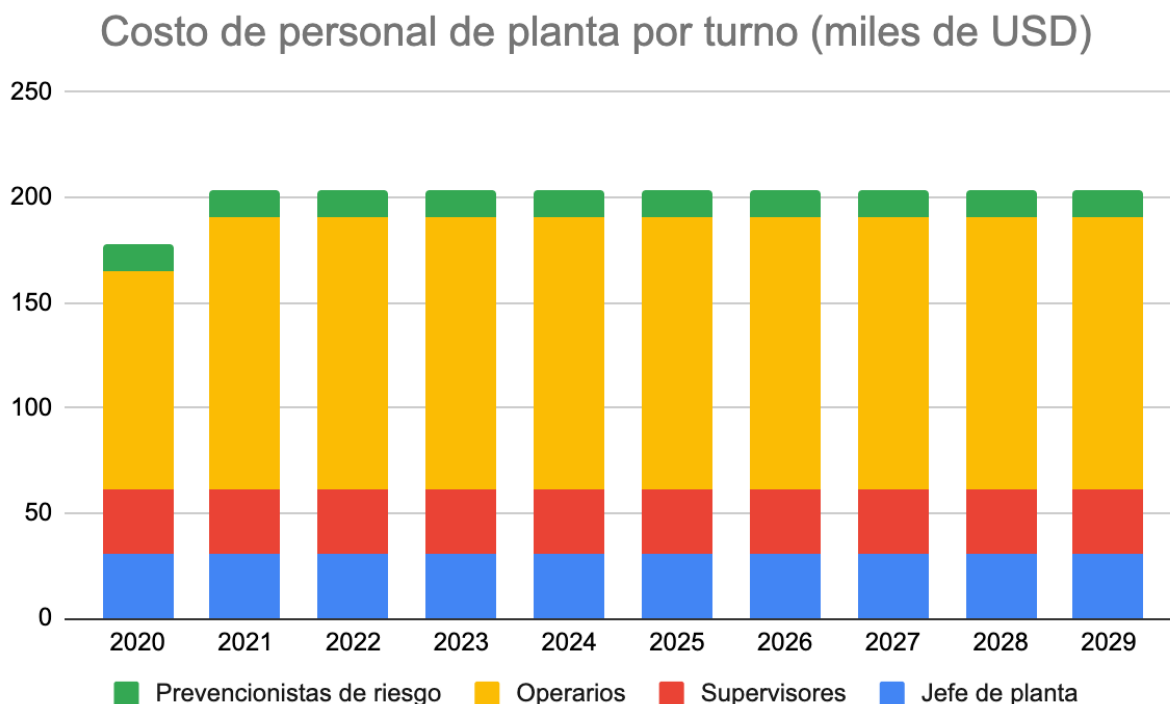
La siguiente tabla muestra la cantidad necesaria de operarios de planta y sus respectivos costos:

Tabla 8.5: Costos de personal de planta (CLP)

Operarios por turno	15
Costo unitario operario (costo compañía)	CLP 500.000
Supervisores por turno	2
Costo unitario supervisor (costo compañía)	CLP 900.000
Jefe de planta por planta	1
Costo unitario jefe de planta (costo compañía)	CLP 1.800.000
Prevencionista de riesgo por turno	1
Costo unitario Prevencionista de riesgo (costo compañía)	CLP 800.000

A continuación se muestran los costos por año del personal de planta, por turno, expresado en miles de dólares:

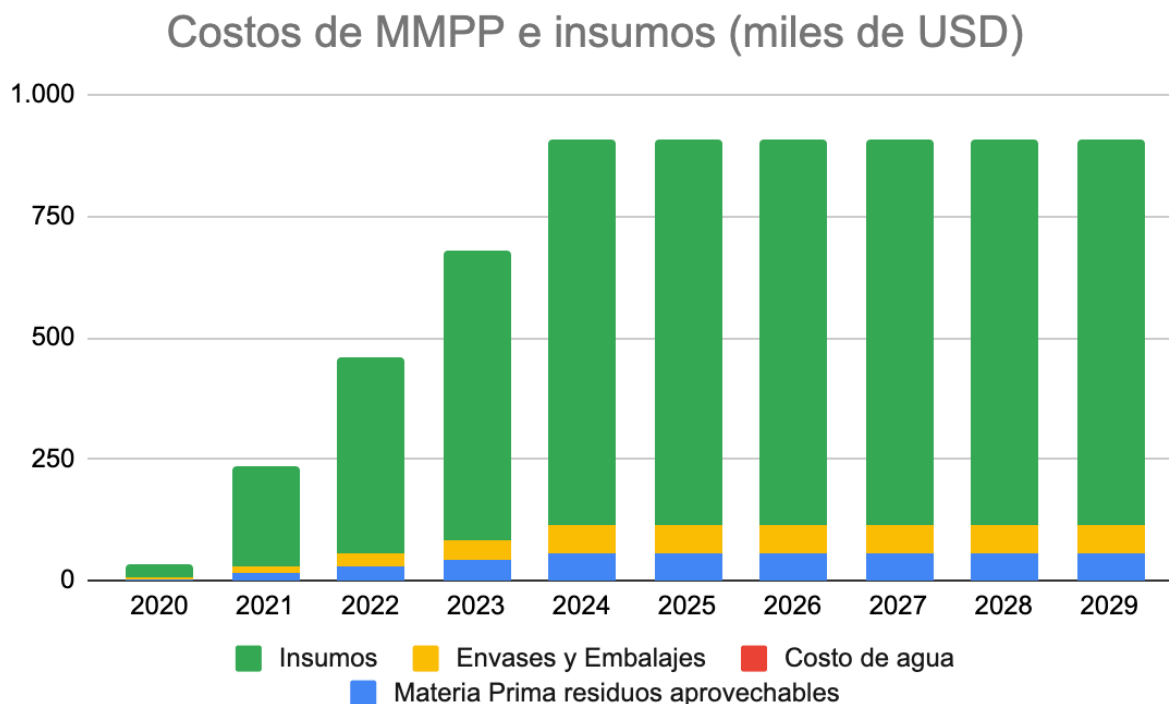
Figura 8.3: Costos de personal de planta por turno (miles de USD)



Respecto de los costos de insumos y materia prima requerida para el proyecto, se ha utilizado un costo de materia prima (compra de los desechos de jibia y ostión, considerado como residuo aprovechable) de 23 pesos chilenos por kilo. Es importante entender que actualmente las empresas pagan a terceros para que retiren este desecho, lo que podría significar incluso un ingreso para la empresa en el futuro. Para efectos de este análisis se ha tomado en cuenta que las empresas productoras de este residuo aprovechable han manifestado que estarían dispuestas a cobrar en caso de entender que el residuo generará valor. Se ha usado como precio base de compra del residuo el mismo precio promedio que hoy en día pagan las empresas a un tercero para hacer retiro de los residuos.

La siguiente figura muestra los costos asociados a insumos y materia prima, expresado en miles de dólares:

Figura 8.3: Costos de materias primas e insumos (miles de USD)



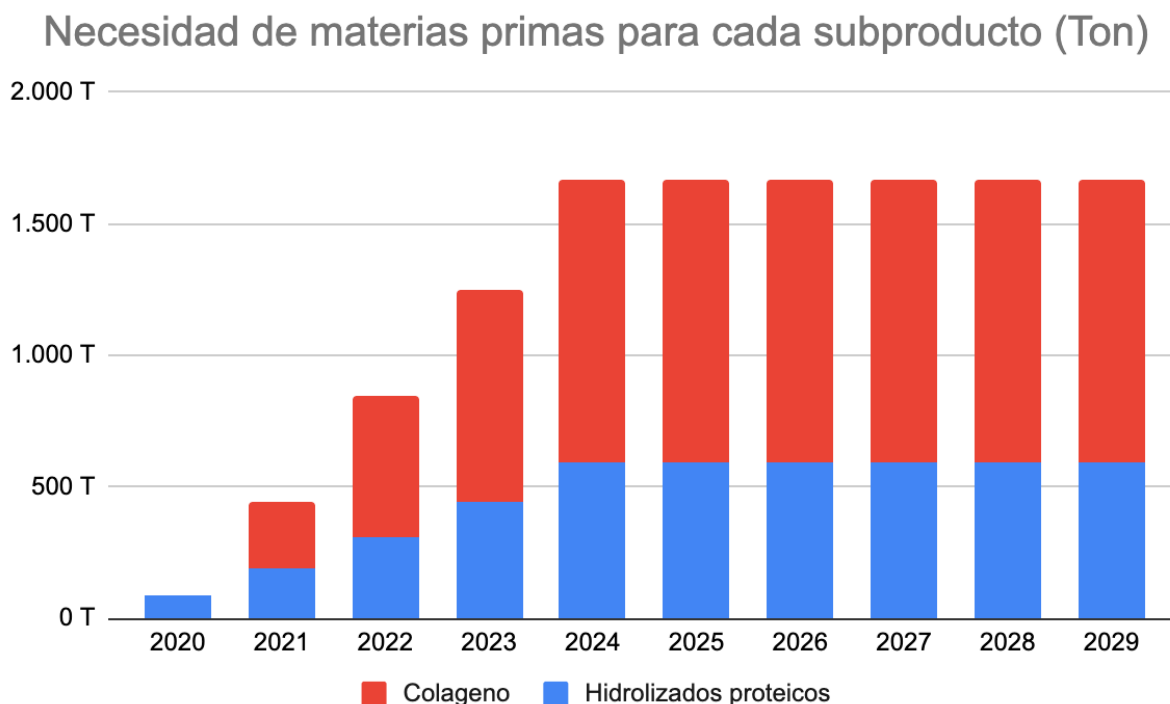
Como se puede apreciar, el principal costo viene dado por los insumos, los cuales se resumen a continuación:

Tabla 8.6: Costos de insumos para producción de hidrolizados proteicos y colágeno

Insumos necesarios	Costo por ton. Enzima	Rendimiento enzimas
Enzimas para hidrolizado (subtilizina)	USD 29.000	1%
Enzimas para colágeno (Delvolase)	USD 14.000	3%
Acido acético (para colágeno)	USD 500	30%
Cloruro de Socio (para colágeno)	USD 89	12%

A continuación se muestran las necesidades de materia prima por año para la operación de la planta en situación base:

Figura 8.4: Necesidades de materia prima por año (Ton)



Respecto de los costos de transporte de materia prima a la planta de producción, primero se ha estimado un costo de transporte en la región de Coquimbo y un costo promedio de transporte a nivel nacional, para lo cual se usó la distancia promedio de las principales plantas de la región de Valparaíso y Biobío. A continuación se muestran los costos y distancias promedio de transporte de residuo aprovechable:

Tabla 8.7: Costos y distancia promedio de residuo aprovechable a planta

Transporte materia prima a planta	Km Promedio requerido	Costo Promedio km	Transporte ton
Transporte en Coquimbo	5	USD 5,00	8,00 T
Transporte Nacional	730	USD 4,00	20,00 T

Debido a que en situación base, se ha analizado que la planta pueda procesar jibia, ostión y otros recursos marinos de la zona, permite inferir que no habrá necesidad de traer materias primas de otras regiones de Chile, sin embargo, el modelo financiero si permite hacer este análisis.

A continuación se muestran los costos relacionados a transporte, expresados en dólares americanos:

Tabla 8.8: Costos de transporte de materia prima a planta (USD).

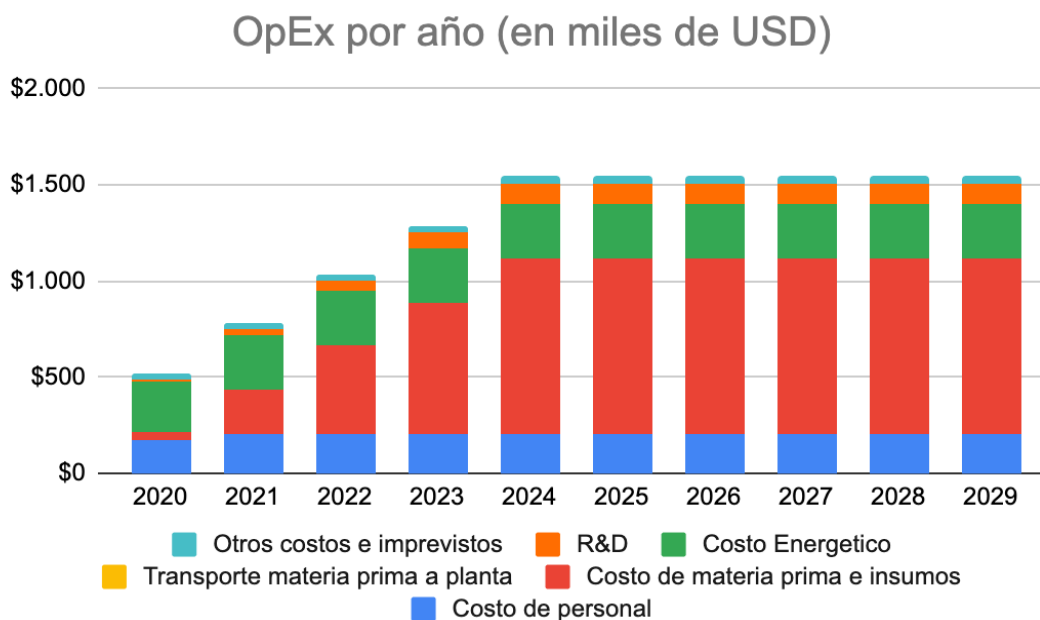
Costos (USD)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Transporte materia prima a planta	275	1.387	2.639	3.899	5.218	5.218	5.218	5.218	5.218	5.218
Costo Transporte Coquimbo	275	1.387	2.639	3.899	5.218	5.218	5.218	5.218	5.218	5.218
Costo Transporte Nacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Respecto del costo energético, se ha estimado este en base al consumo de cada equipo necesario para la planta.

Por otra parte, los costos de Investigación y Desarrollo se han estimado en un 2% de las ventas totales de la empresa, otros costos e imprevistos representan el 2% del gasto operacional y los seguros equivalen al 1% de la inversión inicial.

A continuación, se muestran los gastos operacionales por año, en dólares americanos:

Figura 8.5: OpEx planta productiva (en miles de USD)



VIII.2.2 Gastos de administración y ventas (GAV)

Para el tamaño de empresa que se ha determinado en este estudio, se han considerado las siguientes personas para la venta y administración del negocio:

Tabla 8.9: personal requerido y costos asociados

Costo de personal administrativo	Cantidad	Costo compañía mensual
Gerente General	1	CLP 6.000.000
Gerente Comercial	1	CLP 5.000.000
Jefe de personal	1	CLP 2.500.000
Jefe de calidad	1	CLP 1.800.000
Asistente Comex	1	CLP 900.000
Administrativo contable	1	CLP 650.000

Por otra parte, los costos de ventas se han estimado en un 4% de las ventas, en línea con costos de empresas de similares características. Y se ha adicionado un 1% de las ventas como costos de Marketing y Relaciones Públicas.

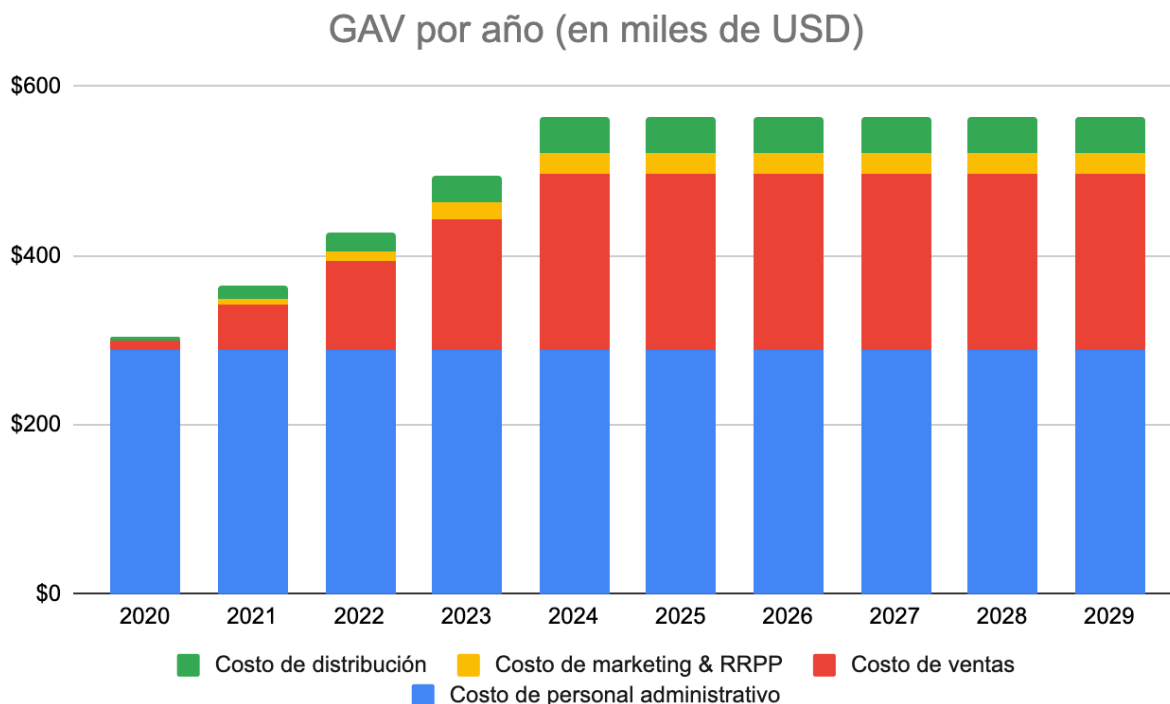
Por último, el costo de envíos se ha estimado en base a la cantidad de container necesarios según el volumen de ventas. La siguiente tabla muestra los costos y tamaño de container analizados:

Tabla 8.10: Costo de container

Costos de distribución	Ton/Container
Costo por container	USD 3.500
Ton por container	20,00 T

El resumen de los Gastos de Administración y Ventas se muestran a continuación:

Figura 8.6: Gastos de Administración y Ventas (en miles de USD).



VIII.2.2 Inversión (CapEx)

Las inversiones asociadas se dividen en 5 ítems principales:

1. Inversión en espacios requeridos (infraestructura)
2. Costos de puesta en marcha e inversión de equipos
3. Contratación de personal (costos de contratación)
4. Inversión en equipos
5. Compra de terreno

Respecto de la inversión en espacios requeridos como infraestructura se ha considerado un precio de construcción de UF 10 por m², y en el caso de las oficinas un costo de 15 UF/m².

A continuación se muestra el detalle de los costos asociados a la infraestructura.

Tabla 8.11: costos de inversión en espacios requeridos

Inversión Espacios Requeridos	Cantidad m2	Precio/m2 (UF)
Espacio planta + bodega frio	715	10
Pasillos logísticos	100	10
Almacenaje MMPP	100	10
Bodegaje Productos	200	10
Zona de carga y descarga	100	10
Oficinas	150	15
Total inversión espacios requeridos	1.365	

Respecto de los costos de puesta en marcha e inversión de equipos, se han estimado como un ratio de 2 meses del costo total del gasto operacional (OpEx) del primer año de funcionamiento, y además un 30% del costo total de la inversión en equipos (principalmente debido al costo de transporte y de internación de los mismos desde el extranjero). Esto totaliza una inversión de costos de puesta en marcha cercana a los USD 540.000.

Por otra parte, el costo de contratación de personal se ha estimado como un mes del costo total de remuneraciones, que es un valor estándar que cobran las empresas de head hunting en el mercado, totalizando casi USD 40.000.

Respecto de la inversión en equipos, la siguiente tabla muestra el costo unitario y la cantidad de equipos requeridos para cada proceso, totalizando la inversión en equipamiento requerido para el proyecto.

Tabla 8.12: Inversión en equipos (USD)

Equipos	Proceso	Cantidad requerida	Costo Unitario	Costo total
Multitudinous-fish-washing-machine	Lavado	2	USD 50.000	USD 100.000
Meat Grinder	Molienda	2	USD 10.000	USD 20.000
Bodega frio	Almacenaje	1	USD 47.424	USD 47.424
Reactor para hidrolisis enzimática	Hidrolisis	2	USD 200.000	USD 400.000
Centrifuga de discos	Centrifugado	2	USD 25.000	USD 50.000
Evaporadora alta eficiencia	Concentrado	2	USD 10.000	USD 20.000
Secador Spray	Secado	1	USD 400.000	USD 400.000
Reactor para solubilización	Solubilización	1	USD 200.000	USD 200.000
Tricanter	Precipitado	2	USD 44.195	USD 88.390
Ultra filtrado	Diafiltración	1	USD 25.000	USD 25.000
High Oleic Refined Deodorized	Refinación	1	USD 7.500	USD 7.500
Ensacadora semiautomática	Ensacadora	1	USD 8.700	USD 8.700
Estanque	Envasado	3	USD 2.000	USD 6.000
Balanza Industrial	Envasado / Recepción	3	USD 1.000	USD 3.000
Grúa horquilla	Logística	2	USD 14.500	USD 29.000
Lab. Control Calidad	Control de calidad	1	USD 100.000	USD 100.000
Oficina	Administración	1	USD 25.000	USD 25.000
Total inversión equipamientos				USD 1.530.014

Respecto del terreno donde se implementará la planta productiva, se requieren al menos 1.365 m². Analizando los valores y metraje ofrecidos en el Barrio Industrial de Coquimbo, lugar donde se ha decidido localizar la planta, es que se ha analizado el proyecto con una compra de 2.000 m² a un valor de 5 UF/m², totalizando una inversión inicial de USD 400.000.

VIII.3 Estimaciones del flujo de caja

Con las proyecciones de ingresos y de costos asociados al proyecto, en este apartado se analizará el flujo de caja del proyecto puro.

A continuación se muestra el resumen del flujo de caja:

Tabla 8.13: Flujo de caja del proyecto (en miles de dólares)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
	t = 0	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Ingresos por producto		\$ 261	\$ 1.356	\$ 2.598	\$ 3.858	\$ 5.190	\$ 5.190	\$ 5.190	\$ 5.190	\$ 5.190	\$ 5.190
OpEx		\$ (519)	\$ (786)	\$ (1.039)	\$ (1.288)	\$ (1.546)	\$ (1.546)	\$ (1.546)	\$ (1.546)	\$ (1.546)	\$ (1.546)
Resultado operacional neto		\$ (258)	\$ 570	\$ 1.559	\$ 2.570	\$ 3.644	\$ 3.644	\$ 3.644	\$ 3.644	\$ 3.644	\$ 3.644
% RON/Ventas		-99%	42%	60%	67%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Gastos de Administración y Ventas		\$ (304)	\$ (364)	\$ (427)	\$ (494)	\$ (564)	\$ (564)	\$ (564)	\$ (564)	\$ (564)	\$ (564)
% GAV/Ventas		116%	27%	16%	13%	11%	11%	11%	11%	11%	11%
EBITDA		\$ (562)	\$ 206	\$ 1.132	\$ 2.076	\$ 3.080	\$ 3.080	\$ 3.080	\$ 3.080	\$ 3.080	\$ 3.080
% EBITDA/Ventas		-215%	15%	44%	54%	59%	59%	59%	59%	59%	59%
Depreciación		\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)	\$ (19)
Resultado antes de impuesto		\$ (581)	\$ 187	\$ 1.113	\$ 2.057	\$ 3.061	\$ 3.061	\$ 3.061	\$ 3.061	\$ 3.061	\$ 3.061
Impuesto		\$ 160	\$ (51)	\$ (306)	\$ (566)	\$ (842)	\$ (842)	\$ (842)	\$ (842)	\$ (842)	\$ (842)
Resultado después de impuesto		\$ (422)	\$ 135	\$ 807	\$ 1.491	\$ 2.219	\$ 2.219	\$ 2.219	\$ 2.219	\$ 2.219	\$ 2.219
Depreciación		\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19	\$ 19
Inversión Inicial	\$ (3.085)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 784
Cambio en capital circulante	\$ (260)	\$ (260)	\$ (264)	\$ (278)	\$ (278)	\$ (292)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.631
Flujo de caja	\$ (3.345)	\$ (662)	\$ (110)	\$ 548	\$ 1.232	\$ 1.946	\$ 2.238	\$ 2.238	\$ 2.238	\$ 2.238	\$ 4.654

A continuación se muestran los indicadores de valor actual del proyecto, tasa de retorno y periodo de recuperación de la inversión (payback):

Tabla 8.14: Indicadores del proyecto

VAN (Tasa descto. 12%)	MM USD 3,61
TIR	23,5%
PayBack	5,2 años

Analizando el Resultado Operacional Neto (RON), también conocido como margen de contribución, cuando el negocio entre en régimen, al año 5, se puede apreciar que se tiene un RON del 70%. Por otra parte, los Gastos de Administración y Ventas no alcanzan a representar el 11% de los ingresos.

Se ha considerado un horizonte de 10 años para la depreciación de los equipos y de 30 años para la depreciación de la infraestructura. El terreno y la infraestructura no depreciada, se ha considerado a valor libro para el cálculo del valor residual.

Respecto del cambio en capital circulante se han considerado las siguientes variables:

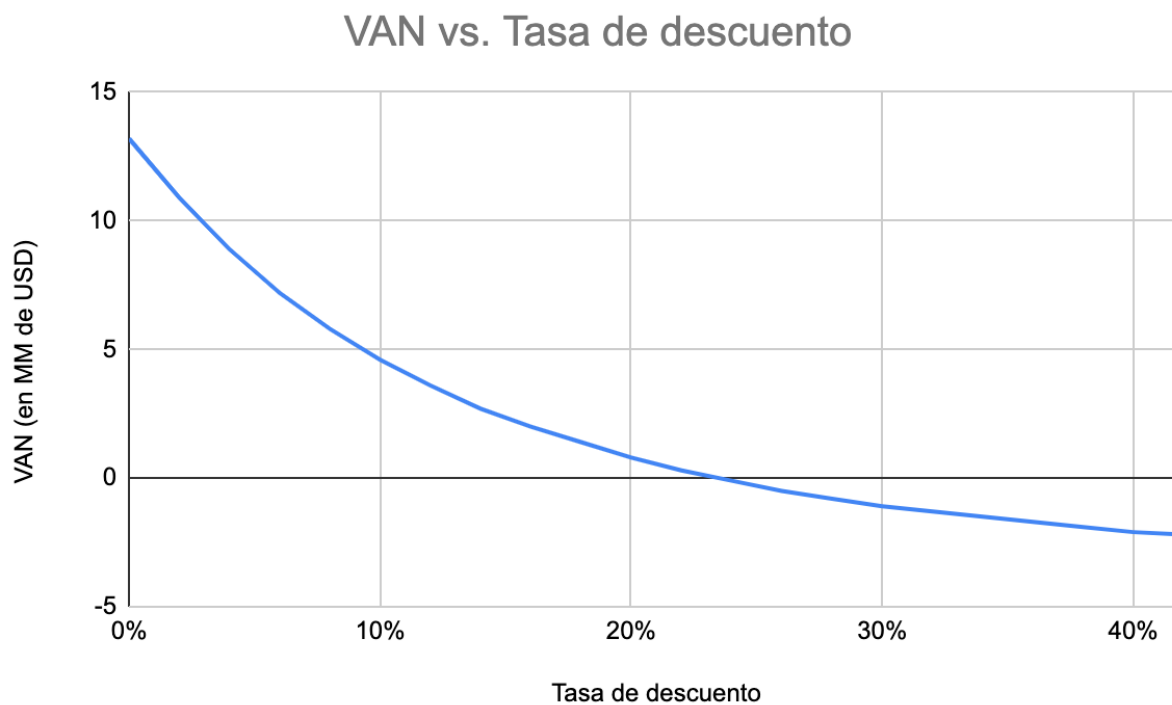
- Se requiere un 50% del Gasto Operacional (OpEx) como efectivo requerido
- Se consideran 30 días de inventario
- Las cuentas por cobrar se cargan un 50% preembarque y un 50% es pagado 45 días después del embarque
- Las cuentas por pagar son a 40 días
- IVA del 19%

Se puede apreciar que este proyecto presenta una rentabilidad por sobre lo exigido para proyectos de similares características, entregando una TIR del 23,5%. El VAN generado por el proyecto es de USD 3.610.000 dólares, siendo bastante atractivo como proyecto de inversión, y generando un retorno de la inversión a los 5,2 años de ejecución del proyecto.

El presente estudio sugiere que el proyecto es viable.

Se ha estudiado el VAN del proyecto para distintas tasas de descuento, las cuales se muestran en la siguiente figura:

Figura 8.7: VAN del proyecto a diferentes tasas de descuento (en MM de USD)



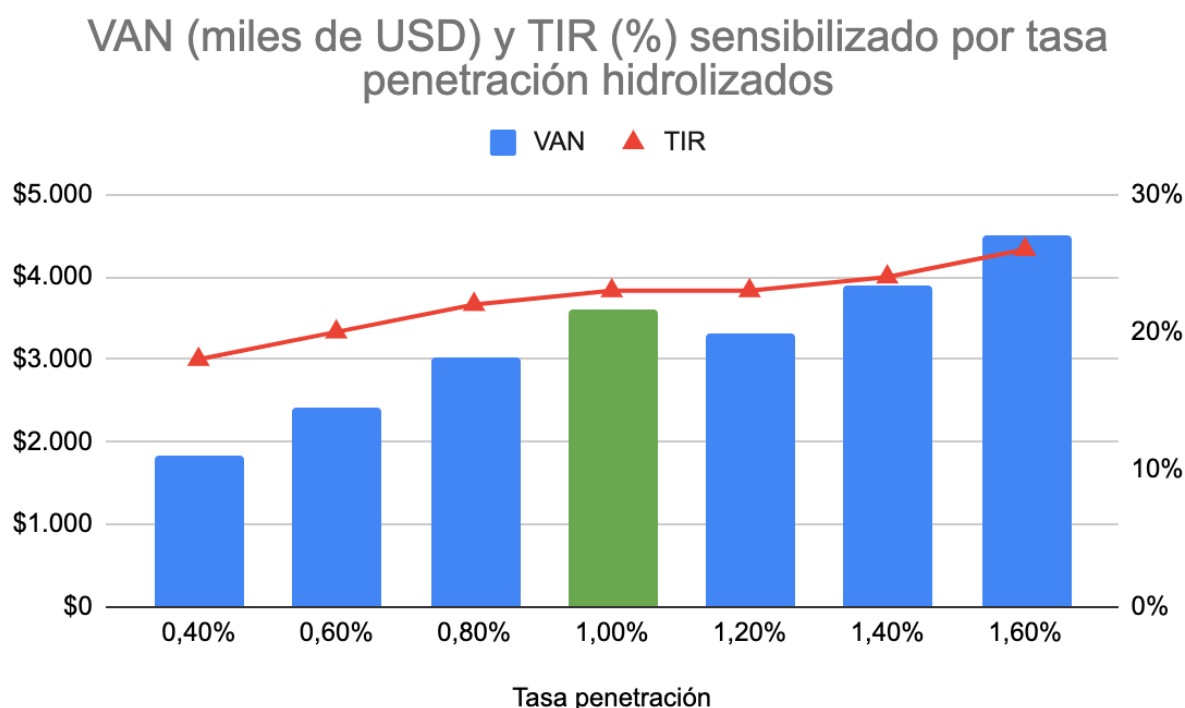
IX. SENSIBILIZACIÓN DE VARIABLES CRÍTICAS

En este capítulo se sensibilizan las variables más importantes para el estudio de prefactibilidad. Para facilidad de la lectura, se ha utilizado el color verde para mostrar la situación base en los gráficos.

IX.1 Variables sensibilizadas

La primera variable sensibilizada es la tasa de penetración de mercado de hidrolizados proteicos, asumiendo una tasa de penetración un 60% menor a lo estudiado en la situación base, hasta un 60% mayor. La figura tabla muestra los distintos escenarios de VAN para los valores estudiados, expresados en miles de dólares.

Figura 9.1: Sensibilización VAN según tasa de penetración de mercado de hidrolizados proteicos (en miles de USD).

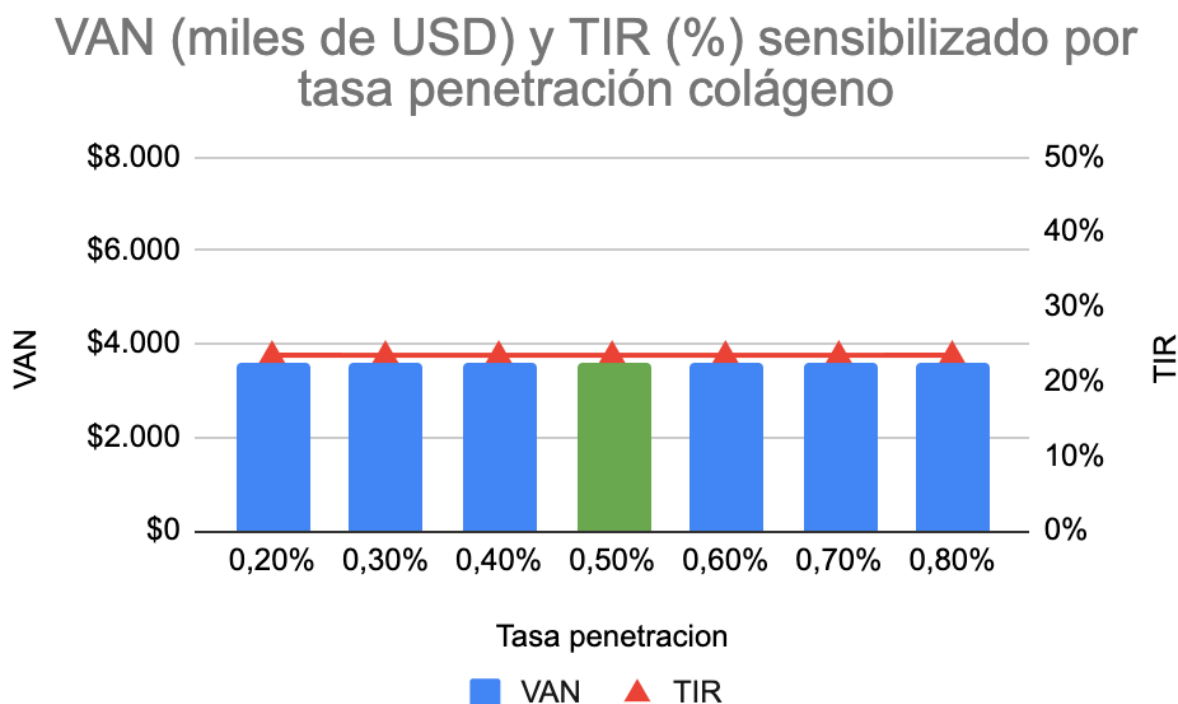


Se puede apreciar que a pesar de considerar una tasa de penetración un 40% menor a la situación base, el proyecto sigue siendo rentable. La situación base se destaca en color verde.

Respecto de la caída del VAN cuando la tasa de penetración es de 1,2%, se explica por un aumento en los costos operacionales al pasar a un doble turno, que no alcanza a ser cubierto por el incremento en la venta de productos.

A continuación se sensibiliza el proyecto según la tasa de penetración del colágeno:

Figura 9.2: Sensibilización VAN según tasa de penetración de mercado de colágeno (en miles de USD).

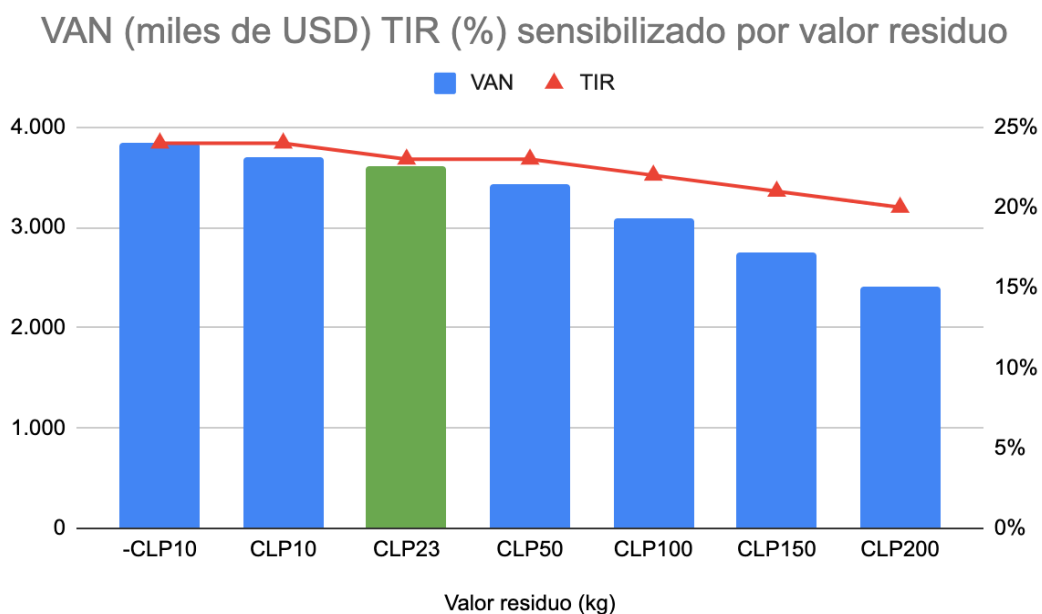


Como se puede apreciar, no hay cambios en el VAN, debido a que en el estudio se ha considerado que se mantiene un mix comercial de 60% de hidrolizado proteico, por ende, aunque se tenga un mayor crecimiento del mercado, no se podrá producir más colágeno, debido a la capacidad productiva de la planta.

Posteriormente se ha analizado el efecto que podría tener el precio de la materia prima (residuo aprovechable) en el valor del proyecto. Se consideró un escenario inicial de 23 pesos por kilo de materia prima. Los escenarios extremos son que las empresas productoras pagan 10 pesos por kilo a la fábrica por llevarse el residuo aprovechable - valor similar al que algunas empresas pagan hoy por llevar sus residuos al vertedero - hasta el valor de que la fábrica deberá pagar 200 pesos por kilo de materia prima.

En el siguiente gráfico se ilustran los cambios en el valor del proyecto según los precios de residuo aprovechable, expresado en miles de dólares:

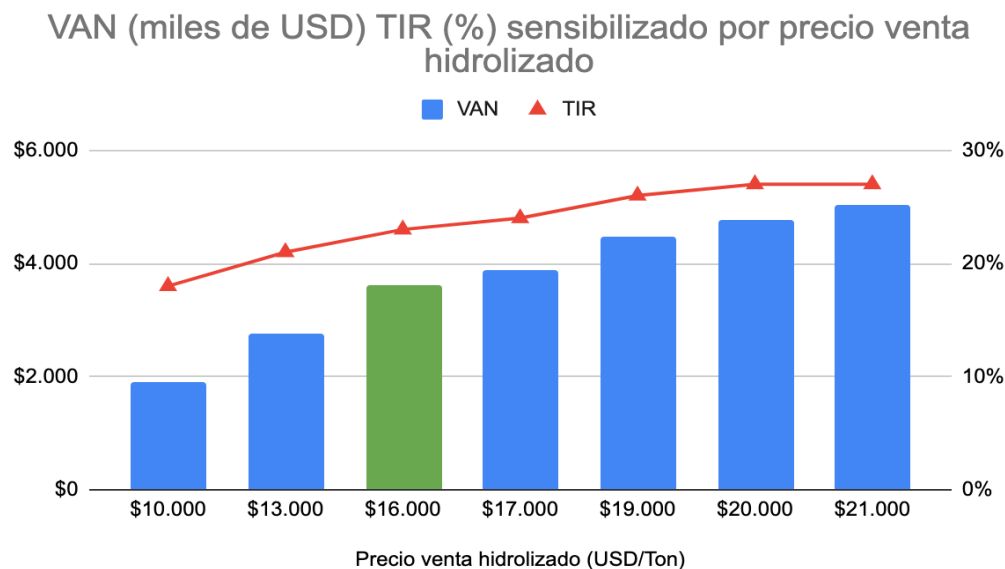
Figura 9.3: Sensibilización VAN según valor residuo aprovechable (en miles de USD)



Se puede apreciar que el proyecto sigue siendo rentable, incluso considerando un valor de materia prima casi 10 veces más alto que el del escenario base del estudio.

Se ha analizado el valor del proyecto según el precio de venta de hidrolizados proteicos. La siguiente figura ilustra este análisis:

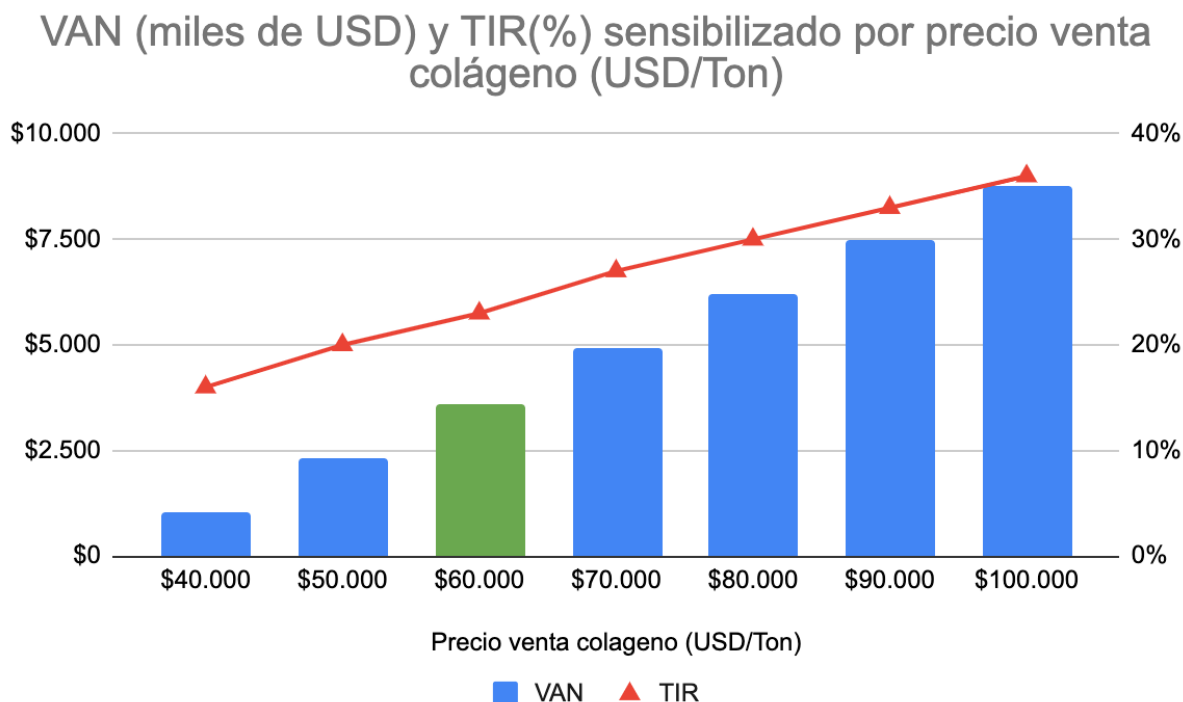
Figura 9.4: Sensibilización VAN según precio venta hidrolizado proteico (en miles de USD)



Esto permite concluir que el proyecto es viable, incluso si se vende a un precio de mercado muy inferior con respecto al precio considerado como base de USD 16.000 por tonelada.

Se ha analizado también el VAN del proyecto según el precio de venta del colágeno, lo cual se representa en la siguiente figura:

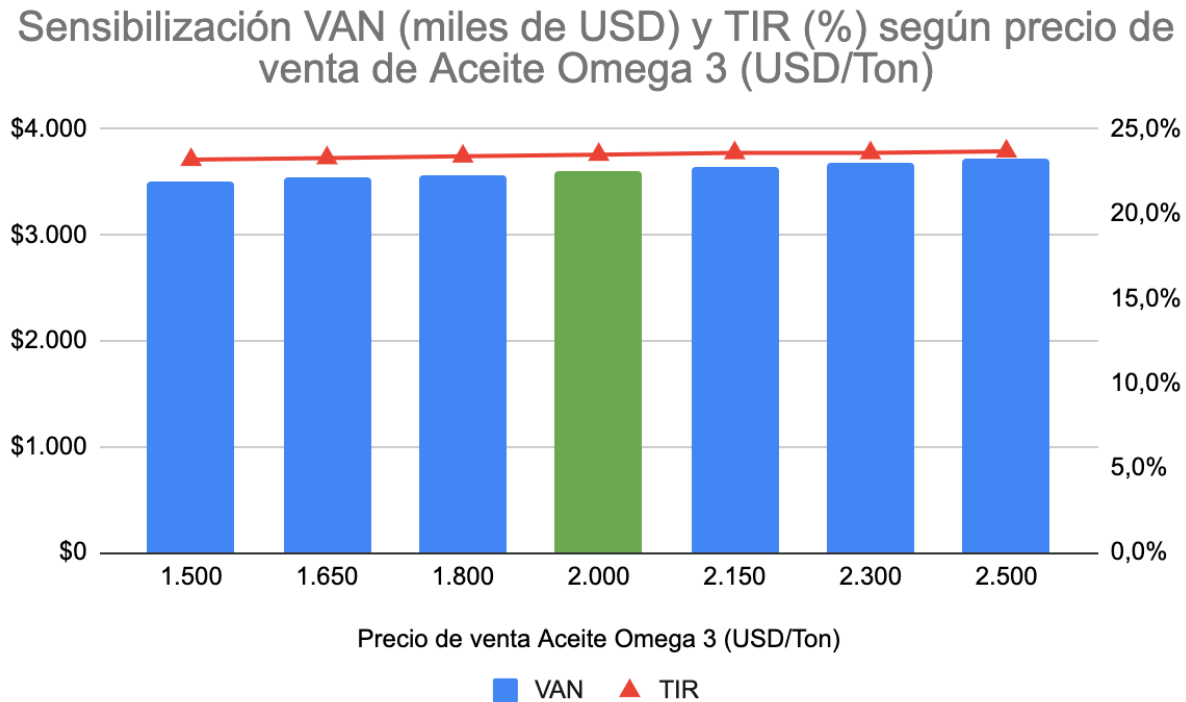
Figura 9.5: Sensibilización VAN según precio venta colágeno (en miles de USD)



Si bien, en todos los escenarios analizados, el proyecto sigue siendo rentable, se hace importante destacar que si el valor de la tonelada de colágeno alcanza los USD 32.117, este proyecto deja de ser rentable.

También se ha analizado el impacto del precio de venta del aceite de omega 3 en este proyecto, según distintos valores cercanos al nivel de pureza estudiado en esta planta. Los resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 9.6: Sensibilización VAN (miles de USD) y TIR (%) según precio de venta de Aceite Omega 3 (USD/Ton)

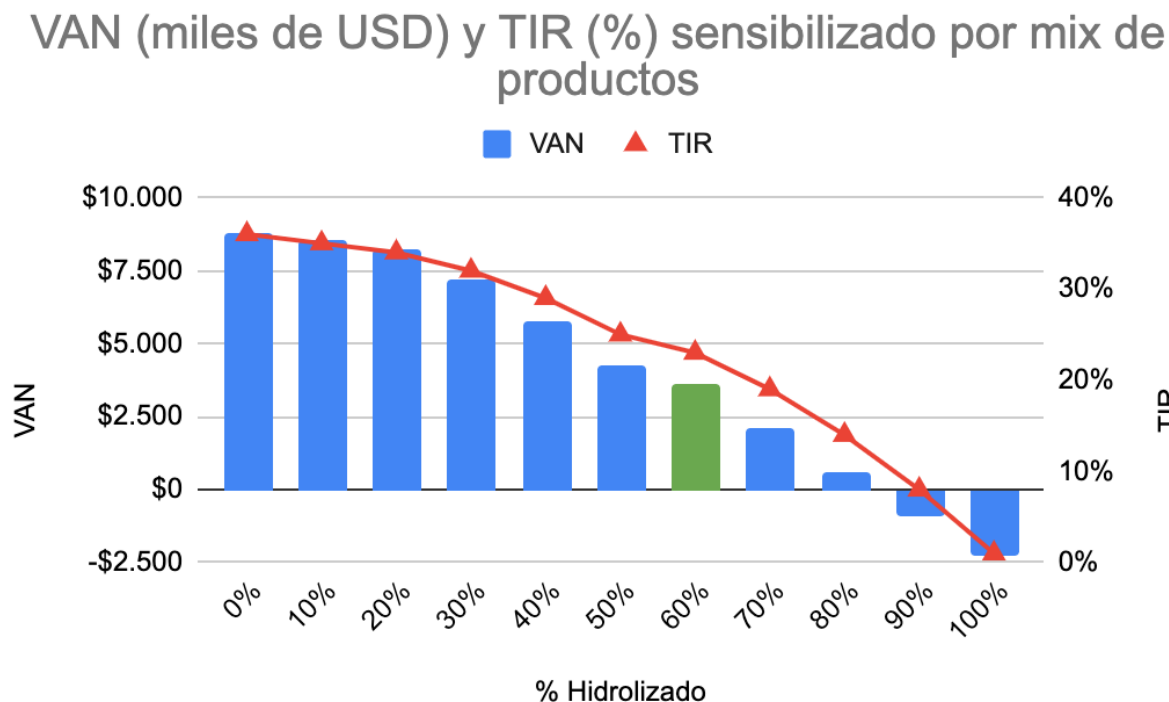


Como se puede apreciar, el impacto de diferentes precios de venta de Aceite Omega 3 no es relevante en este proyecto. Las tasas de retorno del proyecto (TIR) se mantienen prácticamente constantes para los valores estudiados de precio de venta.

Si se analiza el mix de productos entre hidrolizados proteicos y colágeno, que entra en régimen a partir del quinto año de establecida la planta, ya que siempre se ha considerado que esta planta multipropósito iniciará su producción con hidrolizados proteicos y gradualmente migrará a convertirse en una planta mixta de colágeno e hidrolizados. Es importante volver a mencionar que el aceite de Omega 3 se considera como un subproducto del proceso de obtención de hidrolizados proteicos y de colágeno, por lo que siempre estará presente, independiente del mix de productos.

La siguiente figura analiza el VAN según el mix de productos, como porcentaje de hidrolizados proteicos producidos en la planta (el remanente se considera como porcentaje de colágeno). En el caso de este estudio se considera que si la planta produce un porcentaje determinado de hidrolizado, el remanente, para llegar al 100%, es de colágeno, debido a que el aceite omega 3 se genera como subproducto, independiente del mix de productos (hidrolizado proteico o colágeno)

Figura 9.7: Sensibilización VAN según mix de productos (en miles de USD)

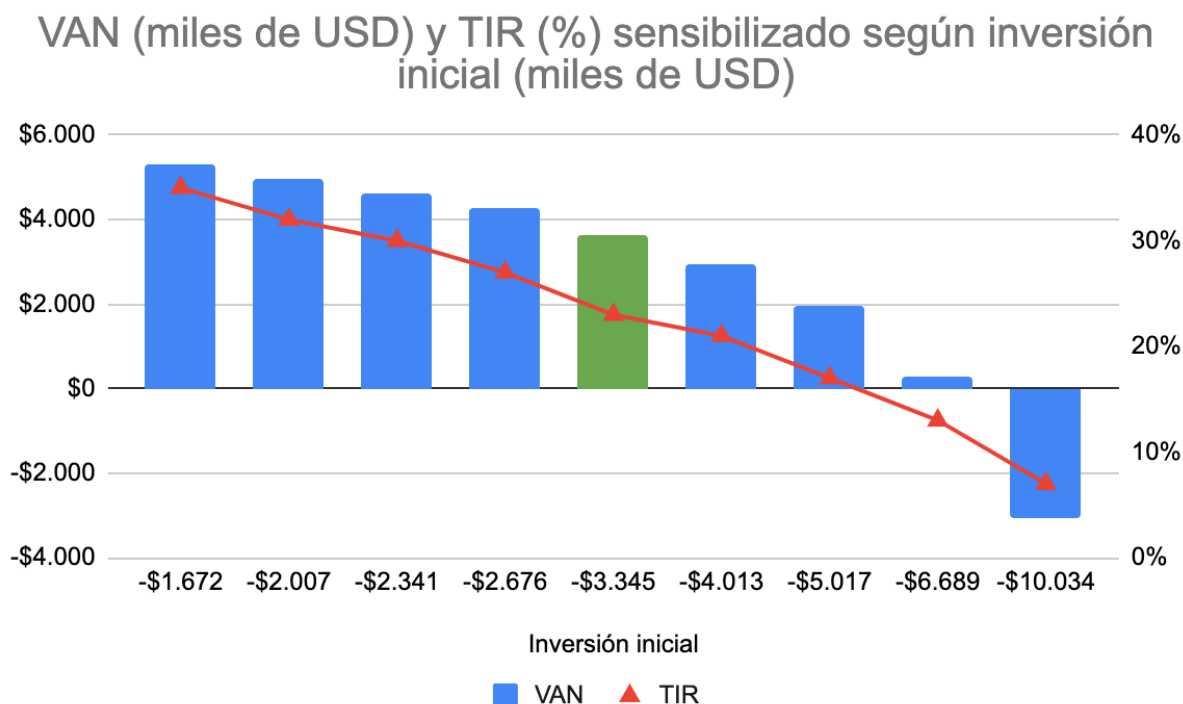


Debido a que esta planta se ha diseñado como multipropósito, se considera una inversión y operación para el desarrollo de hidrolizados proteicos, colágeno y aceite omega 3. Se puede apreciar en la figura que si se supera el 80% de producción de hidrolizado proteico, en régimen, esta planta deja de ser rentable, por lo que se recomienda siempre mantener un mix de producto con colágeno. Este mix debe ser en el límite un 84% de hidrolizado proteico y un 16% de colágeno para obtener un VAN igual a cero (es decir, quedar indiferente entre realizar o no el proyecto). Es importante considerar que una mayor producción de colágeno requerirá una mayor cantidad de materia prima.

El escenario base para el análisis de esta planta ha sido un mix de producción de 60% de hidrolizados proteicos y un 40% de colágeno, en régimen. Este mix ha sido determinado porque debido a sus coeficientes técnicos de rendimiento para la obtención de cada bioproducto, se requiere menos del 80% de toda la materia prima (desechos de jibia y ostión) de la región de Coquimbo, disminuyendo los riesgos de operación.

Se ha sensibilizado también con respecto a la inversión inicial, si esta fuese un 50%, 40%, 30% ó 20% menor que el escenario base, o si esta fuese 20%, 50%, 100% ó 200% superior al escenario base. Los resultados se muestran en la siguiente figura:

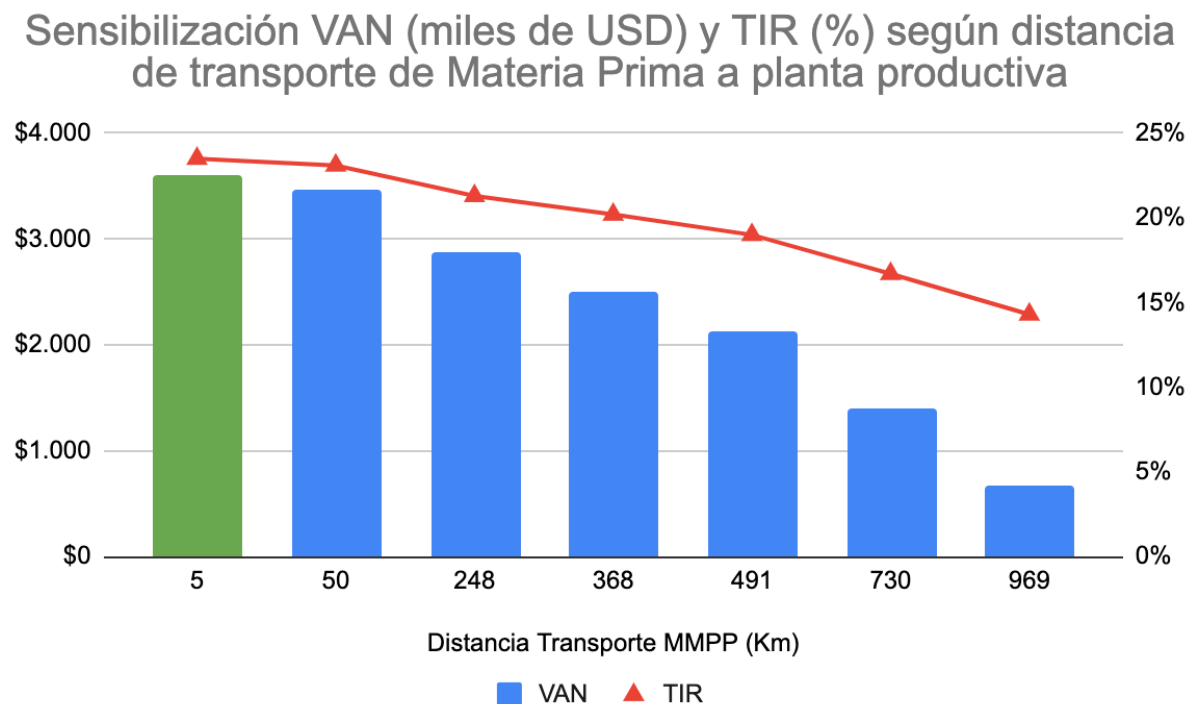
Figura 9.8: Sensibilización VAN según cambio en la inversión inicial (miles de USD)



Como se puede apreciar en la figura, el valor del proyecto, expresado como VAN, varía según el monto de la inversión inicial. En el caso de que la inversión inicial se duplicase, este proyecto corre el riesgo de dejar de ser rentable. De ahí en adelante, cualquier valor de inversión inicial hará que este proyecto deje de ser atractivo para los inversionistas. De todas formas, el proyecto muestra una solidez para soportar una carga superior a la inversión inicial estimada, pudiendo hasta duplicarse, y aun así, seguir siendo rentable, lo que demuestra el atractivo de este negocio.

Por último, se ha hecho una sensibilización según la distancia de transporte a recorrer para el abastecimiento de materia prima hacia la planta productiva. Este está elaborado para la situación base de 60% de hidrolizado proteico y 40% de colágeno, considerando un costo de transporte por kilómetro recorrido de USD 5, utilizando camiones de 8 Ton de capacidad. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 9.9: Sensibilización VAN (miles de USD) y TIR (%) según distancia transporte materia prima a planta productiva (km)

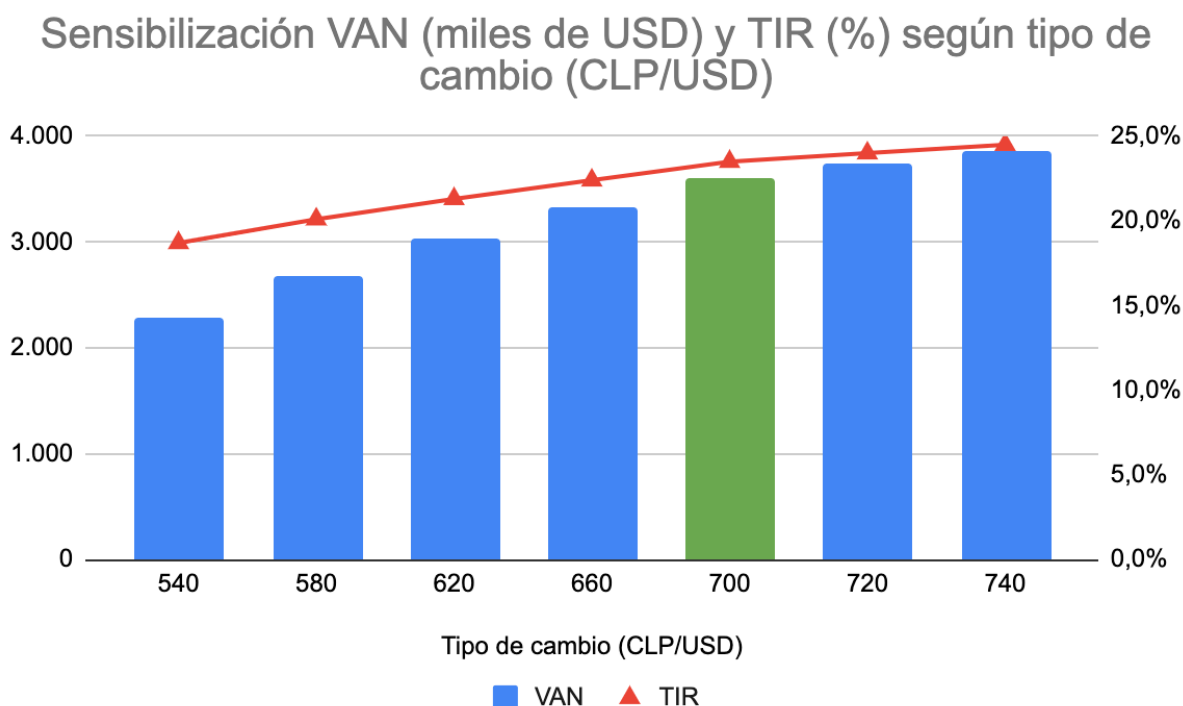


Se ha considerado una distancia de 5 km de transporte de materia prima de las plantas procesadoras de ostras y jibia de la región hacia el parque industrial de Coquimbo, como situación base. También se ha analizado una situación donde pueda instalarse una planta en otra zona de la región de Coquimbo, considerando una distancia promedio de 50 kms., y el proyecto sigue siendo rentable. Luego se analizó la situación donde el 50% de la materia prima es obtenida de la región de Coquimbo y el 50% es obtenida de la región de Valparaíso, promediando 248 kms. de distancia recorrida, y el proyecto sigue siendo rentable. El siguiente escenario fue considerando que el 50% de la materia prima es obtenida de la región de Coquimbo, el 25% de la región de Valparaíso y el 25% restante de la región del Biobío, obteniendo un promedio de distancia de 368 kms., generando una TIR del 20% para el proyecto. Posteriormente se analizó la situación en que toda la materia prima proviniese de la región de Valparaíso (491 kms.), y el proyecto sigue siendo rentable, con una TIR del 19%. El penúltimo escenario analizado fue donde se obtiene la materia prima en un 50% de la región de Valparaíso y un 50% de la región del Biobío, donde el proyecto, si bien, sigue siendo rentable, la TIR ya baja del 17%. Por último se analizó el escenario donde toda la materia prima es obtenida de la región del Biobío (969 kms.), y se puede apreciar que este proyecto aún resiste y permanece siendo rentable con este escenario.

Es importante destacar que el análisis del escenario donde se obtiene un 50% de materia prima de la región de Coquimbo y un 50% de la región del Biobío no se incluye en la figura anterior, debido que a el promedio de kilómetros recorridos es 487, muy similar en resultados al escenario donde se obtiene toda la materia prima desde región de Valparaíso (491 kms.).

Por otra parte, se ha sensibilizado el impacto del valor del tipo de cambio en este proyecto, considerando un escenario base de CLP 700 por USD 1. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 9.10: Sensibilización VAN (miles de USD) y TIR (%) según valor del tipo de cambio (CLP/USD)



Se puede apreciar, que si bien el tipo de cambio tiene un impacto en el proyecto, este sigue siendo atractivo para valores de tipo de cambio incluso inferiores a CLP 540 por USD 1.

Por último, la siguiente tabla muestra los valores del proyecto (VAN), expresado en millones de dólares, para distintos valores de venta por tonelada de colágeno e hidrolizados proteicos. La situación base está marcada en verde.

Tabla 9.1: Sensibilización de VAN (MM de USD) según valores de venta por tonelada de colágeno e hidrolizado proteico (USD/Ton)

Sensibilización VAN Precio venta hidrolizado proteico (USD/Ton) / Precio venta colágeno (USD/Ton)								
		Precio venta colágeno (USD/Ton)						
		20.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000
Precio venta hidrolizado (USD/Ton)	10.000	(3,3)	(0,7)	0,6	1,9	3,2	4,5	5,8
	13.000	(2,4)	0,2	1,5	2,8	4,0	5,3	6,6
	16.000	(1,6)	1,0	2,3	3,6	4,9	6,2	7,5
	17.000	(1,3)	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8
	19.000	(0,7)	1,9	3,2	4,5	5,8	7,1	8,4
	20.000	(0,4)	2,2	3,5	4,8	6,0	7,3	8,6
	21.000	(0,1)	2,5	3,7	5,0	6,3	7,6	8,9

Como se aprecia en la tabla, este proyecto deja de ser rentable si el precio de venta del colágeno llega a USD 40.000 por tonelada y al mismo tiempo, el precio de venta de hidrolizado proteico es de USD 10.000 por tonelada.

En la siguiente tabla se aprecia el mismo análisis, pero tomando como variable de salida la TIR del proyecto.

Tabla 9.2: Sensibilización de TIR (%) según valores de venta por tonelada de colágeno e hidrolizado proteico (USD/Ton)

Sensibilización TIR Precio venta hidrolizado proteico (USD/Ton) / Precio venta colágeno (USD/Ton)								
		Precio venta colágeno (USD/Ton)						
		20.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000
Precio venta hidrolizado (USD/Ton)	10.000	-3,4%	9,3%	14,2%	18,4%	22,2%	25,7%	28,9%
	13.000	1,4%	12,6%	17,1%	21,0%	24,6%	27,9%	31,0%
	16.000	5,5%	15,6%	19,8%	23,5%	26,9%	30,0%	33,0%
	17.000	6,8%	16,6%	20,6%	24,3%	27,6%	30,7%	33,6%
	19.000	9,2%	18,5%	22,3%	25,9%	29,1%	32,1%	34,9%
	20.000	10,3%	19,4%	23,2%	26,6%	29,8%	32,8%	35,5%
	21.000	11,5%	20,3%	24,0%	27,4%	30,5%	33,4%	36,2%

X CONCLUSIONES

Con este estudio se puede concluir que el proyecto es atractivo para ser llevado a cabo en la región, mostrando una Tasa de Retorno del 23,5% para una inversión inicial superior a los USD 3 millones, retornando la inversión a los 5 años. Se debe considerar siempre la capacidad técnica que es necesaria para desarrollarlo en el país, tomando en cuenta los procesos, maquinaria, insumos, capacidades y personal que se requiere, lo cual no solo impacta en términos financieros si no en la capacidad del inversionista para desenvolverse en estos términos.

Por otra parte, es importante que el o los inversionistas de un proyecto como este, posean la capacidad comercial necesaria, debido a que los productos a manufacturar no son de uso común en el mercado nacional, y en el extranjero se deben tener los contactos comerciales específicos, desarrollar los canales y entender los tiempos para cada país en particular, considerando su cultura, tanto empresarial como general, a fin de tener éxito en el negocio.

Una planta procesadora como la descrita en este estudio, permite iniciar el negocio en un mercado más factible de abordar, como es el de hidrolizados proteicos, para luego, progresivamente, entrar al mercado de colágeno marino, que se considera un mercado más sofisticado y que requiere mayores capacidades técnicas e involucra un costo mayor de operación. Para ello es importante la capacidad de gestión que se posea, esto no se ve reflejado en la planta per se, ni en los cálculos del Excel, si no en la capacidad de liderazgo, manejo de recursos humanos, administración de los flujos de efectivo, capacidad de captar nuevos clientes y de realizar la transición entre los diversos mercados.

Es importante destacar que si bien un negocio de este tipo no es rentable en todos los escenarios estudiados, si demuestra tener un gran atractivo en la mayoría de ellos, por lo que se sugiere proceder a un estudio de factibilidad, según las fases correspondientes a una evaluación de proyectos.

Los escenarios analizados muestran que el proyecto se torna atractivo, incluso considerando el escenario de consumir toda la materia prima de la región, pudiendo recurrir a obtener materia prima desde otras regiones del país, y seguir con el procesamiento de bioproductos. El estudio indica que incluso, estableciendo la planta procesadora en la región de Coquimbo, se puede obtener la materia prima totalmente desde otras regiones (como Valparaíso y Biobío) y el negocio sigue siendo rentable.

Los escenarios estudiados aun dan un amplio margen para que el proyecto siga siendo atractivo, incluso estresando variables claves como precio de venta de los productos, costo de la materia prima, tamaño de la inversión inicial y crecimiento en la penetración de mercado,

por lo que será de suma relevancia la capacidad de emprendimiento del equipo que desarrolle el proyecto, considerando la cantidad de variables a manejar que permiten además, explorar nuevas oportunidades de mercado en el desarrollo de bioproductos, expansión a nuevos países, aprovechamiento de la economía circular de diversos ecosistemas no solo en la región de Coquimbo, si no en otras regiones y otros rubros (industria de alimentación humana o animal, pero también cosmética, medicina y otras tendencias que deben ser vigiladas tecnológicamente de manera constante).

Otro valor agregado del proyecto, es el aprovechamiento de las capacidades técnicas que se generen como consecuencia de esta planta, sus procesos y equipos de trabajo, con respecto al aporte que esto tendrá a nivel país en términos científico-tecnológicos.

Finalmente, el principal riesgo asociado al proyecto viene dado por la proyección de disponibilidad de materia prima, debido a que la jibia – principal recurso utilizado en esta planta – es una especie de la cual solo se han hecho proyecciones científicas anuales. Este estudio se basó en los datos reales de obtención de jibia en más de 10 años, para proyectar al futuro. Sin embargo, como se señaló anteriormente, este proyecto puede seguir siendo rentable, minimizando este riesgo a través de la obtención de materias primas desde otras regiones del país que incluyen este recurso, como también de otras especies, dado que requieren de los mismos procesos para la obtención de estos bioproductos.