

P
516

Nº INVENTARIO 13000
FECHA 07.05.2015



Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ingeniería
Trabajo Final de Ingeniería en Alimentos



DESARROLLO DE MEDALLÓN DE CARNE DE MERLUZA,
REBOZADO, PREFRITO Y CONGELADO.
DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

Autores

Maximiliano A. Giacoboni - Marianela Muñoz - Martín A. Titos

Tutor interno

Ing. Química María Isabel Yeannes

Tutor externo

Lic. en Tecnología de los Alimentos Sandra S. Suárez

Mayo 2007



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

A nuestros familiares y amigos.

Marianela y Maximiliano

*A mi esposa, María Laura.
A mi hija, Ana y
al bebé que está en camino.
A mi madre.
A mi abuela Corina.*

Martín

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a:

- Ing. Carlos E. Del Valle
- Ing. Emilio Manca
- Ing. Francisco Juanes
- Ing. Julio Bengoechea
- Osvaldo Ianiri
- Marcelo Ghys
- Irene y Marina de la Facultad de Cs. Exactas y Naturales
- Lumatec S.A.
- Bammi S.A.
- Departamento de Bromatología MGP
- Fripack S.A.
- Ing. Luciana Chiacchiera
- Ing. Daniel Cifuentes
- Ing. León Bonillo

y a todos aquellos que colaboraron con este proyecto.

RESUMEN

Este trabajo surge a solicitud de una empresa pesquera local, cuya actividad principal es la captura y procesamiento de *Merluza hubbsi* para exportación.

La propuesta es desarrollar un producto con mayor valor agregado que el minced congelado que comercializan en forma directa, diseñar su línea de producción y realizar un estudio de factibilidad económica.

Dada las características del producto que se va a desarrollar se propuso utilizar un proceso lineal continuo.

El proyecto resultó rentable y se obtuvo un producto con un 20% de valor agregado.

SUMMARY

This work grows as request by a local fishery factory, which principal activity is the capture and processing of *Merluza hubbsi* for exportation.

The purpose of this work was to develop a product with higher added value than frozen minced, to design the processing line and to evaluate the economic possibilities of this project.

According to the characteristics of this product, it was proposed a continuous linear process.

The project results to be economical profitable, and the product obtained had 20% of value added.

ÍNDICE

Portada	
Dedicatorias	
Agradecimientos	
Resumen / Summary	
Índice	
Introducción	1
1. Características del Mercado	2
1.1 Introducción	2
1.2 Consumo	2
1.3 Comercio exterior	2
1.4 Canales de comercialización y distribución el producto	3
1.5 Análisis del la oferta	5
2. Desarrollo del producto	6
2.1 Definición el producto	6
2.2 Materias primas	7
2.3 Formulación del producto	22
3. Diseño del proceso	28
3.1 Introducción	28
3.2 Diagrama del flujo del proceso	30
3.3 Balances de materias de los componentes principales	31
3.4 Diagrama tecnológico del proceso	32
4. Atemperado	34
4.1 Introducción	34
4.2 Modificaciones durante la descongelación	35
4.3 Estimación de las propiedades térmicas	36
4.4 Estimación del tiempo de atemperado	37
4.5 Equipo para atemperar el producto	40
5. Reducción de tamaño	41
5.1 Introducción	41
5.2 Desmenuzado	41
5.3 Picado	42

6. Mezclado	43
6.1 Introducción	43
6.2 Mezclado por batch	43
6.3 Mezclado continuo	45
6.4 Elección de una mezcladora	45
7. Formado, aplicación de batter y rebozador	47
7.1 Formado	47
7.2 Aplicación de batter	48
7.3 Aplicación de rebozador	48
8. Fritura	50
8.1 Introducción	50
8.2 Fritura continua	50
8.3 El alimento en la pre fritura	51
8.4 Equipamiento industrial para la fritura	52
8.5 estimación del tiempo de pretritura	53
9. Enfriamiento y congelado	55
9.1 Enfriamiento	55
9.2 Congelado	56
10. Envasado y almacenamiento	62
10.1 Introducción	62
10.2 Envasado de alimentos congelados	62
10.3 Envase primario	63
10.4 Envase secundario	66
10.5 Máquinas	67
10.6 Almacenamiento	68
11. Planificación de la producción	70
12. Inversión y rentabilidad	72
12.1 Inversión	72
12.2 Rentabilidad	75
Conclusiones	82
Anexo I: Productos pesqueros empanados y rebozados, comercializados en el mercado exterior	84
Anexo II: Balances de masa	98
Anexo III: Curvas de congelación y descongelación	99

Anexo IV: Análisis de la variación del tiempo con el espesor, en la congelación .	101
Anexo V: Predicción de tiempos de congelación y descongelación de alimentos	103
Anexo VI: Cálculo del tiempo de atemperado	105
Anexo VII: Equipos	107
Anexo VIII: Cálculo del tiempo de pretritura	125
Anexo IX: Cálculo del tiempo de enfriamiento	132
Anexo X: Cálculo del tiempo de congelación	136
Anexo XI: Inversión y rentabilidad	138
Anexo XII: Gastos de comercialización por operación	151
Bibliografía	152

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge a solicitud de una empresa pesquera local, cuya actividad principal es la captura y exportación de *Merluza hubbsi* procesada. Una de las maneras de comercializar esta especie es como bloques de minced congelados.

La idea propuesta es desarrollar un producto con mayor valor agregado a partir del minced congelado y diseñar su línea de producción.

El estilo de vida de las personas en los últimos años ha provocado un cambio en los hábitos alimenticios. La falta de tiempo, la comodidad y la poca afición por cocinar han producido un aumento en el consumo de comidas elaboradas. Este incremento se debe, en parte, a la inserción en el mercado mundial de productos elaborados a partir de desmenuzado de carne de pescado como el surimi, kamaboko, palitos, hamburguesas, etc. Algunos de estos productos se presentan empanados y/o fritos de acuerdo al gusto de los consumidores de determinados mercados. En general son comercializados congelados para aumentar su vida útil y su disponibilidad en el hogar.

Los productos elaborados a partir de pescado son reconocidos como alimentos saludables y su consumo está en constante crecimiento.

Por lo tanto el producto a desarrollar será un medallón de carne de merluza, rebozado, prefrito y congelado.

Tanto el mercado al cual se destinará el producto como el volumen de la producción, fueron establecidos por la empresa partir de su estudio de mercado.

En consecuencia, los objetivos de este trabajo consistirán en definir una formulación preliminar del producto a desarrollar, diseñar su línea de producción y realizar un estudio de factibilidad económica para las condiciones establecidas.

1. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

1. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

1.1 Introducción

La empresa que propuso la realización de este trabajo, llevó a cabo un estudio de mercado para determinar los posibles países compradores, a partir del cual determinaron que será Estado Unidos.

Por lo tanto, es necesario conocer los productos procesados de la pesca que en ese país se consumen, sus características, las diferencias entre productos similares. Será valioso reconocer, además, si estos productos pueden tener lugar en otros mercados como la Unión Europea.

La observación de estos aspectos, servirá para preseleccionar ingredientes, aditivos y formas de presentación del producto.

1.2 Consumo

Argentina encabeza el listado de países en cuanto a consumo per cápita de carne vacuna con aproximadamente 60 Kg. por habitante por año (Infopesca, 2007). En contraposición el consumo de pescado es muy bajo en Argentina, rondando los 6 Kg. promedio por habitante por año. Este valor contrasta significativamente con otros países en donde el consumo de pescado puede alcanzar los 20 Kg. por habitante por año, como es el caso de EE.UU., siendo el consumo de carne vacuna de solo 44 Kg. (Bourlon, 1997). Es así que, al no existir un mercado interno relevante, prácticamente toda la producción se exporta.

1.3 Comercio exterior

En el año 2004, el comercio mundial de productos pesqueros alcanzó los 55.2 mil millones de dólares. El 85 % del comercio de exportación es destinado a países desarrollados y casi la mitad de productos pesqueros son originados en países en vías de desarrollo.

Entre los principales exportadores se encuentran Noruega, China, Estados Unidos y Dinamarca siendo Japón el principal comprador. Entre Japón, Estados

Unidos y la Comunidad Europea se reparten el 75% de las importaciones en términos de valor económico.

La mayor parte del comercio internacional involucra pescado procesado, dado que es altamente perecedero. El comercio de peces vivos y de pescados y moluscos frescos y refrigerados es pequeño, no obstante su desarrollo se encuentra en crecimiento (Bourlon, 1997).

En el 2005 Argentina exportó casi 500.000 toneladas de productos pesqueros por un valor superior a los 800 millones de dólares. Comparativamente en el 2005 Argentina exportó aproximadamente 180.000 toneladas de productos derivados de carne vacuna por 425 millones de dólares. (USDA, 2007).

Hasta el 30 de noviembre del 2006, las capturas de las principales especies de merluzas se mantenían en niveles similares a los registrados en igual período del año anterior. La *Merluzza hubbsi* en particular, llegó a 319.724 toneladas, un poco por encima de las 311.000 toneladas del período enero-noviembre 2005.

Las exportaciones de productos congelados entre enero y setiembre de 2006 alcanzaron 218.079 toneladas, evaluadas en U\$s 349 millones.

Del total exportado, 116.564 toneladas corresponden a los filetes y demás cortes de pescado, categoría en la cual se incluye el surimi y los pescados en rodajas y en trozos. Las restantes 101.515 toneladas corresponden a pescados congelados enteros, H&G y a los hígados y huevas. El rubro de los filetes es claramente dominado por las exportaciones de merluza, siendo la especie hubbsi el principal recurso utilizado (52,4% del volumen), seguido por la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) (12,6%).

1.4 Canales de comercialización y distribución del producto

A continuación se presentan los distintos modos de comercialización presentes en el país destino, que definirán la selección del tipo de presentación del producto.

1.4.1 Canales mayoristas

En el caso de los productos derivados de la pesca, el 90% de los mayoristas son comercializadoras que compran los productos a granel para empaquetarlos y colocarles sus propias marcas. Del mismo modo colocan marcas de terceros, como

por ejemplo de cadenas de supermercados, para revenderlos a los minoristas y consumidores finales. Estos mayoristas tienen generalmente capacidad propia para el almacenamiento, ensamblado, empaquetado y etiquetado de los productos (Bourlon, 1997).

Si el exportador desea imponer o mantener su marca y producto debe hacer uso de comisionistas o brokers, que trabajan con mayoristas o centros de distribución para minoristas. De lo contrario montar una filial o entrar directamente en los canales de distribución minoristas.

1.4.2 Canales Minoristas

En Estados Unidos el comercio minorista muestra una continua evolución. Los grandes almacenes han perdido terreno en los últimos años debido al crecimiento de los llamados "discount stores". Según encuestas, los consumidores compran con mayor frecuencia en los comercios de descuentos (depósitos, tiendas o centros con salones de venta directa de fabricantes) porque ofrecen precios bajos casi todos los días del año.

El consumidor siempre ocupa un lugar prioritario en el comercio minorista. La nueva generación de consumidores estadounidenses, nacidos después de la segunda guerra mundial, representan un mercado de 70 millones, cuya gran mayoría posee título universitario. Esta generación ha provocado un significativo cambio en los hábitos de compra, buscando combinar mejores precios con diseño y calidad.

Los principales mercados minoristas de los Estados Unidos han sido tradicionalmente Los Ángeles, New York y Chicago.

Los supermercados convencionales, los negocios de conveniencia (convenience stores) y los comercios "rápidos" (express stores) son los principales canales de comercialización en el caso particular del sector alimenticio. Los alimentos también pueden distribuirse vía los clubes al por mayor y los supercentros, dónde generalmente están combinados con diversos rubros y las ventas pueden ser tanto al por menor, por caja cerrada y/o al por mayor (Bourlon, 1997).

Si bien la venta se realizará al por mayor, el producto estará envasado en presentaciones similares a las mostradas en el anexo I, lo cual le permitirá al comprador colocar directamente el producto en góndolas.

1.5 Análisis de la oferta

En el anexo I se presenta el detalle de productos pesqueros rebozados comercializados por empresas, la mayoría nacionales, que se exportan a los mercados de interés planteados en este trabajo.

Es evidente que los productos pre fritos tienen gran aceptación tanto en el mercado estadounidense como en el europeo. Por esta razón se apuntará a desarrollar un producto de estas características.

Por tratarse de un alimento altamente perecedero, estos se comercializan congelados, garantizando la extensión de su vida útil y disponibilidad en el hogar.

Con respecto a la geometría del producto, existe una gran diversidad. Por lo tanto la flexibilidad en la línea de producción permitiría adaptarse a las cambiantes necesidades del mercado.

Con respecto a las empresas argentinas que realizan este tipo de productos, se observa que en general tratan de no darle un sabor determinado, con lo cual se puede exportar a mercados como el estadounidense o el de la comunidad europea.

En conclusión, en este trabajo se desarrollará un medallón de carne de merluza, rebozado, prefrito, congelado presentado en envases de cuatro unidades, para ser exportado a EEUU.

2. DESARROLLO DEL PRODUCTO

2. DESARROLLO DEL PRODUCTO

2.1 Definición del producto

En el desarrollo de un alimento, es necesario precisar con anterioridad que tipo de alimento se quiere obtener, lo cual permitirá seleccionar los ingredientes y aditivos adecuados para lograr un producto con las características nutricionales, funcionales, sensoriales y sanitarias deseadas.

A partir del análisis comparativo de los productos existentes en el mercado, se estableció como producto ideal buscado para este trabajo, un medallón de carne de merluza, rebozado, prefrito, congelado, que cumplirá con las siguientes características:

- Calidad en el producto terminado, a partir de la aplicación en su elaboración de Buenas Prácticas de Manufactura, conforme a la de sus materias primas.
- Inocuidad.
- El consumidor al extraer el medallón del envase debe percibir:
 - Un color dorado típico de un producto empanado frito.
 - Un aroma agradable y suave característico de un producto frito.
 - Que el aroma característico del pescado sea suave y agradable, y no sea más intenso que el aroma a fritura.
- Al cocinar el producto el consumidor debe percibir:
 - Si fue cocinado de acuerdo a las indicaciones del envase, un color característico de un producto frito.
 - Un color uniforme y característico blanco del pescado, en el interior del medallón.
 - En el interior del medallón, un aroma y sabor característico a pescado fresco cocido y algo más intenso que el de las especias incorporadas en la formulación.
 - Que el medallón se corta con facilidad con un tenedor.
 - Al masticar el producto, una rápida disminución de su consistencia.

De acuerdo a estas características deseadas se preseleccionó un grupo de ingredientes y aditivos comúnmente utilizados para este tipo de productos, considerando que algunos de ellos podrían formar parte de la formulación final del

producto. La composición final debe ser determinada por análisis de productos prototipos ensayados, a través de paneles entrenados de evaluación sensorial para el mercado objetivo.

En este trabajo se determinará una formulación preeliminar analizando diferentes prototipos, seleccionando de los mismos aquellos que mas se asemejen a las características buscadas.

A continuación se hará una evaluación de las materias primas disponibles y los aditivos e ingredientes a fin de determinar cuales y en que cantidades serán propuestos para la formulación preliminar.

2.2 Materias primas

2.2.1 Minced

El minced es un desmenuzado de pescado sin espinas, huesos ni piel, obtenido a partir de piezas enteras evisceradas o de recortes. El proceso se denomina minceado. Se presenta en general en forma de bloques congelados como se muestra en la figura 2.3 (Lupin y Zugarramurdi, 1979).

Estos bloques constituyen la materia prima principal de los medallones. Por lo tanto es muy importante conocer profundamente sus características ya que afectarán directamente sobre el producto que se busca obtener. La calidad del minced que es utilizado determinará la calidad del medallón que se obtendrá, es así, que en estos párrafos siguientes se hará hincapié en los factores que la determinan. Es indispensable reconocer desde que punto se parte, para presumir a que producto de llegará.

2.2.1.1 Materia prima del minced

El minced es elaborado generalmente con recortes de pescado de especies blancas, como bacalao, merluza, pescadilla, castañeta, entre otras. También suelen utilizarse pescados enteros en los que por su alto contenido de huesos y espinas no es rentable la operación de fileteado (Lupin y Zugarramurdi, 1979). El minced utilizado para este trabajo es elaborado a partir de recortes provenientes de corte en "V", emprolijado de filete y filete rotos de merluza.

2.2.1.2 Separación mecánica

La mayoría de las técnicas de separación se basan en un cribado a través de un tambor rotatorio perforado, que separa la carne del resto del material. El sistema está formado por una cinta que presiona fuertemente la materia prima sobre un cilindro perforado, pudiendo variar la presión y la velocidad de la cinta. La pulpa pasa hacia el centro del cilindro. Este sistema es usado por los equipos Baader y otros como Bibun, Prince. A pesar de que aparentemente es un sistema simple de operar, la relación entre presión, tamaño de perforación, área total perforada, rendimiento, daños por cizalla y niveles de contaminación son complejos. Existen en desarrollo otros métodos de separación, que minimizan la contaminación del minced con componentes subcutáneos y asociados a la piel, manteniendo la estructura natural de la fibra muscular (Grantham, 1981), pero no es objeto de este trabajo ya que la materia prima utilizada proviene de un equipo Baader 861.

2.2.1.3 Calidad del minced

En principio la calidad del desmenuzado depende de la especie a procesar, sus propiedades biológicas, fisicoquímicas y sensoriales, que influirán en el tipo de procesamiento y en las características finales del producto que se desea obtener. Además el estado inicial de la materia prima, su frescura y contaminación bacteriana afectarán directamente el producto final.

Es obvia la importancia, como factor de calidad del minced que se relaciona directamente con el proceso, el porcentaje y tamaño de espinas que pasan a la pulpa que aumenta con el diámetro de las perforaciones del tambor cribado utilizado (Manca y Trichero, 1984).

La materia prima no es el único factor que determina la calidad del minced, sino también la naturaleza del proceso de separación. El minceado no es una simple operación de separación de pulpa y espina. Este proceso reduce la materia prima a un rango de tamaño de partículas que la transforman anatómicamente y fisiológicamente y hace que se mezclen íntimamente el músculo con otros componentes, lo cual puede afectar la textura, el aroma y la apariencia del minced (Manca y Trichero, 1984; Grantham, 1981).

2.2.1.4 Efectos mecánicos sobre el minced

Existe una fuerte correlación entre el tamaño de las perforaciones en la criba y el contenido de espinas en el minced, como también entre el grado de reducción

del tamaño de la partícula procesada y el contenido de espinas con la presión de separación de la cinta.

Más dificultades se presentan en la relación entre las condiciones de desmenuzado y presión del separador, y entre los daños de textura y la estabilidad en el almacenamiento. Las altas velocidades de desmenuzado dañan las funcionalidades de las proteínas. También, el aumento de presión puede conducir a una reducción en la capacidad de retención de agua y a una real pérdida del contenido de agua. El incremento de la presión en el minceado es fuente del aumento en la decoloración del minced y de la susceptibilidad en la degradación de las proteínas en el almacenamiento.

Por lo tanto las condiciones de operación seleccionadas, para obtener un cierto rendimiento, como la presión, tamaño de las perforaciones y el área de perforaciones, deben ser determinadas sabiendo que estas tienen un efecto directo sobre el contenido de espinas, la funcionalidad de las proteínas, la decoloración y la estabilidad de los lípidos (Grantham, 1981).

2.2.1.5 Efectos de la dispersión enzimática

El grupo de contaminantes más importante que llegan al músculo por la operación del minceado son las enzimas provenientes del riñón, la sangre, el ciego pilórico, el músculo rojo, el peritoneo y la piel, las cuales desatan una gran cantidad de reacciones de desnaturalización de proteínas y degradación de grasas con todos los efectos asociados que esto significa.

La proteólisis enzimática es la responsable principal de la degradación de la textura significativa en el minced de pescado. Esto es más evidente cuando el pescado entero no es correctamente manipulado y las proteasas intestinales son dispersadas en el tejido muscular (quimotripsina, tripsina carboxipeptidasas). De todas maneras, bajos niveles de contaminación por materiales viscerales desde el intestino del pescado puede causar considerables proteólisis. Otras enzimas proteolíticas incluyen a las catepsinas y calpainas, propias del tejido muscular y las de microorganismos contaminantes.

En el almacenamiento de pescado congelado, la reducción del óxido de trimetilamina (OTMA) en dimetilamina y formaldehído se debe a la acción de enzimas provenientes principalmente del riñón, de la sangre y los coágulos de sangre, el estómago, músculos laterales y posiblemente la piel. El formaldehído

produce un endurecimiento del músculo debido a la degradación de las uniones cruzadas de las proteínas. A su vez disminuye la capacidad para retener agua (Grantham, 1981).

Tanto los minced de especies demersales como pelágicas son susceptibles a la degradación de las grasas. Los lípidos de los peces están compuestos por ácidos grasos de cadena larga (14-22 átomos de carbono) con un alto grado de insaturación (cinco o seis dobles enlaces), lo que los hace inestables. Se encuentran debajo de la piel como depósitos subcutáneos, tejidos laterales, en inserción de aletas y cola, en las vísceras, en los tejidos nerviosos y en la cabeza. El proceso de minceado puede acelerar la degradación de estos materiales por la dispersión de las enzimas que degradan grasas (lipasas, estererasas, y lipoxigenasas), junto a la aceleración de la oxidación no enzimática a través del incremento del área de superficie. La degradación no enzimática es catalizada particularmente por las homoproteínas (hemoglobina, mioglobina, oximioglobina) de los vasos sanguíneos y de la pulpa. La oxidación de los lípidos también es acelerada por el decrecimiento de la actividad de agua (Roura, 2006).

2.2.1.6 Estabilidad del color

El color y la apariencia de los productos elaborados a partir del minced son un atributo esencial para su consumo. En el mundo desarrollado, la blancura y la homogeneidad del color son el mejor parámetro de calidad del producto. En el mundo en vías de desarrollo estos pueden ser blancos o con un gris uniforme.

En general el desmenuzado genera un producto más oscuro que su materia prima, a causa de la contaminación con pigmentos melanoides presentes en la piel, el peritoneo, la sangre y por contenidos de los intestinos y la cabeza. A lo largo del almacenamiento, se vuelven evidentes reacciones de amarronamiento y amarillamiento (Manca y Trichero, 1984).

Finalmente el minceado acelera la deconformación, agregación y ruptura de enlaces de las proteínas miofibrilares. Esto resulta en una pérdida de extractabilidad y contractibilidad de la actomiosina, con el consecuente incremento en la dureza y granulosidad, pérdida de líquido y un decrecimiento en la capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación, habilidad de formación de gel y propiedades reológicas. Por lo tanto este proceso y sus variables operativas son el factor más

importante que determinará no solo la calidad del minced sino, sobre todo, la del producto elaborado a partir de este. Es decir, en este proceso no solo es importante la materia prima que se va a utilizar, sino también, de que manera se va llevar a cabo; esta decisión definirá la calidad de los productos procesados a partir del minced.

2.2.3 Aditivos

A continuación se detallan los usos y propiedades funcionales de los aditivos seleccionados para la fase experimental, en busca de la formulación preliminar del medallón.

El número de aditivos que se podrían haber ensayado es mayor. El mismo se acotó por la disponibilidad y referencias de la industria obtenidas con respecto a la utilización en este tipo de productos.

2.2.3.1 Polifosfatos

En los productos cárnicos y en los productos de la pesca se utilizan frecuentemente los polifosfatos (PP) con el fin primordial de controlar las pérdidas de líquidos y lograr productos blandos y jugosos. Su efecto es particularmente importante en los productos congelados de la pesca, debido a la reducción de la pérdida de peso asociada a la exudación en el momento del descongelado (Wong, 1995; Multon, 1998).

Los polifosfatos son polímeros o más exactamente policondensados de las sales sódicas o potásicas de los ácidos orto o metafosfóricos. Se presentan bajo forma de moléculas lineales, cíclicas o ramificadas. Su solubilidad en el agua, su pH en solución acuosa y sus propiedades tecnológicas dependen de su grado de polimerización y del número de funciones salificadas. Los más usados son los piro, tri y tetra polifosfato y en algunos casos el hexametafosfato, agregado a alguno de los anteriores con el fin de mejorar sus resultados (Wong, 1995; Multon, 1998).

Es habitual utilizar en la industria cárnica, una mezcla de 2% p/p de cloruro de sodio y 0,3% p/p de fosfato, para aumentar la absorción y retención de agua. Para lograr un máximo incremento de volumen, se necesitan concentraciones de 0,8 – 1,0 moles/litros, con un 4,5 – 5,8 % p/p de cloruro de sodio (Wong, 1995).

Según la norma del Codex para barritas, porciones y filetes de pescado empanados o rebozados congelados rápidamente (codex stan 166-1989, rev. 1-1995), la dosis máxima en el producto final es de 10 mg/kg.

El efecto hidratante del polifosfato se debe a tres factores:

- 1- incremento de pH
- 2- incremento de la fuerza iónica
- 3- secuestro de iones metálicos.

Cuanto más aumente el pH por encima del punto isoeléctrico (pI) de las proteínas de la carne, mayor será la repulsión electrostática debido al incremento de la carga neta negativa. La neutralización de las cargas positivas por los aniones fosfato disminuye aún más las atracciones electrostáticas. El aumento de la capacidad de retención de agua está vinculado también con la acción quelante de los aniones fosfato. Los polifosfatos forman con el calcio y el magnesio complejos ligados a las proteínas del músculo, liberando a éstas de los enlaces cruzados establecidos vía los citados cationes. Las cadenas polipeptídicas, una vez separadas por repulsión electrostática, pueden distanciarse, formando una red proteica capaz de inmovilizar un número más elevado de moléculas de agua. Este efecto se acentúa notablemente en el rango alcalino de pH ($\text{pH} > \text{pI}$), o a través de la adición de cloruro de sodio, que acrecienta la repulsión electrostática y separa aún más las moléculas proteicas (Wong, 1995). Ver figura 2.1.

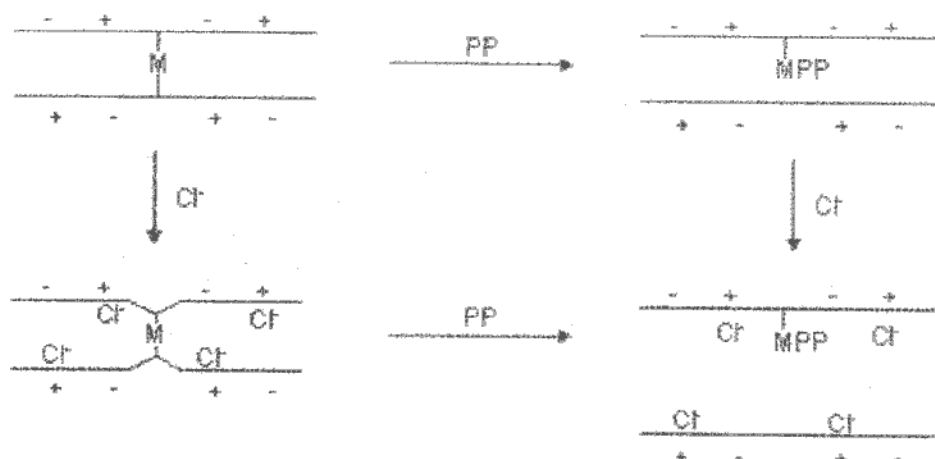


Figura 2.1: Efecto de los iones fosfatos sobre la hidratación de la carne (Wong, 1995).

Se ha observado, mediante microscopía de contraste de fases, que el aumento de la capacidad de retención de agua es debido al incremento del volumen de las miofibrillas (Wong, 1995).

Al observar la organización estructural de la miofibrilla, se determina que el incremento de volumen se ve dificultado por las líneas M y Z y por los puentes establecidos entre las proyecciones de los filamentos grueso y finos. Se ha demostrado que la presencia de cloruros o pirofosfatos causan la despolimerización de los filamentos de la miosina y disociación del complejo actomiosina al romper los enlaces electrostáticos. Al liberarse de esta manera de restricciones estructurales, se puede incrementar el volumen interfibrilario y la capacidad de retención de líquidos (Wong, 1995; Multon, 1998).

Además de las propiedades funcionales ya mencionadas, los polifosfatos poseen la capacidad de secuestrar eficazmente metales. Los polifosfatos de cadena larga son los más eficaces como secuestrantes del ión Fe, involucrados en las reacciones de oxidación.

Esta función está muy relacionada con la calidad microbiológica, ya que entre los cationes que compleja se encuentran el Ni, Co, Cu y Zn, que intervienen como coenzimas en la cadena respiratoria de las bacterias y en la estructura de sus membranas. Por otro lado, la presencia de polifosfatos disminuye la a_w del sistema, produciendo una reducción en la disponibilidad de agua para el uso metabólico de los microorganismos (Wong, 1995; Multon, 1998).

2.2.3.2 Carragenina

La carragenina o carragenano es un polisacárido constituido por una cadena de unidades galactosa y 3,6 anhidrogactosa, sulfatadas y no sulfatadas unidas por enlaces glucosídicos α -1,3 y β -1,4, alternantes (Wong, 1995).

Es un hidrocoloide ya que posee propiedades hidrofílicas y se dispersa en solución como los coloides. Entre sus propiedades se destacan el alto grado de solubilización en agua, la capacidad de incrementar la viscosidad y de formar geles en condiciones adecuadas. También mejoran la textura de los productos cárnicos (Fennema, 1993).

En general los hidrocoloides se utilizan en concentraciones inferiores al 2% ya que presentan una capacidad limitada de dispersión y la funcionalidad deseada se logra en esas concentraciones (Fennema, 1993).

Sus propiedades gelificantes se ven afectadas por la cantidad de grupos sulfato y su localización en la cadena. Se distinguen tres tipos κ , ι y λ , como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Propiedades funcionales de las carrageninas (Wong, 1995)

Propiedad funcional	Kappa (κ)	Iota (ι)	Lambda(λ)
Estabilidad frente a la congelación descongela	-	+	+
Textura del gel	Fuerte, rígido, opaco	Elástico y claro	No gelifica
Ion necesario para la gelificación	K^+	Ca^{+2}	No gelifica
Textura del gel	Fuerte, rígido, opaco	Elástico y claro	No gelifica
Sinéresis	+	-	-
Estabilidad frente al medio ácido	+	+	+
Estabilidad frente al cizalladura	-	+	-

Las carrageninas κ e ι forman geles reversibles térmicamente con entramados enlazados mediante la formación de dobles hélices. Al enfriarse, se produce la gelificación si se forman dobles hélices suficientes como para construir las zonas de unión necesarias y lograr una red continua. La función del anión sulfato es la de conservar al carragenano en disolución. El cambio estructural del polisacárido, pasando de un enrollamiento al azar a otro helicoidal, se ve beneficiado por la disminución de su contenido en sulfato. El κ - carragenano, que está menos sulfatado, forma geles opacos y el ι - carragenano, que tiene un porcentaje de sulfatación más alto, tiende a permanecer en disolución enrollado al azar y sus geles son claros y elásticos que no sufren sinéresis. La asociación de las cadenas y el empaquetamiento de las hélices se fortalecen por la atracción electrostática entre cationes (K^+ y Ca^+) y los aniones sulfato. La gelificación de las carrageninas puede ajustarse regulando la concentración de cationes; su presencia aumenta la temperatura de gelificación.

En general las carrageninas comerciales son una mezcla de 60% de (κ) gelificante fuerte y λ no gelificante. En productos congelados inhibe la formación de grandes cristales de hielo y en productos sometidos a fritura reduce la absorción de aceite (Fennema, 1993).

Según la norma del Codex para barritas, porciones y filetes de pescado empanados o rebozados congelados rápidamente (codex stan 166-1989, rev. 1-1995), la dosis máxima está limitada por las Buenas Practicas de Fabricación (BPF).

2.2.3.3 Carboximetilcelulosa

La carboximetilcelulosa es un hidrocoloide derivado de la celulosa, conocida como una de las gomas de la celulosa. Químicamente es un polisacárido compuesto por bloques de celobiosa (formado por dos unidades de glucosa unidas por enlaces β -1,4), donde los grupos hidroxilos son sustituidos por grupos carboximetilo que tienden a incrementar la solubilidad en agua del polisacárido, formando una solución no newtoniana (Wong, 1995; Fennema, 1993).

Las propiedades gelificantes de estos compuestos dependen fundamentalmente de: a) el grado de polimerización (DP), habitualmente > 100.000 y b) del grado de sustitución (DS). El máximo grado teórico de sustitución es 3.0, que se alcanza cuando se ha hecho reaccionar a todos los hidroxilos. A medida que aumenta el DP, aumenta también la viscosidad de las disoluciones, la cual descende a temperaturas elevadas y aumenta a pH ácido, logrando la máxima estabilidad en el rango de pH 7-9 (Fennema, 1993).

En productos de la pesca refrigerados es utilizada como espesante y gelificante en frío. En los productos congelados inhibe la formación de cristales de hielo (Fennema, 1993).

Según la norma del Codex para barritas, porciones y filetes de pescado empanados o rebozados congelados rápidamente (codex stan 166-1989, rev. 1-1995), la dosis máxima está limitada por las Buenas Practicas de Fabricación (BPF).

2.2.3.4 Glutamato Monosódico

Es un potenciador del sabor, el más importante entre las sustancias exaltadoras del gusto. Solo la forma L posee actividad.

Las medidas sensoriales muestran netamente un aumento de las percepciones olfato-gustativas en los alimentos a los cuales fue adicionado (entre 0,1 y 2%). En general aumenta la palatabilidad del alimento sin modificar la naturaleza del aroma.

Según la norma del Codex para barritas, porciones y filetes de pescado empanados o rebozados congelados rápidamente (codex stan 166-1989, rev. 1-1995), la dosis máxima está limitada por las Buenas Practicas de Fabricación (BPF).

Su modo de acción no se conoce, solo se ha demostrado que no tiene efecto sobre los cuatro sabores básicos. No obstante tiene un sabor propio, independiente y medible (Multon, 1998).

2.2.3.5 Maltodextrina

Es un polisacárido derivado del almidón. Se utiliza como ligante y sustituyente de la materia grasa en productos cárnicos como hamburguesas en Gran Bretaña y otros países (Varman, 1998).

Según la norma del Codex para barritas, porciones y filetes de pescado empanados o rebozados congelados rápidamente (codex stan 166-1989, rev. 1-1995), la dosis máxima está limitada por las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).

La selección de los aditivos mencionados y la concentración a utilizar se desarrolla en el punto 2.3 de este capítulo.

2.2.4 Aceite

El aceite es el elemento principal en el proceso de fritura. Su calidad inicial y el control de su evolución durante dicha operación son de vital importancia para lograr un producto frito característico.

Su calentamiento a altas temperaturas por tiempos elevados y en presencia de agua y oxígeno presente en los alimentos lleva al deterioro del aceite (Brennan y col, 1998) bajando su calidad tecnológica y nutricional.

Las reacciones que ocurren durante el calentamiento pueden clasificarse en tres tipos:

1. Las grasas se hidrolizan por la humedad, formando diacilglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos son muy reactivos y sus sabores son característicos; pero la mayoría al ser volátiles, son arrastrados fuera del aceite por el vapor proveniente del alimento (Friedrich, 2000).
2. Las grasas pueden oxidarse para formar hidroperóxidos, ácidos dienoicos conjugados, epóxidos, hidróxidos y cetonas. La autooxidación ocurre cuando el aceite contiene ácidos grasos poliinsaturados como linolénico (18:3) y linoleico (18:2). Los hidroperóxidos se descomponen a la temperatura de 180°C en compuestos primarios y secundarios, responsables del sabor de los aceites usados (Friedrich, 2000).
3. Las grasas pueden formar enlaces carbono-carbono en ausencia de oxígeno, generando compuestos cíclicos. Otros enlaces entre moléculas de triglicéridos forman polímeros de mayor peso molecular. La polimerización se observa

mediante el aumento de la viscosidad del aceite. Junto con el aumento de la viscosidad, aumenta la absorción de grasa en el alimento (Fennema, 1993; Friedrich, 2000).

La oxidación del producto frito, origina rancidez, pérdida de palatabilidad y la aparición de sabores y olores no deseables. Por ello, cobra una mayor importancia la presencia de antioxidantes en el medio de fritura, y se vuelve imprescindible conocer cuales han sido agregados al aceite que se va a utilizar.

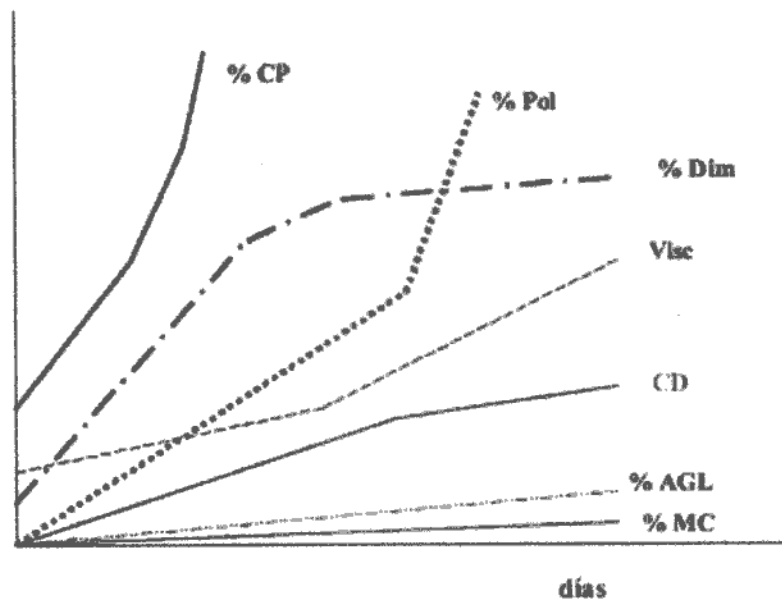
Los antioxidantes son sustancias presentes en bajas concentraciones respecto al sustrato oxidable y que retardan significativamente la oxidación de éste. Los antioxidantes deben cumplir una serie de criterios para ser utilizados en alimentos (Navas Sánchez, 2005):

- ser seguros e inocuos
- no conferir color, olor ni sabor
- ser efectivos a bajas concentraciones
- presentes en el producto final y ser estables en el mismo
- ser liposolubles y disponibles a bajo precio

Como se mencionó, la valoración de la calidad de los aceites durante la fritura, es de gran importancia. Para el seguimiento del deterioro térmico y oxidativo del aceite se utilizan diversos métodos: productos insolubles en éter de petróleo, compuestos polares, mediciones de dímeros de esteres. Se utilizan en menor grado determinación de viscosidad, ácidos grasos libres, calidad sensorial, punto de humo y formación de espuma (Fennema, 1993).

El parámetro analítico contemplado más universalmente por la legislación, para desechar los aceites de fritura, es el porcentaje total de compuestos polares (% CP). Este parámetro intenta realizar una evaluación global de la alteración de los triglicéridos y ácidos grasos, a través de la diferenciación entre el porcentaje de compuestos apolares presentes en el aceite usado (mayormente triglicéridos inalterados), y el porcentaje de compuestos polares en el mismo debido a componentes alterados (ácidos grasos libres, diglicéridos y monoglicéridos, polímeros y compuestos oxidados) (Navas Sánchez, 2005).

Por otra parte, otras características químicas y físicas evolucionan también a medida que avanza la alteración en un aceite sometido a fritura, tal como muestra la figura 2.2.



% CP= porcentaje de compuestos polares; % Pol= porcentaje de polímeros; % Dim= porcentaje de dímeros; Visc= viscosidad; CD= constante dieléctrica; % AGL= porcentaje de ácidos grasos libres; % MC= porcentaje de monómeros cíclicos.

Figura 2.2: Evolución de diferentes propiedades físicas y químicas en los aceites de fritura (Navas Sánchez, 2005)

Por esta razón, la determinación de los valores correspondientes a las propiedades físicas y químicas de los aceites sometidos a fritura, así como la mayoría de los tests rápidos desarrollados para el control, intentan hallar una correlación más o menos directa con el contenido de compuestos polares (Navas Sánchez, 2005).

La legislación de cada país establece los valores límites para los parámetros mencionados anteriormente. En los Estados Unidos, hasta el momento, no existen regulaciones específicas para el control de los aceites recalentados; aunque el USDA'S Meat and Poultry Inspection Manual (USDA / Fsis. 1991) indica que la presencia de residuo carbonizado y un contenido de ácidos grasos libres mayor del 2% son indicadores de que el aceite de fritura debe ser desechado. Legislaciones de diversos estados federales (EE.UU.) establecen que los aceites de fritura con

porcentaje mayor al 25% de compuestos polares no son adecuados para el consumo humano (Rodríguez, 2002).

2.2.4.1 Elección del aceite de fritura

En los siguientes puntos se analizan la estabilidad, precio y distintas propiedades de diferentes aceites a fin de seleccionar el más apropiado para este proyecto.

2.2.4.1.1 Estabilidad

Por la palabra estabilidad se entiende como la resistencia del aceite al uso, es decir, cuanto puede ser utilizado antes de ser descartado. Para cuantificar este criterio se toma en cuenta el porcentaje de compuestos polares. Valenzuela (2004) midió la evolución de este parámetro en distintos aceites resultando superior el aceite de girasol alto oleico frente al aceite de girasol convencional, aceite de oliva y aceite vegetal parcialmente hidrogenado.

2.2.4.1.2 Propiedades nutricionales

El uso de grasas de origen animal o de aceites vegetales hidrogenados no es recomendable desde el punto de vista nutricional, debido al riesgo potencial para la salud que significa el consumo de ácidos grasos saturados y con isomería trans. Además, por esas mismas razones muchos países recomiendan evitar o restringir su uso en procesos de fritura (Valenzuela, 2004).

Los aceites con mayor composición de ácidos grasos insaturados, son más adecuados desde el punto de vista nutricional. Los aceites mayoritariamente monoinsaturados son los más utilizados, ya que presentan ventajas respecto a las grasas saturadas o parcialmente hidrogenadas por cuestiones relacionadas con la salud, y también con respecto a los aceites poliinsaturados, por cuestiones de estabilidad y calidad sensorial (Navas Sánchez, 2005).

En la tabla 2.2 se presentan la composición de ácidos grasos de los aceites más utilizados en la industria.

Tabla 2.2: Composición de ácidos grasos de los aceites (Valenzuela, 2004).

Aceites	Porcentaje de ácidos grasos			
	Saturados	Trans	Monoinsaturados	Poliinsaturados
Alto oleico	6.8	0	83.9	9.4
Vegetal hidrogenado	19.4	19.1	38.1	23.4
Girasol convencional	11.1	0	24.3	64.7
Oliva	14.0	0	79.5	6.5

Se observa que el aceite alto oleico posee menor porcentaje de ácidos grasos saturados que el resto de los aceites y 0 % de ácidos grasos trans, siendo este el menos riesgoso para la salud.

2.2.4.1.3 Precio

Este criterio, quizás sea el de mayor peso para muchas empresas, a la hora de la elección del aceite ya que influye directamente sobre los costos de producción.

El aceite de oliva se descarta, a pesar de sus buenas propiedades para la fritura, debido a que su precio no hace rentable un emprendimiento a gran escala. Otros aceites en el mercado local son el de maíz (0,81 u\$s /litro), girasol (0,60 u\$s/litro) y soja (0,54 u\$s/litro) en orden de costo decreciente. El aceite de girasol alto oleico posee un rendimiento mayor a los demás mencionados pero su disponibilidad en el mercado local es pequeña y se debe conseguir en mercados extranjeros (como el europeo) a un costo por litro de 1,28-1,32 u\$s (SAGPyA, 2007).

En conclusión, por su alta estabilidad a la fritura y propiedades nutricionales, el aceite alto oleico sería el más recomendable, pero debido a su baja disponibilidad y alto precio, se seleccionó el aceite de girasol convencional.

2.2.5 Batter

El batter es una mezcla de harinas, almidones y saborizantes, que combinado con agua o leche forman un líquido viscoso. Cumplen diferentes funciones al ser incorporados sobre los medallones que serán rebozados:

- Funcionan como adhesivo entre el medallón y el rebozador.
- Incrementa el peso final del producto.

- Permite la incorporación de ingredientes saborizantes, como por ejemplo ajo en polvo, perejil deshidratado, etc.
- Favorece a la obtención de una mejor integridad y textura el producto final.

De acuerdo a su funcionalidad tenemos (Almados y otros, 1993):

- Batters para adhesión: contienen altos niveles de almidones modificados que permiten una buena laminación en su aplicación, evitando además, deshidratación en el almacenamiento.
- Batters comunes: formulados con harina de trigo que son los utilizados generalmente en los productos que van a ser rebozados
- Batters "tempura": contiene harina de trigo y fermentos que actúan como leudantes que otorgan una apariencia y textura especial.

Para este trabajo se utilizaron dos batter, IÑAPARI y el M5 IÑAPARI, formulados a base de harina de trigo, maltodextrina, almidón modificado, leche en polvo y carboximetilcelulosa, clasificados como batters comunes. La recomendación de uso es de 350 gr. de producto diluídos en un litro de agua (Lumatec, 2006).

La selección del batter se desarrollara en el punto 2.3 de este capítulo.

2.2.6 Rebozador

Los rebozadores de uso industrial disponibles en el mercado varían de acuerdo a su granulometría, porosidad y color, características que darán al producto final diferentes texturas y apariencias. A la hora de la elección se debe tener en cuenta no solo la apariencia final que tendrá luego de la fritura, sino la adaptabilidad a los equipos utilizados para su aplicación y fritura (Almados y otros, 1993).

Algunas empresas aún utilizan pan rallado. Este producto se obtiene a partir de la molienda de pan, elaborado con harina 000, agua, levadura y sal, horneado, triturado y secado a 260 °C durante 30 segundos. Es importante que no presente partículas oscuras. Su aroma es a pan, levemente salado, con ausencia de resabios ácidos y/o amargos. Su humedad se encuentra entre 9,5 y 11,5 % con una granulometría entre 180 y 1200 µm. Absorbe aproximadamente un 10% del aceite de fritura, por la porosidad provocada por la fermentación de la levadura.

Los rebozadores de uso industrial son un producto que resulta de la molienda de grisines o galletas, obtenidos a partir de un masa no fermentada elaborada con harina de trigo 000 y agua. Se hornea hasta 200 °C y a continuación se trituran y se secan a temperaturas aproximadas de 260 °C durante 30 segundos. Su aroma es a

pan, con ausencia de resabios ácidos y/o amargos. Su humedad se encuentra entre 8,5 % y 10,5%. Posee una granulometría entre 180 y 860 μm con una consistencia de granos compactos no porosos. Absorben aproximadamente un 4% del aceite de fritura, por la característica de sus granos no porosos (Bammi, 2006).

Si el producto lo requiere, pueden utilizarse rebozadores coloreados, en general rojizos, que se obtienen a partir del agregado de pimentón a la masa de los grisines o galletas. Se obtiene un producto con una humedad de entre 9 y 11 % y de una granulometría entre 180 y 1200 μm .

Para este trabajo se utilizaron dos rebozadores de color natural, uno de granulometría fina (180 a 860 μm) y uno de granulometría gruesa (180 a 1200 μm), y un rebozador coloreado con pimentón de granulometría gruesa (180 a 1200 μm).

La selección del rebozador junto con los demás ingredientes se desarrolla en el punto siguiente.

2.3 Formulación del producto

En busca del producto planteado se hicieron pruebas en laboratorio ensayando con los aditivos, batters y rebozadores estudiados. Los análisis se hicieron en varias etapas, utilizando distintos bloques de minced entregados por la empresa.

Se tomaron porciones del minced descongelado, se mezclaron con los aditivos seleccionados y formaron los medallones, con moldes, en forma manual. Luego se les aplicó el batter y el rebozador. Todos los ingredientes se pesaron con balanza granataria. A continuación se los sometió a un proceso de prefritura en aceite de girasol a 175 °C, controlando la misma con un termómetro de mercurio. Posteriormente se congelaron y almacenaron. Luego de una semana se volvieron a freír para finalizar su cocción.

Todos los ensayos se realizaron por duplicado y con su respectivo blanco y fueron los siguientes:

1. Tripolifosfato (PP): se analizó el comportamiento de dicho aditivo a distintas concentraciones, variando a su vez la concentración de cloruro de sodio, manteniendo constante la de glutamato monosódico en 0,6 %p/p.

Tabla 2.3: Ensayos con Tripolifosfatos y cloruro de sodio

Ensayo	% Polifosfato	% Cloruro de sodio
PP1	0,1	0,5
PP2	0,1	1
PP3	0,1	1,5
PP4	0,3	0,5
PP5	0,3	1
PP6	0,3	1,5
PP7	0,5	0,5
PP8	0,5	1
PP9	0,5	1,5
Blanco 1	-	0,5
Blanco 2	-	1
Blanco 3	-	1,5

2. Carboximetilcelulosa (CMC): se analizó el comportamiento de dicho aditivo a distintas concentraciones, manteniendo constante la de glutamato monosódico en 0,6 %p/p y el cloruro de sodio en 1% p/p.

Tabla 2.4: Ensayos con Carboximetilcelulosa

Ensayo	% Carboximetilcelulosa
CMC1	0,25
CMC2	0,75
CMC3	1,5

3. Carragenina (CRG): se analizó el comportamiento de dicho aditivo a distintas concentraciones, manteniendo constante la de glutamato monosódico en 0,6 %p/p y el cloruro de sodio en 1% p/p.

Tabla 2.5: Ensayos con Carragenina

Ensayo	% Carragenina
CRG1	0,25
CRG2	0,75
CRG3	1,5

4. Maltodextrina (MD): se analizó el comportamiento de dicho aditivo a distintas concentraciones, manteniendo constante la de glutamato monosódico en 0,6 %p/p y el cloruro de sodio en 1% p/p.

Tabla 2.6: Ensayos con Maltodextrina

Ensayo	% Maltodextrina
MD1	0,25
MD2	0,75
MD3	1,5

Las concentraciones seleccionadas, excepto las de los PP, se encuentran en los rangos aconsejados por el Codex – FAO, los proveedores y la bibliografía.

Las evaluaciones sensoriales que se realizaron sobre los medallones preparados con las distintas concentraciones de aditivos, batters y rebozadores, no fueron realizadas por paneles entrenados, sino por consumidores finales. Para determinar la composición definitiva será necesario utilizar un panel profesional entrenado capaz de identificar las características óptimas del mercado objetivo, en este caso EE UU.

En cuanto a los aditivos, en cada ensayo se analizó:

- La capacidad de retención agua de la pasta con aditivos
- La resistencia al manipuleo del medallón sin rebozar
- Una vez prefritos, la capacidad de retención de agua, la elasticidad, la masticabilidad y los cambios en el sabor y el color.

En cuanto a los batter, se observó:

- Su rendimiento
- Su capacidad de adherir el rebozador
- Su comportamiento luego de la prefritura

En los rebozadores se observó, luego de la prefritura y de un frito final que harían los consumidores:

- Los colores obtenidos
- Su adhesión al medallón
- Su apariencia relacionada con el tamaño de partícula final

Los comportamientos observados fueron diferentes para cada minced utilizado, dadas la variabilidad de las características entre ellos. Eran evidentes las diferencias en el color, que iban desde el rosado, pasando por tonos amarronados y llegando a tonos grises. El drip era importante en alguno de ellos, y en cuanto a la textura algunos se disgregaban fácilmente. También al tacto algunos se notaban deshidratados. Se pudo establecer un orden de calidad de minced, a grandes rasgos, en cuanto al color, al drip, a la textura, que luego fue corroborada en el comportamiento mostrado al agregar los aditivos y formar los medallones.

Se podría decir que a medida que la calidad del minced decrecía, era necesario aumentar las concentraciones de aditivos o utilizar otros con mayor efecto

cohesivo para mantener el medallón formado, lo cual generaba efectos indeseables como exceso de gomosidad y masticabilidad.

Los medallones elaborados a partir de los bloques recibidos, calificados como de mejor calidad, requirieron relativamente poca cantidad de aditivos para mantenerse constituidos, ya que existe en ellos proteínas, aún no desnaturalizadas que todavía conservan su capacidad de retener agua y formar geles.

Los mejores resultados se obtuvieron con concentraciones de polifosfatos de 0,1% p/p con concentraciones de cloruro de sodio del 1 y 1,5 % p/p. La pasta sin formar no exudaba líquido. Los medallones formados no se desarmaban y resistían la aplicación del batter y el rebozador, sin romperse. Luego de la prefritura, no ofrecían demasiada resistencia al corte y se percibía un producto húmedo que no perdía líquido. Luego de la fritura final, previo congelado y almacenamiento, el medallón continuaba siendo húmedo, fácil de cortar y masticar, y no presentaba características gomosas. Pero estas concentraciones exceden los límites de FAO.

Efectos similares se lograron con la utilización de la carboximetilcelulosa al 0,75 % p/p. Existía una leve diferencia en la humedad visible del producto cocido y se lo notaba más rígido, pero no ofrecía mayor resistencia al corte ni a la masticación.

El uso de carrageninas genera geles muy fuertes aún en concentraciones bajas, lo cual le confiere una elasticidad y gomosidad al medallón demasiado altas respecto a las buscadas. Éstas sí se adaptan bien a minced de baja calidad ya que mantienen el medallón formado. El producto obtenido con este aditivo es muy diferente al buscado. Las maltodextrinas no funcionaron satisfactoriamente en las concentraciones previstas. Solo por encima del 2,5 % p/p, lograron mantener los medallones ligados, pero presentaban al masticarlos un efecto pegajoso y viscoso.

El cloruro de sodio con efecto sobre la retención de agua y el sabor, no puede sobrepasar los valores del 1% p/p. Porcentajes mayores generan un alimento demasiado salado. Se utilizó una concentración de glutamato de sodio del 0,6 % p/p, la que generalmente es empleada en la mayoría de los productos de la pesca, que coincide con la recomendada por los proveedores. Las cantidades de pimienta blanca no deben superar concentraciones de 0,1 % p/p.

No hubo una marcada diferencia de color en el interior del producto terminado. En general se obtuvieron colores grisáceos, muy diferentes al blanco buscado. La causa estaría en la calidad de los bloques. Los mismos fueron

elaborados a partir de recortes que contenían sangre, pigmentos melanoides de la piel y del peritoneo, sales biliares de los intestinos, que producen las consecuencias ya vistas. Para obtener medallones blancos es necesario trabajar con minced elaborados únicamente con recortes provenientes de corte en "V" o de filetes enteros de pequeño calibre, como se realiza en pocas empresas de nuestro país (Manca y Trichero, 1984).

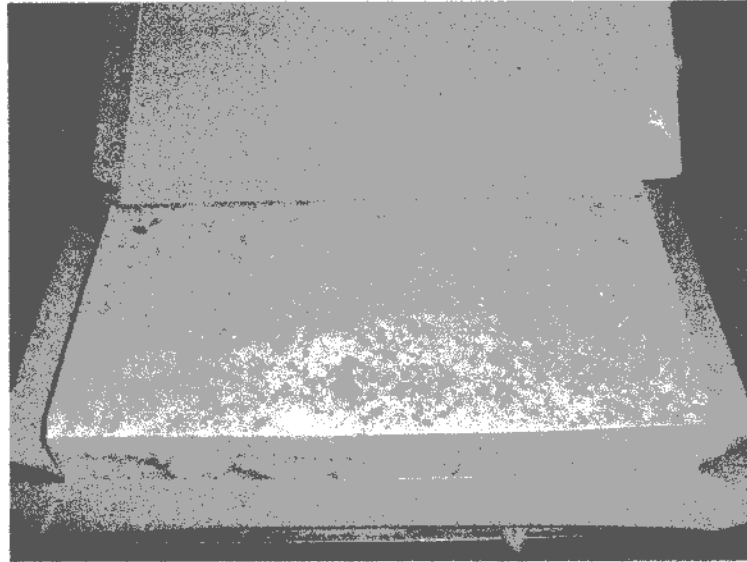


Figura 2.3: Minced de mejor calidad utilizado en los ensayos.

Se probaron dos formulaciones de batter comerciales. Ambos tuvieron un buen comportamiento y no aportaron características diferenciales significativas al producto final. Es más, es posible trabajar con diluciones mayores a las propuestas por el fabricante, de hasta un 25 %, obteniéndose resultados similares. Sí es importante lograr una buena disolución del polvo en el agua, ya que la formación de grumos es indeseable.

No se utilizó en ningún ensayo con pan rallado como rebozador por su conocida capacidad de absorber mayor cantidad de aceite que un rebozador industrial, durante la fritura. Se trabajó con tres tipos de rebozadores, uno coloreado con pimentón y dos de color natural de diferente granulometría. El coloreado fue descartado ya que en el proceso de fritado final alcanza colores demasiados oscuros. Se obtuvo mejores resultados en la apariencia del producto final con el rebozador de menor tamaño de partícula.

Finalmente se propone una formulación preliminar basada en las opiniones del panel de consumidores finales, únicamente para el minced de mejor calidad

cuyas proteínas mantengan aún sus propiedades funcionales. Esta se presenta en la tabla 2.7. Las concentraciones de aditivos están referidas a la mezcla con el minced y no al producto final. Los porcentajes utilizados de batter y rebozador se presentan en el punto 3.3.

Tabla 2.7: Concentración de aditivos preliminar

Aditivo e ingredientes	
Carboximetilcelulosa	0,75 % p/p
Cloruro de sodio	1% p/p
Glutamato de sodio	0,6% p/p
Pimienta blanca	0,1% p/p
Batter	M5
Rebozador	Natural (180-860 μ m)

El producto obtenido es, de acuerdo a las pruebas realizadas en laboratorio, lo más cercano al producto buscado con el minced proporcionado por la empresa, si bien no se obtuvo el color deseado por las razones anteriormente expuestas.

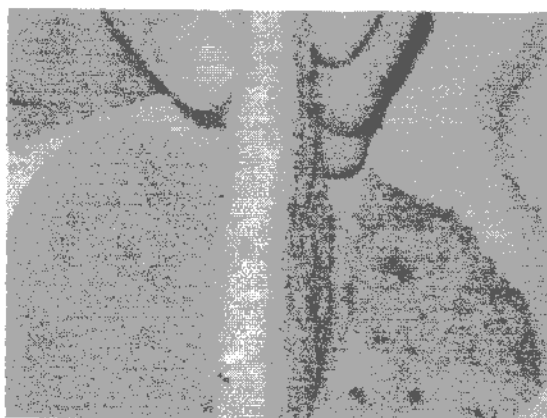


Figura 2.4: Corte transversal del producto obtenido

Es importante dejar claro que para obtener medallones de mayor calidad es imprescindible utilizar minced de mayor calidad. La textura de las fibras musculares deben ser conservadas lo mejor posible para un producto de este tipo, donde no se incorporen recortes con contenidos viscerales o con sangre, lo cual afecta directamente sobre el color y la funcionalidad de las proteínas. Como ya se hizo referencia, los bloques adecuados para este tipo de producto son los elaborados a con recortes provenientes de corte en "V", o filetes de pequeño calibre, libres de material visceral y correctamente desangrados.

3. DISEÑO DEL PROCESO

3. DISEÑO DEL PROCESO

3.1 Introducción

En este trabajo se diseñará la línea de producción. Los procesos que poseen gran volumen y baja variedad tienen enfoque en el producto. Las instalaciones están organizadas alrededor de éste y son llamados procesos continuos, por poseer corridas largas de producción continuas. Para aplicar este tipo de procesos es necesario estandarizar el producto y producir el mismo día tras día (Heizer, 1996).

A su vez el flujo del proceso será lineal, es decir que el producto pasará de una operación hasta la siguiente en una secuencia preestablecida (Schroeder, 1992). Puede haber flujos laterales que afecten la línea, como será el caso de la preparación del batter, por ejemplo. Sin embargo se les integra para lograr un flujo uniforme.

Las características generales de la producción continua son (Solana, 1994):

- preparación de la maquinaria para lapsos prolongados
- se trabaja para stock
- bajo costo de preparación
- maquinaria especializada
- personal menos especializado, ya que realiza tareas rutinarias
- distribución de maquinarias siguiendo el curso de fabricación (layout por producto)
- productos estandarizados
- posibilidad y conveniencia para controlar estadísticamente la calidad

Las ventajas directas son:

- se reduce el contenido de mano de obra directa
- suponiendo el correcto diseño del producto, la reproducibilidad, y por lo tanto la exactitud y precisión son altas
- como la inspección se realiza en la línea, las desviaciones se detectan rápidamente

- como no hay períodos de reposo entre operaciones, el trabajo en proceso se mantiene mínimo
- resulta innecesaria la provisión de depósitos para el trabajo en proceso
- los requerimientos de materiales se pueden planear con exactitud

En cambio un flujo intermitente requiere un alto costo de preparación, dificultad para balancear la carga de las máquinas, mano de obra altamente calificada, alta existencia de productos en proceso y graves problemas en el control de inventarios y de la calidad. Las operaciones intermitentes se pueden justificar cuando al producto le falta estandarización o cuando el volumen es bajo.

Dada las características del producto que se está desarrollando es conveniente aplicar un proceso lineal continuo y descartar el flujo intermitente o por lotes.

Si bien las primeras operaciones que se detallarán a continuación no se realizaran en forma continua, las demoras entre ellas son despreciables con respecto al tiempo total de proceso. Luego del mezclado se ve claramente el concepto de proceso continuo.

Los balances de masa, el diseño de la línea de producción y el análisis de la rentabilidad, se realizaron en base a una formulación genérica tomando como aditivo principal los polifosfatos a modo de ejemplo.

3.2 Diagrama de flujo del proceso

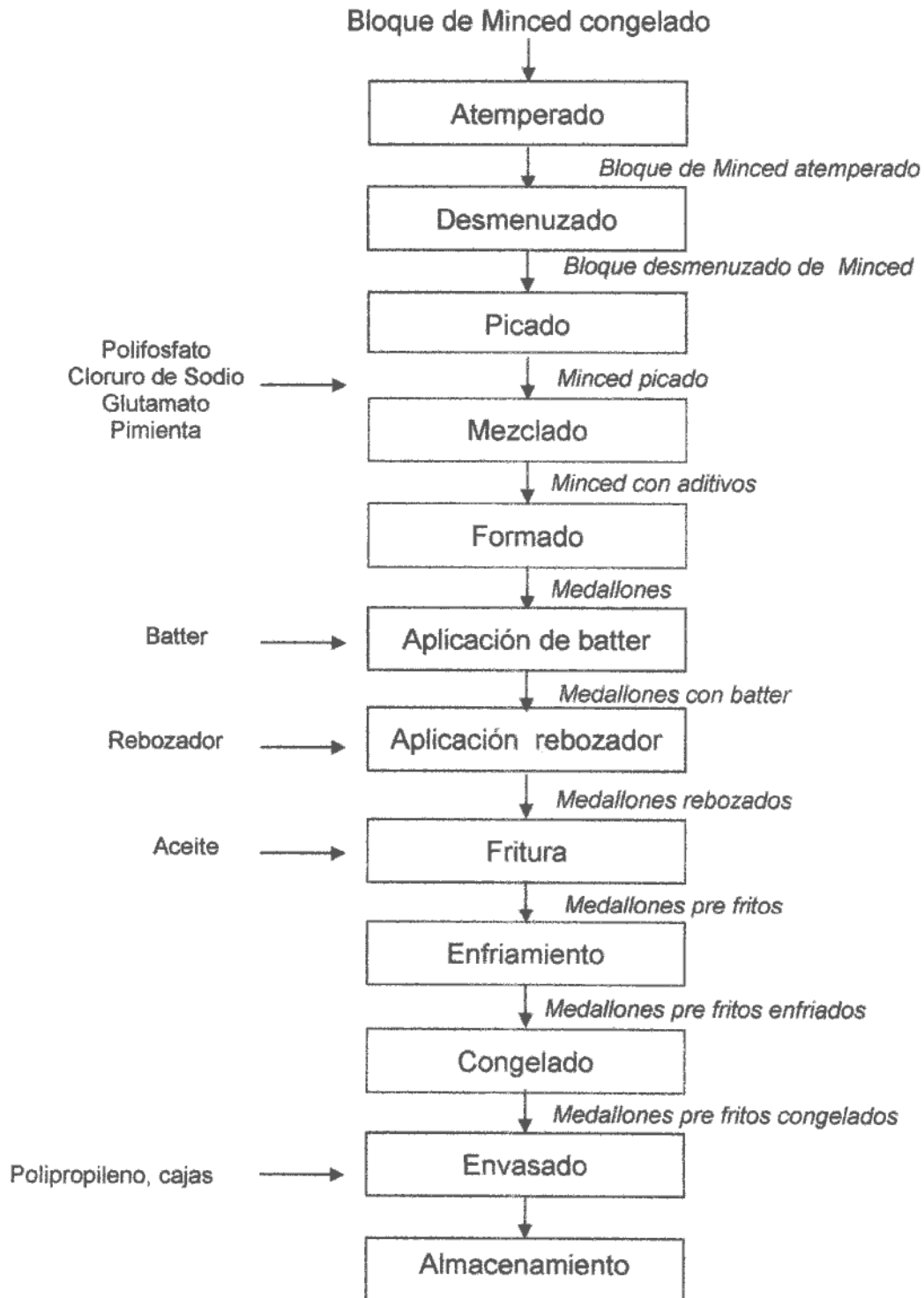


Figura 3.1: Diagrama de flujo del proceso

3.3 Balances de materia de los componentes principales

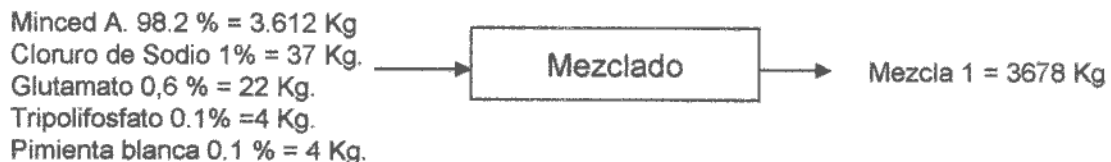
Antes de realizar la selección y/o diseño de los equipos involucrados en el proceso, es necesario determinar la capacidad de cada uno de ellos a partir de balances de materia en cada etapa.

Los cálculos se realizaron a través de pruebas experimentales en el laboratorio. La línea de producción se diseña para un requerimiento diario de 5000 Kg. de producto terminado, de acuerdo a lo establecido por la empresa. Para satisfacer este volumen de producción, se realizaron cálculos en una planilla de cálculo (MSExcel 2000), a partir de los cuales se determinaron las cantidades necesarias de materia prima, ingredientes y aditivos, como se muestra en anexo II. En estos cálculos se consideró despreciable la pérdida de masa debido a las pequeñas porciones de materia adheridas a los equipos durante el proceso.

En el atemperado no se producen modificaciones apreciables en cuanto a la masa del minced, ya que no hay goteo por fusión del agua, ni deshidratación ocasionada por la velocidad del aire. Por lo tanto:

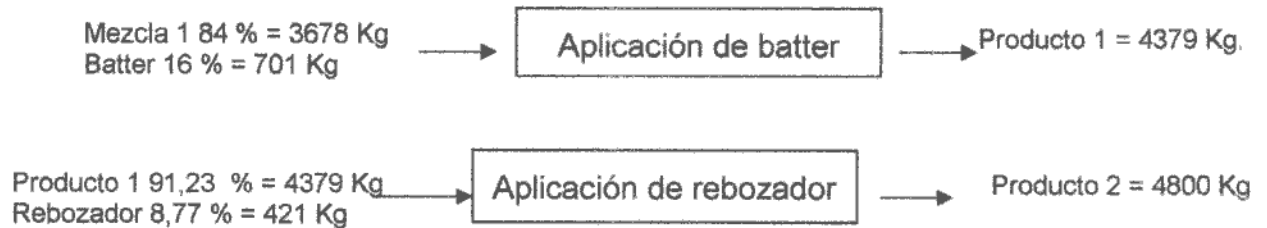


En el desmenuzado y picado solo se produce un cambio físico del producto, en el cual la masa se conserva, no habiendo modificaciones de la misma. A continuación se realiza la mezcla teniendo en cuenta la formulación determinada con anterioridad.



En el formado se busca darle una geometría determinada. En este caso será un medallón de 7,8 cm. de diámetro y 1,1 cm. de espesor, para obtener luego del agregado del batter y rebozador una medida final de 8 cm. de diámetro, y 1,3 cm. de espesor, similar a los de la competencia.

El batter es una solución viscosa preparada a partir de batter en polvo y agua, siendo la proporción 350 g de polvo en 1 litro de agua. En la adición del batter y el rebozador los balances de materia son los siguientes:



En el caso de la fritura de los medallones se tiene que tener en cuenta el consumo del aceite durante el proceso. Esto se calculó también experimentalmente y se corroboró con valores de adsorción de aceite de los rebozadores, aportados por los proveedores de los mismos (Bammi, 2006) y se obtuvo el siguiente balance en esta etapa:



En las restantes etapas las variaciones de masa son nulas, por lo cual no es necesario el planteo de balances en cada una de ellas.

3.4 Diagrama tecnológico del proceso

A partir de los balances de materia se elaboró el siguiente diagrama tecnológico del proceso presentado en la figura 3.2.

En los capítulos siguientes se analizarán las principales variables involucradas en cada etapa del proceso.

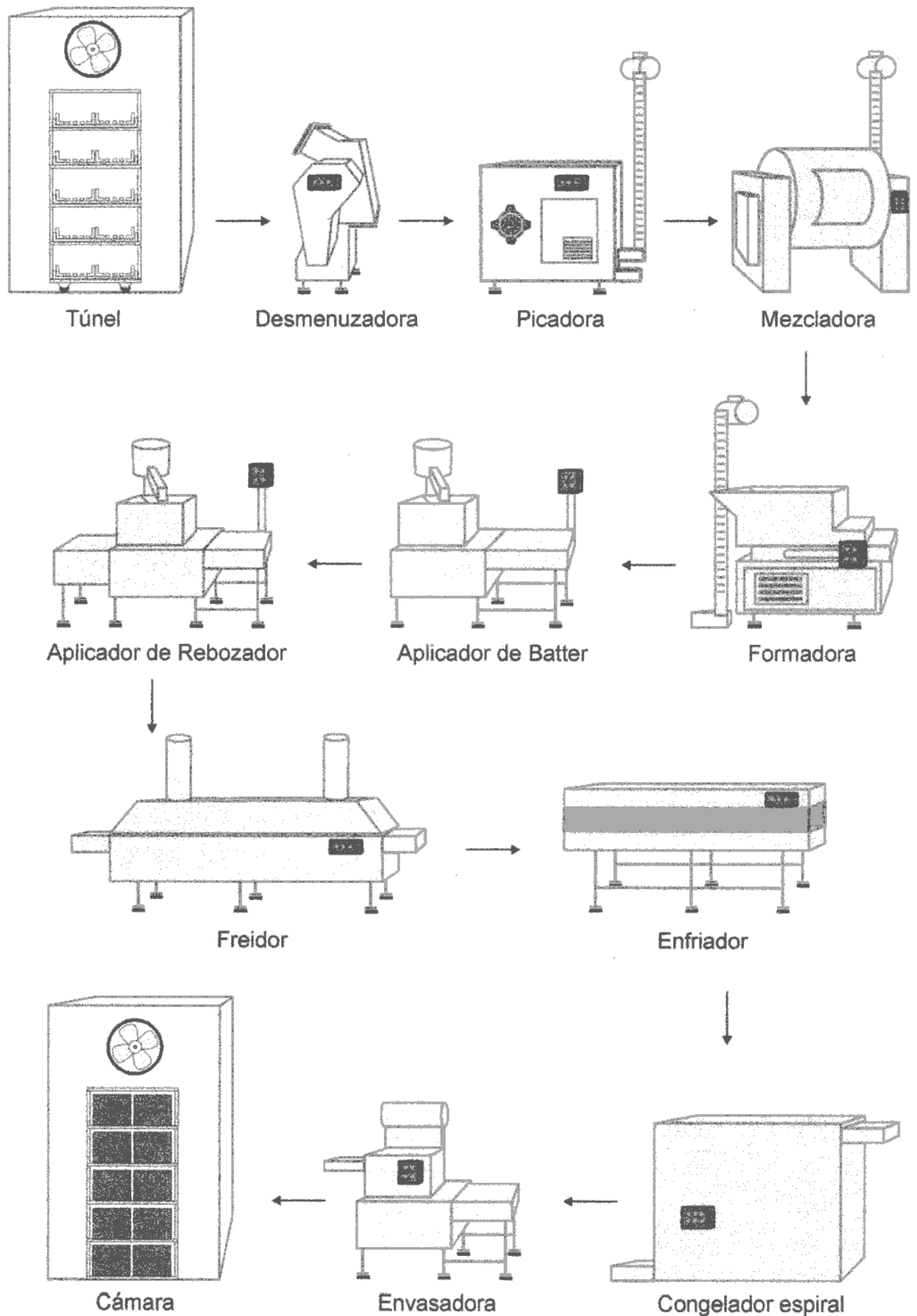


Figura 3.2: Diagrama tecnológico

4. ATEMPERADO

4. ATEMPERADO

4.1 Introducción

El minced, materia prima principal para la elaboración del medallón de carne de merluza, empanado, prefrito, congelado, objetivo de este trabajo, se recibe en bloques congelados de aproximadamente 7,5 Kg. y 6,2 cm. de espesor, 48 cm. de largo y 25 cm. de ancho. Para procesarlo es necesario atemperarlo, es decir, disminuir su temperatura desde $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura inicial se debe a las condiciones de la cámara de almacenamiento de los bloques de minced en la planta (Moscuza, 2007). En cambio se decidió atemperar hasta -7°C , porque a temperaturas inferiores, la dureza de los bloques puede estropear las cierras y cuchillas (FAO, 2007). A esta temperatura ya es posible desmenuzarlo, picarlo, mezclarlo con los aditivos y enviarlo a la formadora.

El proceso de atemperado es parte del proceso de descongelado, que se detiene antes de llegar a la temperatura del punto de fusión. Durante los procesos siguientes, la temperatura continúa ascendiendo, hasta completar la descongelación total.

Por lo tanto se consideraran para su análisis, los conceptos principales del proceso de descongelación.

Aplicando el mismo gradiente térmico, la descongelación es mucho más lenta que la congelación, en razón de que la conductividad térmica del hielo es más de cuatro veces superior a la del agua como se presenta en la tabla 4.1 (Karen, 2003).

Tabla 4.1: Conductividad térmica del agua

Estado de agregación	Conductividad térmica $\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ a 0°C
Sólido	2,25
Líquido	0,57

Durante la descongelación lo primero que se funde es la capa superficial de hielo del alimento. Esta capa de agua tendrá menor conductividad y difusividad que el hielo original reduciéndose notablemente la velocidad de transmisión de calor hacia el interior del alimento. A medida que transcurre la descongelación este fenómeno se acentúa, como se muestran en las curvas del anexo III.

Entre el medio calefactor y el alimento congelado no se pueden emplear gradientes de temperatura de gran magnitud, pues se produce un calentamiento excesivo de las capas externas y un posible crecimiento de microorganismos alterantes y/o patógenos.

Durante la descongelación se pueden observar tres etapas claras, ver anexo III.

A escala industrial, los alimentos suelen descongelarse a una temperatura ligeramente inferior a la del punto de descongelación, con el objeto de retener parte de su textura para su procesado.

Para descongelar industrialmente se puede utilizar una cámara a vacío, con vapor, a bajas temperaturas, mediante aire caliente (aproximadamente a 20 °C, o con aire húmedo recirculante. El calentamiento dieléctrico y el microondas también se emplea (Fellows, 1994).

Por lo tanto, en la descongelación se debe evitar el calentamiento excesivo del producto y reducir al mínimo el tiempo de descongelación.

Cuando se emplea aire frío, no se debe superarse velocidades de 5 m/s para evitar la deshidratación excesiva de la superficie (Heldman, 1992).

4.2 Modificaciones durante la descongelación

La mayoría de las modificaciones que se presentan en los alimentos descongelados son consecuencia de la congelación y del almacenamiento previo. Cuando se funden los cristales de hielo, el agua de fusión es absorbida de nuevo al interior de las células de los tejidos o sale al exterior del alimento. Pueden realizarse dos tipos de descongelación: una lenta y una rápida.

La descongelación lenta y bien controlada suele tener como consecuencia la restitución de mayor cantidad de agua a las células que la descongelación rápida, razón por la cual se obtiene un alimento similar al original. Durante la descongelación aumentará el grado de actividad enzimática en el alimento, aunque esta actividad durará relativamente poco si éste se utiliza inmediatamente.

Por otro lado, si la descongelación es rápida y el alimento se utiliza inmediatamente, existe escaso peligro de que los microorganismos se multipliquen o que las enzimas tisulares afecten el producto (Fellows, 1994).

En este trabajo la primera etapa es un atemperado, en donde no ocurre el cambio de estado del agua, y por lo tanto no hay restitución de la misma en las células. Por tal motivo no se busca una velocidad de operación lenta, sino más bien un tiempo de operación óptimo que garantice la temperatura final del minced, para ser utilizado en las operaciones posteriores de manera adecuada.

Teniendo en cuenta estas consideraciones sobre la descongelación, se evaluarán los parámetros involucrados a fin de obtener un proceso de calidad aceptable y tiempos de proceso coherentes.

4.3 Estimación de las propiedades térmicas

El proceso de descongelado está determinado por las propiedades térmicas del producto. Tal es el caso puntual de la conductividad térmica, la densidad, el calor específico y el calor latente de fusión. La mayoría de las ecuaciones desarrolladas para estimar los tiempos de descongelado y las condiciones de procesamiento dependen de estas propiedades y por tal motivo para avanzar en este trabajo es necesario estimarlas.

Una manera de estimar las propiedades térmicas del minced es a partir de la composición centesimal del alimento en cuestión (Singh, 1993). Para determinar la composición centesimal, se realizaron análisis cuantitativos de la materia prima en laboratorio, recurriendo a la utilización de las técnicas presentadas en la tabla 4.2.

Tabla 4.2: Técnicas utilizadas para determinar la composición centesimal

Analito	Determinación	Fuente
Agua	Contenido de agua	A.O.A.C (1990)
Lípidos	Lípidos por Hidrólisis Ácida	A.O.A.C. (1990)
Cenizas	Contenido de cenizas	Pearson (1976)
Proteínas	Kjendahl	A.O.A.C. (1993)

El contenido de hidratos de carbono para la *Merluza hubbsi* es tan bajo que se lo puede considerar despreciable (Meyer, 1978).

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.3.

Tabla 4.3: Composición centesimal del Minced Congelado

Analito	% p/p
Agua	82.05
Proteínas	14.18
Lípidos	2.66

Cenizas	1.09
Hidratos de carbono	0

A partir de la composición centesimal obtenida experimentalmente se estimaron las siguientes propiedades:

- Calor latente de fusión: este se estimó multiplicando el contenido de humedad del minced por el calor latente del agua (Earle, 1998).

$$\Delta H_{\text{cong}} = 0,82 * 333,22 \text{ KJ/Kg} = 273,24 \text{ KJ/Kg} \quad (4.1)$$

- Calor específico: para alimentos de alta humedad se puede usar la ecuación de Siebel (1982) en función del contenido de agua.

$$C_{p_{\text{cong}}} = 0,837 + 3.349 x_w \quad \text{siendo } x_w \text{ el contenido de agua.}$$

$$C_{p_{\text{cong}}} = 3,58 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C} \quad (4.2)$$

- Conductividad térmica: Para estimar este valor se tomó del trabajo de Boeri et al. (1978) de valores para merluza a $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$K_{\text{cong}} = 0,96 \text{ W / m}^\circ\text{C} \quad (4.3)$$

- Densidad: para estimar esta propiedad, en primer lugar se midió el ancho, alto y largo del bloque de minced con reglas métricas para obtener el volumen. En segundo lugar, utilizando balanza granataria, se pesó dicho bloque. A partir de varias mediciones y pesadas, se obtuvieron valores promedio de volumen y peso, con los que se calculó la densidad promedio del bloque de minced congelado:

$$\rho_{\text{cong}} = 994 \text{ Kg/m}^3 \quad (4.4)$$

4.4 Estimación del tiempo de atemperado

Si bien la ecuación de Plank (1913) está desarrollada para procesos de congelación, la misma da una idea de cómo influyen las variables en el tiempo de proceso y la magnitud del mismo, lo cual es conveniente analizar previamente (ver anexo IV). Este análisis permite observar la dependencia del tiempo de proceso con espesor del alimento.

Para estimar el tiempo de atemperado se utilizó la ecuación obtenida por León Bonillo y Ramírez Juidias (2006), ver anexo V. Se mantuvieron constante todas las variables, y se le dieron distintos valores al espesor del minced.

La ecuación utilizada para estimar el tiempo de atemperado de un paralelepípedo es la siguiente:

$$t_{dpp} = \left(\frac{L^2}{\alpha} \right) \times (0,321 \times T_c + 23,637) \times \left(0,435 + \frac{1}{Bi} \right) \times (-1 - T_i)^{0,099} \times (1 + T_a)^{-0,763} \quad (4.5)$$

La temperatura del medio calefactor seleccionada es 5°C. Esta elección se justifica en función de obtener la mayor fuerza impulsora, para reducir el tiempo de atemperado, sin poner en riesgo la materia prima debido a la proliferación de microorganismos (FAO, 2007).

Programando las ecuaciones del anexo V en Mathcad y variando el espesor del bloque de minced manteniendo fijas variables de la tabla 4.4, se obtiene los datos de la tabla 4.5.

Tabla 4.4: Variables fijas

Largo: 0,48 m	Coefficiente de transferencia calórica: 30 W / m ² °C
Ancho: 0,25 m	Conductividad térmica del bloque congelado: 0,96 W / m°C
Temperatura inicial: -22 °C	Densidad: 994 Kg / m ³
Temperatura final: -7 °C	Calor específico: 3570 J / Kg°C
Temperatura del aire: 5 °C	

Tabla 4.5: Tiempo de atemperado para distintos espesores de Minced.

Espesor (m)	0.062	0.031	0.015
Tiempo horas	9.7	4.4	1.97

También se puede variar el coeficiente de transferencia de calor para ver los cambios en los tiempos operativos. Teniendo en cuenta los valores de la tabla IV.1, se obtuvieron los datos de la tabla 4.6, manteniendo fijo el espesor del bloque en 3,1 cm.

Tabla 4.6: Tiempo de atemperado para distintos coeficientes de transferencia de calor.

h (W/m ² °C)	6	18	30
Tiempo horas	18	6.7	4.4

En la figura 4.1 se puede observar la variación del tiempo de atemperado con el espesor de la lámina para distintos coeficientes de transferencia. Esto permitirá determinar, de acuerdo al coeficiente elegido y al tiempo disponible para el atemperado, si el minced congelado debe ser sometido a un proceso previo de reducción de espesor.

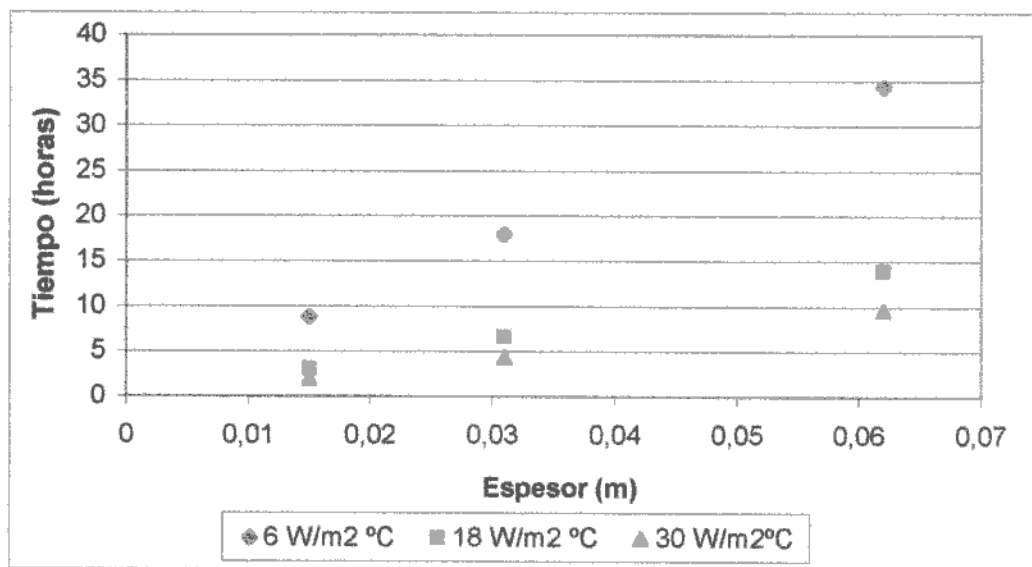


Figura 4.1: Variación del tiempo de atemperado con el espesor del alimento y el coeficiente de transferencia. Nota: Gráfico realizado en MS Excel 2000.

Todos los cálculos realizados para obtener estos datos se presentan en el anexo VI.

Se debe tener en cuenta que estos valores se obtienen a partir de aproximaciones teóricas y que deben ser verificados de manera experimental.

De los datos obtenidos se puede observar que trabajando con un espesor, del bloque de minced, de la mitad del original, se obtendrían tiempos operativos de descongelación razonables.

Se propone elaborar bloques de minced de 3,1 cm. de espesor. Una manera de obtenerlos es colocando en el molde original 3,75 Kg. de desmenuzado, cubrirlo con un film de polipropileno y luego agregar los 3,75 Kg. restantes. Así se obtendrá, utilizando los mismos moldes, dos bloques del espesor propuesto.

Se descartó la posibilidad de descongelar por inmersión en agua o aspersion, porque si bien los coeficientes de calor son altos, se producen pérdidas de proteínas solubles, de agua y de sales. Además es necesario mantener un continuo control sobre la temperatura y nivel microbiológico del agua. Siendo necesario dotar al sistema de un intercambiador de calor, bombas, filtros, etc., que generan más gastos operativos.

En conclusión, se propone trabajar con bloques de minced de un espesor de 3,1 cm., con aplicación de aire a 5 °C a una velocidad máxima de 5 m/s, con lo cual obtendremos un $h = 30 \text{ W/m}^2\text{°C}$, que nos permitirá atemperarlos hasta los -7 °C en un tiempo operativo de 4,4 horas.

4.5 Equipo para atemperar el producto

La planta cuenta con un túnel de 5 m de largo x 3 m de ancho x 2 m de alto, con capacidad para atemperar 5030 kilos de materia prima (Moscuza, 2007). Este túnel tiene un margen de capacidad que permitirá aumentar la producción diaria con el tiempo, ya que el requerimiento de bloques de minced para este trabajo es de 3600 Kg. El túnel posee 3 ventiladores de 10 HP cada uno, que garantizan una velocidad del aire de 5 m/s. El material de las paredes y puertas es de poliuretano, revestido con material sanitario.



5. REDUCCIÓN DE TAMAÑO

5. REDUCCIÓN DE TAMAÑO

5.1 Introducción

La reducción de tamaño es aquella operación unitaria en la que el tamaño medio de los alimentos es reducido por la aplicación de impacto, compresión o abrasión (Fellows, 1994).

La ventaja de la reducción de tamaño es que se facilita el proceso de mezclado por la homogeneidad del tamaño de partícula y se aumenta la transferencia de masa al incrementar la superficie de contacto (relación superficie/volumen) (Brennan y col, 1998).

Las fuerzas utilizadas se pueden clasificar en tres tipos (Brennan, 1998):

- Las fuerzas de compresión: utilizadas para la trituración grosera de productos duros.
- Las fuerzas de impacto: de uso general y para molienda fina, media y gruesa.
- Las fuerzas de cizalla: se utilizan en muchos aparatos para la trituración de productos blandos.

Cuando un alimento se somete a un stress mecánico, primero la tensión se absorbe deformando los tejidos. Luego, si se supera la tensión de rotura, el alimento se quiebra liberando energía en forma de calor y sonido (Fellows, 1994).

Las operaciones de reducción de tamaño son altamente ineficientes, menos del 2% de la energía se utiliza en la rotura. El resto de la energía se consume en deformar las partículas y en la fricción intraparticular. Esta energía se desprende en forma de calor causando el deterioro térmico de los alimentos.

Para reducir un bloque congelado en partículas aptas para el mezclado, puede que una operación sola sea ineficiente y genere demasiado calor. Podrían aparecer puntos donde la temperatura supere los 0°C, siendo esto inaceptable para la operación de formado. En la industria se utilizan dos equipos. El primero, la desmenuzadora, que reduce el bloque en partículas groseras y el segundo, la picadora, que disminuye aun más el tamaño de esas partículas.

5.2 Desmenuzado

Durante este proceso el bloque congelado se fragmenta en trozos en forma de escama. El eje rotatorio de la desmenuzadora posee un número determinado de cuchillas con una serie de aristas de impacto en su periferia como se muestra en la figura 5.1. El desmenuzamiento se produce por la acción de cizalla y corte a la que el bloque es sometido. El tamaño de las escamas se puede regular mediante la cantidad y sección de las cuchillas. Las características de este equipo se presentan con más detalle en el anexo VII.



Figura 5.1: Cuchillas en la maquina desmenuzadora

5.3 Picado

Después del desmenuzamiento las escamas son ingresadas a una picadora. Esta máquina aplica fuerzas de corte y compresión mediante un tornillo sinfín (figura 5.2). La carne es desplazada hacia un tubo con descarga. Las características de este equipo se presentan con más detalle en el anexo VII.

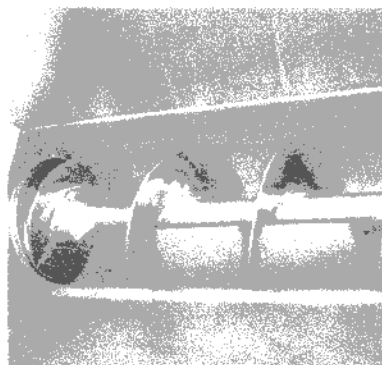


Figura 5.2: Tornillo sinfín de la picadora de carne

6. MEZCLADO

6. MEZCLADO

6.1 Introducción

La operación de mezclado es uno de los puntos clave del proceso, ya que en éste se incorporan a la materia prima principal, minced de merluza, los ingredientes y aditivos para obtener una pasta homogénea a partir de la cual se formarán los medallones.

El minced de pescado es una pasta viscosa que se comporta como un fluido no newtoniano. La ingeniería de procesos de estos materiales no está muy desarrollada por lo que la mayoría de los datos obtenidos son de manera experimental.

Se pueden aplicar principios generales al diseño de mezcladoras de pastas viscosas (Brennan y col, 1998):

- El régimen es laminar con velocidades de rotación lentas.
- El material a mezclar debe ser desplazado de la zona de acción para que los elementos mezcladores no recorran todo el volumen del recipiente.
- En general cuanto mayor sea la consistencia de los materiales a mezclar, mayor será el diámetro del impulsor y más lenta la rotación.

6.2 Mezclado por batch

La mayoría de las mezcladoras se operan por lotes y se dividen en tres categorías: verticales, horizontales y de alta velocidad (Valentas, 1997).

6.2.1 Mezcladoras verticales

Estas mezcladoras son multifuncionales pero de capacidad limitada. Se encuentran dos modelos básicos en el mercado:

- de gancho/paleta: con una capacidad de 120 Kg.
- de espiral: posee un recipiente con uno o dos agitadores. Las capacidades se limitan a 300 y 350 Kg respectivamente.

Generalmente estas mezcladoras no son encamisadas por lo que la remoción de calor generado no es siempre posible (Valentas, 1997).

6.2.2 Mezcladoras horizontales

Las mezcladoras horizontales son las más utilizadas a la hora de trabajar con grandes volúmenes y pastas viscosas.

Un modelo asociado con el manejo de pastas viscosas es la mezcladora de brazo doble.

6.2.2.1 Mezcladora de brazo doble

Estos equipos están compuestos por un par de aspas pesadas que giran sobre un eje horizontal, dentro de una cubeta cuyo fondo tiene forma de silla de montar; como se muestra en el anexo VII.

La acción de mezclado es una combinación de movimiento masivo, embarrado, de extensión, doblado y recombinación conforme se impulsa y se retira el material contra las aspas, el fondo y las paredes laterales. La distancia entre las aspas y la pared es muy pequeña previniendo la adherencia a las paredes.

Las aspas se inclinan para lograr una circulación de extremo a extremo. Éstas pueden ser tangenciales o de superposición. Las aspas tangenciales funcionan a diferentes velocidades logrando un mezclado más rápido. Las aspas superpuestas se diseñan para evitar acumulación del material sobre ellas. Las más utilizadas para pastas de carne son las aspas sigma (o en forma de Z) (Perry, 1983).

6.2.4 Mezcladoras de alta velocidad

Estas máquinas poseen agitadores que se mueven a grandes velocidades (desde 300 hasta 12000 rpm) y cuentan con pequeños recipientes para lograr la mezcla rápidamente.

6.3 Mezclado continuo

Para amasar y mezclar en continuo materiales viscosos se utilizan equipos diversos. Una forma común de hacerlo consiste en impulsar el producto a través de una serie de obstrucciones por medio de un transportador de tornillo sencillo o doble. El transportador gira muy poco separado de las paredes del recipiente que a veces tiene dientes estacionarios que interactúan con los tornillos. Los productos resultan así amasado y cizallados entre los tornillos y las paredes, y sometidos a una acción mecánica adicional al ser forzada a través de las obstrucciones (Perry, 1983).

Un ejemplo de mezcladoras continuas es la amasadora Ko - Kneader (Backer Perkins Inc.) que se ilustra en la figura 6.1. Es una mezcladora de tornillo simple, con aspas interrumpidas y tres hileras de dientes que sobresalen hacia adentro de la pared del cuerpo. El tornillo gira y, además, tiene un movimiento alternante mientras que los dientes estacionarios pasan a través de las interrupciones de la rosca del tornillo. En esencia, cada diente sirve como mezclador para agitar el material en el canal de las aspas, una vez en cada rotación. Gracias a esto, es posible lograr un grado elevado de mezclado en un tiempo breve de retención (Perry, 1983).

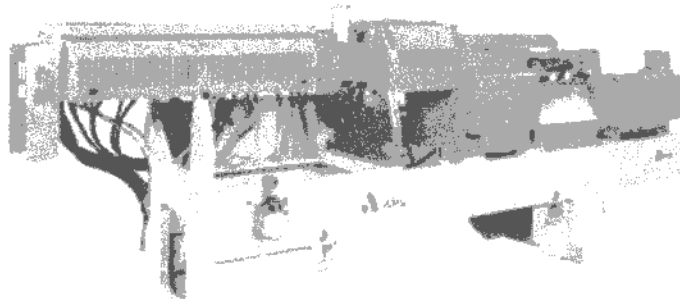


Figura 6.1: Amasadora Ko-Kneader (Baker Perkins Inc.)

6.4 Elección de una mezcladora

Las variables a tener en cuenta en la elección de una mezcladora son: viscosidad de la pasta, volumen de mezclado y la potencia requerida para el mezclado.

En la figura 6.3 se muestra un gráfico que relaciona la viscosidad de la pasta versus el volumen de trabajo y los distintos tipos de mezcladoras que se adaptan mejor a esos parámetros.

Los datos de potencia los proveen los fabricantes y se dan generalmente en potencia utilizada/Kg de pasta mezclada.

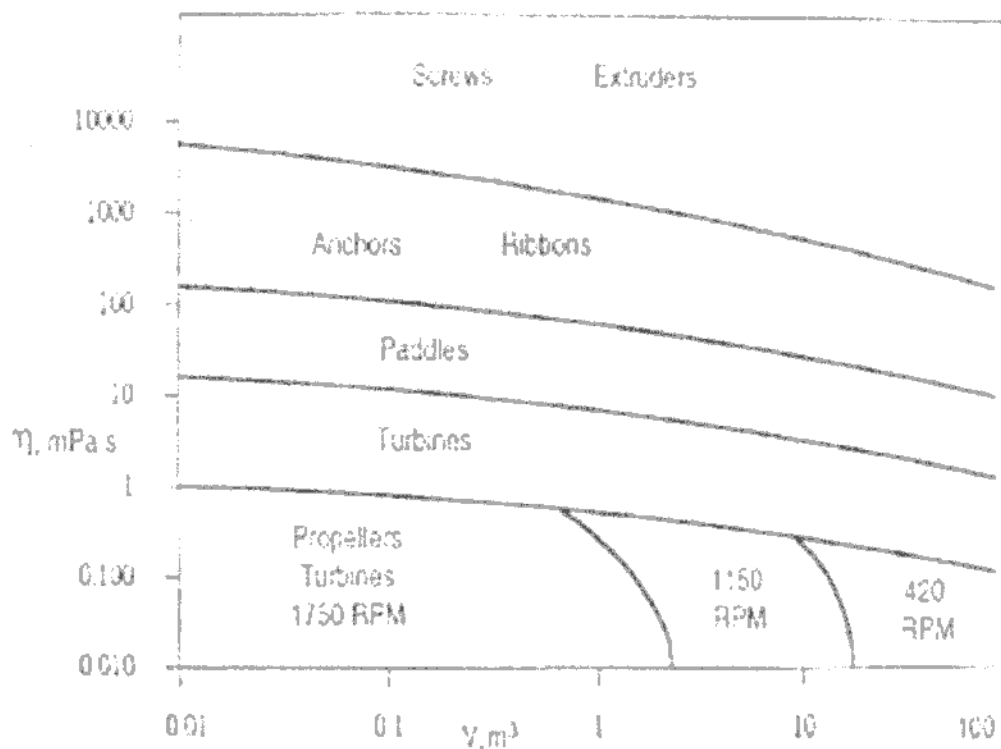


Figura 6.3: Selección de mezcladoras según la viscosidad y el volumen de trabajo (Brennan, 1998).

Para este trabajo se propone según lo observado en la industria la utilización de una mezcladora de espas en Z como la presentada en el anexo VII, por su capacidad de operar grandes volúmenes de pastas viscosas.

7. FORMADO, APLICACIÓN DE BATTER Y REBOZADOR

7. FORMADO, APLICACIÓN DE BATTER Y REBOZADOR

7.1 Formado

En la operación de formado continuo se utilizan equipos fabricados no solo para pastas de pescados, sino también para pastas de carne vacuna o de ave, generalmente para elaborar hamburguesas.

Estos equipos son desarrollados empíricamente y existe una gran variedad de acuerdo a las capacidades requeridas y al tipo de equipo que se le acoplará a continuación, para realizar otra operación (Kostaropoulos y Saravacos, 2002).

Los equipos más versátiles permiten intercambiar las placas formadoras obteniéndose unidades con diferentes geometrías de acuerdo al requerimiento del mercado objetivo, como por ejemplo, medallones, bastones, etc.

Es importante tener en cuenta en el diseño del proceso, que estos equipos trabajan adecuadamente a temperaturas relativamente bajas, alrededor de los $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. De lo contrario comienzan a producir unidades defectuosas, a causa de la adhesión de la pasta a la placa formadora, fenómeno conocido como empastado. Por lo tanto es necesario controlar la temperatura de la materia prima antes de entrar al equipo.

Los equipos continuos cuentan con una tolva en la cual se coloca la pasta cárnica que va ingresando paulatinamente al sistema interno, en donde a través de golpes con pistones hidráulicos se la hace atravesar la placa formadora. Los medallones son descargados sobre una cinta sinfín que los llevará hasta el siguiente equipo para un nuevo proceso.

Por las características de estas máquinas, las partes fijas y móviles en contacto con la materia prima deben ser fácilmente desarmables para su correcta limpieza.

Para la selección de la formadora se observó que las distintas empresas ofrecen máquinas de características constructivas similares. La única elección que se realizó en este caso es la cantidad de bocas de formación y golpes por minuto, de acuerdo a la capacidad de producción de la línea. Ver anexo VII.

7.2 Aplicación de batter

Para que la aplicación del rebozador sea posible, es necesario suministrar primero una pasta o líquido viscoso con propiedades adhesivas denominada batter, sobre el medallón. En general está constituido por una suspensión de harina en agua o almidón con distintas concentraciones de sal, espesantes, aromatizantes y en algunos casos colorantes, con el objeto de conferirle al producto determinadas características.

El batter cumple diferentes funciones en su incorporación a un producto alimenticio, como lo son la adhesión a la última capa de rebozado, la contribución a una mejor textura e integridad del producto final (Almados y otros, 1993).

El batter se aplica por inmersión o por medio de dos o más "cortinas" de batter. Bajo la cinta sinfín, un recipiente recoge el batter sobrante y lo recircula a través de un intercambiador de calor, para mantenerlo frío, hacia el recipiente distribuidor. Para recubrir la parte inferior del alimento, un rodillo distribuye el batter a través de la malla que los transporta. El exceso de recubrimiento es eliminado mediante un chorro de aire u otros dispositivos. Aquellos productos que no van a ser rebozados posteriormente, se recubren con una capa de batter más viscosa, denominada Tempura (Fellows, 1994).

7.3. Aplicación de rebozador

El rebozado de productos alimenticios constituye una de las formas más comunes para la elaboración de los denominados "productos con mayor valor agregado". Los mismos ofrecen una amplia gama de ventajas como mejorar la apariencia del producto final, proporcionar un aceptable sabor y aroma, favorecer la retención de humedad cuando se lo cocina, permitir la incorporación de especies y aditivos en la elaboración, incrementar el peso y tamaño del producto final, y constituir un producto de menor elaboración posterior desde el punto de vista del consumidor final. En algunos casos los recubrimientos constituyen una barrera a la migración de agua y los gases, y una protección contra eventuales daños mecánicos. Los recubrimientos oscilan entre un 15 a 30 % del peso del producto (Almados y otros, 1993; Fellows, 1994).

El pan rallado o rebozador se aplica haciendo pasar el medallón por un equipo que los deposita sobre una cinta sinfín recubierta con rebozador que empana la cara inferior del mismo y luego una "cortina" de rebozador recubre la cara superior y lateral. A continuación una cortina de aire elimina el exceso. El rebozador que se aplica es elegido con un diámetro de partícula de acuerdo al producto buscado y en ocasiones se le añaden aromatizantes y colorantes. Como este es un producto frágil se requiere un manejo cuidadoso, por lo que su transporte debe realizarse automáticamente (Fellows, 1994).

Para la selección del aplicar de batter y rebozador se observó que las distintas empresas ofrecen máquinas de características constructivas similares. El único aspecto considerado en la elección fue el ancho de estos equipos para que sean compatibles con la formadora previamente seleccionada. Los equipos seleccionados para realizar estas operaciones se detallan en el anexo VII.

8. FRITURA

8. FRITURA

8.1 Introducción

En este trabajo se realizará una operación de fritura ligera denominada prefritura, destinada a dar color y textura al rebozador, dejando la carne prácticamente cruda. Este producto deberá ser cocinado por el consumidor, bien friéndolo, asándolo en el horno o en microondas. Por otro lado, también se reduce la actividad de agua en su superficie favoreciendo su conservación.

Los procesos que ocurren durante la prefritura son (Friedrich, 2000):

1. La humedad del alimento se transforma en vapor a lo largo de todo el proceso, por lo que la presión dentro del alimento es mayor que la del aceite de fritura. Esta emisión de vapor limita la penetración del aceite en el alimento.
2. La temperatura del aceite decrece como resultado del contacto del mismo con el alimento, mientras que la fuente de energía continúa suministrando calor.
3. La elevada temperatura favorece reacciones entre los componentes del alimento, entre las que se destacan las reacciones de pardeamiento.
4. La superficie del alimento se deshidrata y absorbe aceite, otorgándole un sabor y textura deseable.

8.2 Fritura continua

La fritura continua consiste en un proceso que permite trabajar con una incorporación constante de materias primas, manteniendo fijas las variables del proceso, obteniendo grandes volúmenes de producción (Navas Sánchez, 2005).

El proceso de fritura puede realizarse de dos formas diferenciadas por los mecanismos de transmisión de calor que intervienen: fritura por contacto y fritura por inmersión (Brennan y col, 1998).

- Fritura por contacto: Esta fritura se realiza en recipientes de poca profundidad, con bajo nivel de aceite, en donde el alimento no llega a cubrirse completamente.

El mecanismo de transferencia de calor es la conducción a través de la superficie del recipiente, mediante una capa fina de aceite. La superficie del alimento que no está en contacto con el aceite se cocina por el vapor desprendido del mismo alimento al calentarse. Este método es muy adecuado para aquellos alimentos de relación superficie/volumen favorable. El coeficiente de transferencia de calor por este método está entre 200 y 450 W/m² °C, pero no se cumple por igual en toda el área, ya que las burbujas de vapor que separan al alimento de la superficie, provocan variaciones que son responsables de las diferencias en el color marrón de fritura, es decir, que no se obtiene un producto de características sensoriales homogéneas (Brennan y col, 1998).

- **Fritura por inmersión:** En esta fritura se sumerge el alimento por completo en el aceite. Se lleva a cabo en freidoras industriales con un gran volumen de aceite. En todos los casos el producto está totalmente cubierto y la fritura ocurre uniformemente sobre toda la superficie del alimento. La transferencia de calor se da por una combinación entre convección (en la masa de aceite) y conducción (en el interior del alimento). El coeficiente de transferencia de calor antes de comenzar la evaporación del agua superficial es 250-300 W/m²°C. Luego aumenta hasta 800-1000 W/m²°C, por la convección que el vapor produce en el aceite (Brennan y col, 1998).

8.3 El alimento en la prefritura

El alimento que será sometido a la operación de prefritura debe ser acondicionado para cumplir con las exigencias del proceso. Para evitar la hidrólisis del aceite por la combinación de la presencia de agua y las altas temperaturas, la superficie del alimento debe ser lo más seca posible. Esto reduce la oxidación del aceite y la formación de espuma. Este efecto se logra, en este caso, con el agregado del rebozador al producto.

Entre las reacciones químicas deseadas que afectan a los lípidos, las proteínas, los hidratos de carbono y otros componentes minoritarios de los alimentos, se destacan (Fennema, 1993):

- Textura crujiente por la coagulación de las proteínas, la gelificación del almidón y la deshidratación parcial que sufre el producto.

- Aspecto agradable, color dorado, brillante, producido fundamentalmente por la reacción de Maillard.
- Sabor y aroma característicos por la incidencia del propio aceite y por nuevas sustancias producidas durante el proceso.
- Variación del contenido de grasa del producto, en general el producto pierde humedad y gana grasa.
- Se obtiene una mayor estabilidad del producto por la destrucción de microorganismos contaminantes del alimento y la inactivación de las enzimas presentes en el mismo, por los que se extiende el período de aptitud para el consumo.

Pero también ocurren variaciones indeseables. Entre las más importantes se pueden mencionar la presencia de sustancias potencialmente tóxicas y la pérdida del valor nutritivo del alimento.

La temperatura del aceite es determinante para lograr un color adecuado, el asentamiento correcto de algunos rebozadores y la obtención de texturas deseadas. A altas temperaturas se acelera el proceso de fritura, logrando colores oscuros en superficie, pero también la descomposición del aceite. Por el contrario, a temperaturas más bajas se desarrollan colores más claros, se promueve una mayor absorción de aceite y hace más lento el proceso. Esta situación implica llegar a encontrar una óptima relación tiempo-temperatura de fritura para cada producto y proceso (Fennema, 1993).

8.4 Equipamiento industrial para la fritura.

Las empresas relacionadas con el proceso de fritura tienen en cuenta los aspectos del equipamiento utilizados para la fritura a fin de minimizar los efectos conocidos sobre la alteración del aceite de fritura, manteniendo elevados rendimientos de producción y una calidad homogénea.

Algunos de los factores relacionados con el diseño, los cuales pueden tener un efecto destacable en el periodo de utilización del aceite de fritura, son los siguientes (Navas Sánchez, 2005):

- Construcción en acero inoxidable evitando el cobre y el latón.

- Optimización de las dimensiones y del diseño para proporcionar a la masa de aceite una mayor superficie de contacto con el producto a freír.
- Control de la entrada de aceite y su circulación para homogeneizar su temperatura en todos los puntos.
- Filtración para eliminar de manera continua partículas del alimento desprendidas, que de otra forma se quemarían afectando el aroma y bouquet del producto.
- Minimizar la aireación del aceite caliente durante el bombeo.
- Eliminación eficiente de humos y condensaciones.
- Limpieza fácil de filtros.
- Control estricto de temperaturas y tiempo de fritura.
- Buena conducción del aceite hacia la freidora.
- Uso de intercambiadores de calor para reducir rápidamente la temperatura del aceite al final del periodo de trabajo.
- Almacenamiento en condiciones adecuadas del aceite usado.
- Control termostatzado del aceite fresco en tanques.
- Limpieza regular de todo el sistema.

El proceso continuo debe garantizar una presencia constante de alimento a freír y un aporte continuo de aceite fresco, que las condiciones de fritura no sean agresivas (temperatura no superior a 180°C) y que el equipo esté controlado permanentemente (Navas Sánchez, 2005).

8.4.1. Selección del equipo de fritura

Para este trabajo se seleccionó un freidor continuo que se adapta a la capacidad de producción que se desea elaborar, con las medidas constructivas que permiten el ensamble con el equipo que adiciona el rebozador y el posterior enfriador (Chiacchiera, 2007). Se tuvo en cuenta los requisitos antes mencionados.

Los detalles constructivos se presentan en el anexo VII.

8.5 Estimación del tiempo de prefritura

El producto que se está desarrollando en este trabajo será sometido a un proceso de prefritura, el cual garantizará el sabor, color y textura buscados (Fellows, 1994). El consumidor deberá completar la cocción del medallón antes de ser ingerido.

Experimentalmente se determinó que un tiempo de fritura de 40 seg. es suficiente para sellar la cobertura y obtener las características deseadas. Por otro lado los valores hallados concuerdan con los encontrados en la bibliografía (ITP,2006).

En el cálculo de las operaciones posteriores es necesario conocer la temperatura que adquiere el medallón luego de la prefritura. Para ello es necesario determinar la historia térmica del producto una vez sumergido en el aceite caliente. En dicho cálculo se utilizaron los modelos transitorios de temperatura y se tomó como aproximación geométrica del medallón un cilindro finito. Los cálculos se encuentran detallados en el anexo VIII.

En la figura 8.1 se muestran los datos obtenidos mediante los cálculos realizados en el anexo VIII. Se puede observar que luego de 40 seg., el centro del medallón alcanza una temperatura de 36 °C .

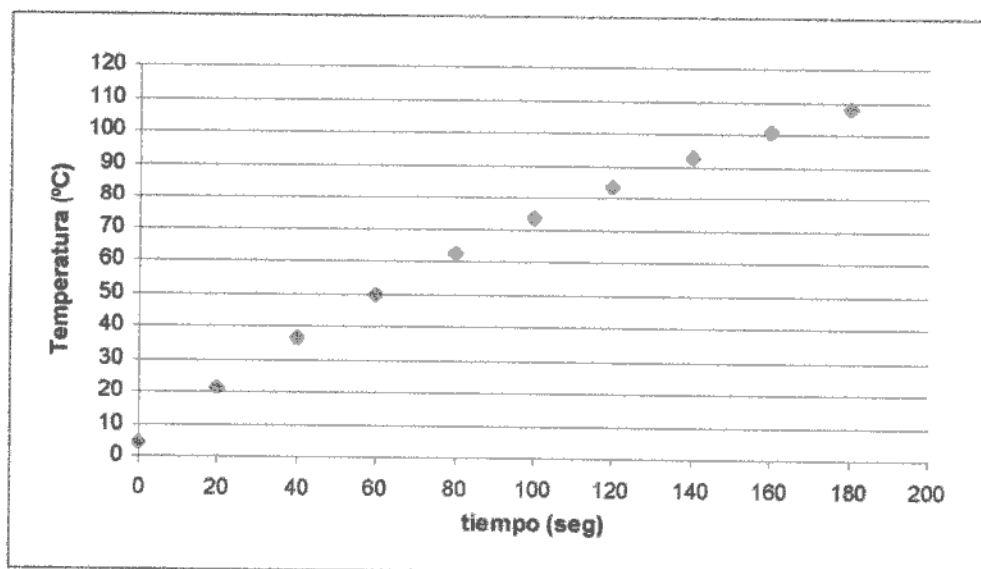


Figura 8.1: Historia térmica en el punto crítico de calentamiento.
Nota: Gráfico realizado en MS Excel 2000.

9. ENFRIAMIENTO Y CONGELADO

9. ENFRIAMIENTO Y CONGELADO

9.1 Enfriamiento

Antes de congelar el producto es necesario bajar su temperatura, ya que la energía y tiempos necesarios para realizar dicha operación serían mayores y menos rentables. Es preferible en esos casos utilizar una etapa más en el proceso en la cual se le extraiga calor al producto, llevando la temperatura del mismo lo más cercano posible al punto de congelación.

En este caso el centro del medallón se encuentra luego de la fritura a 36 °C y se lo quiere llevar a 4 °C, valor recomendado por el fabricante del equipo congelador seleccionado para este proyecto (Hanseática S.R.L., 2007).

Para calcular el tiempo necesario de enfriamiento se trabajó de la misma manera que para estimar la historia térmica de medallón en el proceso de fritura, es decir, con los mismos diagramas de transferencia de calor y geometría del producto (ver anexo IX).

En la figura 9.1 se muestran los datos obtenidos mediante los cálculos realizados en el anexo IX. Se puede observar que luego de 7,5 minutos, el centro del medallón alcanza una temperatura de 4 °C.

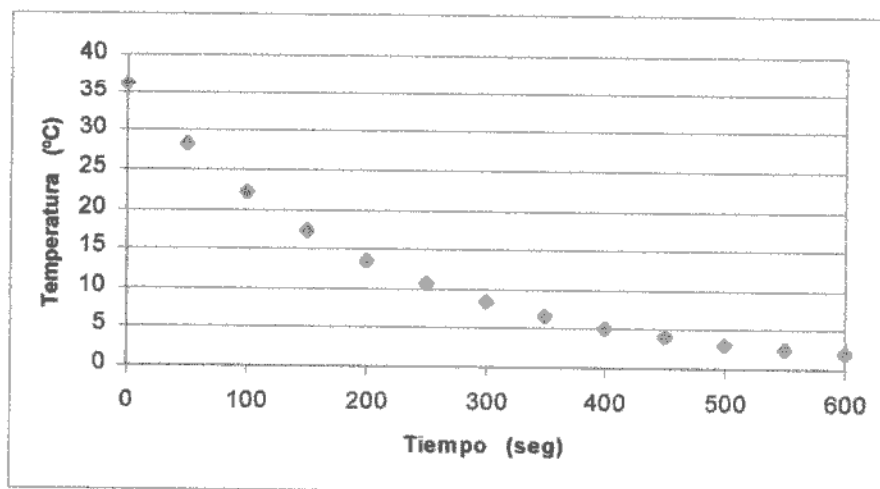


Figura 9.1: Historia térmica del punto crítico en el enfriamiento.
Nota: Gráfico realizado en MS Excel 2000.

Para esta operación se utilizará un equipo de enfriamiento con aire forzado a 0 °C (Del Valle, 2007). Los detalles constructivos se presentan en el anexo VII.

9.2 Congelado

9.2.1 Introducción

Dentro de la congelación de alimentos, se pueden mencionar diferentes mecanismos asociados a su conservación. Entre los principales mecanismos se destaca el descenso en la velocidad de crecimiento microbiano, y por ende una disminución del deterioro debido a la actividad microbiana, ocasionada por la reducción de la temperatura del producto a niveles por debajo de 0 °C. Este descenso de temperatura puede influir sobre las reacciones que pudieran ocurrir en el producto (enzimáticas, de oxidación, etc.). Pero el descenso de la velocidad de las reacciones no ocurre solo por el descenso de temperatura, sino también como consecuencia de la inmovilización del agua por formación de cristales de hielo. Se produce entonces, una disminución de la actividad del agua en fase líquida, es decir, el agua no está disponible para reacciones químicas, enzimáticas, crecimiento de microorganismos, etc. En síntesis, en la parte congelada del alimento se produce una detención total de los procesos que alteran los alimentos lo que le permite conservar los alimentos durante meses o años (Heldman, 1992).

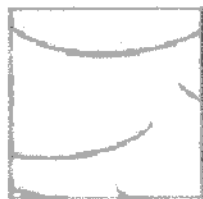
Los productos obtenidos a partir de la congelación como medio de conservación son de alta calidad. Ésta depende principalmente del estado del alimento antes de ser congelado. También tiene influencia sobre la calidad del producto congelado el proceso de congelación realizado y las condiciones de almacenamiento. La velocidad de congelación y el tiempo necesario para llegar al punto de congelación también influirán en la calidad, aunque de diferente manera según el tipo de alimento (Karen, 2003).

9.2.2 Aspectos tecnológicos

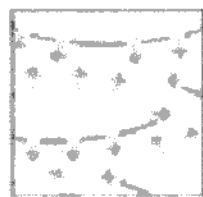
Lo que se trata de obtener con la congelación es un producto que conserve durante el mayor tiempo las cualidades organolépticas y el valor nutritivo que existen en el alimento, aumentando la vida útil del mismo. Para lograrlo es importante que la velocidad de congelación sea lo suficientemente rápida para que, atraviese en el

menor tiempo posible, el intervalo de temperaturas correspondiente al crecimiento rápido de los microorganismos (entre 45 y 4 °C). Por debajo de 4 °C solo se produce el crecimiento lento de algunos microorganismos psicrófilos, que en un largo período pueden deteriorar el alimento a través de reacciones enzimáticas, pero sin peligro para la salud (Heldman, 1992).

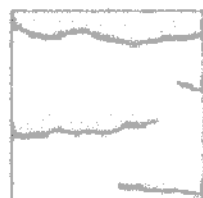
Si la velocidad de congelación es lenta, la solidificación de agua tiene lugar entorno a pocos núcleos que dan origen a cristales de hielo grandes que destruyen significativamente el tejido del alimento. Puesto que la concentración de solutos es menor en los líquidos intersticiales (entre células) que en el interior del citoplasma, la nucleación comienza y se extiende en estos espacios, acarreando la destrucción de células, el vaciado del citoplasma y, lo que es peor, la sucesiva concentración de fluidos en los solutos que contienen. Esto puede generar zonas del alimento que no llegan a congelarse nunca. También se puede originar la precipitación de las proteínas por su desnaturalización, debido al cambio de pH provocado por los efectos de concentración (Heldman, 1992).



Puesto que la concentración de sales disueltas es menor fuera de la célula que en su interior, el agua que se localiza entre ellas se congela primero.

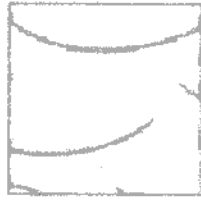


Esto altera el equilibrio de líquidos, haciendo que las moléculas de agua migren hacia el exterior de la célula a través de sus paredes y se congelen. Si la congelación es lenta, el contenido de agua de las células en gran medida se pierde y las células resultan dañadas.



Los cristales de hielo pueden ser tan grandes que incluso rompen la pared de las células. Posteriormente, cuando se descongela el producto, se pierde una buena parte de agua, en forma de "goteo" (AGA, 2007 y Fellows, 1994).

Cuando la velocidad de congelación es lo suficientemente rápida, la velocidad de nucleación aumenta ya que la masa llega a sobreenfriarse y congelarse simultáneamente en muchas partes. En este caso la solidificación se produce entorno a muchos microcristales que resultan inofensivos para la integridad física de los tejidos y permite preservar la textura de muchos alimentos que de otra forma resultarían gravemente dañados (Heldman, 1992).



Si la congelación es rápida, enseguida se forman cristales de hielo de menor tamaño y en muchos puntos al mismo tiempo. También en este caso la congelación se produce en primer lugar fuera de las células. Pero la velocidad del proceso provoca el bloqueo en las paredes de las células y evita así que la pérdida de agua celular sea excesiva (AGA, 2007).

Por estas razones, la congelación debe ser rápida. Estas condiciones se pueden conseguir utilizando aire a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, circulando con una velocidad de 5 m/s sobre la superficie del alimento, durante un tiempo determinado.

Durante la congelación, el calor del alimento se transfiere por mecanismos de conducción, del interior a la superficie y de ella al medio refrigerante. Los factores que determinan la velocidad de esta transferencia de calor son: la conductividad térmica del alimento, el área del alimento expuesta al intercambio, la distancia que el calor deberá atravesar, la diferencia de temperatura entre el alimento y el medio de refrigerante y el efecto aislante de la capa de aire que rodea al alimento (Fellows, 1994).

Al intervalo de temperaturas comprendido entre 0°C y 5°C bajo cero se lo conoce en la industria como zona crítica. Para obtener un producto congelado de buena calidad, este rango de temperatura debe atravesarse lo más rápidamente posible. A aquellos productos que en menos de 2 horas pasan de 0°C a 5°C bajo cero se los denominan ultracongelados. Una vez atravesada la zona crítica se debe continuar el enfriamiento hasta alcanzar en el centro del producto una temperatura igual o inferior a -18°C .

Si luego son sometidos a una descongelación correcta, sus características son prácticamente las mismas que las del producto fresco.

Algunas de las razones por las que resulta complejo el cálculo del tiempo de congelación son las siguientes: no todos los alimentos se encuentran a la misma temperatura inicial, existen diferencias en la forma y tamaño de las piezas a congelar, hay desigualdades entre las temperaturas de congelación y las velocidades de cristalización en distintas partes del alimento, ocurren cambios en la densidad, conductividad térmica, calor específico y transmisión de calor del alimento

a medida que éste se va enfriando (Fellows, 1994). Se puede observar la evolución de la temperatura durante la congelación en el anexo III.

9.2.3 Instalaciones para congelación

Para poder elegir el sistema de congelación adecuado es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos: la velocidad de congelación requerida por el alimento, el tamaño, la forma, el sistema de envasado del alimento y si el sistema de congelación va a ser continuo o discontinuo.

Debido a la exigencia de atravesar la zona crítica en poco tiempo para obtener un producto de buena calidad, se apuntará hacia aquellos equipos que se clasifican como congeladores semirrápidos, rápidos y ultrarrápidos.

Entre los congeladores de aire que se podrían aplicar en este proyecto encontramos:

- *Túnel de congelación*: en ellos el alimento es sometido a un chorro de aire a -30 y -40°C a una velocidad de entre $1,5 - 6$ m/s. En los sistemas discontinuos los alimentos se congelan en bandejas apiladas en armarios o en recintos de congelación. Los sistemas continuos suelen estar constituidos por una serie de carritos que transportan las bandejas apiladas o en una cinta sinfín. Como estas instalaciones son relativamente compactas (la relación superficie / volumen es favorable) se consigue un ahorro de un 30 % en pérdidas calóricas y de un 20 % menos de espacio. En ellas el flujo de aire es homogéneo en toda su masa. Son relativamente baratos y de utilización flexible. Son instalaciones que no requieren grandes inversiones y su capacidad de producción es elevada (200-1500 kg/h) (Fellows, 1994).
- *Congeladores de cinta sinfín en espiral*: estos congeladores son túneles de congelado por chorro de aire, en los que la cinta sinfín se dispone en el interior de los mismos de abajo hacia arriba en una trayectoria en forma de espiral. La cinta se autoenrolla sobre si misma, lo que permite aumentar la capacidad de la instalación en un 50 %. Para reducir las pérdidas de peso por evaporación el aire frío se impulsa de arriba hacia abajo (flujo contracorriente). Estos congeladores ocupan poco espacio y son de gran capacidad. Este tipo de instalación presenta carga y descarga automática, requiere escaso mantenimiento y son de utilización muy flexible.

También se puede tener en cuenta aquellas instalaciones que no utilizan aire como los congeladores criogénicos. En este tipo de congelador el refrigerante cambia de estado a merced del calor que absorbe del producto a congelar. Este compuesto criogénico está en contacto directo con el alimento captando rápidamente el calor latente de vaporización o sublimación, congelándolo rápidamente. Los compuestos refrigerantes más corrientes son el nitrógeno líquido y el anhídrido carbónico, sólido o líquido. Ambos son incoloros, inodoros e inertes. En estos congeladores el alimento, envasado o a granel, es transportado por una cinta sinfín perforada a lo largo de un túnel, en el que se enfría por contacto directo con el refrigerante. La circulación del refrigerante, forzada por ventiladores, permite alcanzar coeficientes de transferencia de calor muy elevados, que por circulación natural serían imposibles de conseguir. Las principales ventajas de estos equipos son: alta automatización de temperaturas y de velocidad de cinta, instalación sencilla, económicos, compactos y funcionan en forma continua, presentan bajas pérdidas de peso por deshidratación con respecto a sistemas por chorro de aire, congelación rápida, eliminación de oxígeno del alimento y bajo consumo energético. La principal desventaja es el costo relativamente elevado del refrigerante. Estas instalaciones son económicas para bajas inversiones donde se manejan volúmenes reducidos de producción (Fellows, 1994).

Como en este proyecto se pretende trabajar teniendo en cuenta una posible ampliación de la capacidad de producción con el tiempo, se seleccionó un congelador de cinta sinfín en espiral frente a la opción de un congelador criogénico. Y se descartó la opción de un túnel ya que, uno de los objetivos principales de la línea es la tendencia a un proceso continuo, de carga y descarga automática. En el anexo VII se presentan las especificaciones técnicas del equipo seleccionado.

Este tipo de equipos alcanza un coeficiente de transferencia de calor de $30 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, y pueden trabajar a temperaturas cercanas a $-30 \text{ }^\circ\text{C}$.

El equipo seleccionado es el HEINEN Spiral Freezer, de origen alemán. El mismo es distribuido en Argentina por Hanseatica S.R.L.

9.2.4 Estimación del tiempo de congelación

Para estimar el tiempo de congelación se utilizó la ecuación obtenida por León Bonillo y Ramírez Juidias (2006), ver anexo IV.

Programando las ecuaciones presentadas en el anexo IV, en Mathcad, de igual manera que se trabajó para estimar el tiempo de atemperado del minced, se obtuvo el siguiente resultado, utilizando las variables de la tabla 9.1.

Tabla 9.1: Variables utilizadas para el cálculo del tiempo de congelación

Diámetro: 0.08 m	Coefficiente de transferencia de calor: 30 W/m ² °C
Espesor: 0.013 m	Temperatura inicial °C : 4
Densidad ³ : 1000 Kg/m	Temperatura final °C : -22
Calor específico: 3580 J/Kg°C	Temperatura del aire : -30
Conductividad térmica : 0.55 W/m°C	

Como la temperatura de la cámara de la planta donde se pretende almacenar el producto terminado es de -22°C (Moscuzza, 2007), se seleccionó la misma para evitar fluctuaciones de temperatura en el producto, una vez almacenado. De acuerdo a los cálculos realizados en el anexo X, el tiempo necesario para congelar un medallón de las dimensiones descritas, desde 4 °C a -22 °C es de 25,2 min.

Debe recordarse que estos datos son solo aproximaciones teóricas y que deberían ser verificados de manera experimental. Comparando con datos bibliográficos, del Fellows por ejemplo, para este tipo de producto de dimensiones similares, podemos decir que es un resultado coherente.



10. ENVASADO Y ALMACENAMIENTO

10. ENVASADO Y ALMACENAMIENTO

10.1 Introducción

El envasado debe considerarse parte integral del proceso y conservación de los alimentos. El éxito de los métodos de conservación aplicados al producto depende de un envasado adecuado.

El envase constituye una barrera entre el alimento y el medio ambiente, que se opone a la transmisión de la luz, el calor, la humedad, los gases, y la eventual contaminación por microorganismos o insectos.

Las funciones principales del envasado son las de contener al producto y protegerlo contra los diversos riesgos que pueden afectar negativamente la calidad durante la manipulación, distribución y almacenamiento (Brennan y col., 1998).

10.2 Envasado de alimentos congelados

Un buen envase para alimentos congelados debe resistir bajas temperaturas y en algunas ocasiones altas temperaturas, por ejemplo en la cocción en microondas en su envase.

Para mantener el medallón pre-frito y congelado en condiciones adecuadas durante el almacenamiento y distribución, el envase debe proveer protección contra (Paine, 1997):

- La *Deshidratación*: causada por la pérdida de vapor de agua a través de las paredes y sellos del envase. Esta pérdida de humedad deshidrata áreas de la superficie del medallón afectando su apariencia.
- La *Oxidación*: por exposición del producto a concentraciones de oxígeno inconvenientes.
- La *luz*: que acelera las reacciones de oxidación, como por ejemplo la oxidación de ácidos grasos.
- La *pérdida de sabores y olores*: causada por la evaporación de los compuestos volátiles.
- *El daño físico*: causado por la compresión durante el almacenamiento y transporte.

10.3 Envase Primario

Se define como envase primario a la envoltura o recipiente que se encuentra en contacto directo con los productos alimenticios. Los materiales más utilizados son películas flexibles compuestas por un polímero base o mezcla de polímeros, a los que se añaden diversas sustancias para conferirles propiedades funcionales específicas.

10.3.1 Propiedades de los polímeros utilizados en envases primarios

Las consideraciones más importantes a la hora de elegir un material plástico para el envasado son:

10.3.1.1 Resistencia mecánica

Los alimentos son susceptibles de deterioro por acciones mecánicas debido a impactos bruscos durante la manipulación y el transporte: vibración durante el transporte por carretera o aéreo; cargas de compresión impuestas al apilar los envases, etc. (Brennan y col., 1998).

10.3.1.2 Permeabilidad

La permeabilidad es una propiedad del envase plástico que está asociada con una diferencia de presiones parciales de gases o vapores entre los dos lados del film y se define como el flujo del permeato que pasa a través del material. Ésta depende de su estructura química, grado de cristalinidad, la naturaleza y el tamaño del permeato y de la temperatura. Este fenómeno es una transferencia de masa en estado estacionario descrito mediante la ley de Fick.

El grado de permeabilidad de un envase al vapor de agua, a los gases y a los compuestos volátiles responsables del aroma, es de gran importancia.

Los alimentos con humedades relativas de equilibrio altas tienden a ceder agua a la atmósfera perdiendo peso y deteriorando su aspecto y textura.

La vida útil de muchos alimentos puede extenderse modificando la atmósfera del interior del envase. El contenido de oxígeno se puede disminuir por medio de vacío o desplazando el mismo con otros gases como nitrógeno o dióxido de

carbono, técnica conocida como envasado en atmósfera modificada (MAP) (Kadoya, 1990; Brennan y col., 1998).

10.3.1.3 Cambios de temperatura

El envase debe ser capaz de soportar los cambios de temperatura a los que el producto va a ser sometido (Brennan y col., 1998).

10.3.1.4 Transmisión de luz

Muchos componentes de los alimentos son sensibles a la luz, particularmente en las regiones del azul y el ultravioleta del espectro. La exposición a la luz puede causar pérdida de vitaminas, decoloraciones y acelerar el enranciamiento de las grasas. Para evitar estos cambios, se usan materiales opacos o cuando sea conveniente ver los productos, materiales coloreados que filtren las radiaciones de longitud de onda corta (Brennan y col., 1998).

10.3.1.5 Migración

La migración de moléculas de bajo peso molecular tales como monómeros residuales, solventes y catalizadores, desde el envase hacia el producto, es un efecto indeseado debido al carácter carcinogénico de esos residuos (Kadoya, 1990).

10.3.2 Polímeros utilizados en el envasado de alimentos

10.3.2.1 Polietileno (PE)

El polietileno se clasifica según su densidad en polietileno de muy baja, baja, media y alta densidad.

Los rangos de densidades específicas se presentan en la tabla 10.1.

Tabla 10.1: Densidades del polietileno

Polietileno de muy baja densidad (VLDPE):	máx. 0.909 g/cm ³
Polietileno de baja densidad (LDPE):	0.910-0.925 g/cm ³
Polietileno de media densidad (MDPE):	0.926-0.939 g/cm ³
Polietileno de alta densidad (HDPE):	0.940-0.965 g/cm ³

10.3.2.1.1 LDPE

Su rango de cristalinidad es de 60-70. Se degrada térmicamente cuando la temperatura excede los 180°C. Posee una excelente resistencia al frío con un

extremo de -70°C . Buena resistencia a la transmisión de vapor de agua pero alta permeabilidad a los gases, y su resistencia a los aceites y olores es baja. El LDPE sobresale por su capacidad para el termosellado y por su bajo costo (Kadoya, 1990; Kostaropoulos, 2002).

10.3.2.1.2 HDPE

Su rango de cristalinidad es de 75-95%. El HDPE es un polímero translúcido y su temperatura de transición vítrea varía de 100°C hasta 125°C . Es altamente resistente a los químicos y provee una mayor barrera al paso de gases y vapor de agua que el LDPE (Kadoya, 1990).

Los dos tipos de PE se pueden termosellar entre $121-170^{\circ}\text{C}$ (Kostaropoulos, 2002).

10.3.2.2 Cloruro de polivinilideno (PVdC)

Este material es muy impermeable a los gases, al vapor de agua, grasas, alcohol y sirve como barrera para los olores. El PVdC se encoge a relativa baja temperatura pero a $150-170^{\circ}\text{C}$ se encoge un 30%. Se emplea como material de recubrimiento de otras películas con el objeto de mejorar la impermeabilidad del envase (Kostaropoulos, 2002; Fellows, 1994).

10.3.2.3 Polipropileno (PP)

El PP es el más liviano de los polímeros de uso general con una densidad específica de $0.90-0.91\text{ g/cm}^3$. Provee buena rigidez, una superficie brillante y una apariencia translúcida. Su temperatura de fusión es de 162°C , lo que significa una buena resistencia térmica.

La capacidad del PP para ser termosellado es baja, así como su resistencia a las bajas temperaturas. Para remediar estos defectos se utiliza un copolímero de etileno-polipropileno (EPR). Con el agregado de 3-5% de etileno se mejora el termosellado y con un máximo de 20% se baja su temperatura de trabajo de $10-15^{\circ}\text{C}$ a $0-5^{\circ}\text{C}$. Posee una elasticidad similar al PVdC. Su resistencia a la tracción es cuatro veces mayor que el PE. El PP de baja densidad es un material que combina economía con la resistencia necesaria para sellos de doble costura. Su permeabilidad al vapor de agua y grasas es baja pero es permeable a muchos gases y al aire (Kostaropoulos, 2002).

En el PP bi-orientado las láminas se acomodan longitudinalmente y transversalmente contribuyendo a mejorar su resistencia, transparencia y resistencia a bajas temperaturas (Kadoya, 1990).

10.3.2.4 Poliéster (PET)

Este material posee una resistencia a la tracción significativa y su rango de temperaturas de trabajo es amplio (desde -60°C hasta 150°C). Posee relativa baja permeabilidad al vapor de agua, gases, aromas y baja resistencia química (Kostaropoulos, 2002).

10.3.2.5 Poliamida (PA)

Es un material fuerte y su resistencia a la tracción es tres veces mayor que el PE y un tercio del PET. Es diez veces más duro que el PE.

El nylon posee baja permeabilidad al agua (40 veces menos que el PET) y su permeabilidad a los gases es baja comparándolo con el PET. Puede ser usado en un rango de temperaturas que va desde -40°C hasta 100°C (Kostaropoulos, 2002).

10.3.3 Envases laminados

Un envase laminado se fabrica a partir de dos o más capas de distintas películas poliméricas. Ejemplo de estos envases son:

- Estructura trilaminar formada por PE-EPR-PP. Se encontró que la resistencia al impacto es proporcional a la resistencia del sello térmico del EPR con el PP y PE, por lo tanto a mayor resistencia del sello térmico, mayor la resistencia al impacto.
- Las laminas de BOPP son cubiertas con PVdC para proveer una mejor barrera a los gases (Kadoya, 1990).

10.4 Envase Secundario

Se define como envase secundario al envase destinado a contener el envase primario o varias unidades del mismo.

10.4.1 Cartón

Las características que definen a este elemento son su grosor, su consistencia y su rigidez. El grosor del cartón lo hace apto para el transporte ya que protege al alimento de los daños mecánicos.

Se fabrica a partir de materias primas similares a las empleadas para papel. Se encuentran tres tipos principales. El *cartón de baja calidad*, fabricado a partir de pulpa de reciclado, con un color gris mate. Ofrece poca resistencia mecánica y rara vez se usa para el envasado en contacto directo con los alimentos, pero puede emplearse si los mismos están envueltos en bolsas. El *cartón de dos hojas*, se fabrica a partir de una mezcla de pulpa digerida mecánicamente y químicamente. El *cartón blanco sólido*, fabricado a partir de pulpa química blanqueada. Los últimos dos tipos se utilizan para el envasado de algunos productos congelados.

La forma comúnmente asociada al envase de cartón es la *caja*. Estas son suministradas en forma plana para el montaje y cierre en planta.

10.5 Máquinas

Una vez que los medallones salgan de la etapa de congelado, se introducen en la línea de envasado.

El envasado consta de un sistema Formar, Llenar y Cerrar (FFS) horizontal. Este sistema fabrica bolsas o paquetes del producto en una operación secuencial. A partir del material plástico enrollado en bobina se forma un tubo. La costura lateral se produce por calentadores y pinzas que tiran del tubo formado. Las costuras transversales se realizan por medio de cierres rotatorios que también separan los envases. El producto se introduce en el interior del tubo a medida que este se forma como se indica en la figura 10.1.

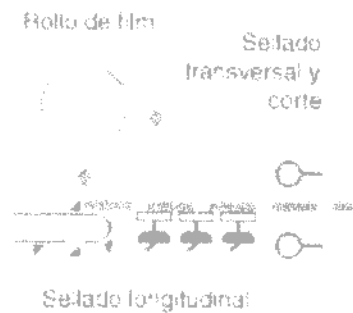


Figura 10.1: Esquema del envasado horizontal tipo "pillowpack".

La envasadora seleccionada para este trabajo se encuentra detallada en el anexo VII.

10.6 Almacenamiento

Los principales factores relacionados con el almacenamiento que influye en la vida útil de los alimentos son la temperatura y la humedad de la cámara.

10.6.1 Temperatura

La temperatura de almacenamiento de los alimentos congelados varía alrededor de los -18°C , dependiendo de cada uno en particular. Un elemento común a todos ellos es el efecto que produce las fluctuaciones en la temperatura de almacenamiento.

Cuando se introduce calor a la cámara, por ejemplo aire caliente por la apertura de una puerta, el ligero calentamiento hace que los cristales de hielo se fundan parcialmente aumentando la presión de vapor. Cuando la temperatura se reestablece, la presión de vapor no da lugar a nuevos núcleos, por el contrario, es captado por los cristales de hielo existentes aumentando su tamaño. Este proceso se llama recristalización migratoria y causa deterioros en la calidad, comparables con la congelación lenta (Fellows, 1994; FAO Codex, 2007).

Estas fluctuaciones pueden reducirse mediante el control de la temperatura de almacenamiento permitiendo variaciones no mayores a $1,5^{\circ}\text{C}$ (Fellows, 1994). Las puertas de la cámara deben ser de cierre hermético y para evitar la salida del aire frío se utilizan cortinas plásticas solapadas. Un sistema más eficiente sería

colocar una "cortina de aire", es decir, una corriente de aire de arriba abajo generando una zona de presión.

10.6.2 Humedad

La humedad relativa en las cámaras frigoríficas es baja, ya que el contenido de agua es captada por el evaporador. Parte del agua del alimento se incorpora a la atmósfera, debido a la diferencia de a_w , produciendo zonas de deshidratación denominadas "quemaduras por frío". Este fenómeno puede reducirse mediante el empleo de envases impermeables al vapor de agua (Fellows, 1994).

Otras cuestiones a la hora de mencionar características de la cámara es la velocidad del aire. Ésta debe ser moderada y no mayor de la necesaria para obtener una temperatura suficientemente uniforme dentro del frigorífico. Los productos deben colocarse en el frigorífico de manera que se deje espacio para la circulación de aire frío a lo largo de las paredes y del suelo. Es preciso identificar claramente los productos almacenados y llevar un buen registro, para impedir que productos más antiguos pierdan calidad debido a un almacenamiento demasiado prolongado, mientras que las más recientes pasan a los canales de distribución. Los productos primeros en entrar deben ser los primeros en salir (FAO, 2007).

11. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

11. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta las consideraciones en el diseño del proceso en el capítulo 3, es necesario analizar los tiempos de cada etapa para optimizar su desarrollo y evitar tiempos ociosos. Tratándose de alimentos perecederos el tiempo es un factor determinante en la calidad del producto.

El proceso presenta dos etapas bien diferenciadas: una discontinua o batch, seguida de una continua.

La línea de producción comienza cuando el camarista traslada los bloques de minced atemperados desde el túnel hasta el equipo de desmenuzados. En razón de que la tolva de la mezcladora es la de capacidad limitante, es necesario trabajar con tandas de 37 bloques por vez.

La zona discontinua consta de tres etapas: desmenuzados, picado y mezclado. En la primera, el operario "1" introduce de a uno los bloques en la desmenuzadora. Cada bloque se procesa en 10 segundos. Terminada la primera tanda, se transporta el desmenuzado en carros sanitarios normalizados de 300 litros hacia la picadora. A continuación el mismo operario inserta el carro en el elevador de la picadora, que de forma automática vuelca su contenido en su tolva. La velocidad de picado es de 20 segundos por bloque (7,5 kg.). Luego el operario "2" transporta el producto picado hacia la mezcladora utilizando un nuevo carro. Cada tanda se mezcla en dos minutos. Luego la mezcla se traslada en otro carro hacia el elevador de la formadora.

La etapa continua comienza cuando la primera tanda es ingresada en la formadora. A 50 golpes por minuto y formando cuatro medallones por golpe, con una separación de 4 centímetros, la velocidad de la cinta es de 6 m/min. La línea mantiene la misma velocidad, hasta la salida de la envasadora.

Finalmente el operario "3" coloca los medallones envasados en cajas, para ser transportados a la cámara de almacenamiento por el camarista.

Las velocidades y tiempos de operación se presentan en la tabla 11.1 y en la figura 11.1.

Tabla 11.1: velocidades y tiempos de operación

	Equipos	Velocidad de cinta (m/min)	Unidades por minuto	Caudal másico Kg./min	Tiempo de operación (hs)
1	Desmenuzadora	-		45,2	1,33
2	Picadora	-		22,6	2,66
3	Mezcladora	-		142,4	0,43
4	Formadora	6	200	13,2	4,64
5	Aplicador de batter	6	200	15,7	4,64
6	Aplicador de rebozador	6	200	17,24	4,64
7	Freidor	6	200	17,96	4,64
8	Enfriador	6	200	17,96	4,64
9	Congelador	6	200	17,96	4,64
10	Envasadora	6	200	17,96	4,58

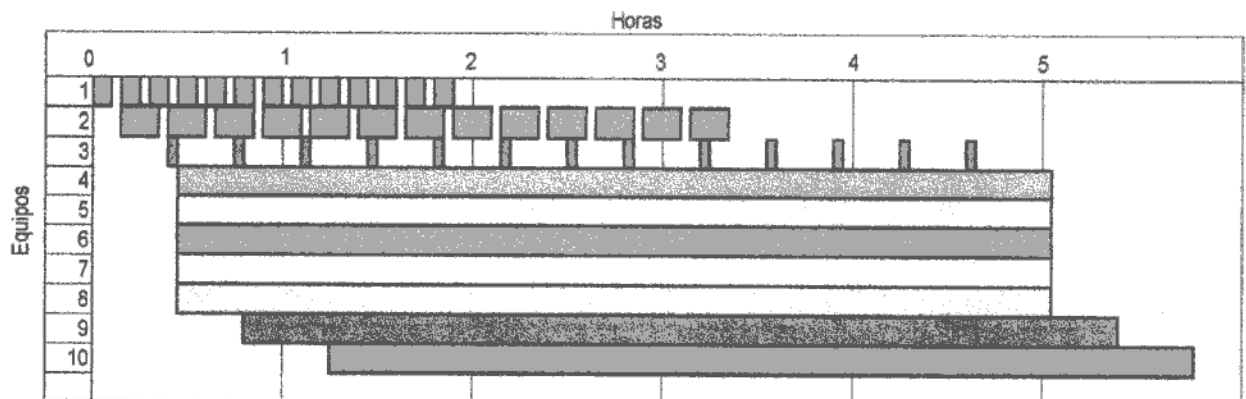


Figura 11.1: velocidades y tiempos de operación.
Nota: grafico realizado en MS Excel 2000

12. INVERSIÓN Y RENTABILIDAD

12. INVERSIÓN Y RENTABILIDAD

12.1 Inversión

12.1.1 Introducción

Una de las determinaciones más importantes que se debe enfrentar ante la posibilidad de llevar a cabo un proyecto, es la decisión de invertir.

La inversión de la empresa es la cantidad de dinero necesaria para poner un proyecto en operación. La inversión total requerida para realizar y operar el proyecto se compone de dos partes (Lupin y col, 1998):

- Capital Fijo (I_F): es la cantidad de dinero necesaria para construir totalmente una planta de proceso, con sus servicios auxiliares y ubicarla en situación de poder comenzar a producir. Es básicamente la suma del valor de todos los activos de la planta.

Los activos fijos pueden ser tangibles o intangibles. Los primeros se integran con la maquinaria (que incluye el costo de su montaje), edificios, instalaciones auxiliares, etc.; y los segundos: las patentes, conocimientos técnicos, gastos de organización, puesta en marcha, etc. Los rubros que componen el capital fijo se detallan en profundidad en el anexo XII.

- Capital de trabajo (I_w) comprende las disponibilidades de capital necesario para que una vez que la planta se encuentre instalada y puesta en régimen normal de operación, pueda operar a los niveles previstos. El monto de este capital varía dentro de límites muy amplios, dependiendo de la modalidad del mercado al cual va dirigida la producción, de las características del proceso y las condiciones establecidas por la procedencia y disponibilidades de las materias primas.

Para estimar la inversión fija se utilizaron los factores requeridos para plantas pesqueras (Lupin y col, 1998). Mediante este método puede extrapolarse el costo de un sistema completo a partir del costo de los equipos principales del proceso y determinar una estimación de la inversión fija total con un error de 10 - 15% del valor real. Para ello debe seleccionarse cuidadosamente los factores dentro del rango dado. En el anexo XI se presenta con más detalles la metodología aplicada.

Se llamará I_E a la inversión de los equipos principales del proceso, que es el punto de partida en este método.

El valor del cambio que se utilizó para realizar la conversión pesos – dólar es de: \$ 3,1.

Los resultados de la Inversión se pueden ver en la tabla 12.1.

Tabla 12.1: Resultados de la Inversión Fija

	Pesos	Dólares
Costo de equipos principales instalados I_E	1.812.433,40	584.655,94
Factores para estimación de costos directos		
Cañerías de proceso 0	0,00	0,00
Instrumentación 0	0,00	0,00
Construcción y mejoras en servicios 0,005	9.062,17	2.923,28
COSTO FÍSICO TOTAL	1.821.495,57	587.579,22
Factores para estimación de costos indirectos		
Ingeniería y construcción 0,1	182.149,56	58.757,92
Factores de tamaño 0,1	182.149,56	58.757,92
Contingencias 0,1	182.149,56	58.757,92
INVERSIÓN FIJA sin terreno	2.367.944,24	763.852,98
INVERSIÓN FIJA	2.367.944,24	763.852,98

12.1.2 Cálculo de capital de trabajo

Para estimar el capital de trabajo se calcularán los costos de producción de 90 días. Para esto es necesario conocer esos gastos. Los mismos se detallan en el anexo XI.

Los costos de producción son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. Pueden dividirse en dos grandes categorías: costos directos o variables, proporcionales a la producción y los costos indirectos o fijos, independientes de la producción. Algunos costos no pertenecen a ninguna de las anteriores por poseer características de ambos y se conocen como semivariables (Lupin y col, 1998).

Determinación de los costos variables

A continuación se presentan las condiciones de producción anual. El precio de venta presentado es el mínimo para el cual el proyecto es rentable. A partir de este, teniendo en cuenta los derechos de exportación que rondan en 5 % del precio FOB (Moscuza, 2007), y el costo total unitario, se estimó el margen de ganancia que es de un 40 %. El cálculo del precio de venta se presenta en la tabla 12.2.

Investigando, a su vez, precios de la competencia en los supermercados de EEUU, se encontró que estos rondan los 0,38 u\$s / unidad (1,7 \$/unidad). A partir de

este valor se realizó un cálculo estimativo para conocer con que precio final estaría este producto ingresando en ese mercado.

Tabla 12.2: Cálculo del precio de venta.

Costo total unitario	0,25 \$ / uni
+ Margen de ganancia del 40 %	0,10 \$ / uni
= FOB 1:	0,35 \$ / uni
+ Derechos de exportación 5%	0,02 \$ / uni
= Precio de Venta (FOB final)	0,37 \$ / uni

En un contenedor de 12 pies puede cargarse con 26 toneladas aproximadamente de este tipo de producto (Moscuza, 2007) y el costo del flete que quedaría a cargo del comprador es de U\$S 4000 por contenedor, lo que equivale a U\$S 154 / tonelada y 0,04 \$/unidad. De todas maneras, aunque los seguros también corren por cuenta del comprador, este tendrá aún, un margen grande para su distribución y comercialización final. De esta forma, el distribuidor ingresará al mercado con un precio menor al existente, siendo esto una ventaja competitiva.

Teniendo en cuenta el precio de venta FOB del minced de 1,10 u\$s / Kg, es decir, 3,41 \$ / kg (Infopesca, 2007), este producto poseerá un incremento en el valor de venta del 20 %.

Los datos obtenidos sobre costos de producción se pueden observar en tabla 12.3.

De los cálculos realizados se obtuvo:

- El Capital de Trabajo es:

$$625.081,81 \$ = 201.639,29 \text{ u\$s} \quad (12.1)$$

- La Inversión Total, que es la suma de la Inversión Fija más el Capital de Trabajo es:

$$2.993.026,05 \$ = 965.492,27 \text{ u\$s} \quad (12.2)$$

Tabla 12.3: Costos de Producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN		
COSTOS VARIABLES	\$ / año	U\$S
1. Materia Prima	1.005.662,71	324.407,33
2. Envases	955.277,78	308.154,12
3. Mano de Obra + Cargas Sociales	93.483,00	30.155,81
4. Supervisión profesional (25% de MO + carga sociales)	23.370,75	7.538,95
5. SERVICIOS		
- Agua	329,40	106,26
- Energía	8.373,43	2.701,11
6. Mantenimiento (5% de IF al año)	118.397,21	38.192,65
7. Suministros (0,75 % de la IF al año)	17.759,58	5.728,90
8. Gastos de Comercialización (Exportación)	91.733,33	29.591,40
9. Laboratorio (30 % MO+supervisión profesional)	35.056,13	11.308,43
TOTAL COSTOS VARIABLES	2.349.443,32	757.884,94
COSTO VARIABLE UNITARIO	0,21 \$/uni	0,07 U\$S/uni
COSTOS FIJOS		
1. Costos de inversión		
1.1. Costos de depreciación (línea recta n=10 L=0)	236.794,42	76.385,30
1.2. Impuestos (1 % de IF al año)	23.679,44	7.638,53
1.3. Seguros (0,75 % de la IF al año)	17.759,58	5.728,90
2. Ventas y distribución (Fletes y ventas)	58.000,00	18.709,68
3. Administración y dirección (30 % mano de obra)	28.044,90	9.046,74
3. Investigación y desarrollo	23.400,00	7.548,39
TOTAL COSTOS FIJOS	387.678,35	125.057,53
COSTO FIJO UNITARIO	0,03 \$/uni	0,01 U\$S/uni
COSTOS TOTALES (CF + CV)	2.737.121,66	882.942,47
COSTO TOTAL UNITARIO	0,25 \$/uni	0,08 U\$S/uni

12.2 Rentabilidad

El movimiento de dinero hacia o desde la empresa se denomina flujo de caja y se define como la diferencia entre ingresos y costos operativos, (sin los costos de depreciación) y después del pago de impuestos (Lupin y col, 1998).

El flujo de caja o el beneficio neto no es una medida de la rentabilidad, pero estos valores se utilizan para estimar si un proyecto en particular es rentable.

Para estimar la rentabilidad se asumió que el grado de riesgo de este trabajo es normal, y para realizar los cálculos correspondientes se consideró a 10 años de vida útil. También se supone que para el desarrollo del proyecto se cuenta con capital propio de la empresa para realizar la inversión.

12.2.1 Métodos de estimación de la rentabilidad

12.2.1.1 Ventajas y desventajas de los diferentes métodos de estimación de la rentabilidad

Los métodos de retorno sobre la inversión fija o sobre la inversión promedio dan valores estáticos que pueden arrojar resultados ilusorios. Estos valores puntuales son tanto aplicables para un año en particular como para un año promedio. No obstante, son los más sencillos para una estimación rápida. El tiempo de repago no considera apropiadamente los últimos años de la vida útil del proyecto. Por otra parte, el método de la tasa interna de retorno tiene en cuenta la modificación del valor del dinero con el tiempo y brinda resultados más reales que los otros métodos.

En la práctica, es conveniente no usar un solo criterio, sino considerar el empleo de varios para compensar las ventajas y desventajas de cada uno. La tabla 12.4 indica los valores razonables del tiempo de repago y de la tasa interna de repago para proyectos con distintos grados de riesgo (Lupin y col, 1998).

Tabla 12.4: Valores típicos del tiempo de repago y de la tasa interna de retorno en función del riesgo

Proyecto	Tiempo de repago (años)	Tasa interna de retorno (%)
Riesgoso	< 2	> 20
Normal	< 5	15
Poco riesgo		< 10

12.2.1.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Este método tiene en cuenta la valorización del dinero invertido con el tiempo y está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto.

En la tabla 12.5 se muestra el cuadro de fuentes y uso de fondos en pesos para los primeros años, ya que al producirse la misma cantidad de medallones por año, los flujos de caja son iguales. La única diferencia se encuentra en el último año, en el que se suma la I_w (también correspondería adicionar el valor residual (L) y del terreno, pero en este caso ambos son cero). Para todas las consideraciones tenidas en cuenta hasta el momento, la TIR estimada es del 19 %, estimado para el menor precio de venta en el cual el proyecto es rentable. Aumentando en precio de venta, la TIR aumenta y el tiempo de repago disminuye, aumentando la rentabilidad.

Tabla 12.5: Cuadro de Fuentes y usos

CUADRO DE FUENTES Y USO	Año 1	Año 2	Año10
FUENTES			
Capital Propio	2.993.026,05		
+ Ventas netas	4.111.111,11	4.111.111,11	4.111.111,11
Total A	7.104.137,16	4.111.111,11	4.111.111,11
USOS			
Capital fijo (IF)	2.367.944,24		
+ Capital de trabajo (IW)	625.081,61		
+ Costo de producción (SIN DEPRECIACIÓN)	2.500.327,24	2.500.327,24	2.500.327,24
Total B	5.493.353,29	2.500.327,24	2.500.327,24
Saldo A - B = (BNAI)	1.610.783,87	1.610.783,87	1.610.783,87
BN = BNAI x (0.55)	885.931,13	885.931,13	885.931,13
- Depreciación	236.794,42	236.794,42	236.794,42
FLUJO DE CAJA	649.136,71	649.136,71	1.747.807,36

12.2.1.3 Tiempo de repago (n_R)

Se define tiempo de repago como el mínimo período de tiempo teóricamente necesario para recuperar la inversión original a partir de los flujos de caja del proyecto (Lupin y col, 1998). Generalmente, la inversión original significa sólo la inversión fija inicial depreciable. Ver ecuaciones en el anexo XI.

En este caso el tiempo de repago es de 4,61 años. En la figura 12.1 se presenta el gráfico del tiempo de repago.

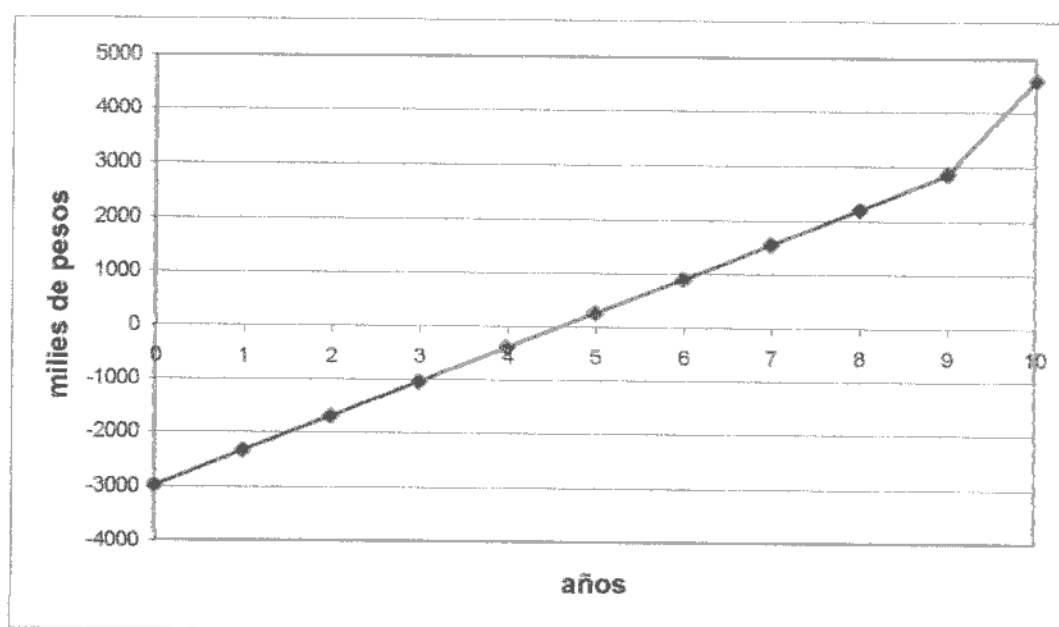


Figura 12.1: Tiempo de repago

12.2.1.4 Análisis del punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es un método para organizar y presentar algunas de las relaciones estáticas de una empresa en el corto plazo. Las cartas económicas de producción muestran cómo los costos, ventas y ganancias variarán cuando cambia el nivel de producción, mientras otros factores permanecen constantes. Estas evaluaciones no tienen en cuenta el valor temporal del dinero y se acepta que los datos utilizados para las decisiones son confiables (Lupin y col, 1998).

En este punto, una unidad adicional producida y vendida, produciría una ganancia. Hasta que el punto de equilibrio es alcanzado, el productor opera a pérdida. Debe resaltarse el efecto del nivel de producción y del tiempo de operación sobre los costos. Considerando la demanda de ventas junto con la capacidad y las características de operación de los equipos, el evaluador puede recomendar el nivel de producción y los esquemas de producción que brinden los mejores resultados económicos.

La capacidad de la planta se define como el porcentaje de las unidades del punto de equilibrio con respecto a la capacidad total de producción anual.

En este trabajo el punto de equilibrio es de 2.445.147,27 unidades, lo que da una capacidad de planta de 22 %.

En el corto plazo, durante el cual el nivel de producción puede variar pero no el tamaño de la planta, la empresa se enfrenta con diferentes alternativas de niveles de producción, cada una con diferentes beneficios, tal que puede seleccionar la alternativa con los mayores ingresos esperables. Por tal motivo resulta interesante estudiar las variables económicas del proceso, para determinar una alternativa más rentable.

Se comenzó el análisis variando el precio de venta. Los resultados se presentan en la tabla 12.6 y en la figura 12.2.

Tabla 12.6: Análisis de la rentabilidad con la variación del precio

Precio (\$/unidad)	TIR (%)	Tiempo de repago (años)	Capacidad (%)
0,35	14	5,68	25,0
0,37	19	4,61	22,0
0,39	24	3,88	19,5
0,41	28	3,35	17,6
0,43	33	2,95	16,0
0,45	37	2,63	14,6
0,47	41	2,37	13,5
0,49	45	2,16	12,5
0,51	50	1,99	11,7

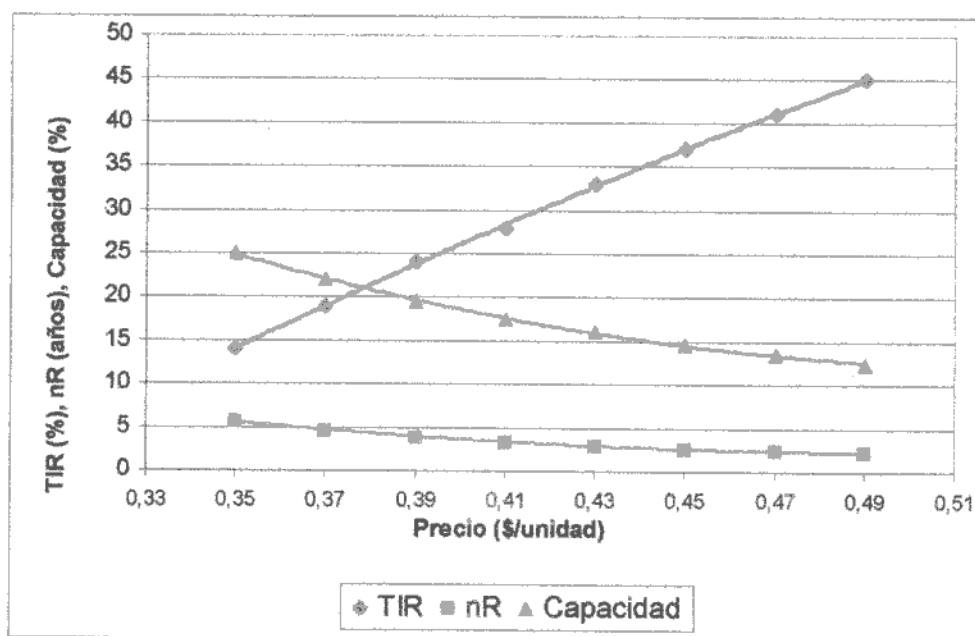


Figura 12.2: Análisis de la rentabilidad con la variación del precio.
Nota: gráfico realizado en MS Excel 2000

En segundo lugar, se analizó la rentabilidad aumentando la capacidad de producción, manteniendo un turno de trabajo por día.

Tabla 12.7: Análisis de la rentabilidad con la variación de la capacidad

Kg / día	TIR (%)	Tiempo de repago (años)	Capacidad (%)
4000	6	9,42	36
4500	13	6,77	27
5000	19	4,61	22
5500	25	3,69	18,7
6000	31	3,09	16
6500	37	2,66	14,5
6950	41	2,37	13,1

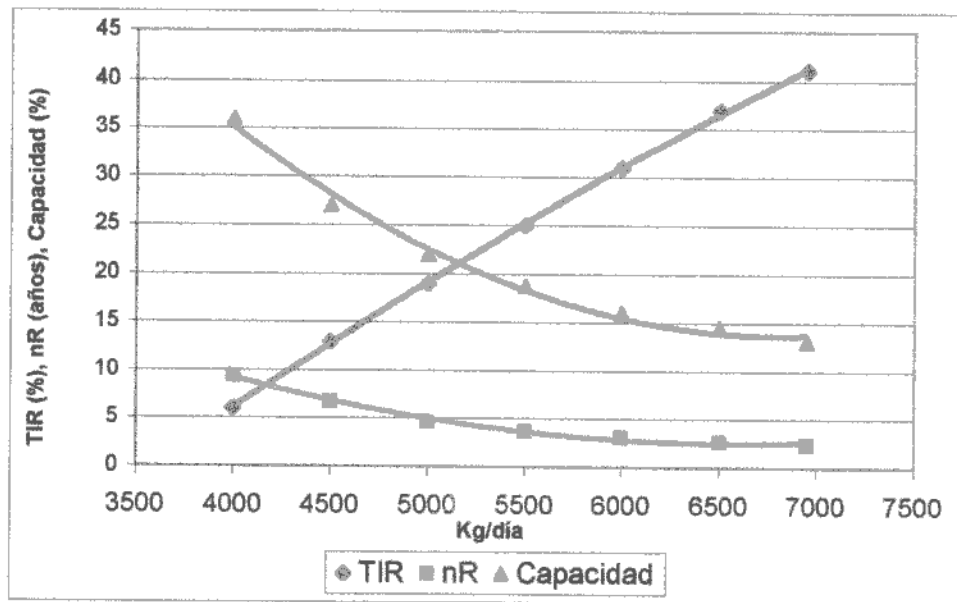


Figura 12.3: Análisis de la rentabilidad con la variación de la capacidad.
 Nota: gráfico realizado en MS Excel 2000

Por último, se analizó como varía la rentabilidad trabajando dos o tres turnos por día, manteniendo fija el resto de las variantes.

Tabla 12.8: Análisis de la rentabilidad con la variación de la cantidad de turnos por día

Turnos por día	TIR (%)	Tiempo de repago (años)	Capacidad (%)
1	19	4,61	22
2	47	2,12	11,3
3	66	1,5	8

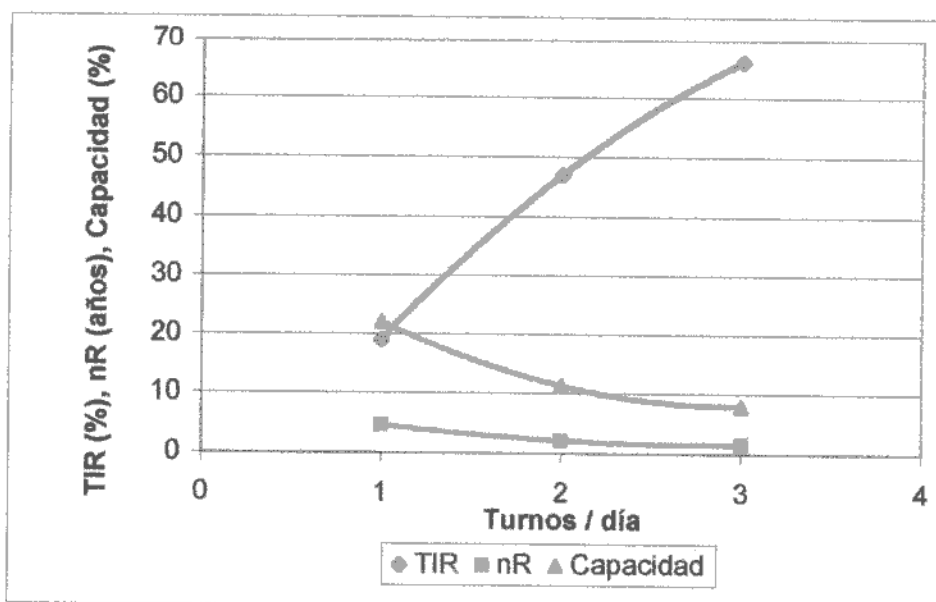


Figura 12.4: Análisis de la rentabilidad con la variación de la cantidad de turnos por día.
 Nota: gráfico realizado en MS Excel 2000

A partir de los resultados obtenidos se propusieron dos alternativas de proyección para los 10 años. Dichos modelos se presentan en la tabla 12.9.

Tabla 12.9: Alternativas de proyección

Años	MODELO 1		MODELO 2	
	kg / día	FC	kg / día	FC
1	5000	649.136	4000	312.085
2	5000	649.136	4500	480.611
3	5000	649.136	5000	649.136,7
4	6000	986.187	5500	817.662
5	6000	986.187	6000	986.188
6	6000	986.187	6500	1.154.713
7	6000	986.187	6500	1.154.713
8	6900	1.289.533	6500	1.154.713
9	6900	1.289.533	6500	1.154.713
10	6900	1.914.615	6500	1.779.794,81
TIR (%)	26 %		52%	
Tiempo de repago	4 años		5 años	

A partir de estos cálculos podemos observar que el beneficio de la empresa dependerá no solo de una variable, sino de una combinación de ellas. La TIR aumenta considerablemente al incrementar el precio de venta, la capacidad por turno de trabajo y los turnos de trabajo por día. Al mismo tiempo decrece el tiempo de repago y la capacidad de la planta.

De las alternativas propuestas, se observa que el modelo 2 posee una TIR mayor que el modelo 1, pero también mayor tiempo de repago por comenzar con producciones menores.

Comparando el precio de venta del minced con respecto al menor precio del medallón para que el proyecto sea rentable, la empresa facturará 1.653.840 \$ más que si vendiera el minced como tal.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A partir de los objetivos planteados al comienzo de este trabajo, se alcanzó un desarrollo de producto y un diseño de la línea de producción en donde se destacan varios puntos sobresalientes.

Utilizando una materia prima, como la suministrada por la empresa para este proyecto, no se podrían alcanzar los objetivos propuestos en relación a la calidad del producto, fijados por el mercado destino. Sin embargo, realizando las modificaciones descritas en el capítulo 2, se podría producir una materia prima de calidad tal que permitiera manufacturar un medallón de las características buscadas por el mercado estadounidense. Estas modificaciones no significarían grandes variaciones en los costos del proceso de elaboración del minced. Por ejemplo, si éste se elaborara a partir de recorte proveniente de corte en "V" únicamente.

En cuanto al proceso se propone un atemperado de minced congelado logrando tiempos operativos coherentes y procurando conservar la calidad de la materia prima original, a diferencia de las operaciones realizadas por la mayoría de las plantas frigoríficas pesqueras de la ciudad. Además, para esta etapa no es necesario invertir en nuevos equipos, ya que se utilizan túneles de congelado ya instalados.

Si bien las primeras operaciones del proceso son discontinuas, las demoras entre ellas son despreciables con respecto al tiempo operativo total, lo que genera un flujo global continuo. Esta línea a su vez, presenta una gran flexibilidad en cuanto a la geometría del medallón, ya que la formadora puede cambiar su placa cada vez que se requiera.

También cabe destacar que la propuesta de una etapa de enfriamiento disminuyen los riesgos de crecimiento microbiano, reacciones de deterioro y gastos energéticos.

Analizando los precios en los puntos de venta al por menor y el precio de venta FOB, se observa que este producto ingresará al mercado con valores inferiores a la competencia, siendo una gran ventaja competitiva. A su vez, teniendo en cuenta el precio del minced de 1,10 u\$s / Kg, es decir, 3,41 \$ / kg (Infopesca, 2007) y el menor precio de venta para que el proyecto sea rentable, este producto tendrá un incremento en el valor del 20 %, ya que se pretende vender a 4.11 \$/kg

(0.37 \$/unidad). Esto significa que la empresa facturará 1.653.840 \$ más, al año, que si vendiera el minced como tal.

Este proyecto es rentable y presenta la posibilidad de modificar variables como precio de venta, capacidad de producción y turnos por día, para aumentar los beneficios.

ANEXO I

PRODUCTOS PESQUEROS EMPANADOS Y REBOZADOS

COMERCIALIZADOS EN EL MERCADO EXTERIOR

A continuación se presentan productos que se elaboran en algunas empresas nacionales y del exterior. Los mismos son elaborados a partir de *Merluza hubbsi*.

1. ARGEN-PESCA

Se trata de una empresa Argentina que exporta productos pesqueros empanados (Argen-pesca S.A., 2006). Entre ellos se encuentran:

- Hamburguesas de merluza rebozadas X 345g



- Bastones de merluza rebozados X 450g



- Hamburguesas de merluza rebozadas (con queso y espinaca) X 345g



2. GORTONS PRODUCTS

Se trata de una empresa de EEUU que se dedica a la fabricación de este tipo de productos para su mercado interno (Gortons, 2006).

- Bastoncitos de Pescado: Son bastoncitos de pescado, orientados principalmente al mercado infantil.

a) Con Ajo y Hierbas

Nutrition Facts	
Serving Size 2 fillets (104g)	
Servings Per Container 3	
Amount Per Serving	
Calories 230	Calories from Fat 110
% Daily Value*	
Total Fat 12g	18%
Saturated Fat 2g	4%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 30mg	10%
Sodium 770mg	32%
Potassium 170mg	5%
Total Carbohydrate 22g	7%
Sugars 4g	
Protein 9g	
Calcium 2% • Iron 4% • Thiamin 8%	
Riboflavin 4% • Niacin 4%	
Not a significant source of dietary fiber, vitamin A and vitamin C	



INGREDIENTS: POLLOCK, ENRICHED BLEACHED WHEAT FLOUR (FLOUR, MALTED BARLEY FLOUR, NIACIN, IRON, THIAMIN MONONITRATE, RIBOFLAVIN, FOLIC ACID), VEGETABLE OIL (COTTONSEED, CANOLA, SOY-BEAN, AND/OR RICE BRAN), WATER, SUGAR, MODIFIED CORN STARCH, CORN SYRUP SOLIDS, YELLOW CORN FLOUR, SALT, LACTOSE, CORN CEREAL, BUTTERMILK SOLIDS, ONION POWDER, MONOSODIUM GLUTAMATE, GARLIC POWDER, TOMATO POWDER, WHEY, LEAVENING (BAKING SODA, SODIUM ALUMINUM PHOSPHATE), NATURAL FLAVORING, HYDROXYPROPYL METHYLCELLULOSE, CITRIC ACID, MALTODEXTRIN, SPICES, DRIED YEAST, CARAMEL COLOR, NONFAT MILK SOLIDS, DRIED PARSLEY, RED 40, YELLOW 6, YELLOW 5, BLUE 1, ARTIFICIAL FLAVORING, GUM ACACIA, OLIVE OIL, LACTIC ACID, SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE (TO RETAIN FISH MOISTURE), DEXTROSE.

CONTAINS: FISH, WHEAT, MILK.

b) Con Hierbas y especias

Nutrition Facts	
Serving Size 2 fillets (104g)	
Servings Per Container 3	
Amount Per Serving	
Calories 230 Calories from Fat 120	
% Daily Value*	
Total Fat 4g	20%
Saturated Fat 2.5g	13%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 25mg	8%
Sodium 780mg	33%
Potassium 160mg	5%
Total Carbohydrate 19g	6%
Sugars 3g	
Protein 10g	
Calcium 2% • Iron 2% • Niacin 2%	
Not a significant source of dietary fiber, vitamin A and vitamin C	



INGREDIENTS: POLLOCK, BLEACHED WHEAT FLOUR, VEGETABLE OIL (COTTONSEED, CANOLA, SOYBEAN, AND/OR RICE BRAN), WATER, YELLOW CORN FLOUR, MODIFIED CORN STARCH, SALT, MALTODEXTRIN, ENRICHED BLEACHED WHEAT FLOUR (FLOUR, NIACIN, IRON, THIAMIN MONONITRATE, RIBOFLAVIN, FOLIC ACID), SUGAR, DEXTROSE, SPICES, WHEY, LEAVENING (BAKING SODA, SODIUM ALUMINUM PHOSPHATE), DEHYDRATED GARLIC, HYDROXYPROPYL METHYLCELLULOSE, YEAST, DEHYDRATED PARSLEY, MONOSODIUM GLUTAMATE, NATURAL FLAVORING, SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE (TO RETAIN FISH MOISTURE).
CONTAINS: FISH, WHEAT, MILK.

c) Con Pimienta y Limón



d) Con queso Parmesano



- Filets Grill: Filets para preparar a la parrilla o a la plancha saborizados.

a) Lemon & Herb Butter

Nutrition Facts	
Serving Size 1 Package (283g)	
Servings Per Container 1	
Amount Per Serving	
Calories 240	Calories from Fat 30
% Daily Value*	
Total Fat 3.5g	5%
Saturated Fat 1g	4%
Trans Fat 0g	
Polyunsaturated Fat 1g	
Monounsaturated Fat 1g	
Cholesterol 40mg	13%
Sodium 890mg	37%
Total Carbohydrate 34g	11%
Dietary Fiber 3g	12%
Sugars 5g	
Protein 17g	
Vitamin A 0%	Vitamin C 20%
Calcium 6%	Iron 4%



INGREDIENTS: COOKED LONG GRAIN RICE (WATER, RICE), POLLOCK, WATER, BROCCOLI, CARROTS, RED PEPPERS, MALTODEXTRIN, CANOLA OIL, SALT, MODIFIED TAPIOCA STARCH, NATURAL FLAVORS, BUTTER (CREAM, SALT), MODIFIED FOOD STARCH, SPICES, SUGAR, FRUCTOSE, CITRIC ACID, MONOSODIUM GLUTAMATE, NONFAT MILK, CORN SYRUP SOLIDS, LEMON PEEL, XANTHAN GUM, MODIFIED CELLULOSE, COLORED WITH TURMERIC AND ANNATTO, DRIED PARSLEY, GUM ACACIA, DISODIUM INOSINATE, DISODIUM GUANYLATE, SOY PROTEIN ISOLATE, PROPYL GALATE ADDED TO PRESERVE FLAVOR.

CONTAINS: FISH, MILK, SOY.

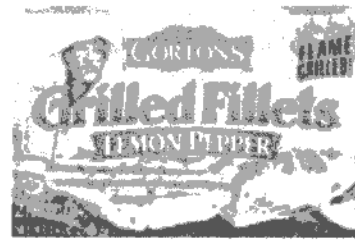
b) Con Brócoli



- Filets Grill saborizados para preparar al horno o al microondas

a) Con limón y pimienta

Nutrition Facts	
Serving Size 1 fillet (108g)	
Servings Per Container 2	
Amount Per Serving	
Calories 100	Calories from Fat 25
% Daily Value*	
Total Fat 3g	5%
Saturated Fat 0.5g	1%
Trans Fats 0g	
Polyunsaturated Fat 0.5g	
Monounsaturated Fat 1.5g	
Cholesterol 60mg	20%
Sodium 380mg	16%
Potassium 350mg	10%
Total Carbohydrate 1g	<1%
Protein 17g	
Iron 2%	Thiamin 6%
Riboflavin 2%	Niacin 6%
Not a significant source of dietary fiber, sugars, vitamin A, vitamin C, and calcium.	



INGREDIENTS: POLLOCK, WATER, VEGETABLE OIL (CANOLA, SUNFLOWER), SALT, SPICE, BUTTER (CREAM, SALT), MALTODEXTRIN, MODIFIED CORN STARCH, SUGAR, FRUCTOSE, CITRIC ACID, MONOSODIUM GLUTAMATE, NONFAT MILK, NATURAL FLAVORING, CORN SYRUP SOLIDS, LEMON PEEL, CELLULOSE GUM, DISODIUM INOSINATE, DISODIUM GUANYLATE, TURMERIC AND ANNATTO COLOR, ACACIA GUM, XANTHAN GUM, SOY PROTEIN ISOLATE, PROPYL GALLATE TO PROTECT FLAVOR.
CONTAINS: FISH, MILK, SOY.

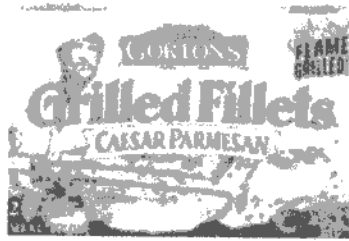
b) Con ajo y manteca



c) Con mantequilla cremosa y un tacto de limón



d) Con ajo , tangy y queso parmesano



e) Con hierbas Italianas



3. FRINOVA

Pertenece al Grupo Pescanova y se ubica en Porriño (Pontevedra). Es la empresa líder en ventas de productos prefritos, empanados y rebozados en España y Portugal (Frinova, 2006).

Esta empresa realiza los siguientes productos rebozados y empanados :

- Línea de Pescado Rebozado: Utilizando como materia prima los bloques de filete, sin piel, sin espinas y desgrasados, se cortan diversas porciones para darles forma de Rodajas, Filetes, Surfers o San Marinos. A continuación estas porciones de pescado congelado se enharinan, rebozan y prefrien para después proceder a su congelación y envasado en las diferentes presentaciones.

a) Surfers de Merluza Rebozada



“ 400 grs. 12 suaves y crujientes formas de merluza rebozadas ”.

b) Lomos de Merluza a la Romana



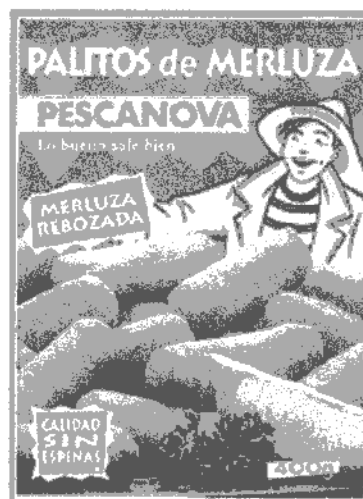
“ 300 grs. de Merluza preparados al estilo clásico ”.

c) Delicias de Merluza Rebozada



“ 250 grs. 12 jugosas formas de merluza rebozadas.”

d) Palitos de Merluza Rebozada



“ 400 grs. de sabrosas y crujientes Palitos de Merluza Rebozada sin espinas ”.

- Línea de Pescado Empanado: El proceso es análogo al anterior pero en lugar de rebozar se empana con los diferentes panes especiales..

a) Filet de Merluza Empanado Tradicional



“400 grs .de filetes de merluza con un fino y crujiente empanado al estilo tradicional rico en fibra”.

b) Filet de Merluza Empanado con limón



c) Varitas de Merluza con sabor a :

- Espinaca
- Queso
- Ketchup



" 300 grs. Sabrosas, doradas y crujientes varitas de Merluza ."

4. CONGELADOS ÁRTICO

Empresa Argentina que posee una planta de producción que cuenta con una capacidad tecnológica muy grande y moderna en concepto de empanados en la Argentina. Cuenta con formadoras, rebozadoras, empanadoras, freidoras, desmenuzadoras y desgrasadoras de marcas líderes en producción y envase de alimentos (Congelados Ártico, 2006).

a) FILETES REBOZADOS DE MERLUZA IQF

- filetes sin piel, sin espinas, rebozados.
- presentación: 5 Kg. / 6 Kg.
- opciones: posibilidad de variar el color del empanado.

b) FORMITAS DE MERLUZA IQF (10): sin piel, sin espinas

5. HUG-MAR

La Compañía Hug-Mar es una empresa dedicada a la importación y exportación de pescados y mariscos, frescos y congelados, como así también de productos terminados. Instalada en la ciudad de Mar del Plata de la República Argentina (Hug-Mar, 2006).

a) Formados, Medallones y Bastones:

Presentaciones:

- Medallones de Pescado Rebozado
67 grs. aprox.
83 grs. aprox.
- Bastón de Pescado Rebozado
33,5 grs. aprox.
- Filet Formado de Pescado
103 grs. aprox.

Conservación: 4°C 24 horas. / -4°C 5 a 7 días. -12°C 30 días / -18°C 12 meses.

b) Filete de merluza sin espinas: "Un producto totalmente natural, sin conservantes. Su bajo contenido graso hace que éste alimento sea recomendado por sus efectos favorables para la salud. Sus proteínas, que contienen los aminoácidos esenciales para la vida, minerales y vitaminas, lo convierten en la mejor opción para una vida sana."

Conservación: 4°C 24 horas. / -4°C 5 a 7 días. -12°C 30 días / -18°C 12 meses.

6. PESCAFINA

Es una empresa Española , con sede en Madrid, perteneciente al grupo Pescanova. Pescafina está hoy presente en todos los continentes tanto en la compra como en la venta (Pescafina S.A., 2006).

Principales Mercados : Unión Europea , África y Asia.

➤ **Productos Rebozados :**

a) Rodajas de Merluza Rebozadas



Presentación: 330g y granel 4Kg.

Peso final pieza aprox.: 83 g.

Porción de bloque de filete de merluza, desgrasada, sin piel y sin espinas, formada por un sistema de alta presión en forma de rodaja natural, con fino rebozado casero y prefrito

Ingredientes: Merluza (72%), harina de trigo y maíz, sal, azúcar, levadura y colorante (E-110 y E-101).

b) Superpeski de Merluza

Presentación: Bandeja 1,2Kg.

Peso final pieza aprox: 33 g.

Porción de bloque de filete de merluza sin piel congelada a la que se le da forma de tabla de surf, mediante alta presión y que se procesa mediante una cobertura de rebozado con posterior prefritura.

Ingredientes: Merluza (58%), agua, aceite vegetal, pan rallado, harina de trigo y maíz, almidón de trigo y maíz, dextrosa, proteínas de la leche, gasificante (E-500), espesante (E-412) y colorante (E-160-b).

c) Figuras de Merluza

Presentación: Granel 4Kg.

Peso final pieza aprox: 40 g.

Producto formado a partir de merluza sin piel picada, caracterizado por sus formas marinas. El producto se procesa mediante una cobertura de rebozado, seguido de una fritura.

Ingredientes: Merluza (55%), pan rallado, agua, aceite vegetal, harina de trigo y maíz, gasificantes (E-450 y E-500), almidón de trigo y maíz, dextrosa, proteínas de la leche, fécula de patata, proteína de soja, perejil, aromas, estabilizantes (E-451), espesantes (E-412 y E-407) y colorante (E-160-b).

d) Rebozado a la Andaluza

Presentación: Bandeja 1,2Kg.

Peso final pieza aprox: 25g.

Porción de bloque de filete de merluza desgrasada, sin piel y sin espinas, con cobertura de rebozado, caracterizado por su fuerte aromatizado de ajo y perejil y prefrita.

Ingredientes: Merluza (53%), harina de trigo, agua, aceite vegetal, almidón de trigo, sal, gasificantes (E-500 y E-450i), ajo, perejil, pimienta, harina integral, levadura, sal, cacao desgrasado y colorante (E-160-b).

e) Lomos de Merluza Rebozados

Presentación: Bandeja 1,6Kg.

Peso final pieza aprox: 80 g.

Porción de bloque de filete de merluza desgrasada, sin piel y sin espinas, formada por un sistema de alta presión en forma de lomo de merluza natural, con un fino rebozado casero y prefrita.

Ingredientes: Merluza(70%), harina de trigo, agua, aceite vegetal, huevo entero en polvo, sal, azúcar, leche desnatada en polvo (1%), almidón de trigo y maíz, levadura, estabilizante (E-415) y colorante (E-160-b).

f) Hamburguesas de Pescado

Presentación: Bandeja 1,5Kg.

Peso final por pieza aprox.: 75 g.

Reformado de pescado que se presenta en forma circular empanado y prefrito.

Ingredientes: Pescado blanco (46%), pan rallado, agua, aceite vegetal, harina de trigo, almidón de trigo, fécula de patata, sal, proteína de soja, perejil, aromas, estabilizantes (E-451) y espesante (E-407)

➤ Pescados empanados

a) Crunchi de Merluza



Presentación: Granel 4Kg.

Filete preformado de Merluza, empanado con un pan grueso y crujiente.

Ingredientes: Merluza (60%), pan rallado, agua, aceite vegetal, harina de trigo, almidón de trigo, sal, especias y colorante (E-160-b).

b) Varitas de Merluza Empanadas

Presentación: 400g. - bandeja 1,5Kg. y Granel 4Kg.

Peso final pieza aprox.: 30 g.

Porción de bloque de merluza sin piel picada, que se procesa mediante una cobertura de doble empanado con una posterior prefritura.

Ingredientes: Merluza (55%), pan rallado, agua, harina de trigo, aceite vegetal, almidón de trigo, sal y especias.

c) Filete de Merluza Empanado

Presentación: Granel 3Kg o bandeja 2Kg.

Peso final pieza aprox.: 80 g.

Porción de bloque de filete de merluza desgrasado, sin piel y sin espinas, formada por un sistema de alta presión, que se presenta con una cobertura de empanado.

Ingredientes: Merluza (70%), pan rallado, agua, harina de trigo, almidón de trigo, sal y especias.

d) Milanesas de Merluza

Presentación: Granel 3Kg.

Peso final pieza aprox.: 80 g.

Porción de bloque de filete de merluza sin piel picada, formada mediante sistema de alta presión, que se presenta con una cobertura de empanado.

Ingredientes: Merluza (70%), pan rallado, agua, harina de trigo, almidón de trigo, sal y especias

e) Porciones de Merluza Empanadas

Presentación: Bandeja 1,2Kg.

Peso final pieza aprox: 50 g.

Porción de bloque de filete de merluza sin piel, empanada, y congelada. Se diferencia del filete de merluza empanado en que no está prensado y en cobertura muy ligera.

Ingredientes: Merluza (55%), pan rallado, agua, harina de trigo, aceite vegetal, almidón de trigo, sal y especias.

ANEXO II

BALANCES DE MASA

Para poder calcular los requerimientos de materias primas del medallón de merluza se tuvo en cuenta los resultados de las experimentaciones del laboratorio. En las misma se determinó el contenido de batter, rebozador y aceite necesarios para obtener el producto final. También se consideró la formulación preliminar.

Se tomará, como peso promedio de los bloques de minced 7,5 Kg., como resultado de las mediciones realizadas experimentalmente.

Programando en una planilla de cálculo, colocando la cantidad en kilogramos del producto final, y con los porcentajes ya establecidos, se obtuvo los siguiente datos:

Tabla II.1: Cálculos del balance de masa

BALANCES DE MASA		KG
Minced atemperado	98,2%	3612
Cloruro de sodio	1%	37
Glutamato	0,6 %	22
Tripolifosfato	0,1 %	4
Pimienta blanca	0,1%	4
TOTAL		3678
Mezcla 1	84 %	3678
Batter	16 %	701
suma		4379
Producto 1	91,23 %	4379
Rebozador	8,77 %	421
suma		4800
Producto 2	96 %	4800
Aceite	4 %	200
suma		5000
TOTAL		5000

ANEXO III

CURVAS DE CONGELACIÓN Y DESCONGELACIÓN

III.1 Curva de descongelación

A continuación se presenta un ejemplo de la evolución de la temperatura durante la congelación para una solución de sacarosa.

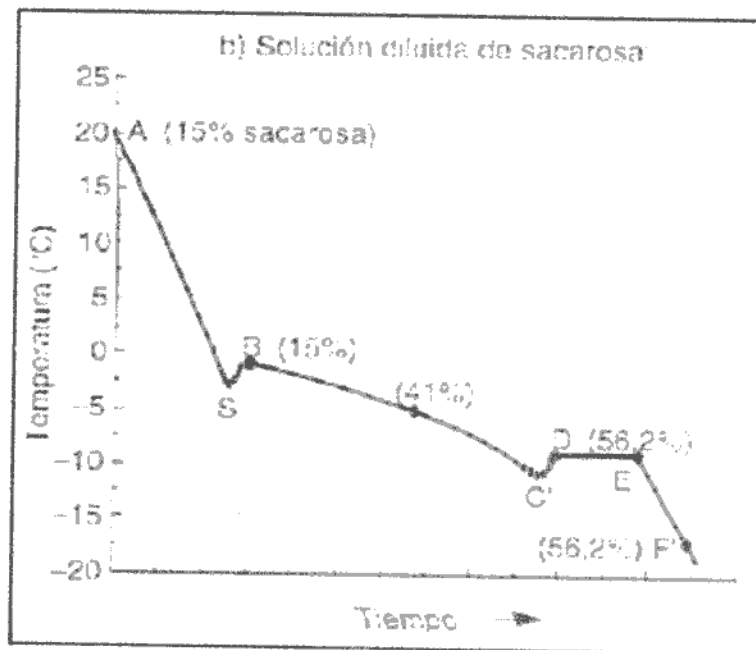


Figura III.1: Evolución de la temperatura durante la congelación (Fellows, 1994)

Referencias (Fellows, 1994):

AS: El alimento se enfría por debajo de su punto de congelación. En este punto, el agua se halla todavía en estado líquido. A este fenómeno se lo conoce como "sobreenfriamiento".

SB: La temperatura aumenta rápidamente hasta el punto de congelación ya que al formarse los cristales de hielo se libera el calor latente de congelación a una velocidad superior a la que éste se extrae del alimento.

BC: Se elimina el calor latente y se forma hielo. La temperatura permanece casi constante (aumenta la concentración de solutos en el agua no congelada y provoca un descenso en el punto de congelación). Esta es la etapa donde se forma la mayor parte del hielo.

CD: Uno de los solutos alcanza sobresaturación y cristaliza. La liberación del calor latente de cristalización provoca el aumento de la temperatura hasta la temperatura eutéctica del soluto.

DE: Continúa la cristalización del agua y de los solutos. El tiempo total desde B a D (meseta de congelación) se halla determinado por la velocidad en que el calor se extrae.

EF: La temperatura de la mezcla de agua y de hielo desciende hasta alcanzar la del congelador.

El diagrama varía según la influencia de los siguientes factores: método de congelación, tamaño, forma, composición química, propiedades físicas del producto y tipo de envasado (o ausencia de éste).

III.2 Curva de descongelación

En la siguiente figura se puede ver claramente que a igual salto térmico, la descongelación es más lenta que la congelación.

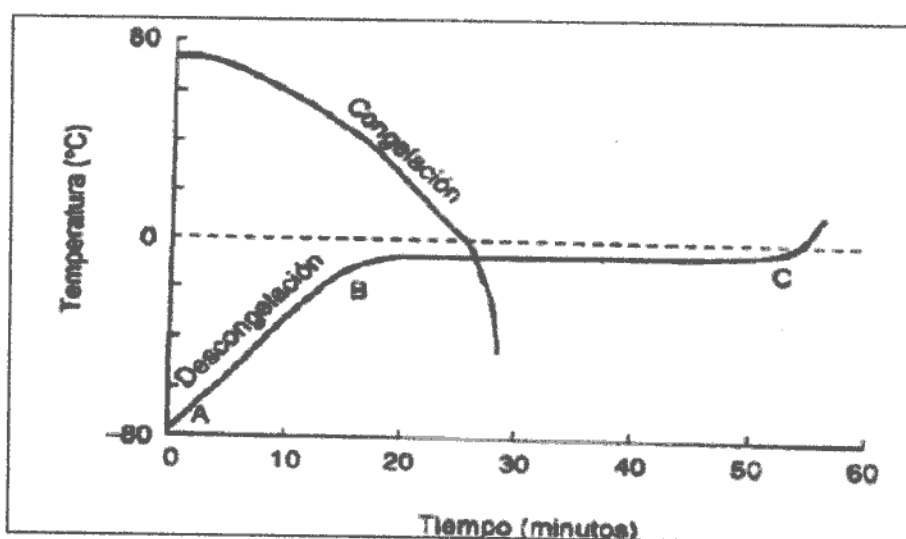


Figura III.2: Evolución de la temperatura durante el descongelado (Fennema y Powrie, 1964)

Referencias (Fellows, 1994):

AB: Atemperado: la temperatura del producto (T) aumenta rápidamente por que no hay agua superficial, solo hielo, y actúa como buen conductor.

BC: Fase de mayor duración que la anterior en la que la T se aproxima al punto de fusión.

C: A partir de este punto todo el hielo se ha fundido. La T aumenta tendiendo a la temperatura del medio calefactor.

ANEXO IV

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL TIEMPO CON EL ESPESOR

EN LA CONGELACIÓN.

Para aplicar la ecuación de Plank (1913) se supone que todo el alimento se encuentra a temperatura uniforme, en su punto inicial de congelación y que la congelación tiene lugar a una velocidad baja para que la transferencia de calor en la capa congelada se lleve a cabo en condiciones de estado estacionario (Earle, 1998).

$$t_F = \frac{\rho H_L}{T_F - T_\infty} \left(\frac{P'a}{h_c} + \frac{R'a^2}{k} \right) \quad (\text{IV.1})$$

Ecuación de Plank

Siendo:

- t_F : Tiempo de congelación
- ρ : Densidad del alimento
- T_F : Temperatura del punto inicial de congelación
- T_∞ : Temperatura del medio refrigerante
- H_L : Calor latente de fusión del alimento
- a : Longitud característica (espesor / 2)
- P' : Igual a 1/2 para laminas infinitas
- R' : Igual a 1/8 para laminas infinitas
- h_c : Coeficiente de transferencia
- k : Conductividad térmica del producto congelado

Programando dicha ecuación en Excel y modificando espesor y coeficiente de transferencia de calor, se pueden analizar cambios en el tiempo de congelación. En el gráfico de la figura IV.1 se puede observar como a medida que aumenta el coeficiente de transferencia de calor, el tiempo de proceso disminuye hasta llegar a un punto en que no hay cambios significativos.

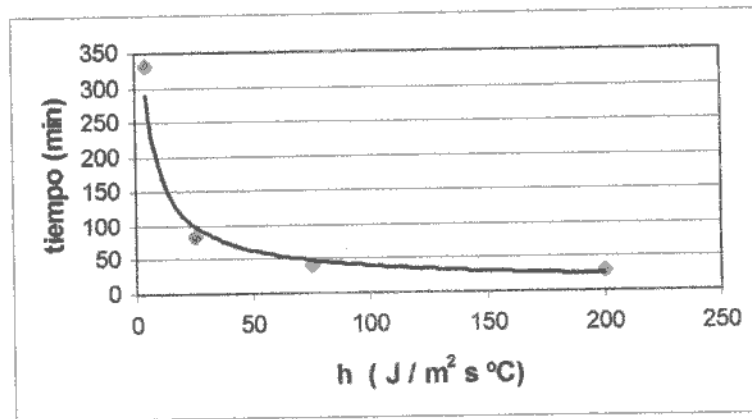


Figura IV.1: Variación del tiempo de congelación con respecto al coeficiente de transferencia. Nota: gráfico realizado en MS Excel 2000.

Como referencia de valores de coeficientes de transmisión de calor se tomaron los valores presentados en la tabla IV.1 (Earle, 1998).

Tabla IV.1: Coeficientes de transmisión de calor (h) J / m² s °C

Congelación con aire inmóvil (sin radiación)	6
Congelación con corriente de aire (3 m/s)	18
Congelación con corriente de aire (5 m/s)	30
Congelación por inmersión en líquido	600
Congelación con placas	120

En la figura IV.2 se puede observar la dependencia del espesor del alimento con el tiempo de proceso.

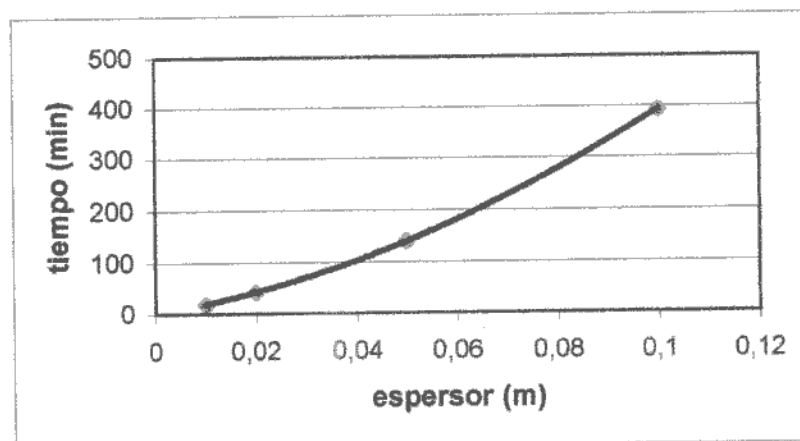


Figura IV.2: Variación del tiempo de congelado con el espesor del alimento. Nota: gráfico realizado en MS Excel 2000.

ANEXO V

PREDICCIÓN DE TIEMPOS DE CONGELACIÓN Y

DESCONGELACIÓN DE ALIMENTOS

Para realizar la estimación de tiempos de congelación y descongelación, diversos autores han desarrollado ecuaciones de predicción empírica para geometrías simples unidimensionales. Dichas ecuaciones de predicción, que son válidas para alimentos con alto contenido inicial de agua, fueron obtenidas mediante regresión de resultados teóricos dependientes de las propiedades del alimento en estado fresco (difusividad térmica " α_0 " en m^2/s , y conductividad térmica, " k_0 " en $W/m^\circ C$).

Las ecuaciones ya mencionadas, junto con su rango de validez, se exponen a continuación:

Tabla V.1.- Ecuaciones para el cálculo de los tiempos de congelación y descongelación de distintos alimentos y rango de validez (León Bonillo y Ramírez Juidias, 2006).

Para tiempos de congelación	
<i>Rango de validez</i>	<i>Aplicable a los siguientes alimentos</i>
$2\text{ C} < T_i < 25\text{ C}$ $-45\text{ C} < T_a < -25\text{ C}$ $1 < Bi < 50$	Carnes, pescados, hortofrutícolas
<i>Ecuación</i>	
$t_{c,pp} = (L^2 \cdot \alpha_0)^{-1} * (1.272 * T_c - 65.489) * (Bi)^{-1} - 0.184) * (1 - T_i)^{0.099} * (1 - T_a)^{-1.030}$	
Para tiempos de descongelación	
<i>Rango de validez</i>	<i>Aplicable a los siguientes alimentos</i>
$-31\text{ C} < T_i < -10\text{ C}$ $5\text{ C} < T_a < 35\text{ C}$ $1 < Bi < 150$	Carnes, pescados, puré de patatas
<i>Ecuación</i>	
$t_{d,pp} = (L^2 \cdot \alpha_0)^{-1} * (0.321 * T_c - 23.637) * (Bi)^{-1} - 0.435) * (1 - T_i)^{0.099} * (1 - T_a)^{-0.163}$	

Siendo:

$t_{c,pp}$ = Tiempo de congelación de placa plana infinita.

$t_{d,pp}$ = Tiempo de descongelación de placa plana infinita.

L = Longitud característica: semiespesor (m).

T_c = Temperatura final del centro térmico ($^\circ C$).

Bi = Número de Biot definido como $(h*L)/k_0$.

h = Coeficiente de transferencia calorífica ($W/(m^2 * ^\circ C)$).

T_i = temperatura inicial ($^\circ C$).

T_a = Temperatura del medio calefactor (descongelación) o del refrigerante (congelación) ($^\circ C$).

Factor de forma para otras formas diferentes a la elipsoidal

Estudios realizados por Cleland et al. (1987) muestran que a efectos prácticos la influencia de la forma es relativamente dependiente del número de Biot y la geometría. Ellos sugieren la utilización de un factor de forma E, que se calcula según la ecuación:

$$t_{elipsoide} = \frac{t_{pp}}{E} \quad (V.1)$$

donde t_{pp} se calcula con la ecuación de la tabla 1. El factor de forma E de un elipsoide con sus tres ejes viene dado por la siguiente ecuación:

$$E = 1 + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{\beta_2^2 + 2 \times \frac{\beta_2}{Bi}} + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{\beta_1^2 + 2 \times \frac{\beta_1}{Bi}} \quad (V.2)$$

Para otras formas diferentes de la elipsoidal, tales como para un paralelepípedo, el factor de forma E puede calcularse definiendo un elipsoide modelo. El elipsoide modelo se considera que tiene las siguientes similitudes con la forma de un objeto determinado:

- La misma dimensión característica R; es decir, la distancia más corta desde el centro a la superficie del objeto.
- La misma área de la menor sección transversal A; es decir, la menor sección transversal que contiene a R.
- El mismo volumen V.

De esta manera los parámetros β_1 y β_2 se obtienen mediante las siguientes ecuaciones:

$$\beta_1 = \frac{A}{\pi \times R^2} \quad (V.3)$$

$$y \quad \beta_2 = \frac{V}{\beta_1 \times \left(\frac{4}{3} \times \pi \times R^3 \right)} \quad (V.4)$$

ANEXO VI**CÁLCULO DEL TIEMPO DE ATEMPERADO**

<u>Forma geométrica</u>	Largo	$l := 0.48$	m		
	Espesor	$e := 0.031$	m		
	Ancho	$an := 0.25$	m		
Longitud característica	$L := \frac{e}{2}$	m	$L = 0.016$ m		
Densidad	$\rho := 994$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Calor específico	$cp := 3580$	$\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$
Conductividad térmica	$k_0 := 0.96$	$\frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$	(del producto congelado)		
Temperatura final del centro térmico	$T_c := -7$	$^\circ\text{C}$			
Coeficiente de transferencia calorífica	$h := 30$	$\frac{\text{W}}{\text{m}^2^\circ\text{C}}$	(velocidad del aire de 5 m/s)		
Número de Biot	$Bi := h \cdot \frac{L}{k_0}$	$Bi = 0.484$			
Difusividad térmica	$\alpha := \frac{k_0}{\rho \cdot cp}$	$\alpha = 2.698 \times 10^{-7}$	$\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$		
Temperatura inicial	$T_i := -22$	$^\circ\text{C}$			
Temperatura del medio calefactor	$T_a := 5$	$^\circ\text{C}$			
Área de menor sección	$A := an \cdot e$	$A = 7.75 \times 10^{-3}$	m^2		
Volumen	$V := l \cdot e \cdot an$	$V = 3.72 \times 10^{-3}$	m^3		

Cálculo del factor de forma

$$\beta_1 := \frac{A}{3.14 \cdot L^2} \quad \beta_1 = 10.273 \quad \beta_2 := \frac{V}{\beta_1 \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot 3.14 \cdot L^3\right)} \quad \beta_2 = 23.226$$

$$E := 1 + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{\beta_2^2 + 2 \cdot \frac{\beta_2}{Bi}} + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{\beta_1^2 + 2 \cdot \frac{\beta_1}{Bi}} \quad E = 1.043$$

Tiempo de atemperado de placa infinita: $tdpp$ seg

$$tdpp := \left(\frac{L^2}{\alpha}\right) \cdot (0.321 \cdot T_c + 23.637) \cdot \left(0.435 + \frac{1}{Bi}\right) \cdot (-1 - T_i)^{0.099} \cdot (1 + T_a)^{-0.763}$$

$$tdpp = 1.64 \times 10^4 \quad \text{segundos}$$

Tiempo de atemperado para minced

$$t_{\text{corregido}} := \frac{tdpp}{E} \quad t_{\text{corregido}} = 1.573 \times 10^4 \quad \text{segundos}$$

$$t_{\text{min}} := \frac{t_{\text{corregido}}}{60} \quad t_{\text{min}} = 262.163 \quad \text{thoras} := \frac{t_{\text{min}}}{60} \quad \text{thoras} = 4.369$$

Nota: El número de Bi no cae dentro del rango de aplicación de esta ecuación, pero se considera como una aproximación para planificar la producción. El tiempo de atemperado exacto debe verificarse experimentalmente.

ANEXO VII

EQUIPOS

VII.1 Desmenuzadora para carne congelada

Máquina de gran solidez, con un desarrollo simple diseñada para desmenuzar bloques de carne congelada. Facilitará el proceso de picado, logrando de esta forma simplificar procedimientos y reducir los costos.

VII.1.1 Dimensiones Generales

- Largo: 1.115 mm
- Ancho: 900 mm
- Alto: 1.620 mm

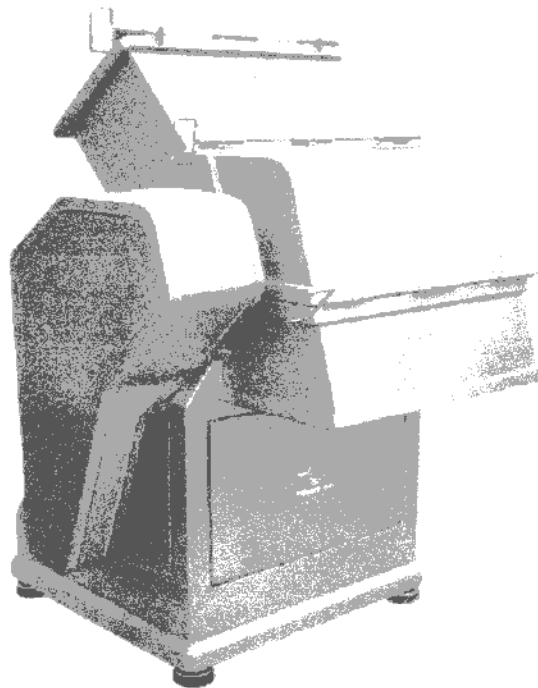


Figura VII.1: Desmenuzadora para carne congelada.

VII.1.2 Funcionamiento

- **Accionamientos:** Mediante motor eléctrico de 10 Hp a 1500 RPM relacionado por medio de transmisión a correas.
- **Mantenimiento simple:** Solamente con un control periódico se eliminarán reparaciones mayores. Además su diseño simple facilitará toda operación de mantenimiento permitiendo realizarla en tiempo reducido.

VII.1.3 Características Constructivas

Chasis íntegramente construido en acero inoxidable calidad AISI 304, con espesores que varían entre 3 y 8 mm. Plegado y soldado con arco protegido. Rotor revestido en acero inoxidable calidad AISI 304. Con doce, veinticuatro o treinta y seis cuchillas construidas en SAE 3335. Acoplado en forma directa al rotor se encuentra un reductor en baño de aceite montado sobre bolilleros.

EMPRESA: Alfonso Chiacchiera SRL

PRECIO \$ 43.200,00

VII.2 Picadora angular modelo 200 SE

VII.2.1 Descripción técnica

Esta máquina ha sido desarrollada según el principio de uso como Picadora tipo angular. Por medio de dos tornillos helicoidales se efectúa el transporte suave de la carne hacia la zona de corte. La adecuación de las velocidades de ambos tornillos se realizó de forma sencilla por tener mandos separados.

Las características principales de la PICADORA 200, son: sólida y rígida estructura de soporte (ejecutada totalmente en acero inoxidable calidad 304), elevador de carros, sistema hidráulico para accionamiento del elevador de carros y enclavamientos de seguridad en el trabajo del elevador por medio de fines de carrera.

2.2 Características de la máquina

- Potencias de los motores en HP

✓ Tornillo de picado MODELO 200 SE	40
✓ Tornillo alimentador	2
✓ Hidráulico	1.5

- Accionamientos:

✓ Hidráulicos para: elevador de carros

- Diámetro de los discos: 200 mm.

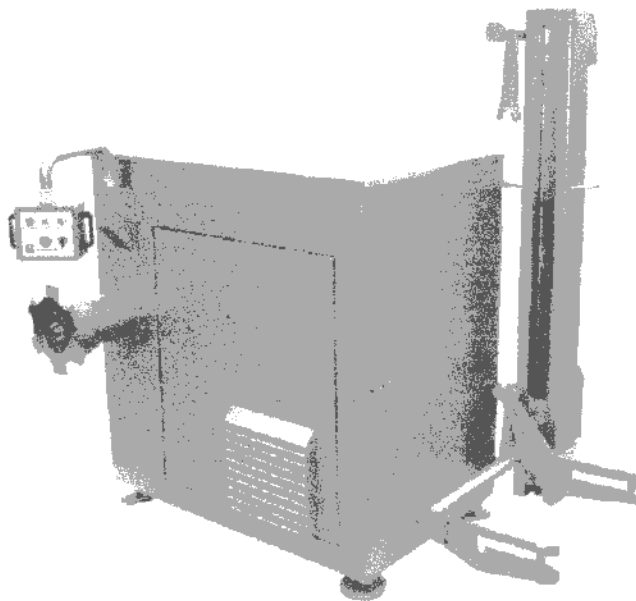


Figura VII.2: Picadora angular modelo 200 SE

2.3 Detalles constructivos

BASTIDOR: Sólida construcción, totalmente en acero inoxidable AISI 304, con chapa plegada en espesores adecuados a la robustez de la máquina y soldados eléctricamente y también bajo atmósfera de gas inerte.

Los sectores del bastidor, que tienen relaciones de montaje, son mecanizados para garantizar perfectas alineaciones entre las diferentes partes que constituyen la máquina.

La terminación exterior es totalmente del tipo sanitaria por pulido y "blasting".

En el bastidor se encuentran colocadas puertas de inspección y acceso a los elementos componentes para efectuar labores de mantenimiento, estas tienen los respectivos sellos para evitar la entrada de agua al interior del chasis.

A los efectos de la nivelación, la máquina tiene los respectivos apoyos regulables con una base de elastómero antivibratorio.

TORNILLO ALIMENTADOR: Montado sobre rodamientos radiales a bolas, sellos por retenes y accionado por transmisión a cadena con tensor, a partir de motoreductor a sinfín y corona en baño de aceite.

El tornillo propiamente dicho está construido totalmente en acero inoxidable AISI 304.

TORNILLO DE PICADO: Montado sobre carcasa fundida y mecanizada y acoplado a la salida de reductor por simple y seguro arrastre. El reductor es de ejes paralelos en baño de aceite con rodamientos radiales y axiales a bolas, sellos por retenes y accionado por transmisión a correas a partir del motor eléctrico con protección IP 44 con mecanismo tensor.

El tornillo propiamente esta construido totalmente en acero inoxidable AISI 304.

ELEVADOR DE CARROS: Con comando hidráulico y sistema combinado con cadena, los carros de carga son elevados para las operaciones de carga de la materia. La detención del elevador en posición se efectúa por medio de fines de carrera en la columna de guía y permiten un correcto posicionamiento del carro.

SISTEMA HIDRAULICO: Está constituido por un depósito de aceite, bomba a paletas con acople directo al motor eléctrico; la distribución de aceite se efectúa por medio de válvulas a solenoides con montaje sobre placa de distribución y con mangueras de presión hasta el cilindro.

Los accionamientos se actúan desde el panel de comando y los fines de carrera, en tanto las válvulas son del tipo: reguladora de presión y direccional.

Los cilindros hidráulicos están contruidos con materiales de probada calidad y con sellos y empaquetaduras del tipo Polypak y sus montajes son basculantes para posibilitar correcta alineación.

TABLERO ELECTRICO: construido con gabinete de acero inoxidable AISI 304 y contiene todos los elementos de maniobra y comandos eléctricos de los motores, enclavamientos, etc.; esta incorporada a la máquina e interconectado con el panel de control.

EMPRESA: Alfonso Chiacchiera SRL

PRECIO..... \$ 142.250,00

VII.3 Mezcladora horizontal de brazo doble con aspas en zeta

VII.3.1 Descripción técnica

Máquina diseñada para obtener una excelente mezcla de materias primas y aditivos a través de un intenso mezclado que se logra por medio de dos ejes con aspas en forma de zeta, ambos con distintos sentidos de rotación. Descarga se efectúa por la apertura de la puerta.

El vaciado se produce de una manera rápida y total, debido a la adecuada forma de la cuba y las aspas de mezclado.

VII.3.2 Características de la máquina

- Capacidad de la cuba, en litros 350 lts.
- Potencias de los motores en HP
 - Reductor de mezclado cantidad 2 (dos): 3 HP C/uno
- Accionamientos:
 - Neumático para: apertura de puertas de descarga.

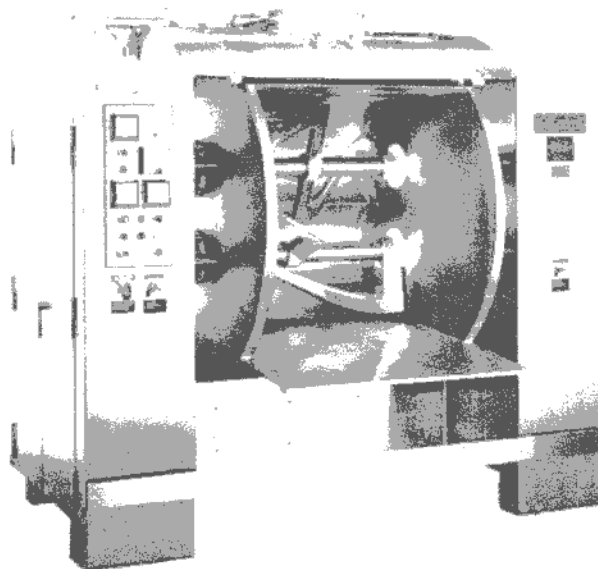


Figura VII.3: Mezcladora de brazo doble con aspas sigma.

VII.3.3 Detalles constructivos

CUBA: Sólida construcción, totalmente en acero inoxidable, con chapa plegada en espesores adecuados a la robustez de la máquina y soldados eléctricamente y también bajo atmósfera de gas inerte.

Los sectores del bastidor, que tienen relaciones de montaje, son mecanizados para garantizar perfectas alineaciones entre las diferentes partes que constituyen la máquina.

ACCIONAMIENTO PRINCIPAL: El mando a cada eje de mezclado se realiza con sendos motores eléctricos que tienen acoplamiento directo a cada tren de transmisión, ubicados en una única caja reductora en baño de aceite, que los

Por razones de funcionamiento de los ejes mezcladores, estos tienen sentido de rotación diferente (para el momento del mezclado), en tanto que para el momento de la descarga se debe cambiar el sentido de rotación de uno de ellos ya predeterminado por fábrica. Y en este momento, girando ambos en el mismo sentido, con las compuertas abiertas se produce un rápido y total vaciado de la cuba.

SISTEMA NEUMATICO: Para accionamiento de las de descarga, la máquina tiene provisto cilindros neumáticos comandados por válvulas direccionales a solenoides, las cuales son accionadas desde el panel de control.

Será a cargo del comprador, el suministro de aire comprimido filtrado-regulado-lubricado al sistema propio de la máquina.

TABLERO ELECTRICO: Construido con gabinete de acero inoxidable y contiene todos los elementos de maniobra y comandos eléctricos de los motores, enclavamientos, etc. y está incluido en el mismo mueble de la máquina y tiene una puerta de inspección y mantenimiento.

EMPRESA: Peerless

PRECIO..... u\$s 28033,33

VII.4 Formadora de hamburguesas h-400

VII.4.1 Descripción técnica

Máquina diseñada para formar hamburguesas maximizando la producción, ya que su placa de moldeo es aprovechada totalmente y de esa manera se facilita en

trabajo posterior de envasado o en congelado en los túneles continuos de congelación.

En modelo H-400, puede formar hasta 4 hamburguesas a la vez, con una cadencia de hasta 60 golpes por minuto, lo que la hace rendir adecuadamente en aquellos programas de alta producción, además la versatilidad de las formas que pueden darse a la placa formadora hace posible adecuarla a los diferentes mercados que las fábricas deben atender y todo dentro del ancho de la citada placa formadora.

Finalmente cabe agregar que la máquina permite un sencillo cambio de la placa formadora y una eficiente limpieza total por medio del levante de la tolva y fácil desarme de los componentes móviles que deben ser retirados a tales efectos.

A continuación se indican las características principales de la formadora de hamburguesas.

VII.4.2 Especificaciones técnicas

- Capacidad de la tolva en litros	350
- Ancho de la placa de moldeo	580 mm.
- Área útil de moldeo	500 x 130 mm.
- Máximo espesor de la placa de moldeo	20 mm.
- Mínimo espesor de la placa de moldeo	8 mm.
- Máximo numero de golpes (dependiendo del tamaño del producto)	60 por minuto
- Ancho de la cinta de salida (velocidad variable)	560 mm.
- Potencia del motor, en HP	
• Hidráulico	15
- Accionamiento	
• Hidráulico para: elevador de carros, pistón de compresión y placa de formado.	
• Neumático para: extractores de desmolde.	

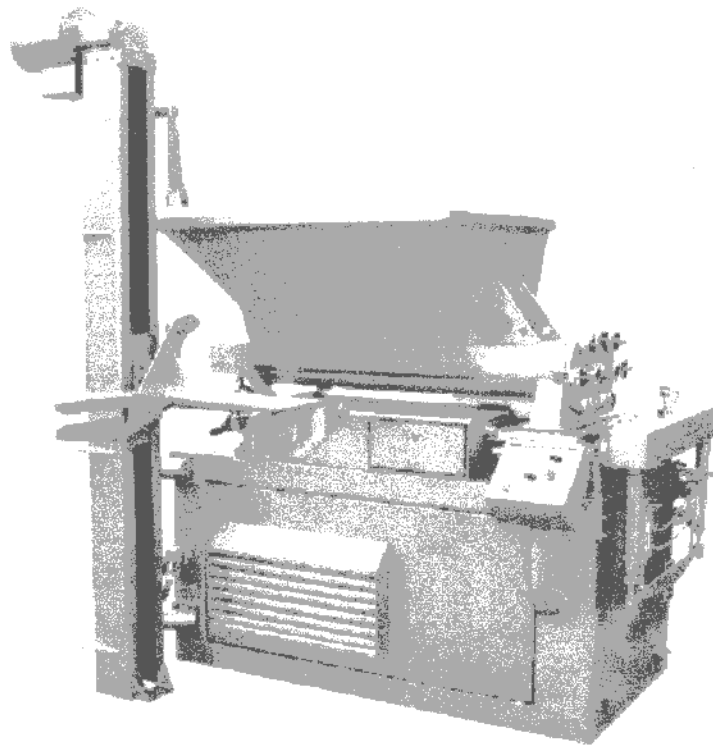


Figura VII.4: Formadora de Hamburguesas H-400.

VII.4.3 Detalles constructivos

BASTIDOR Y TOLVA: sólida construcción, totalmente en acero inoxidable AISI 304, con chapa plegada en espesores adecuados a la robustez de la máquina y soldados eléctricamente bajo atmósfera de gas inerte.

Los sectores del bastidor, que tienen relaciones de montaje, son mecanizados para garantizar perfectas alineaciones entre las diferentes partes que constituyen la máquina.

La terminación exterior es totalmente del tipo sanitaria por pulido y "blasting".

En el bastidor se encuentran colocadas puertas de inspección y acceso a los elementos componentes para efectuar labores de mantenimiento, éstas tienen los respectivos sellos para evitar la entrada de agua al interior del chasis.

A los efectos de la nivelación, la máquina tiene los respectivos apoyos regulables con una base de elastómero antivibratorio.

La máquina, por cambios en la línea de producción, puede ser desplazada con una carretilla de levante y movida por medio de sus ruedas y en el nuevo lugar donde quedará apoyada.

ACCIONAMIENTOS: El mando del pistón de compresión y de la placa de formado es por medio de sendos cilindros hidráulicos, en tanto que los tornillos alimentadores ubicados en la tolva son accionados por motores hidráulicos del tipo orbital, al igual que la cinta transportadora provista como accesorio de la formadora.

También tiene accionamiento hidráulico el elevador de carros para carga de la tolva, mientras que los extractores de hamburguesas tienen accionamiento por cilindros neumáticos.

ELEVADOR DE CARROS: con comando hidráulico y sistema combinado con cadena a rodillos, los carros de carga son elevados para las operaciones de carga de la materia prima.

Este elevador se encuentra ubicado en la parte trasera de la máquina.

SISTEMA DE EXTRACTORES: Este conjunto está montado en la parte delantera de la máquina y es accionado por cilindros neumáticos. En el sector de las copas extractoras propiamente dichas se encuentra una resistencia calefactora que le proporciona la adecuada temperatura para posibilitar que las hamburguesas sean perfectamente desmoldadas.

SISTEMA HIDRAULICO: Está constituido por un depósito de aceite, bomba externa doble y de caudal variable con acople directo al motor eléctrico. La distribución de aceite se efectúa por medio de válvulas a solenoides con montaje sobre placa de distribución y con mangueras de presión hasta los cilindros y motores.

Los accionamientos se actúan desde en panel de comando y las válvulas son del tipo reguladoras de presión y direccional y en circuito cuenta con un presostato diferencial de protección.

Los cilindros hidráulicos están construidos con materiales de probada calidad con sellos y empaquetaduras del tipo Polypak y su montaje asegura una correcta alineación.

SISTEMA NEUMATICO: Para accionamiento del sistema de extractores de hamburguesas, la máquina tiene provisto sendos cilindros neumáticos comandados por válvulas direccionales a solenoides, las cuales son accionadas desde el panel de

control. Será a cargo del comprador, el suministro de aire comprimido filtrado - regulado - lubricado al sistema propio de la máquina.

TABLERO ELECTRICO: Este tablero construido con gabinete de polipropileno, contiene todos los elementos de maniobra, comandos y lógica por PLC y que hacen al funcionamiento automático y regulación total de la marcha de la máquina y a través de los respectivos sensores producir los enclavamientos seguros de funcionamiento, etc. y esta incluido en el mismo mueble de la máquina, accediéndose al mismo por la respectiva puerta de inspección y mantenimiento.

En el mueble de la máquina se encuentra en panel de comando que reúne las botoneras y llaves selectoras que el operador accionará para predisponer la misma a los efectos del programa de producción.

EMPRESA: Alfonso Chiacchiera SRL

PRECIO:..... \$ 232.260,00

VII.5 Aplicadora de batter y rebozar 4 bocas

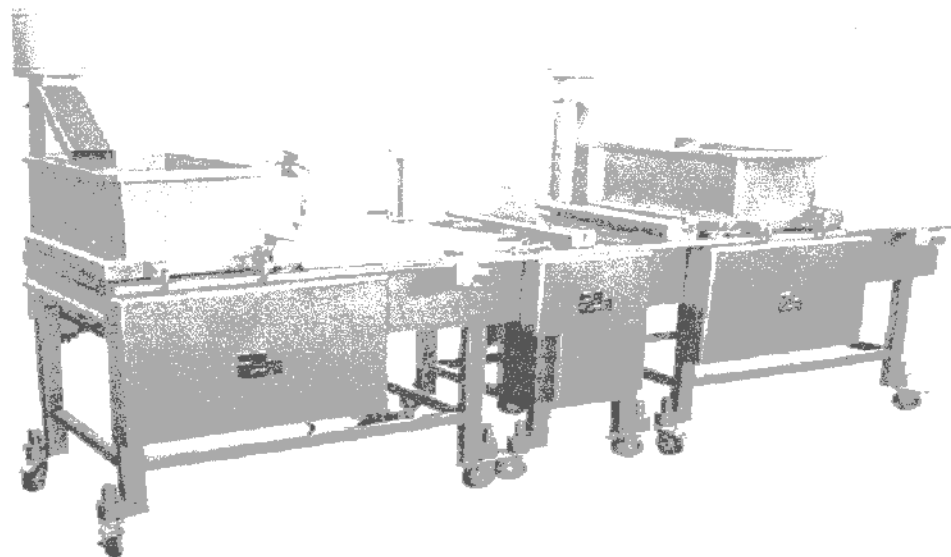


Figura VII.5: Aplicadora de batter y rebozar 4 bocas

VII.5.1 Descripción técnica

Máquina construida totalmente en acero inoxidable calidad AISI 304, diseñada para brindar una muy buena calidad y aspecto de rebozado en ambos lados en un solo paso, sin necesidad de dar vuelta el producto.

Permite un sin número de aplicaciones en amplio espectro de producciones, permitiendo rebozar toda clase de productos precocidos o congelados: filetes, bocadillos, croquetas, etc. de distintos tipos de carnes, incluso cualquier variedad de vegetales y quesos, dado que también contempla la posibilidad de harinado.

Tablero eléctrico de policarbonato que contiene todos los elementos para las distintas funciones a la que se puede someter esta máquina.

Sólida construcción de chapa plegada en espesores adecuados a la robustez de la máquina y soldados eléctricamente bajo atmósfera de gas inerte. Sus características de construcción, funcionamiento y limpieza cumplen con las exigencias sanitarias establecidas por reglamentación. La terminación exterior es totalmente del tipo sanitaria por pulido "blasting".

El accionamiento general es efectuado por motores hidráulicos.

El ancho nominal de la malla es de 620 mm.

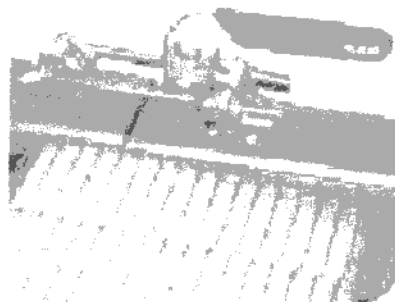


Figura VII.6: Cinta transportadora y acople entre unidades

MÓDULO APLICADOR DE BATTER: Éste módulo se encuentra fabricado totalmente en acero inoxidable y materiales sanitarios. Su construcción es del tipo modular y sus partes presentan superficies lisas y finamente pulidas. La malla transportadora es de acero inoxidable del tipo bañadora de un ancho de 550 mm. El vínculo ó transferencia a otros módulos es rápido y eficiente logrando gran flexibilidad y combinaciones especiales. El chasis cuenta con sus correspondientes ventanas de inspección para acceder al interior , facilitando la limpieza y mantenimiento.

Para lograr una cobertura completa, la máquina cuenta con un sistema de inmersión seguida por una vertiente de BATTER y una cortina de aire para eliminar el excedente.

La vertiente de batter es generada por una bomba centrífuga para líquidos viscosos, el batter líquido se almacena en un recipiente de acero inoxidable donde a su vez es filtrado.

La cortina de aire es generada por una turbina del tipo regenerativa blindada con filtros de succión en impulsión.

La tracción de las cintas ó mallas es por medio de una cadena a eslabones vinculada a un motor de accionamiento hidráulico con su correspondiente válvula reguladora de caudal y sus acoples para poder ser conectado a la línea hidráulica general.

MÓDULO DE REBOZADO: Éste módulo se encuentra fabricado totalmente en acero inoxidable y materiales sanitarios. Su construcción es del tipo modular y sus partes presentan superficies lisas y finamente pulidas. La malla transportadora es de acero inoxidable del tipo bañadora de un ancho de 550 mm.

El vínculo ó transferencia a otros módulos es rápido y eficiente logrando gran flexibilidad y combinaciones especiales. El chasis cuenta con sus correspondientes ventanas de inspección para acceder al interior, facilitando la limpieza y mantenimiento.

La tracción de las cintas ó mallas es por medio de una cadena a eslabones vinculada a un motor de accionamiento hidráulico con su correspondiente válvula reguladora de caudal y sus acoples para poder ser conectado a la línea hidráulica general.

También cuenta con su correspondiente turbina regenerativa blindada con filtros de succión e impulsión para el soplado de excedente de polvo y tapas superiores para evitar el escape de polvo al exterior.

El recirculado del rebozo es por medio de un tornillo ó gusano horizontal y otro vertical accionado éste último con un motor hidráulico, teniendo éste la posibilidad de variar su velocidad con una válvula reguladora de caudal según necesidad.

EMPRESA: Alfonso Chiacchiera SRL

PRECIO:..... \$ 128.900,00

VII.6 Freidor continuo FC-500

La versatilidad del equipo continuo permite el freído de carne vacuna, pollo, pescado, vegetales, queso y una gran variedad de platos, asegurando una muy buena cocción hasta el alma del producto.

VII.6.1 Características de la máquina

- Dimensiones generales

- Largo 4.000 mm
- Ancho 600 mm
- Alto 1.000 mm

- Potencia de los motores eléctricos y bomba

- De accionamiento: 2 (dos) de 1½ CV cada uno
- Bomba centrífuga de llenado 1½ CV

- Ancho de la cinta transportadora 500 mm

- Calentamiento

- Por quemadores a gas o resistencia eléctrica, a elección

- Indicador de temperatura de aceite

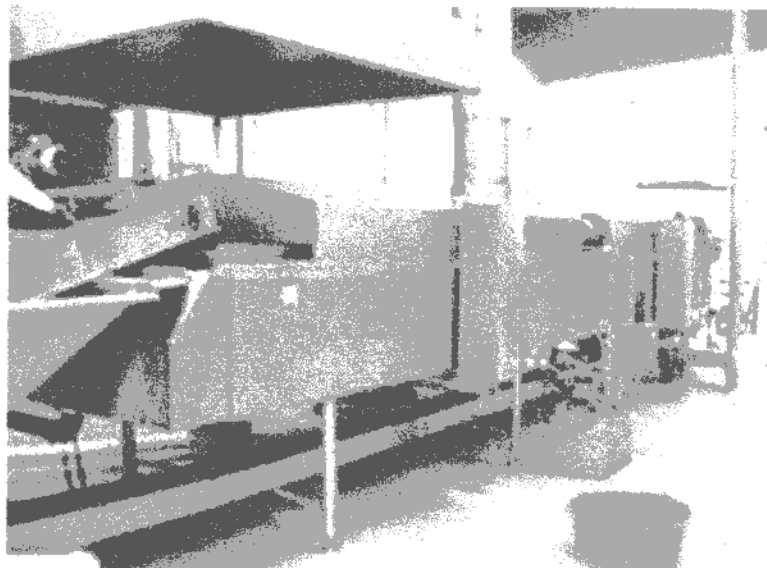


Figura VII.7: Freidor continuo FC-500

VII.6.2 Detalles constructivos

Recipiente construido totalmente en acero inoxidable, calidad AISI 304, que cuenta con un sistema de barrido y filtrado continuo del aceite que prolonga la vida útil del mismo y evita dar un mal aspecto y sabor amargo al producto.

El aceite es recirculado por el sistema de calentamiento para asegurar una temperatura óptima y evitar de esta manera que el producto absorba un porcentaje excesivo porcentaje de aceite.

La máquina tiene un tablero eléctrico que cuenta con todos los elementos de maniobra y seguridad, tanto para los elementos constitutivos como para el personal que la maneje.

Un variador de velocidad para la cinta o malla transportadora permite adecuar el tiempo de freído y dar el aspecto final deseado al producto. Un segundo variador actúa sobre el sistema de barrido permitiendo variar el avance a su necesidad según la cantidad de partículas y sedimento que contenga el aceite.

La limpieza diaria de la máquina se realiza levantando la cinta o malla transportadora con el dispositivo que se encuentra para tal efecto instalado, facilitando de esta forma el acceso a la olla y a los elementos internos.

Como accesorio se proveen los tanques para almacenamiento del aceite que por medio de una bomba centrífuga se llenan. Los mismos tienen fondo cónico que permite que los sedimentos que pudieran escapar al filtro se depositen y por medio de una válvula se puedan desagotar.

El dispositivo para levantar la cinta o malla transportadora también permite la regulación para que los productos estén totalmente inmersos en el aceite.

EMPRESA: Alfonso Chiacchiera SRL

PRECIO \$ 124.900,00

VII.7 **Enfriador continuo**

Un enfriador continuo, constituido por un canal horizontal abierto, que al mismo tiempo es utilizado para la inspección final del producto antes de entrar a la máquina congeladora. Está constituido por una cinta transportadora perforada de acero inoxidable en espiral, de 45 metros de longitud, con aspiración por la parte

inferior, que hace pasar el aire ambiente a través del producto en proceso de enfriamiento. La aspiración es producida por un ventilador centrífugo de 5 HP. En la parte superior un conjunto de ventiladores axiales asegura el enfriamiento total del producto.

EMPRESA: ITARNEX SA

PRECIO.... u\$s 29.860.00 (dólares)

VII.8 Congelador de cinta en espiral

VII.8.1 Datos de productos

Este equipo esta diseñado para congelar en un tiempo de 30 minutos hamburguesas empanadas de ternera, pollo, pescado o cordero, de un peso aproximado de 83 gramos, siendo la temperatura de entrada del producto de +2°C y la de salida de -18 °C. La capacidad del mismo es de 1.500 kg/h.

VII.8.2 Descripción técnica

El congelador en espiral abarca:

- un sistema transportador de acero inoxidable
- cubiertas intermedias hechas del aluminio
- estructura de la transmisión de la fuerza del tambor de caliente acero galvanizado
- un revestimiento externo del tambor de barras plásticas y las placas del acero inoxidable, todos los cojinetes de rodillo hechos totalmente del acero inoxidable
- el piso del acero inoxidable con autógenas herméticas, diseñadas como una bandeja, con dos drenes definidos
- un refrigerador del aire con las placas del marco y del revestimiento del acero inoxidable
- ventiladores con el interior de las láminas del aluminio
- un gabinete de control del acero inoxidable

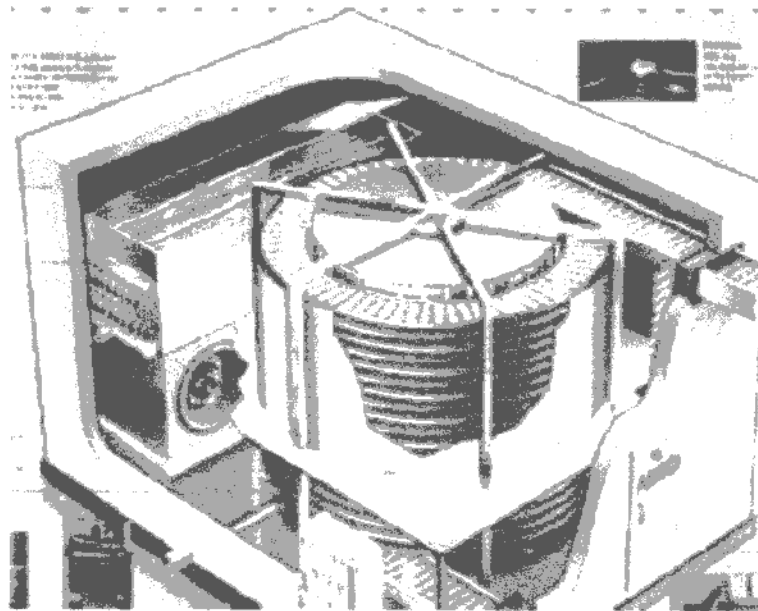


Figura VII.8: Congelador de cinta en espiral.

VII.8.3 Datos técnicos

- Dimensiones principales

- ✓ Ancho 7.600 mm
- ✓ Longitud 5.600 mm
- ✓ Altura 4.500 mm

- Dirección de la cinta: desde el fondo a la tapa

- Altura de la entrada: 800 mm

- Altura de la descarga: 3.400 mm

- Número de espiras: 16

- Distancia libre entre las espiras: 96 mm

- Potencia del motor principal: 2.2 kw

- Potencia del motor auxiliar: 1.5 kw

- Tipo de cinta: cinta de barra transversal de acero inoxidable

- ✓ Ancho de la cinta : 660 mm
- ✓ Ancho efectivo de uso de la cinta: 600 mm
- ✓ Longitud de la cinta : 151 m
- ✓ Superficie de la cinta : 100 m²

- Sistema de refrigeración

- ✓ Número de refrigeradores de aire : 1
- ✓ Superficie : 1100 m²

- ✓ Material de las tubos / aletas : acero inoxidable / aluminio
- ✓ Descongelación : manual
- ✓ Temperatura del aire : -30°C

- Ventiladores

- ✓ Número de ventiladores : 2
- ✓ Potencia de los ventiladores: $2 \times 9 = 18$ kw

EMPRESA: Hanseatica SRL

PRECIO:..... EUR 217.000 (EUROS)

VII.9 Envasadora automática continua tipo flowpack hp 150/230

VII.9.1 Detalles constructivos

Máquina construida modularmente sobre basamento en placas de acero que le otorgan mayor robustez y mejor acceso a los elementos mecánicos para las tareas de mantenimiento, equipada con PLC que comanda las funciones básicas de la envasadora. Porta bobinas autocentrante para una bobina de hasta 400 mm. de ancho con freno accionado por tensión del film, motor principal de C.A. de 3/4 HP con un consumo de 1.2 Kw. con variador electrónico de velocidad y encoder que comanda la cadena de alimentación y las mordazas transversales, mordaza de 230 mm. de ancho. Motor secundario de C.A. de 3/4 HP con variador electrónico de velocidad que comanda la estación de sellado longitudinal de tres pares de rodillos para traslación y sellado del film con un ancho de sellado de 15 mm., con variador electrónico de corte para regular el largo del paquete a través de información que el operador ingresa en la Terminal de Diálogo.

El fotocentrado trabaja con el mismo concepto, con el agregado de un objetivo o ubicación del corte. Este objetivo desplaza el corte electrónicamente hasta la taca en 2 a 3 paquetes. Ambos motores trabajan de manera sincronizada mediante una unidad inteligente ubicada en el Controlador de Servo.

Las partes en contacto con el producto construidas en acero inoxidable. Puente de alimentación de 2000 mm., mesa de salida de productos de 600 mm., sensores ON - OFF de seguridad.

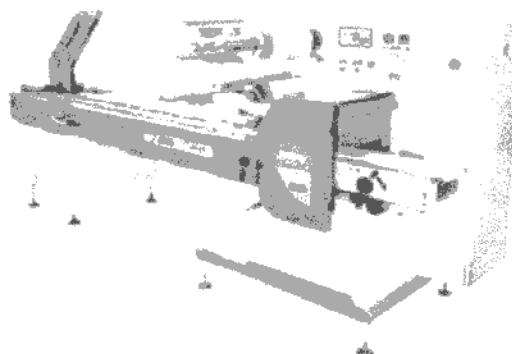


Figura VII.9: Envasadora flowpack.

Ideal para envasar productos de formas definidas como: Alfajores, galletas, obleas, waffles, vainillas, grisines, productos de panificación, bizcochos, budines, chocolates, turrone, caramelos en fila, hamburguesas, artículos farmacéuticos, espirales, jeringas, velas, jabones, sobreenvolturas, agrupados, repuestos, etc.

Por su construcción modular, se entrega en diferentes modelos para cada necesidad de producción, logrando hasta 150 unidades por minuto con films termosellables en modelo standard y hasta 250 paquetes por minuto en modelo especial dependiendo de las características del producto a envasar, como así también del sistema de alimentación de productos que se defina.

VII.9.2 Materiales de envoltura

Utiliza los materiales que habitualmente se emplean en el sistema flowpack, para soldado en frío o caliente, con un ancho máximo de bobina de 400 mm. Ejemplos de materiales: Polipropileno biorientado (BOPP), laminados de aluminio coteado con polietileno, papel de bióxido de titanio coteado, poliéster laminado.

EMPRESA: FRIPACK SRL

PRECIO:..... \$ 32.014,00

ANEXO VIII

CÁLCULO DEL TIEMPO DE PREFRITURA

La predicción de la transferencia de calor en un cilindro finito, se obtienen del uso de una combinación de las soluciones analíticas para cilindro infinito y para placa infinita. La temperatura adimensional calculada en cada elemento infinito se multiplican entre si, para obtener la temperatura adimensional del cilindro finito (Singh, 1993).

$$\left(\frac{T - T_m}{T_0 - T_m} \right)_{\text{cilindro-finito}} = \left(\frac{T - T_m}{T_0 - T_m} \right)_{\text{cilindro-infinito}} \times \left(\frac{T - T_m}{T_0 - T_m} \right)_{\text{placa-infinita}} \quad (\text{VIII.1})$$

donde: $T - T_m / T_0 - T_m$: es la temperatura adimensional
 T : es la temperatura en el punto crítica a una t determinada
 T_m : es la temperatura del medio calefactor
 T_0 : es la temperatura inicial del producto

En transferencia de calor se pueden diferenciar tres rangos bien definidos del número de Biot (Bi) siendo (Singh, 1993):

$$Bi = h \delta / k \quad (\text{VIII.2})$$

donde: h : coeficiente de transferencia de calor
 δ : dimensión característica
 k : Conductividad térmica

Tomando como referencia un coeficiente de transferencia de calor de 300 W/mK y un $k = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Fellows, 1994), y las dimensiones del medallón de 8 cm. de diámetro y 1,3 cm. de espesor, se calcularon los Biot para la placa infinita y el cilindro infinito

$$Bi_{\text{placa}} = 300 \times 0,0065 / 0,55 = 3,5 \quad (\text{VIII.3})$$

$$Bi_{\text{cilindro}} = 300 \times 0,04 / 0,55 = 21,8 \quad (\text{VIII.4})$$

Estos valores indican que el Bi se encuentra en el rango intermedio, entonces para calcular las temperaturas, en cualquier punto del medallón, a través del tiempo, se utilizan las siguientes ecuaciones (Singh, 1993):

Transferencia de calor en las tres dimensiones:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \times \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (\text{VIII.5})$$

Solución analítica en coordenadas rectangulares (para placa plana)

$$\frac{T - T_m}{T_0 - T_m} = \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{2 \times \text{sen}(\mu_n)}{\mu_n + \text{sen}(\mu_n) \times \cos(\mu_n)} \times \cos\left(\mu_n \times \frac{r}{R}\right) \times \exp\left[-(\mu_n)^2 \times \frac{\alpha \times t}{R^2}\right] \right\} \quad (\text{VIII.6})$$

$$\mu_n \times \tan(\mu_n) = \frac{h \times R}{2} \quad (\text{VIII.7})$$

Solución analítica en coordenadas cilíndricas (para cilindro infinito)

$$\frac{T - T_m}{T_0 - T_m} = \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{2 \times \mu_n}{\mu_n \times J_1(\mu_n)} \times J_0\left(\mu_n \times \frac{r}{R}\right) \times \exp\left[-(\mu_n)^2 \times \frac{\alpha \times t}{R^2}\right] \right\} \quad (\text{VIII.8})$$

$$J_0(\mu_n) = 0 \quad (\text{VIII.9})$$

donde:

α : difusividad térmica

μ : viscosidad

r : radio

t : tiempo

Una de las maneras más sencilla de resolver estas ecuaciones es a través del uso de diagramas (Valentas, 1997), uno para cada geometría, placa y cilindro infinitos. En estos diagramas están representados en abscisa (eje X) el tiempo adimensional ($t \alpha / \delta^2$), donde α es la difusividad térmica, y en ordenadas (eje Y), en escala logarítmica, la temperatura adimensional. Como parámetro, la inversa del Biot (m), para el que solo se muestran unos pocos valores de algunos puntos geométricos de la placa o el cilindro.

Los valores m calculados son:

$$m_{\text{placa}} = 1 / 3,5 = 0,29 \quad (\text{VIII.10})$$

$$m_{\text{cilindro}} = 1 / 21,8 = 0,045 \quad (\text{VIII.11})$$

Como estos valores no están graficados en los diagramas, es necesario interpolar las rectas que los representan y luego encontrar las ecuaciones de dichas rectas detalladas a continuación.

- Placa infinita

X	Y
0	1
2	0,08
2,5	0,04
3	0,02

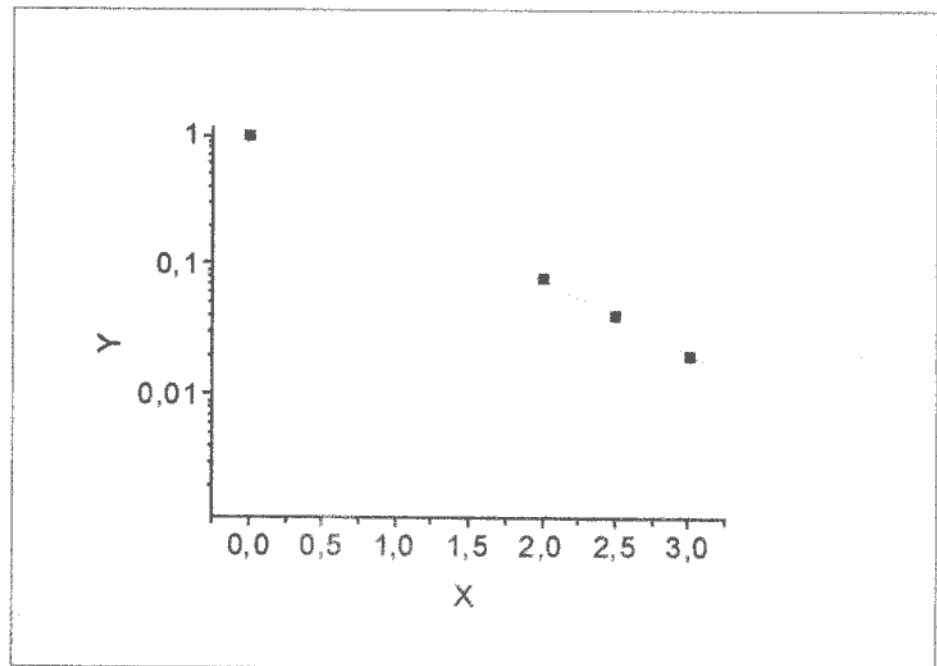


Figura VIII.1: Temperatura adimensional vs. Tiempo adimensional para placa infinita
Nota: Gráfico realizado en OriginPro 7.5.

Ecuación de la recta: $\text{Log } Y = 0,00775 - 0,56331 X$ (VIII.12)

Expresión del error: $R^2 = 0,99975$

- Cilindro infinito

X	Y
0	1
0,5	0,1
1	0,006

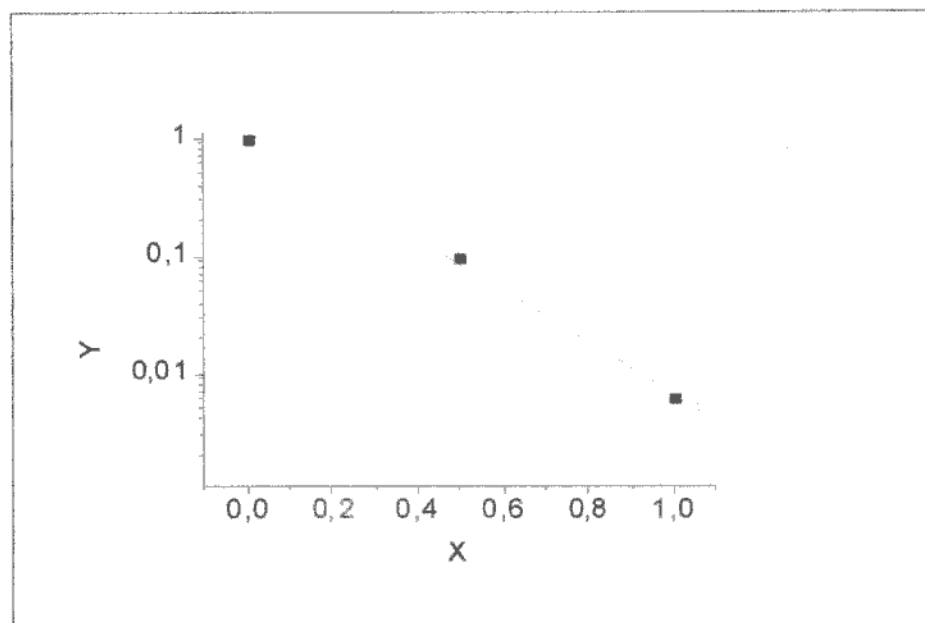


Figura VIII.2: Temperatura adimensional vs. Tiempo adimensional para cilindro infinito
Nota: Gráfico realizado en OriginPro 7.5.

Ecuación de la recta: $\text{Log } Y = 0,03697 - 2,22185 X$ (VIII.13)

Expresión del error: $R^2 = 0,99834$

Siendo que a tiempo cero el $\text{Log} Y$ es igual a cero, se eliminó el término independiente, ya que su inclusión constituiría un error conceptual. Se tuvo en cuenta que el valor de la ordena al origen igual a cero, estuviera contemplado dentro del rango de error obtenida para el método utilizado para el cálculo de la regresión lineal.

Las ecuaciones de las rectas son:

Ecuación de m para placa : $\log Y = - 0,56331 X$, (VIII.14)

con $R^2 = 0.99975$

Ecuación de m para cilindro: $\log Y = - 2,22185 X$, (VIII.15)

con $R^2 = .99834$

El análisis del cambio de la temperatura en el tiempo o historial térmico, se realizó en el centro geométrico del cilindro finito, que coincide con el punto crítico (figura VIII.3), el cual se ubica a la mayor distancia posible de las superficies. Se

toma este punto, para situarse en el peor de los casos, este será el último lugar en tomar la temperatura buscada (Singh, 1993).

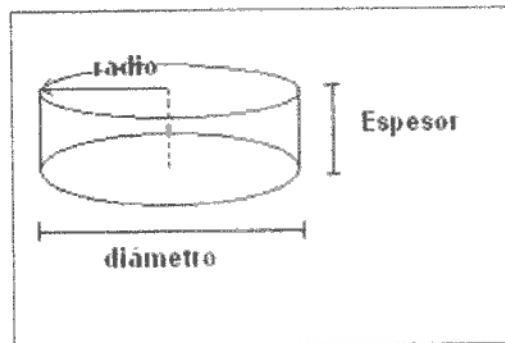


Figura VIII.3: Ubicación del punto crítico

Utilizando los parámetros de la tabla VIII.1 y las ecuaciones para m , utilizando Excel 2000, se construyó la tabla VIII.2, que muestra los valores de las temperaturas adimensionales a distintos tiempos para placa y cilindro infinito, y el valor de la temperatura en el punto crítico del cilindro finito.

Tabla VIII.1: Variables consideradas en el cálculo de la penetración de calor

Conductividad térmica del medallón (W/mK)	0,55
Calor específico (kJ/kgK)	3,58
Densidad (kg/m ³)	1000
Temperatura inicial (°C)	4
Temperatura de aceite (°C)	175
Dimensión característica placa = medio espesor (m)	0,0065
Dimensión característica cilindro = radio (m)	0,04

Tabla VIII.2: Temperaturas adimensionales y Temperatura en el cilindro finito para distintos tiempos.

t (seg)	PLACA			CILINDRO			CILINDRO FINITO	
	eje x	log y	Y (T adim)	eje x	log y	Y (T adim)	T adim	Tc °C
0	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	4,000
20	0,073	-0,041	0,910	0,002	-0,004	0,990	0,901	20,914
40	0,145	-0,082	0,828	0,004	-0,009	0,981	0,812	36,155
60	0,218	-0,123	0,754	0,006	-0,013	0,971	0,732	49,889
80	0,291	-0,164	0,686	0,008	-0,017	0,961	0,659	62,264
100	0,364	-0,205	0,624	0,010	-0,021	0,952	0,594	73,415
120	0,436	-0,246	0,568	0,012	-0,026	0,943	0,535	83,463
140	0,509	-0,287	0,517	0,013	-0,030	0,934	0,482	92,517
160	0,582	-0,328	0,470	0,015	-0,034	0,924	0,435	100,676
180	0,655	-0,369	0,428	0,017	-0,038	0,915	0,392	108,028

Si graficamos los valores de temperatura del cilindro finito en el punto crítico a través del tiempo, se puede visualizar más claramente el historial térmico del medallón durante el calentamiento.

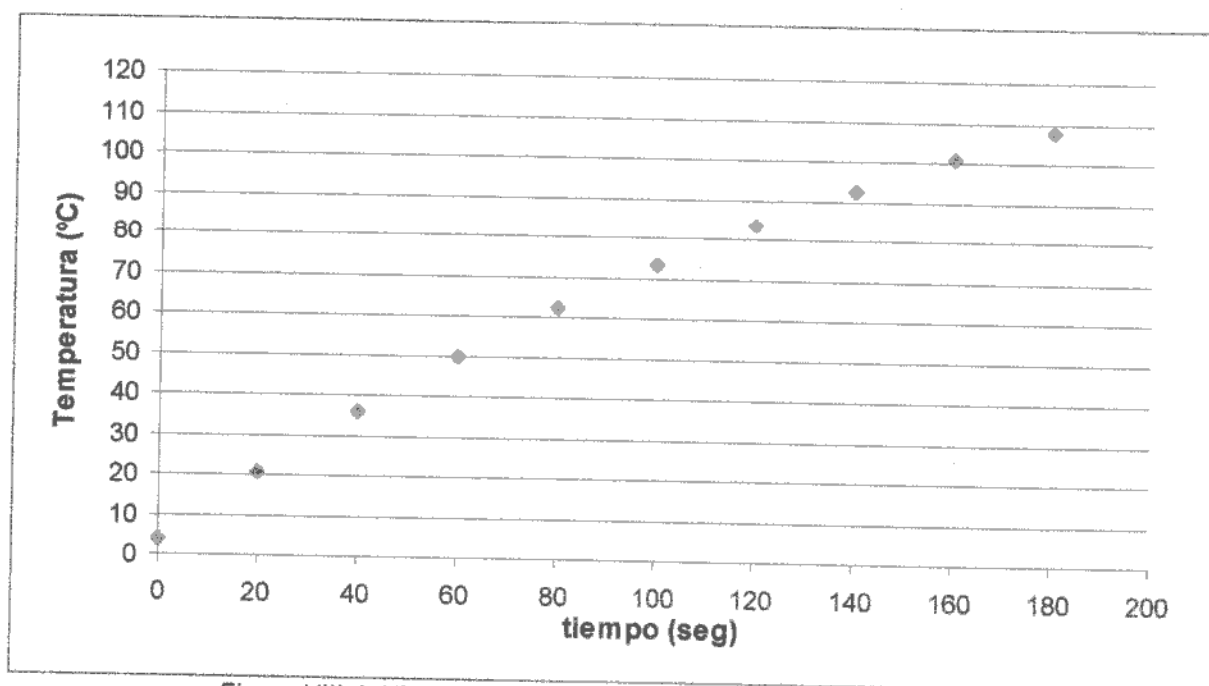


Figura VIII.4: Historia térmica en el punto crítico de calentamiento.

Nota: Gráfico realizado en MS Excel 2000

Se puede observar tanto en la tabla como en la figura, que luego de 40 seg., el centro del medallón alcanza una temperatura de 36,15 °C.

ANEXO IX

CÁLCULO DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO

En este proceso los números de Bi (ecuación VIII.2) caen en el rango intermedio, siendo sus valores los siguientes:

$$Bi_{\text{placa}} = 30 \times 0,0065 / 0,55 = 0,35 \quad (\text{IX.1})$$

$$Bi_{\text{cilindro}} = 30 \times 0,04 / 0,55 = 2,18 \quad (\text{IX.2})$$

donde K es 0.55 W/m²K (Fellows, 1994) y h 30 W/mK.

Los valores de m necesarios para ingresar a los diagramas son:

$$m_{\text{placa}} = 1 / 0,35 = 2,8 \quad (\text{IX.3})$$

$$m_{\text{cilindro}} = 1 / 2,18 = 0,46 \quad (\text{IX.4})$$

Como estos valores no están graficados en los diagramas, es necesario interpolar las rectas que los representan y luego encontrar las ecuaciones de dichas rectas.

- Placa infinita

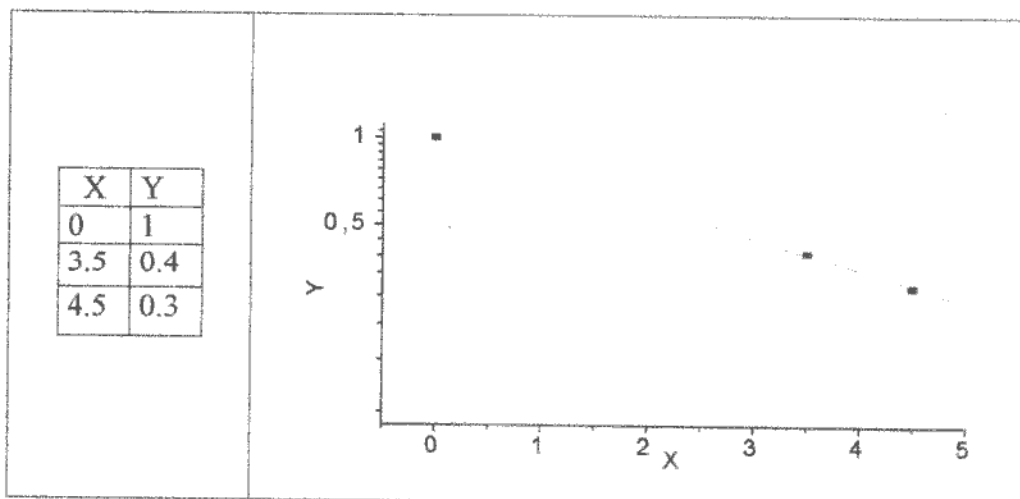


Figura IX.1: Temperatura adimensional vs. Tiempo adimensional para placa infinita
Nota: Gráfico realizado en OriginPro 7.5.

Ecuación de la recta: $\text{Log } Y = 0.0017 - 0.11554 X \quad (\text{IX.5})$

Expresión del error: $R^2 = 0,99985$

- Cilindro infinito

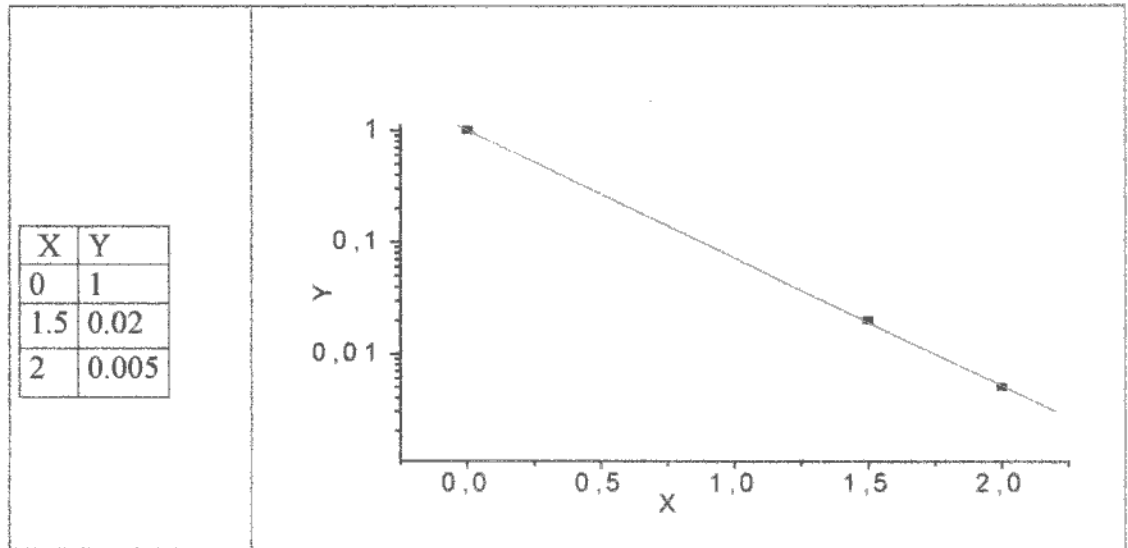


Figura IX.2: Temperatura adimensional vs. Tiempo adimensional para cilindro infinito
Nota: Gráfico realizado en OriginPro 7.5.

Ecuación de la recta: $\text{Log } Y = 0.00412 - 1.14639 X$ (IX.6)

Expresión del error: $R^2 = 0,99992$

Siendo que a tiempo cero el $\text{Log } Y$ es igual a cero, se eliminó el término independiente, ya que su inclusión constituiría un error conceptual. Se tuvo en cuenta que el valor de la ordena al origen igual a cero, estuviera contemplado dentro del rango de error obtenida para el método utilizado para el cálculo de la regresión lineal.

Las ecuaciones de las rectas son:

Ecuación de m para placa : $\text{Log } Y = -0.11554 X$ (IX.7)

con $R^2 = 0,99985$

Ecuación de m para cilindro: $\text{Log } Y = -1.14639 X$ (IX.8)

con $R^2 = .99992$

Utilizando los parámetros de la tabla IX.1 y las ecuaciones para m, utilizando una planilla de cálculo (Excel 2000), se construyó la tabla IX.2, que muestra los valores de las temperaturas adimensionales a distintos tiempos para placa y cilindro infinito, y el valor de la temperatura en el punto crítico del cilindro finito.

Tabla IX.1: Variables consideradas en el cálculo de la penetración de calor

Conductividad térmica del medallón (W/mK)	0,55
Calor específico (kJ/kgK)	3,58
Densidad (kg/m ³)	1000
Temperatura inicial (°C)	36,15
Temperatura de aire (°C)	0
Dimensión característica placa = medio espesor (m)	0,0065
Dimensión característica cilindro = radio (m)	0,04

Tabla IX.2: Temperaturas adimensionales y Temperatura en el cilindro finito para distintos tiempos.

t (seg)	PLACA			CILINDRO			CILINDRO FINITO	
	eje x	log y	Y (T adim)	eje x	log y	Y (T adim)	T adim	Tc (°C)
0	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	36,150
50	0,182	-0,101	0,793	0,005	-0,006	0,987	0,783	28,306
100	0,364	-0,201	0,629	0,010	-0,011	0,975	0,613	22,164
150	0,545	-0,302	0,499	0,014	-0,017	0,963	0,480	17,355
200	0,727	-0,403	0,395	0,019	-0,022	0,951	0,376	13,589
250	0,909	-0,504	0,314	0,024	-0,028	0,939	0,294	10,641
300	1,091	-0,604	0,249	0,029	-0,033	0,927	0,230	8,332
350	1,273	-0,705	0,197	0,034	-0,039	0,915	0,180	6,524
400	1,454	-0,806	0,156	0,038	-0,044	0,904	0,141	5,108
450	1,636	-0,907	0,124	0,043	-0,050	0,892	0,111	4,000
500	1,818	-1,007	0,098	0,048	-0,055	0,881	0,087	3,132
550	2,000	-1,108	0,078	0,053	-0,061	0,870	0,068	2,452

Si graficamos los valores de temperatura del cilindro finito en el punto crítico a través del tiempo, se puede visualizar más claramente el historial térmico del medallón durante el enfriamiento.

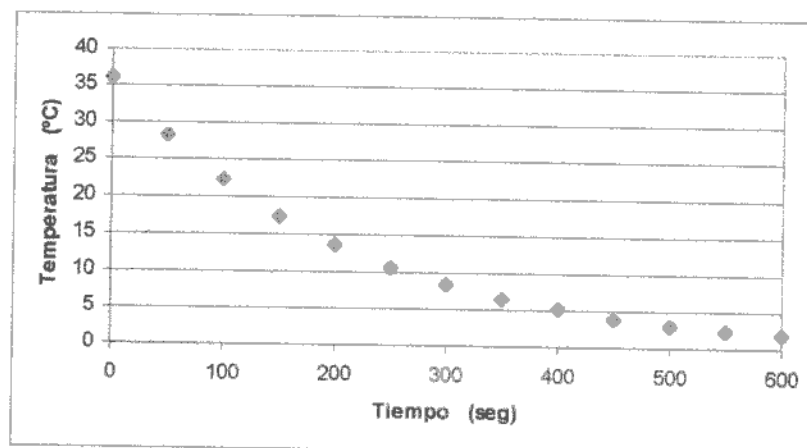


Figura IX.3: Historia térmica del punto crítico en el enfriamiento.

Nota: Gráfico realizado en MS Excel 2000

Se puede observar tanto en la tabla como en la figura, que luego de 450 seg., es decir 7,5 minutos, el centro del medallón alcanza una temperatura de 4 °C.

ANEXO X**CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONGELACIÓN**Forma geométrica

Radio $r := 0.04 \text{ m}$

Espesor $e := 0.013 \text{ m}$

Longitud característica $L := \frac{e}{2}$ $L = 6.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

Densidad $\rho := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Calor específico $c_p := 3580 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

Conductividad térmica $k_0 := 0.55 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$

Temperatura final del centro térmico $T_c := -22 \text{ }^\circ\text{C}$

Coeficiente de transferencia calorífica $h := 30 \frac{\text{W}}{\text{m}^2^\circ\text{C}}$

Número de Biot $Bi := h \cdot \frac{L}{k_0}$ $Bi = 0.355$

Difusividad térmica $\alpha := \frac{k_0}{\rho \cdot c_p}$ $\alpha = 1.536 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

Temperatura inicial $T_i := 4 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura del medio calefactor $T_a := -30 \text{ }^\circ\text{C}$

Área de menor sección $A := \pi \cdot r^2$ $A = 5.027 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

Volumen $V := A \cdot e$ $V = 6.535 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

Cálculo del factor de forma

$$\beta_1 := \frac{A}{3.14 \cdot L^2} \quad \beta_1 = 37.889 \quad \beta_2 := \frac{V}{\beta_1 \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot 3.14 \cdot L^3\right)} \quad \beta_2 = 1.5$$

$$E := 1 + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{\beta_2^2 + 2 \cdot \frac{\beta_2}{Bi}} + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{\beta_1^2 + 2 \cdot \frac{\beta_1}{Bi}} \quad E = 1.624$$

Tiempo de congelación de placa infinita t_{cpp} seg

$$t_{cpp} := \left(\frac{L^2}{\alpha}\right) \cdot (-1.272 \cdot T_c + 65.489) \cdot \left(0.184 + \frac{1}{Bi}\right) \cdot (1 + T_i)^{0.096} \cdot (-1 - T_a)^{-1.070}$$

$$t_{cpp} = 2.456 \times 10^3$$

Tiempo de congelación para el medallón

$$t_{\text{corregido}} := \frac{t_{cpp}}{E} \quad t_{\text{corregido}} = 1.512 \times 10^3 \text{ segundos}$$

$$t_{\text{min}} := \frac{t_{\text{corregido}}}{60} \quad t_{\text{min}} = 25.2 \quad t_{\text{horas}} := \frac{t_{\text{min}}}{60} \quad t_{\text{horas}} = 0.42 \text{ h}$$

Nota: El número de Bi no cae dentro del rango de aplicación de esta ecuación, pero se considera como una aproximación para planificar la producción. El tiempo de congelado exacto debe verificarse experimentalmente.

ANEXO XI INVERSION Y RENTABILIDAD

XI.1 Rubros que componen del Capital Fijo

Tabla XI.1: Rubros que componen el capital fijo

Costos directos	Costos indirectos
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de estudio e investigaciones previas del proyecto • Equipos principales • Instalación de equipos • Cañerías (instaladas) • Instrumentación y control • Instalación eléctrica • Construcción (incluyendo servicios) • Servicios auxiliares • Terreno y mejoras del terreno • Costos de puesta en marcha • Intereses durante la construcción 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería y supervisión • Gastos de construcción • Honorarios del contratista • Contingencias



XI.2 Método de los factores

El punto de partida en este método es la estimación de la inversión de los equipos principales de proceso que llamaremos I_E . El costo de otros rubros esenciales pueden correlacionarse con la inversión en los equipos principales y la inversión fija total puede estimarse por aplicación de factores experimentales a la inversión básica I_E . Los factores experimentales f son obtenidos del estudio de varios procesos (Lupin y col, 1998). Esto se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$I_F = I_E \times (1 + \sum f_i) \times (1 + \sum f_{ii}) \quad (XI.1)$$

donde:

- I_F = Inversión fija del sistema completo
- I_E = Costo del equipo principal instalado
- f_i = Factores de multiplicación para la estimación de costos directos como cañerías, instrumentación y construcciones.
- f_{ii} = Factores de multiplicación para la estimación de costos indirectos como honorarios de ingeniería, contratistas y contingencias.

XI.2.1 Estimación de I_E

Se llamará I_E a la inversión de los equipos principales del proceso.

Analizando etapa por etapa del proceso, se seleccionaron diferentes equipos, que se detallan en el anexo VII. El costo de los mismos ya instalados se observan en la tabla XI.2.

Tabla XI.2: Costos de equipos principales

EQUIPOS	PESOS	DOLARES
Desmenuzadora	43.200,00	13.935,48
Picadora	142.250,00	45.887,10
Mezcladora	84.100,00	27.129,03
Formadora	232.260,00	74.922,58
Aplicadora de batter y rebozador	128.900,00	41.580,65
Freidor continuo	124.900,00	40.290,32
Enfriador continuo	89.580,00	28.896,77
Congelador en espiral	868.000,00	280.000,00
Envasadora	99.243,40	32.014,00
TOTAL I_E	1.812.433,40	584.655,94

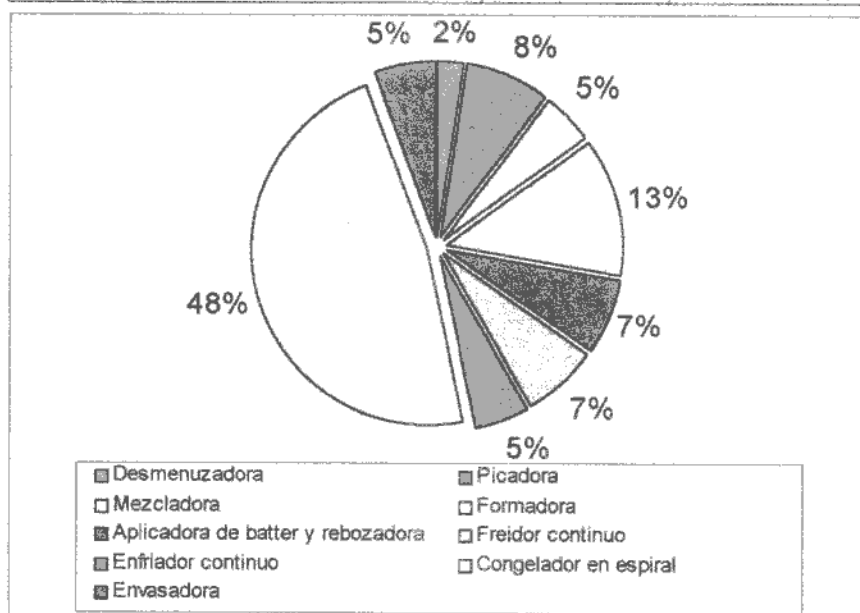


Figura XI.1 Porcentajes del costo de los equipos principales

XI.2.2 Selección de factores para la estimación de la Inversión fija

XI.2.2.1 Factores experimentales como fracción de I_E

- Cañerías de proceso: por ser un proceso que no involucra cañerías, se seleccionó un factor de 0.

- Instrumentación: todos los equipos seleccionados cuentan con sus propios tableros de control e instrumentación. Por lo tanto el factor seleccionado es de 0.

- Edificios de fabricación: se propone un factor de 0.005 por tener que realizar las divisiones estructurales en el sector de elaboración, como por ejemplo zona de

envasado, zona fría y zona caliente, etc. La planta donde se instalará la línea de producción cuenta con el edificio principal construido. También se considera en este punto las ampliaciones necesarias en los servicios de energía y agua corriente.

XI.2.2.2 Factores experimentales como fracción del costo físico

- Ingeniería y construcción: por tratarse de una planta pesquera de Argentina, el factor es 0,1 (Lupin y col, 1998).

- Factores de tamaño: por tratarse de una planta pesquera de Argentina, el factor es 0,1 (Lupin y col, 1998).

- Contingencias: por tratarse de una planta pesquera de Argentina, el factor es 0,1 (Lupin y col, 1998).

Con estos factores y el valor de I_E , se puede calcular la inversión fija, siendo igual a la inversión fija sin terreno, ya que la empresa donde se proyecta instalar el proceso no debe invertir en la compra del mismo.

Los resultados de la Inversión se pueden ver en la tabla XI.3.

Tabla XI.3: Resultados de la Inversión Fija

	Pesos	Dólares
Costo de equipos principales instalados I_E	1.812.433,40	584.655,94
Factores para estimación de costos directos		
Cañerías de proceso 0	0,00	0,00
Instrumentación 0	0,00	0,00
Construcción y mejoras en servicios 0,005	9.062,17	2.923,28
COSTO FÍSICO TOTAL	1.821.495,57	587.579,22
Factores para estimación de costos indirectos		
Ingeniería y construcción 0,1	182.149,56	58.757,92
Factores de tamaño 0,1	182.149,56	58.757,92
Contingencias 0,1	182.149,56	58.757,92
INVERSIÓN FIJA sin terreno	2.367.944,24	763.852,98
INVERSIÓN FIJA	2.367.944,24	763.852,98

XI.3 Costos de producción

Para analizar los costos de producción es necesario establecer la capacidad de producción anual. Las variables predeterminadas para el cálculo se presentan en la tabla XI.4.

Tabla XI.4: Producción anual

Peso por unidad (Kg.)	0,09
Producción por día (Kg.)	5000
Días al año de trabajo	200
Horas por día	8
Unidades por día	55.555
Unidades anuales	11.111.111

A continuación se detallan los rubros que componen los costos de producción:

XI.3.1 Determinación de los costos variables

1. Materia prima: Este rubro está integrado por las materias primas principales y subsidiarias que intervienen directa o indirectamente en los procesos de transformación (pescado, aditivos, ingredientes, etc.). Su estimación podrá llevarse a cabo mediante el conocimiento de los siguientes elementos: cantidades de materia primas requeridas para elaborar una unidad de producto y precios unitarios de las materias primas puestas en fábrica. En la tabla XI.5 se detallan los precios de las materias primas requeridas para este trabajo (Moscuzza, 2007; Lumatec, 2006; Bammi, 2007; OSSE, 2007).

Tabla XI.5: Costos de Materia prima

Materia Prima	Cantidad	Precio unitario	Costo por día	Costo anual
Minced	3607 Kg	0,90 \$/Kg	3.246,30	649.260,00
Batter	182 Kg	1,75 \$/Kg	318,50	63.700,00
Rebozador	421 Kg	2,08 \$/Kg	875,68	175.136,00
Aceite	200 Kg	1,78 \$/Kg	356,00	71.200,00
Agua (para el batter)	0,519 m ³	0,45 \$/m ³	0,23	46,71
Cloruro de sodio	37 Kg	0,40 \$/Kg	14,80	2.960,00
Glutamato monosódico	22 Kg	6,40 \$/Kg	140,80	28.160,00
Tripolofosfato	4 Kg	5,00 \$/Kg	20,00	4.000,00
Pimienta blanca	4 Kg	14,00 \$/Kg	56,00	11.200,00

TOTAL	5.028,31 \$/día	1.005.662,71 \$/año
--------------	-----------------	---------------------

UNITARIO	0,09 \$/uni	0,09 \$/uni
-----------------	-------------	-------------

2. Envases: Este es un rubro que normalmente puede considerarse dentro del costo de materia prima, pero se ha preferido detallarlo por separado, dado que en algunos

casos particulares de la industria pesquera representa un porcentaje muy importante del costo total de producción.

Se tuvo en cuenta que el precio del 100 cajas con capacidad para 4 unidades es de 31,39 pesos y que el rollo de polipropileno de 1 Kg. que rinde 1377 paquetes, cuesta 10.28 \$/ kg (Argenflex, 2007). Ver tabla XI.6.

Tabla XI.6: Costo de envases

Material	Cantidad	Precio Unitario	costo por día	costo anual
Cartón	13889 cajas	0,31 \$/caja	4.359,72 \$/día	871.944,44 \$/año
Polipropileno	55556 uni	0,0075 \$/uni	416,67 \$/día	83.333,33 \$/año
TOTAL			4.776,39 \$/día	955.277,78 \$/año
UNITARIO			0,09 \$/uni	0,09 \$/uni

3. Mano de obra: En este caso se tuvo en cuenta las tarifas horarias de la empresa para los distintos puestos a ocupar en la línea de producción. Estos valores incluyen el básico por hora, presentismo, asignación familiar, aportes jubilatorios, incluyendo las Obras Sociales. Si bien los operarios trabajan 200 días al año, se los considera trabajadores permanentes de la empresa, los cuales poseen un sueldo fijo por mes y su sueldo anual complementario. Por lo tanto, el costo de mano de obra es la siguiente:

Tabla XI.7: Costo de Mano de Obra

Operarios	\$ / hora
1 camarista	12,11
1 peón	9,28
1 peón	9,28
1 envasadora	9,28
Total por hora	39,95
	7.191,00 \$/mes
	93.483,00 \$/año
	0,0084 \$/uni

Se consideró un total de 180 horas por mes, que resultan de la suma de 45 horas semanales.

4. Supervisión profesional (25 % MO + cargas sociales): Este rubro se estimó como el 25 % de la Mano de Obra, y equivale a un sueldo mensual de \$ 1800.

5. Servicios

- **AGUA:** El agua que la planta utiliza es suministrada por Obras Sanitarias de la municipalidad de General Pueyrredon (OSSE, 2007). La misma tiene un costo variable de 0.45 \$/m³. En la limpieza de esta línea se estima un consumo de 1,5 m³ por turno de trabajo de 8 horas. Los costos de Cloaca son el 80 % del consumo de agua y los de Pluviales se estima como el costo de 16 m³ de agua al mismo precio.

Tabla XI.8: Costo de agua

	Cantidad	Precio unitario	costo por día	costo anual
agua	1,5 m ³	0,45 \$/m ³	0,675	135
cloaca	1,2	0,45 \$/m ³	0,54	108
pluvial	0,96	0,45 \$/m ³	0,432	86,4
TOTAL			1,65 \$/día	329,40 \$/año
UNITARIO			0,000030 \$/uni	0,000030 \$/uni

- **ENERGIA:** en este caso el suministro de este servicio corre por cuenta de EDEA. El costo variable para una industria de estas características es de 0.0764 \$/ kWh (EDEA, 2007). Calculando los kWh de cada uno de los equipos principales, y con el costo variable, teniendo en cuenta un rendimiento del 70 % (Juárez, 2007), se llegó al siguiente valor:

Tabla XI.9: Costo de Energía Eléctrica

EQUIPOS	HP	kW	Tiempo h	KWh
Túnel de atemperado	30	40,2	4,4	176,88
Desmenuzadora	10	13,4	1,33	17,82
Picadora	63	84,42	2,66	224,56
Mezcladora	6	8,04	0,43	3,46
Formadora	15	20,1	4,64	93,26
Aplicadora de batter y rebozadora	5	6,7	4,64	31,09
Freidor continuo	4,5	6,03	4,64	27,98
Enfriador continuo	15	20,1	4,64	93,26
Congelador en espiral	16,18	21,7	4,5	97,65
Envasadora	2,6	3,5	4,58	16,03

TOTAL	781,99 kWh / día
70%	547,39 kWh / día
	41,82 \$/día
	0,0008 \$/uni
	8.364,18 \$/año

6. Mantenimiento: Se estimó como el 5 % de la Inversión fija por año.

7. Suministros: Se estimó como el 0.75 % de la Inversión fija por año.

8. Gastos de Comercialización (Exportación): Teniendo en cuenta que la producción se exportará a EEUU en principio, hay que considerar los gastos de comercialización asociados a dicha transacción comercial. Los mismos tienen un costo por unidad de aproximadamente 30 U\$S/tonelada, y estos se deben incluir en los costos por más que se venda precio FOB. El detalle se encuentra en el anexo XII.

9. Laboratorio: Se estimó como el 30 % de la Mano de Obra y supervisión profesional con cargas sociales.

XI.3.2 Determinación de los costos fijos

1. Costos de inversión

1.1 Depreciación

Depreciación significa una disminución en valor. A medida que crecen en antigüedad la mayoría de los bienes van perdiendo valor. En general, el equipo de producción gradualmente se transforma en menos valioso con el uso. Esta pérdida en valor se reconoce en la práctica contable como un gasto de operación. La forma de operar es distribuir, sobre la vida del bien, su costo de compra en los registros contables, en lugar de cargar el precio de compra completo de un nuevo bien como un gasto de una sola vez (Lupin y col, 1998).

El valor depreciado anual puede ser calculado con la fórmula:

$$\text{Valor depreciado anual} = e \times (I_F - L) \quad (\text{XI.2})$$

Donde: e = factor de depreciación anual

$I_F - L$ = inversión depreciable

I_F = inversión fija

L = valor de reventa o residual al final de la vida útil de un bien

El término valor de reventa L implica que el bien puede dar algún tipo de servicio posterior. Si la propiedad no puede ser vendida como una unidad útil, puede ser desmantelada y vendida como material de rezago para ser usada como materia prima. El beneficio obtenido de este tipo de disposición es conocido como valor de desguace (Lupin y col, 1998).

El método de depreciación por línea recta es el más simple de aplicar y de curso legal. La depreciación anual es constante y la relación es:

$$e = 1 / n \quad (\text{XI.3})$$

donde n es la vida total útil esperada en años.

En consecuencia, aplicando la Ecuación (XI.3), la carga anual de depreciación es:

$$D = (I_F - L) / n \quad (XI.4)$$

En este proyecto se consideró la vida total útil esperada en 10 años y un valor de reventa L igual a 0. Por lo tanto el valor de depreciación anual D es igual a 0.1.

1.2. Impuestos

De acuerdo con las leyes vigentes este rubro puede variar mucho. No se incluyen aquí los impuestos sobre la ganancia. En la industria pesquera, este rubro se estima como porcentaje de la inversión, con valores que generalmente no superan el 2%. Se tomó en este caso un valor intermedio de 1 % de la I_F por año.

1.3. Seguros

Los seguros dependen del tipo de proceso y de la posibilidad de contar con servicios de protección. Estos seguros incluyen normalmente seguros sobre la propiedad (incendio, robo parcial o total), para el personal y para las mercaderías (pérdidas parciales, totales), jornales caídos, etc. En una planta de procesamientos este rubro se estima como el 0.5 – 1 % de la I_F por año (Lupin y col, 1998). Por lo tanto se tomó un valor intermedio de 0.75 % de la I_F por año.

2. Costos de Ventas y Distribución

Dentro de este rubro se considera generalmente: salarios y gastos generales de oficinas de ventas, gastos de embarque y transporte, servicios técnicos de venta, preparación y envío de muestras para compradores potenciales, participación en ferias, costos de promoción en general y atención de reclamos.

Este rubro se estimó a partir del costo de flete necesario para llevar los contenedores cargados hacia el puerto de Mar del Plata. Teniendo en cuenta la capacidad del contenedor de aproximadamente 26 toneladas de mercadería, es necesario realizar 40 viajes por año. Si el costo por contenedor es de \$ 700 (Azcurra, 2007), el costo es de \$ 28.000 por año. A su vez, se consideró un gasto del departamento de ventas de \$ 2.500 por mes, dando un total de \$ 58.000 al año.

3. Costos de Dirección y Administración

En este rubro se incluyen los costos de todos los servicios adyacentes a la planta de producción pero que no están en relación directa con ella. Por ejemplo: Servicio médico y hospitalario, servicio de seguridad, cafetería, administración: salarios y gastos generales y comunicaciones. En general este costo se estima como el 20 a 40 % de la Mano de Obra Directa. Se tomó en este caso el 30 % de la MO.

4. Investigación y desarrollo

Este rubro incluye los estudios económicos para desarrollar métodos y productos nuevos, incluyendo viajes, encuestas de mercado, investigaciones de laboratorio y planta piloto, etc. Para estimarlo, se consideró el costo de mano de obra de tres pasantes de Ingeniería en alimentos que realizan dichos estudios durante un año. Se supone que podrían llegar a cobrar \$ 600 por mes cada uno como mínimo.

Los datos obtenidos sobre costos de producción se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla XI.10: Costos de Producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN		
COSTOS VARIABLES	\$ / año	U\$S
1. Materia Prima	1.005.662,71	324.407,33
2. Envases	955.277,78	308.154,12
3. Mano de Obra + Cargas Sociales	93.483,00	30.155,81
4. Supervisión profesional (25% de MO + carga sociales)	23.370,75	7.538,95
5. SERVICIOS		
- Agua	329,40	106,26
- Energía	8.373,43	2.701,11
6. Mantenimiento (5% de IF al año)	118.397,21	38.192,65
7. Suministros (0,75 % de la IF al año)	17.759,58	5.728,90
8. Gastos de Comercialización (Exportación)	91.733,33	29.591,40
9. Laboratorio (30 % MO+supervisión profesional)	35.056,13	11.308,43
TOTAL COSTOS VARIABLES	2.349.443,32	757.884,94
COSTO VARIABLE UNITARIO	0,21 \$/uni	0,07 U\$S/uni
COSTOS FIJOS		
1. Costos de inversión		
1.1. Costos de depreciación (línea recta n=10 L=0)	236.794,42	76.385,30
1.2. Impuestos (1 % de IF al año)	23.679,44	7.638,53
1.3. Seguros (0,75 % de la IF al año)	17.759,58	5.728,90
2. Ventas y distribución (Fletes y ventas)	58.000,00	18.709,68
3. Administración y dirección (30 % mano de obra)	28.044,90	9.046,74
3. Investigación y desarrollo	23.400,00	7.548,39

TOTAL COSTOS FIJOS	387.678,35	125.057,53
COSTO FIJO UNITARIO	0,03 \$/uni	0,01 U\$\$/uni
COSTOS TOTALES (CF + CV)	2.737.121,66	882.942,47
COSTO TOTAL UNITARIO	0,25 \$/uni	0,08 U\$\$/uni

XI.4 Flujo de caja y costo de producción

Para realizar el estudio de los costos y la rentabilidad es clave analizar el flujo de caja. El análisis de estos flujos de cajas es útil para el entendimiento de los movimientos del dinero y el momento en que se realizan, no sólo para la compañía completa sino también para las líneas parciales de producción.

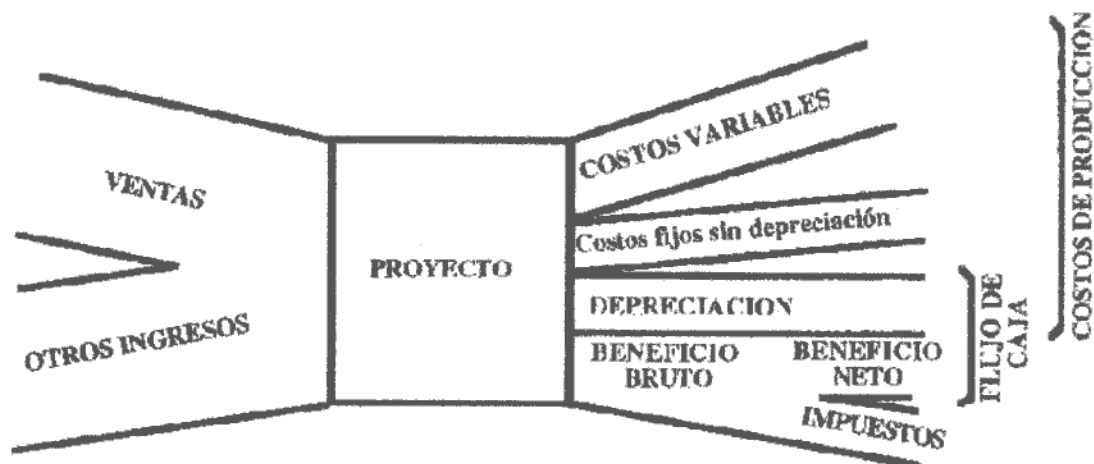


Figura XI.2: Modelo de flujo de caja (Lupin y col., 1998).

En la Figura XI.2 se muestra el modelo general del flujo de caja que describe una operación (planta, línea de procesamiento, equipo) y cómo ésta es pagada. Asimismo, se observa la existencia de dos flujos principales. El primero es la entrada por ventas y servicios y cualquier otra fuente de entradas conectada a la empresa. El segundo está dado por los gastos y es el total de costos fijos y variables. El beneficio bruto es la diferencia entre las entradas y las salidas. La importancia relativa de los flujos depende del tipo de operación analizada.

XI.4.1 Diagramas de flujo de caja

Todo proyecto de inversión implica una acción a desarrollar durante un determinado número de años en el futuro. El estudio de las características financieras de un proyecto, requiere el análisis de: el valor temporal del dinero, el

riesgo financiero, las futuras variaciones del precio de venta, los costos de producción, el volumen de ventas, la tasa impositiva y el tiempo necesario para implementar el proyecto o instalar los equipos antes de comenzar la producción normal y la vida económica del proyecto. Tales factores son los siguientes:

- I_F = Inversión original fija depreciable
- I_W = Capital de trabajo
- I_R = Inversión residual = Terreno + I_W
- A = Ganancia anual
- B = Generación anual de dinero por depreciación
- C = Período de construcción

Una forma de visualizar muchos de estos factores, es usar el diagrama de ubicación de caja como el que se muestra en la Figura XI.3.

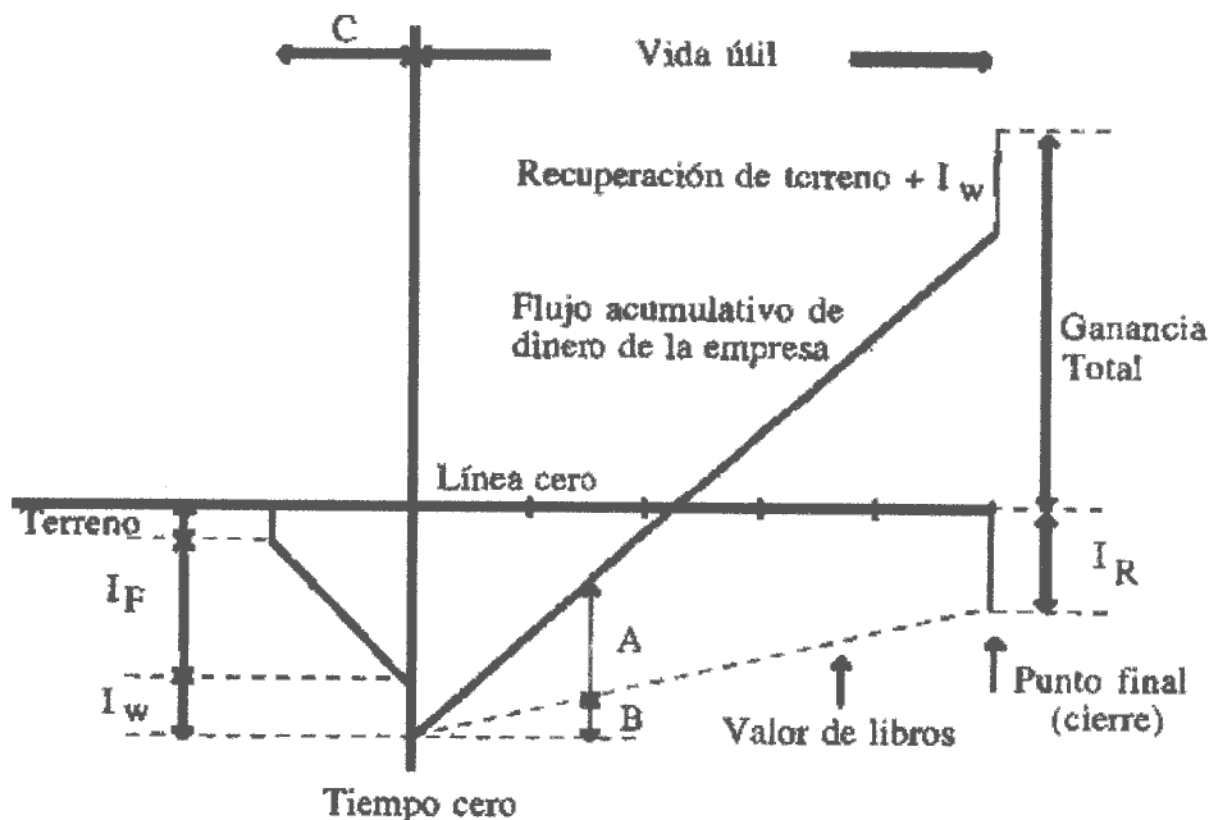


Figura XI.3: Flujo de caja acumulado de un proyecto (Lupin y col., 1998).

En la Figura XI.3, el dinero es representado en ordenadas y el tiempo en abscisas. Tiempo igual a cero significa que la planta comienza a producir. El flujo de caja se acumula, pasando de negativo a positivo. Cuando el proyecto termina, el

capital invertido en activo de trabajo y terreno es recuperado dando un flujo de caja final positivo (Lupin y col, 1998).

XI.4.2. Cuadro de fuentes y usos de fondos

Los esquemas financieros pueden presentarse de modo sencillo haciendo una integración de los datos en los denominados "cuadros de fuentes y usos de fondos". Tales cuadros muestran cuál es el origen o fuente de los fondos y cuál su destino final.

XI.5 Rentabilidad

La palabra "rentabilidad" es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas. Se hace necesario introducir algunos parámetros a fin de definir la rentabilidad. En general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales (V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultado el beneficio bruto (BB) de la compañía

$$BB = V - C \quad (XI.5)$$

Cuando se consideran los costos de depreciación, el beneficio neto antes de impuestos (BNAI) resulta:

$$BNAI = BB - e \times I_F = V - C - e \times I_F \quad (XI.6)$$

Estas ganancias brutas están gravadas impositivamente, de modo tal que el inversor no recibe dicha cantidad de dinero.

En términos generales, cuando se desea realizar una estimación aproximada, puede tomarse un porcentaje arbitrario del 40-50% del beneficio neto antes de impuestos. El beneficio neto (BN) de la compañía puede calcularse como:

$$BN = V - C - e \times I_F - t \times (V - C - d \times I_F) \quad (XI.7)$$

siendo t = tasa impositiva.

El movimiento de dinero hacia o desde la empresa se denomina flujo de caja y se define como la diferencia entre ingresos y costos operativos, (sin los costos de depreciación) y después del pago de impuestos; se puede expresar como:

$$FC = BN + e \times I_F = V - C - t \times (V - C - d \times I_F) \quad (XI.8)$$

$$= BB - t \times (V - C - d \times I_F) \quad (XI.9)$$

XI.5.1 Tasa interna de retorno (TIR)

Este método tiene en cuenta la valorización del dinero invertido con el tiempo y está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto.

La tasa de retorno que se obtiene es equivalente a la máxima tasa de interés que podría pagarse para obtener el dinero necesario para financiar la inversión y tenerla totalmente paga al final de la vida útil del proyecto.

La ecuación para calcular la TIR es:

$$\sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^j} - I_0 = 0 \quad (\text{XI.10})$$

siendo r = tasa de retorno.

XI.5.2 Tiempo de repago (n_R)

Este valor se puede estimar de manera gráfica, acumulando los flujos de caja como se muestra en la Figura XI.3.

XI.5.3 Punto de equilibrio

El modelo más conocido de punto de equilibrio relaciona los costos fijos y variables con los ingresos por ventas con el fin de planificar los beneficios. Matemáticamente, los cálculos son:

$$VT = \text{Precio de venta} \times \text{Nivel de producción} = P \times Q \quad (\text{XI.11})$$

$$CT = \text{Costo variable} \times \text{Nivel de producción} + \text{Costo fijo total} = V \times Q + CFT \quad (\text{XI.12})$$

En el punto de equilibrio, los beneficios se igualan a cero y la producción para el punto de equilibrio se puede calcular como:

$$Q = CFT / (P - V) \quad (\text{XI.13})$$

El valor de Q indica el volumen al cual las ventas y los costos de producción se igualan exactamente.

ANEXO XII**GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN POR OPERACIÓN**

(Moscuzza,2007)

Operación modelo p/calculo :	Cantidad de Contenedores	1
	Toneladas x Contenedor	26
	Cantidad de Toneladas	26

Tipo de Cambio:	\$	3,10
-----------------	----	------

Gastos Fijos de exportación por operación**A) DESPACHANTE ADUANA**

	Operación	Por Ton.	
<i>Fornularios SIM</i>	\$ 12	\$ 0,46	
<i>Tramitación Post-Embarque</i>	\$ 17	\$ 0,65	
<i>Gastos Varios Tramite Exportación</i>	\$ 100	\$ 3,85	
<i>Gastos Utilizacion Sistema Maria</i>	\$ 13	\$ 0,50	\$ 5,46

B) INTERLOG

"Atencion a la Carga"	\$ 250	\$ 9,62	\$ 9,62
-----------------------	--------	---------	----------------

C) CONSORCIO PORTUARIO

"Servicio a las Cargas "	US\$ 1,43	\$ 4,43	\$ 4,43
--------------------------	-----------	---------	----------------

D) MAERSK

	Contenedor	Por Ton.	
<i>THC Origen</i>	US\$ 295,00	\$ 914,50	\$ 35,17
<i>Documentacion</i>	US\$ 45,00	\$ 139,50	\$ 5,37
<i>Empty Cont. Handling</i>	US\$ 22,00	\$ 68,20	\$ 2,62
<i>Custom Port DUES</i>	US\$ 63,21	\$ 195,95	\$ 7,54
			\$ 50,70

E) MOVIMIENTO DE CONTENEDORES PLAZOLETA

	Contenedor	Por Ton.	
<i>South America Trucking</i>	\$ 240	\$ 9,23	\$ 9,23

F) SERVICIOS EXTRAORDINARIOS

	Contenedor	Por Ton.	
<i>ANA</i>	\$ 100	\$ 3,85	
<i>SENASA</i>	\$ 50	\$ 1,92	\$ 5,77

g) CARGA DE CONTENEDORES

	Por Ton.	
<i>Hipocoop</i>	\$ 7,42	\$ 7,42

Costo Variable por Tonelada de una operación FOB de exportación	\$ 92,63
--	-----------------

BIBLIOGRAFÍA

- AGA AB. 2007. Calidad y eficiencia. Suecia. Disponible en : www.aga.com.
- Almados, M.E; Ciarlo, A.S; Giannini, D.H, 1993. Productos pesqueros rebozados, desarrollos y aspectos técnicos. En: *La Industria Cárnica Latinoamericana*. Nº 92. Pág. 40.
- Argen-Pesca S.A. 2006. Disponible en: www.argenpesca.com.
- Argenflex. 2007. Disponible en www.argenflex.com.ar/bobinas.
- Azcurra, G.M. 2007. Comunicación personal.
- Bammi. 2007. Grissino Torinese S.A. Carlos Calvo 1462. Buenos Aires. bammi@speedy.com.ar.
- Boeri, R.; Davidovich, L Lupin, H. 1978. Determinación de la conductividad térmica en filete y desmenuzado de merluza. CITEP. Mar del Plata. Argentina. Contribución Técnica Nº 27. Pág. 63-70.
- Bourlon, X; Caro, S. 1997. El Mercado del Pescado en Buenos Aires. En: *Infopesca. Depósitos de documentos de la FAO*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/X5622S/x5622s00.htm#Contents>.
- Brennan, J. B.; Butters, J. R.; Cowell, N. D.; Lilley, A. E. V. 1998. *Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos*. Ed. Acribia, S.A. España.
- Chiacchiera SRL. 2007. Maquinaria para la industria de la alimentación. Roldán (Sta. Fe). Argentina. Disponible en : www.chiacchiera.com.ar.
- Congelados Ártico S.A. 2006. Disponible en: www.congeladosartico.com.
- Del Valle, C. E. 2007. Comunicación personal.
- Earle, R. L. 1998. Aplicaciones de la transferencia de calor. En: *Unidades Operatorias del Procesado de los Alimentos*. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 65-81.
- EDEA SA. 2007. Empresa Distribuidora de Energía Atlántica. Disponible en: www.edea.com.ar.
- FAO, 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: www.fao.org.
- Fellows, P. 1994. Almacenamiento en refrigeración y atmósferas controladas. En: *Tecnología del Procesado de los Alimentos*. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 373-390.
- Fellows, P. 1994. Congelación. En: *Tecnología del Procesado de los Alimentos*. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 391-418.

- Fellows, P. 1994. Envasado. En: *Tecnología del Procesado de los Alimentos*. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 445-476.
- Fellows, P. 1994. Fritura. En: *Tecnología del Procesado de los Alimentos*. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 342-352.
- Fellows, P. 1994. Mezclado y moldeo. En *Tecnología del Procesado de los Alimentos* Ed. Acribia S.A. España. Pág. 106-113.
- Fennema, O. 1993. Química de los alimentos. Ed. Acribia S.A. España.
- Friedrich, P. 2000. Evaluación del deterioro de aceite de maíz, girasol y arroz durante el proceso de fritura. En: *Serie de ciencia e Ingeniería de alimentos*. Editorial U.P.V. Vol. I. Pág. 245-259.
- Fripack. 2007. Sistemas de envasado. Disponible en: www.fripacksrl.com.ar.
- Frinova S.A.. 2006. Disponible en: www.frinova.es.
- Gortons Products. 2006. Disponible en: www.gortons.com.
- Grantham, G. J. 1981. Minced fish technology. FAO Fisheries Technical Paper N° 216.
- Hanseatica S.R.L.. 2007. Beccar - Buenos Aires - Argentina. Disponible en: www.hanseaticasrl.com.ar.
- Heizer, J, Render, B. 1996. Diseño del proceso y su capacidad para operaciones de clase mundial. En: *Principios de Administración de Operaciones*. Ed. Prentice-Hall Inc. Pág. 197-205.
- Heldman, DR; Lund DB. 1992. Handbook of food engineering. Marcel Dekker Inc., New York.
- Hug-Mar S.A. 2006. Disponible en: www.hug-mar.com.ar.
- Infopesca. 2007. El año según Infopesa. Resumen 2006. Disponible en: www.infopesca.org.
- ITARNEX S.A. 2006. Maquinaria para la industria alimenticia. México D.F. Disponible en: www.itarnex.com.
- ITP. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. 2006. Disponible en: www.itp.org.pe.
- Juárez, J.A. 2007. Comunicación personal.
- Kadoya Takashi. 1990. Food Packaging. Ed. Academic Press, Inc. Part II, cap. 7.
- Karel M; Lund DB. 2003. Physical Principles of Food Preservation. Marcel Dekker Inc. New York.

- Kostaropoulos, A. E y Saravacos, G. D. 2002. Food Engineering series. En: *Handbook of food processing equipment*. Ed. Acribia S.A. España.
- Kostaropoulos, A. E y Saravacos, G. D. 2002. Food packaging equipment. En: *Handbook of food processing equipment*. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 575-621.
- León Bonillo, M.J, Ramírez Juidías, E. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad de Sevilla. Disponible en: www.ccae.es.
- Lumatec S.R.L. 2006. Formulados e ingredientes alimenticios. Champagnat 3798. Mar del Plata.
- Lupin, H.M; Zugarramurdi, A. 1979. Minced: estudio económico. En: *Pesca Argentina*. Año 1, Nº 1.
- Lupin, H. M; Parín, M.A.; Zugarramurdi, A. 1998. Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera. FAO DOCUMENTO TECNICO DE PESCA 351. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s02.htm>.
- Manca, E; Trincherro, J. 1984a. Desmenuzado de pescado: tecnología y posibles usos II parte. *La Industria Cárnica Latinoamericana*. Set/Oct Nº 57. Buenos Aires. Pág. 38 - 47.
- Manca, E; Trincherro, J. 1984b. Desmenuzado de pescado: tecnología y posibles usos III parte. *La Industria Cárnica Latinoamericana*. Nov/Dic Nº 58. Buenos Aires. Pág. 26 - 30.
- Manca, E; Trincherro, J. 1985. Desmenuzado de pescado: tecnología y posibles usos. *La Industria Cárnica Latinoamericana*. Enero /Marzo Nº 59. Buenos Aires. Pág. 6 - 9.
- Meyer, V. 1978. El pescado y los productos de la pesca. Ed. Acribia S.A. España. Pág. 79.
- Multon, J.L. 1998. Aditivos y Auxiliares de fabricación en industrias agro-alimentarias. Ed. Acribia S.A. España.
- Moscuzza e Hijos SA, 2007. Disponible en: www.moscuzza.com.
- Navas Sánchez, J.A. 2005. Optimización y control de la calidad y estabilidad de aceites y productos de fritura.
- OSSE. 2007. Obras Sanitarias Sociedad de Estado. Municipalidad de general Pueyrredón. Disponible en: www.osmgp.gov.ar.
- Paine, F.A; Paine H.Y, 1997. Capítulo 9: frozen foods. En: *Handbook of Food Packaging*. Editorial Blackie Academic & Professional. Pág: 248-257.

- Perry, H.R., Chilton, C. H. 1983. *Chemical Engineers' Handbook*. Ed Mc Graw-Hill, Sexta edición.
- Pescafina S.A. 2006. Disponible en: www.pescafina.com.
- Rodríguez, E. y Gutierrez, R. 2002. Formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos y del 3,4-benzopireno en aceites comestibles alterados por recalentamiento. Lima. Perú.
- Roura, S. 2006. Aspectos químicos y fisiológicos del músculo de pescado. En: *Curso de Tecnología de Productos Pesqueros*. Facultad de Ingeniería. UNMdP
- SAGPyA, 2007. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Republica Argentina: disponible en: www.sagpya.gov.ar.
- Schroeder, R. G. 1992. Selección del proceso. En: *Administración de las Operaciones*. Ed. Mc Graw-Hill. Pág.117-133.
- Singh, Paul R. 1993. Heating and cooling processes for foods. San Diego, Academic Press. Pág. 247-275.
- Solanas, R.S. 1994. El proceso. En: *Producción. Su Organización y Administración en el Umbral del Tercer Milenio*. Ed. Interoceánicas SA. Pág. 135-139.
- USDA, 2007. Foreign Agricultural Service. Disponible en: www.fas.usda.gov.
- Valentas, KJ. 1997. Handbook of food engineering practice. Boca Ratón, CRC. Capítulo 2.
- Valenzuela A. 2004. Estudio comparativo en fritura de la estabilidad de diferentes aceites vegetales.
- Varman, A.H. 1998. Carne y productos cárnicos. Ed. Acribia S.A. España.
- Wong, D. W. S. 1995. Mecanismos y teoría. En: *Química de los alimentos*. Ed. Acribia S.A. España.