Facultad de Ciencias de la Alimentación
UNER



Proyecto Final de Graduación para el Título Ingeniero en Alimentos



Tambo fabrica con producción orgánica: factibilidad como una alternativa de mayor rentabilidad para pequeños tambos lecheros.

Cátedra Formulación y Evaluación de Proyectos

Ing. Carlos Chiarella

Ing. Eduardo Erbetta

Lic. Pedro Kohn

Universidad Nacional de Entre Ríos

Facultad de Ciencias de la Alimentación

Diciembre 2020

Índice de capítulos

Resumen	
Capítulo I	**Introducción y Objetivos**
Capítulo II	**Estudio de Mercado**
Capítulo III	**Localización**
Capítulo IV	**Descripción del Proceso**
Capítulo V	**Balances de Materia y Energía**
Capítulo VI	**Calculo y Adopción de Equipos**
Capítulo VII	**Servicios Auxiliares**
Capítulo VIII	**Instalaciones Eléctricas**
Capítulo IX	**Obras Civiles**
Capítulo X	**Tratamiento de Efluentes**
Capítulo XI	**Estructura Jurídica**
Capítulo XII	**Estructura Organizativa**
Capítulo XIII	**Análisis de Inversiones**
Capítulo XIV	**Análisis de Costos del Proyecto**
Capítulo XV	**Evaluación del Proyecto**
Planos	
Bibliografía	
Copia en versión digital	

Tambo fabrica con producción orgánica: factibilidad como una alternativa de mayor rentabilidad para pequeños tambos lecheros.

La crisis dentro del sector lácteo en nuestro país es bien conocida y de larga data, una de las maneras más graficas de evidenciar esto es observando la evolución de la producción de leche cruda en el último tiempo, la cual se encuentra estancada desde hace 20 años en torno a los 10.000 millones de litros anuales. En términos relativos esto implica una clara disminución del consumo per cápita de productos lácteos en el país.

Si bien la crisis en el sector afecta a todos los eslabones de la cadena productiva; uno de los actores más castigados son los tambos (producción primaria), y dentro de los mismos se encuentran especialmente afectados los pequeños tambos lecheros, debido a que presentan menor productividad en relación a los grandes establecimientos que presentan una actividad más intensiva, menor poder de negociación tanto en la adquisición de insumos como a la hora de establecer el precio de venta de su leche, menor inversión en tecnología, entre otros muchos y variados factores. Una clara evidencia de esto es el preocupante aumento del cierre de pequeños y medianos tambos que se han dado en los últimos años. Donde la provincia de Entre Ríos tiene la particularidad de tener un importante número de unidades productivas de pequeña escala, por lo que se ve especialmente afectada.

El objetivo de este proyecto es plantear una alternativa de mayor rentabilidad para los pequeños tambos lecheros de la provincia.

Dentro de las diversas opciones que se pueden analizar para tal fin, se optó por el estudio del modelo productivo de “tambo-fabrica” o “tambo-quesería”; un modelo ya conocido e implementado en la provincia, sin embargo, aquí se plantea que el mismo alcance el método de producción orgánico.

Esta idea gira en torno a dos grandes ejes, el agregado de valor y la diferenciación para generar ventajas competitivas en relación resto.

La producción orgánica es un modelo de producción cuyo mercado viene creciendo fuertemente en las últimas décadas y presenta perspectivas de seguir haciéndolo de manera sostenida durante los próximos años, ofreciendo de esta manera un mercado de gran potencial a futuro.

La explotación orgánica tiene como bases el cuidado del medioambiente, el bienestar animal, la eliminación de la utilización de sustancias sintéticas (fertilizantes y pesticidas en la producción primaria y conservantes y aditivos en procesado) y organismos genéticamente modificados (OGMs); otorgándole gran valor a los productos “naturales”, con mínimos procesamientos y agregados.

Si bien este modelo productivo genera mayores costos a la hora de producir alimentos orgánicos en relación al método de producción convencional, el consumidor está totalmente dispuesto a pagar un precio diferencial por alimentos que reúnan estas características.

Si se analiza la producción de los pequeños tambos lecheros se puede observar que tiene ciertas similitudes con el modelo orgánico, características tales como la baja relación entre el número de animales y la superficie del campo, o el elevado porcentaje de pastoreo en la alimentación de las vacas, estos entre otros son aspectos que para lograr una alta productividad en el sistema convencional resultan negativos y que se vuelven positivos en términos del sistema de producción orgánico. Por lo que de esta manera se estarían aprovechando y capitalizando estas características propias de estas pequeñas unidades productivas. Esto implica además que una conversión desde el sistema producción actual de estos pequeños establecimientos hacia el sistema de producción orgánico se debería dar sin mayores problemas y no implicaría una significativa reducción en los niveles de producción.

A su vez pensando en la transformación de la leche cruda obtenida, el modelo de tambo-fabrica permite trabajar con una materia prima de elevada calidad y evita los costos de transporte del tambo a la fábrica.

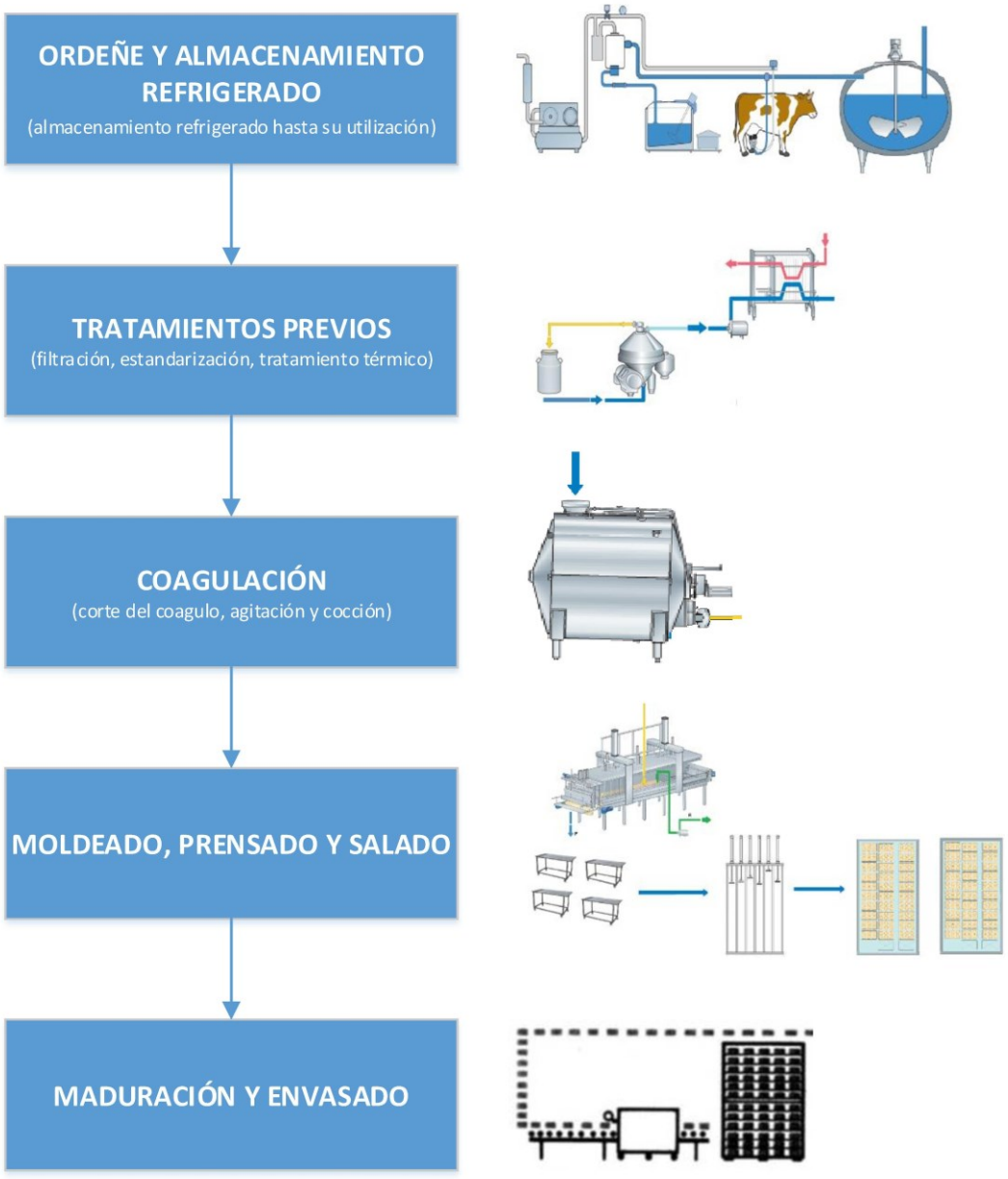
Este proyecto toma como modelo un pequeño tambo ubicado al sur de Entre Ríos, donde la leche cruda obtenida se procesará dentro de una planta lindante al tambo, para la obtención de un queso semiduro (Pategrás), un queso de pasta dura (Reggianito) y Yogur. Dichos productos serán comercializados en tiendas físicas y de

venta online especializadas en este tipo de productos de la Ciudad de Buenos Aires (CABA), principal mercado de productos orgánicos en el país.

La planta procesará los 2500 litros de leche cruda producidos diariamente por el tambo, donde para cada uno de los quesos se destinan 1000 litros y los 500 litros restantes son destinados a la producción de yogur.

El análisis económico-financiero se determinó que el proyecto es rentable dando un Valor Actual Neto (VAN) de $ARS 13.514.342 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 49%.

Diagrama de flujo



Dairy farms factory with organic production: feasibility as a higher profitability alternative for small dairy farms.

The crisis within the dairy sector in our country is well known and long-standing, one of the most graphic ways to show this is by observing the evolution of raw milk production in recent times, which has been stagnant for 20 years around 10,000 million liters per year. In relative terms, this implies a clear decrease in the per capita consumption of dairy products in the country.

Although the crisis in the sector affects all the links of the productive chain; One of the most affected actors is dairy farms (primary production), and within these small dairy farms are especially affected, because they present lower productivity in relation to large establishments that present a more intensive activity, less power of negotiation both in the acquisition of inputs and when establishing the sale price of their milk, less investment in technology, among many other and varied factors. Clear evidence of this is the worrying increase in the closure of small and medium dairy farms that have occurred in recent years. Where the province of Entre Ríos has the particularity of having a significant number of small-scale productive units, which is why it is especially affected.

The objective of this project is to propose a more profitable alternative for the small dairy farms in the province.

Among the various options that can be analyzed for this purpose, it was chosen to study the production model of "dairy farm-factory" or " dairy farm-cheese factory"; a model already known and implemented in the province, however, here it is proposed that the same reach the organic production method.

This idea revolves around two main axes, adding value and differentiation to generate competitive advantages over the rest.

Organic production is a production model whose market has been growing strongly in recent decades and has the prospect of continuing to do so in a sustained manner over the next few years, thus offering a market with great future potential.

Organic exploitation is based on caring for the environment, animal welfare, eliminating the use of synthetic substances (fertilizers and pesticides in primary production and preservatives and additives in processing) and genetically modified organisms (GMOs); giving great value to "natural" products, with minimal processing and additions.

Although this production model generates higher costs when it comes to producing organic food in relation to the conventional production method, the consumer is fully willing to pay a differential price for foods that meet these characteristics.

If the production of small dairy farms is analyzed, it can be observed that it has certain similarities with the organic model, characteristics such as the low relationship between the number of animals and the area of the field, or the high percentage of grazing in the feeding of the cows, these among others are aspects that to achieve high productivity in the conventional system are negative and that become positive in terms of the organic production system. Therefore, in this way they would be taking advantage of and capitalizing on these characteristics of these small productive units. This also implies that a conversion from the current production system of these small establishments to the organic production system should take place without major problems and would not imply a significant reduction in production levels.

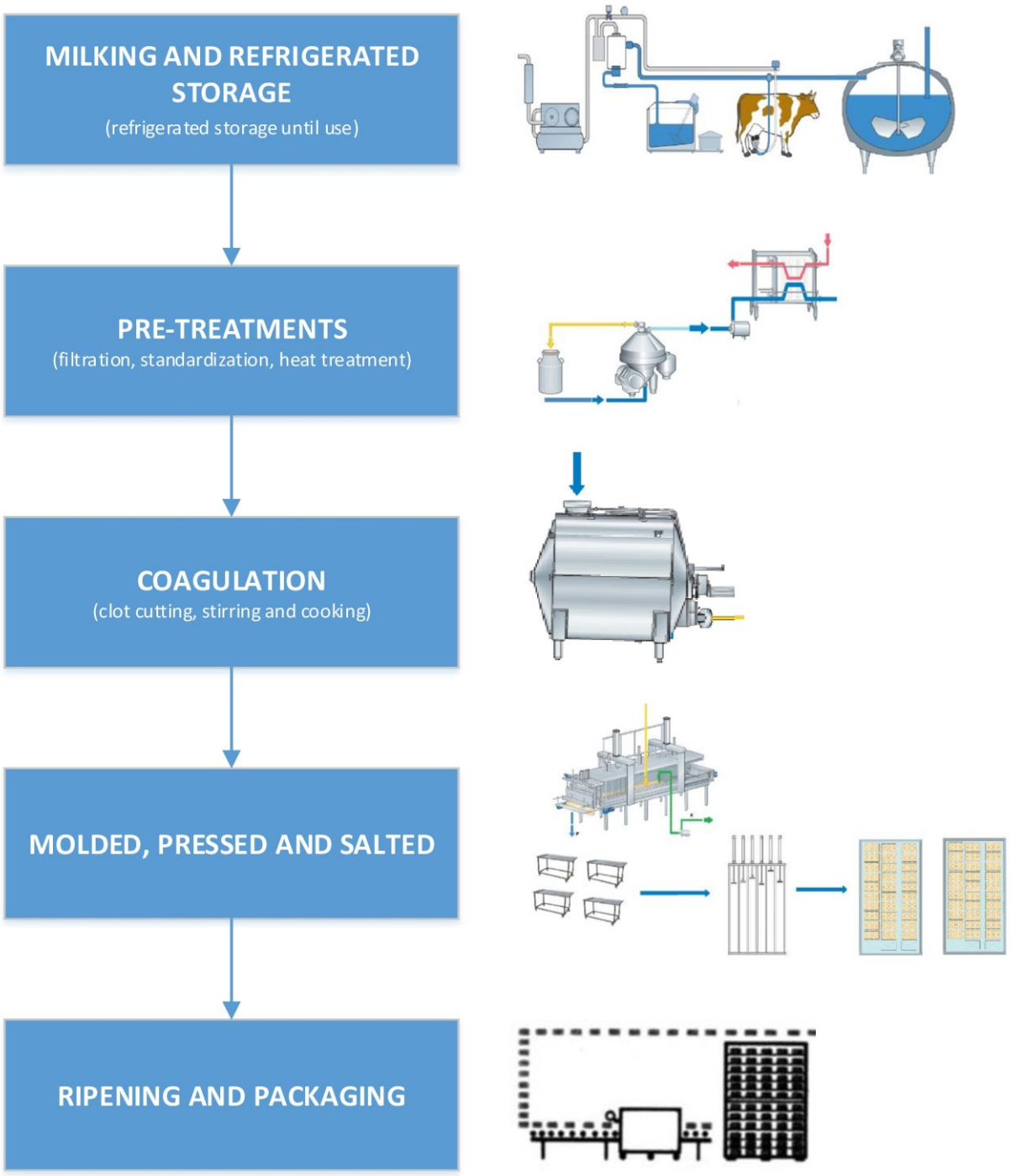
At the same time, thinking about the transformation of the raw milk obtained, the dairy farm-factory model allows working with a high-quality raw material and avoids the costs of transportation from the dairy farm to the factory.

This project takes as a model a small dairy farm located south of Entre Ríos, where the raw milk obtained will be processed inside a plant adjacent to the dairy farm, to obtain a semi-hard cheese (Pategrás), a hard cheese (Reggianito) and Yoghurt. Said products will be sold in physical and online stores specialized in this type of product in the City of Buenos Aires (CABA), the main market for organic products in the country.

The plant will process the 2,500 liters of raw milk produced daily by the dairy farm, where 1,000 liters are destined for each of the cheeses and the remaining 500 liters are destined to the production of yogurt.

Through the economic-financial analysis it was determined that the project is profitable, giving a Net Present Value (NPV) of $ ARS 13,514,342 and an Internal Rate of Return (IRR) of 49%.

Flow sheet



Capítulo I

Introducción y objetivos del proyecto

Índice

Introducción 3

Descripción de la crisis del sector lácteo en Argentina 4

Alternativas como posibles soluciones al problema 6

Objetivos del proyecto 7

Introducción

La idea de este proyecto surge a raíz de que provengo de un pequeño pueblo del sur de la provincia de Entre Ríos donde la actividad económica principal es la agropecuaria en general y dentro de ésta se encuentra la del sector lácteo en particular, encontrándose aquí varios tambos de pequeña escala.

Como es habitual en un pueblo de la zona rural uno tiene contacto con todos los habitantes del mismo, y de la relación con los productores tamberos uno tomaba conocimiento de la delicada situación en relación a la rentabilidad que esta actividad les dejaba. Ellos expresaban, y como seguramente le pasaba y le pasa a un gran número de productores por todo el territorio argentino, que los márgenes de ganancias que les quedaban luego de vender la leche a la industria eran mínimos, apenas suficientes en muchos periodos para cubrir los costos de producción, y que además el trabajo es mucho y muy sacrificado.

Sumado a esto cuando ellos observaban el precio de un litro de leche en la góndola de un supermercado, o de los almacenes del pueblo, y comparaban este precio con el que la industria le pagaba por un litro de leche cruda se encontraban con una diferencia muy importante, a partir de esta observación algunos de ellos llegaban a la conclusión de que a ellos les pagaban muy poco y que la industria sacaba grandes ganancias con los alimentos que producían a partir de la materia prima que ellos les proveían; sin embargo, como se verá más adelante esta apreciación no es correcta, sino que en nuestro país desde hace muchos años la cadena láctea viene sufriendo una crisis prolongada que afecta a casi todos los eslabones de la cadena (no solo a la producción primaria), dándole márgenes de ganancias bajos y con muy poca capacidad de crecimiento y desarrollo.

Es así que la idea de este proyecto consiste en intentar buscar una alternativa más rentable para un pequeño tambero, pero una alternativa vinculada con dicha actividad, no la de cerrar el tambo y comenzar a trabajar con la soja, hecho que se ha visto mucho en los últimos años en nuestro país.

Descripción de la crisis del sector lácteo en Argentina

Para poder llegar a una buena alternativa es importante en principio conocer el contexto en el cual se viene desarrollando el sector lácteo e intentar entender cuáles son las posibles causas de las problemáticas que se encuentra atravesando el mismo.

Existen muchos indicadores o gráficos que pueden dar cuenta de una situación de crisis, a continuación, se muestra un gráfico que lo expresa de manera muy clara:

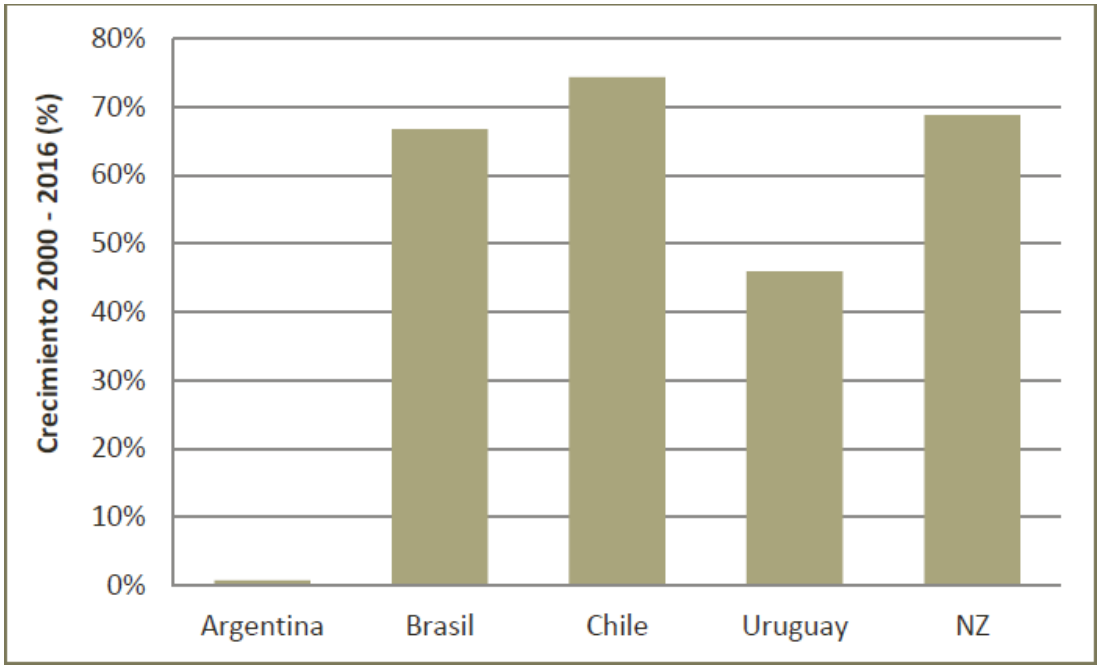


figura 1: Comparación del crecimiento de la producción de leche de Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, 2000-2016 (en %).http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/12305295-diagnostico-competitivo-del-sector-lacteo-argentino.

Aquí se compara el crecimiento de la producción de leche en Argentina con el de otros países competidores a nivel regional y global como Brasil, Chile, Uruguay y Nueva Zelanda, para el periodo 2000-2016. Se puede ver como el crecimiento en la producción de leche en Argentina es prácticamente nulo en este periodo mientras que los otros países crecieron en promedio un 64 %, estas diferencias son lo suficientemente significativas como para respaldar la idea de que el sector lácteo en nuestro país presenta serios problemas de desarrollo.

En vista de esto es evidente la existencia de un problema, lo que sigue entonces es tratar de identificar las causas de dicha crisis del sector.

Existen varios estudios de organismo oficiales como el Ministerio de Agroindustria u el Observatorio de la Cadena Láctea Argentina (OCLA)[i] donde se identifican las causales de esta crisis, estos estudios hacen referencia al efecto que tiene el precio internacional del Valor por Litro de Leche Equivalente (VLE) sobre el precio de dicho indicador en el mercado interno. Es decir, que el precio que le pagan al productor por cada litro de leche cruda está influenciado en parte por el precio del mercado internacional del VLE (esto se debe a que la leche es un comodity) esta dependencia con el precio del mercado internacional hace que los márgenes de ganancias de la cadena productiva en general dependan de la competitividad de la misma, donde una mayor competitividad implica una mayor ganancia por parte de la cadena productiva. Pero es aquí donde se encuentra el problema, debido a que los diferentes eslabones de la cadena presentan diferentes problemas de competitividad.

Dentro de las situaciones que generan los problemas más relevantes en la competitividad de la cadena se pueden mencionar:

- El costo de la producción primaria ha ido creciendo fuertemente en los últimos años en relación a los países competidores, que en algunos casos han bajado dichos costos por aumentos en la productividad derivados de inversiones tecnológicas en el tambo.
- El costo de producción dentro del país es aún mayor para los tambos pequeños, debido a que suelen tener una baja proporción de animales por unidad de superficie y los alimentan en gran medida a través del pastoreo.
- Aumento del costo de oportunidad de la producción primaria, debido a la aparición de otras actividades con buena rentabilidad y menor trabajo que compite por el capital y recursos, como la producción de soja.
- Muchos tambos de pequeño tamaño diseminados por una extensa superficie del territorio nacional, esto implica altos costos logísticos de obtención de la materia prima por parte de las industrias.
- Plantas industriales en su mayoría de baja y media escala con costos de procesamientos altos comparados con países competidores.
- Bajo porcentaje de ocupación de la capacidad industrial instalada, esto tiene un peso relativo elevado, mucho mayor aun que el del punto anterior en cuanto a la competitividad y a los costos de procesamiento.
- Elevados costos logísticos de transporte y distribución.

- Elevadas cargas sociales e impositivas.
- Cuotas elevadas de impuestos a la exportación.

Alternativas como posibles soluciones al problema

Una vez identificadas algunas de las problemáticas más importantes en la cadena de valor del sector lácteo solo resta pensar alternativas que brinden mayor rentabilidad al tambero.

Haciendo un análisis rápido las primeras alternativas que surgen son:

- ✓ Aumentar el rendimiento y la productividad de dicha actividad, aumentando la densidad de ganado en el tambo e incrementando la proporción de balanceado en la dieta animal (esto en relación al punto que hacía referencia al menor rendimiento y por ende mayor costo presentado por los tambos de pequeña escala), es decir, pasar a un sistema de producción más intensivo.
- ✓ Incorporando valor agregado a lo producido.

En este proyecto se aborda la segunda alternativa planteada, y dentro de esta se desarrollará la idea de un "TAMBO FABRICA CON PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE LECHE", en primer lugar la figura de tambo fabrica hace referencia a que el tambo dejará de venderle la leche cruda que produce a la industria para comenzar a utilizarla en la fabricación de productos lácteos de mayor valor agregado, este modelo elimina prácticamente un aspecto que representa un gasto importante para la industria y que es el costo logístico de la obtención de la leche cruda como materia prima.

En segundo lugar, la producción orgánica presenta ciertas ventajas de acuerdo a lo investigado:

- ➢ Le agrega valor tanto a la leche cruda como a los productos elaborados a partir de ella.
- ➢ Se ingresa en un mercado con mucha potencialidad, que viene creciendo sostenidamente desde hace muchos años y con un pronóstico aún más favorable para el futuro (aquí cabe señalar que el mercado se encuentra principalmente en países desarrollados con poblaciones de elevado poder adquisitivo, en Argentina el mercado aún es muy pequeño).

- Presenta incentivos, facilidades de financiación y asesoramiento por parte de organismos gubernamentales para la conversión de la práctica convencional a la orgánica (certificación), además de incentivos y reintegros para la exportación de dichos productos.
- Existen ciertas similitudes entre el sistema de producción que llevan a cabo los pequeños tambos lecheros y las exigencias propias de una producción orgánica, tales como la baja relación entre el número de animales y la superficie del campo, o el elevado porcentaje de pastoreo en la alimentación de las vacas; aspectos que para una alta productividad en el sistema convencional eran negativos se vuelven positivos a la hora de encarar la conversión al sistema de producción orgánico, en este sentido la conversión no implicaría una elevada disminución de la productividad de las vacas y la adecuación al nuevo sistema debería darse sin mayores inconvenientes.

Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es evaluar la factibilidad de la alternativa planteada: “un tambo fabrica con producción orgánica”.

En este proyecto se analizará la rentabilidad de este modelo y si vale la pena para el productor realizar dicho cambio e inversión, para ello se deberán determinar el mercado y el producto más adecuados.

[i] Observatorio de la Cadena Láctea Argentina, OCLA. (2018). Diagnostico competitivo del sector lácteo argentino. Recuperado de: http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/12305295-diagnostico-competitivo-del-sector-lacteo-argentino

Capítulo II

Estudio de Mercado

Índice

Descripción del producto 3
Productos orgánicos 3
Productos lácteos orgánicos 3
Quesos orgánicos 6
Descripción de la demanda 7
Mercado orgánico mundial 7
Productos lácteos dentro de mercado orgánico mundial 10
Perfil del consumidor de productos orgánicos 13
Mercado orgánico argentino 15
Determinación del tamaño del mercado orgánico argentino 15
Descripción de la oferta 21
Comercialización de productos orgánicos 22

Descripción del producto

Productos orgánicos

La Resolución 374 de SENASA[i] describe a la producción orgánica como:

"*Un sistema general de manejo agrícola y de producción de alimentos que combina las mejores prácticas de gestión ambiental, conservando un elevado nivel de biodiversidad, preservando los recursos naturales, atendiendo las normas de bienestar animal y las preferencias de determinados consumidores por productos obtenidos a partir de materias primas, sustancias y procesos naturales".*

"Que, por dicho motivo, los métodos de producción orgánicos desempeñan un papel social doble, aportando, por un lado, productos orgánicos a un mercado específico que responde a la demanda de los consumidores y, por otro, bienes públicos que contribuyen a la protección del ambiente, al bienestar animal y al desarrollo rural".

En el ideario popular se asocian a los productos orgánicos con productos "naturales" o "libres de productos químicos sintéticos" como residuos de fertilizantes y pesticidas en los productos frescos, o conservantes químicos en los productos elaborados, sin embargo, la producción orgánica no solo restringe la utilización de estos compuestos químicos sintéticos, sino que tiene como ejes también el bienestar ambiental y animal y la creación de modelos de producción sustentables y amigables con el medio ambiente.

Productos lácteos orgánicos

Como ya se mencionó los productos orgánicos en general se caracterizan desde el punto de vista de su composición por estar libres de cualquier sustancia química sintética (que suele asociarse con efectos adversos para la salud del consumidor); además de ser producidos mediante un modelo productivo amigable con los animales y el medio ambiente.

Pero los productos lácteos orgánicos en particular presentan una ventaja adicional, en relación a su composición nutricional, según un estudio que recopiló resultados de cientos de investigaciones científicas[ii], al comparar la composición de la leche obtenida por sistemas productivos orgánicos con los de sistemas convencionales llega a la conclusión de que la leche orgánica posee aproximadamente un 50 % más de ácidos grasos del grupo Omega-3, y también un mayor contenido de ácidos linoleicos

conjugados (CLA). Estos resultados también se reflejan al analizar productos lácteos tales como manteca, crema, queso y yogur. Estos ácidos grasos son considerados como beneficiosos para la salud del consumidor, ya que su ingesta reduce la incidencia de enfermedades cardiovasculares y mejora el desarrollo y la función neurológica e inmunológica. Estos tan interesantes perfiles de ácidos grasos en la leche orgánica se relacionan con el tiempo que pasan las vacas en el pastoreo directo y con la baja y nula proporción de grano en su dieta.

Este estudio presenta los resultados de un metanálisis basados en 170 estudios publicados que comparan el contenido de nutrientes de la leche bovina orgánica y convencional y dentro de sus conclusiones arrojo que no hubo diferencias significativas en las concentraciones totales de ácidos grasos saturados (SFA) y ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) entre la leche orgánica y la convencional. Sin embargo, las concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) totales y los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (n-3 PUFA) fueron significativamente más altas en la leche orgánica, en un estimado de 7 % y 56%, respectivamente.

Concentraciones de ácido α-linolénico (ALA), ácidos grasos omega 3 de cadena larga (EPA + DPA + DHA) y ácido linoleico conjugado (CLA) también fueron significativamente más altos en la leche orgánica, en un 69 %, 57 % y 41 %, respectivamente.

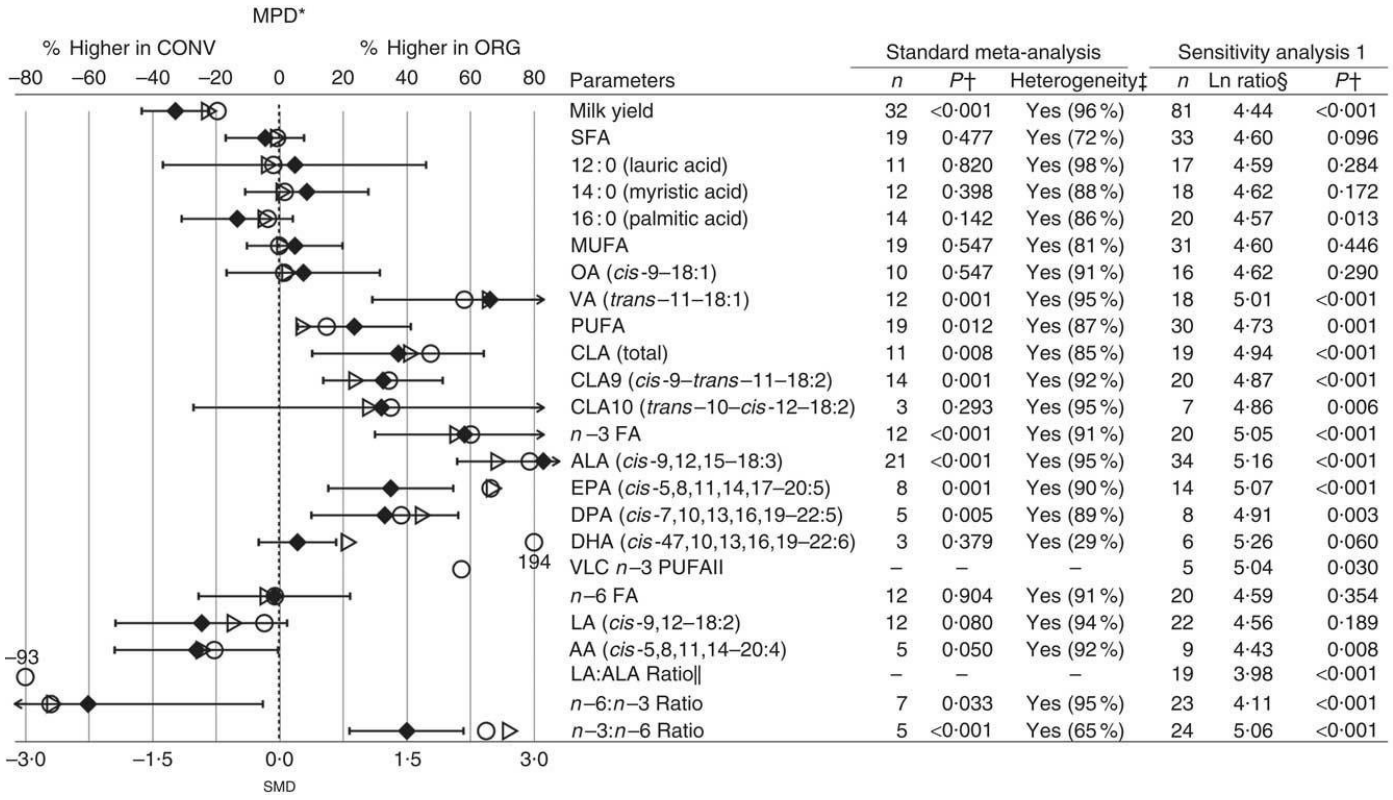
Como no hubo diferencias significativas en las concentraciones totales de ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (PUFA n -6) y ácido linoleico (AL), las relaciones n -6 / n -3 y LA / ALA fueron menores en la leche orgánica, en un estimado de 71 % y 93%.

Se ha demostrado que el ácido linoleico (LA) y el ácido α-linolénico (ALA), EPA, DPA y DHA inducen efectos protectores contra las enfermedades cardiovasculares (ECV). Se sabe que el LA reduce la producción de lipoproteínas de baja densidad (LDL, conocido como “colesterol malo”) y aumenta su eliminación, mientras que el EPA y el DHA reducen la arritmia, la presión arterial, la sensibilidad plaquetaria, la inflamación y los niveles séricos del trastorno de ansiedad generalizada (TAG). El aumento en la ingesta de PUFA n-3 de cadena muy larga (EPA + DPA + DHA) también se ha relacionado con otros beneficios para la salud, que incluyen un mejor desarrollo y función del cerebro fetal, retraso en la función cognitiva en hombres de edad avanzada y menor riesgo de demencia (especialmente la enfermedad de Alzheimer).

El ácido linoleico conjugado con PUFA (CLA) se ha relacionado con efectos antiobesidad, anticancerígenos, antiaterogénicos, antihipertensivos, antipipipogénicos y antidiabetogénicos, así como una mejor función del sistema inmunitario y formación ósea.

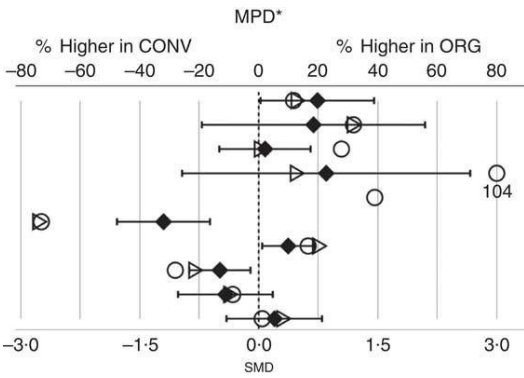
Se concluye que la leche bovina orgánica tiene una composición de ácidos grasos más deseable que la leche convencional. El metanálisis también mostró que la leche orgánica tiene un contenido significativamente mayor de α-tocoferol y Fe, pero menores concentraciones de I y Se.

Las siguientes figuras muestran gráficamente los datos estadísticos que arrojaron las conclusiones antes mencionadas:



Parameters	Standard meta-analysis n	Standard meta-analysis P†	Standard meta-analysis Heterogeneity‡	Sensitivity analysis 1 n	Sensitivity analysis 1 Ln ratio§	Sensitivity analysis 1 P†
Milk yield	32	<0·001	Yes (96 %)	81	4·44	<0·001
SFA	19	0·477	Yes (72 %)	33	4·60	0·096
12 : 0 (lauric acid)	11	0·820	Yes (98 %)	17	4·59	0·284
14 : 0 (myristic acid)	12	0·398	Yes (88 %)	18	4·62	0·172
16 : 0 (palmitic acid)	14	0·142	Yes (86 %)	20	4·57	0·013
MUFA	19	0·547	Yes (81 %)	31	4·60	0·446
OA (*cis*-9–18:1)	10	0·547	Yes (91 %)	16	4·62	0·290
VA (*trans*–11–18:1)	12	0·001	Yes (95 %)	18	5·01	<0·001
PUFA	19	0·012	Yes (87 %)	30	4·73	0·001
CLA (total)	11	0·008	Yes (85 %)	19	4·94	<0·001
CLA9 (*cis*-9–*trans*–11–18:2)	14	0·001	Yes (92 %)	20	4·87	<0·001
CLA10 (*trans*–10–*cis*-12–18:2)	3	0·293	Yes (95 %)	7	4·86	0·006
n –3 FA	12	<0·001	Yes (91 %)	20	5·05	<0·001
ALA (*cis*-9,12,15–18:3)	21	<0·001	Yes (95 %)	34	5·16	<0·001
EPA (*cis*-5,8,11,14,17–20:5)	8	0·001	Yes (90 %)	14	5·07	<0·001
DPA (*cis*-7,10,13,16,19–22:5)	5	0·005	Yes (89 %)	8	4·91	0·003
DHA (*cis*-47,10,13,16,19–22:6)	3	0·379	Yes (29 %)	6	5·26	0·060
VLC *n*–3 PUFAII	–	–	–	5	5·04	0·030
n–6 FA	12	0·904	Yes (91 %)	20	4·59	0·354
LA (*cis*-9,12–18:2)	12	0·080	Yes (94 %)	22	4·56	0·189
AA (*cis*-5,8,11,14–20:4)	5	0·050	Yes (92 %)	9	4·43	0·008
LA:ALA Ratio‖	–	–	–	19	3·98	<0·001
n–6:*n*–3 Ratio	7	0·033	Yes (95 %)	23	4·11	<0·001
n–3:*n*–6 Ratio	5	<0·001	Yes (65 %)	24	5·06	<0·001

figura 1: Resultados de los metanálisis estándar y el análisis de sensibilidad para la composición de la grasa en la leche de vaca. † Significativamente diferente entre muestras orgánicas (ORG) y muestras convencionales (CONV) (P <0 · 05). ‡ Heterogeneidad y la estadística I 1. § Ln ratio = Ln (ORG / CONV × 100%). n , número de puntos de datos incluidos en los metanálisis; OA, ácido oleico; VA, ácido vacunénico; CLA, ácido linoleico conjugado; ALA, ácido α- linolénico; VLC n -3 PUFA, muy de cadena larga n -3 PUFA (EPA + DPA + DHA); LA, ácido linoleico; AA, ácido araquidónico. Recuperado de: https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/higher-pufa-and-n3-pufa-conjugated-linoleic-acid-tocopherol-and-iron-but-lower-iodine-and-selenium-concentrations-in-organic-milk-a-systematic-literature-review-and-meta-and-redundancy-analyses/A7587A524F4235D8E98423E1F73B6C05/core-reader#



Parameters	Standard meta-analysis			Sensitivity analysis 1		
	n	*P*†	Heterogeneity‡	*n*	Ln ratio§	*P*†
α-Tocopherol	9	0·047	Yes (81 %)	17	4·70	0·013
Carotenoids	5	0·342	Yes (89 %)	5	4·79	0·385
β-Carotene	7	0·791	Yes (71 %)	14	4·79	0·047
Lutein	3	0·361	Yes (88 %)	6	5·10	0·078
Zeaxanthin	–	–	–	6	4·90	0·046
I	6	<0·001	Yes (65 %)	7	4·08	0·008
Fe	8	0·034	No (0 %)	9	4·74	0·057
Se	4	0·015	No (0 %)	8	4·42	0·126
Urea	7	0·176	Yes (70 %)	11	4·53	0·085
SCC	20	0·537	Yes (96 %)	47	4·66	0·170

figura 2: Resultados de los metanálisis estándar y el análisis de sensibilidad para antioxidantes, minerales, urea y recuento de células somáticas (SCC) en la leche de vaca † Significativamente diferente entre muestras orgánicas (ORG) y muestras convencionales (CONV) (P <0 · 05). ‡ Heterogeneidad y la estadística I 2 . § Ln ratio = Ln (ORG / CONV × 100%). n, número de puntos de datos incluidos en los metanálisis. Recuperado de: https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/higher-pufa-and-n3-pufa-conjugated-linoleic-acid-tocopherol-and-iron-but-lower-iodine-and-selenium-concentrations-in-organic-milk-a-systematic-literature-review-and-meta-and-redundancy-analyses/A7587A524F4235D8E98423E1F73B6C05/core-reader#

En el marco de este proyecto se apuntará a la elaboración de "quesos de pasta dura y semidura", así como de yogur, ya que el objetivo es lograr elaborar productos con el mayor valor agregado posible, además estos productos presentan ciertas ventajas como lo son su prolongada vida útil y su nobleza en cuanto a la conservación (presentan pocos problemas microbiológicos y es posible conservarlos en condiciones fáciles de lograr y de bajo costo), esto último es importante si se piensa en un mercado alejado del punto de producción.

Además, el bajo volumen de los productos obtenidos en relación a la materia prima utilizada reduce los costos logísticos y transporte del producto al punto de venta.

Quesos orgánicos

Todos los productos orgánicos industrializados deben cumplir en primer lugar los requisitos establecidos por el Código Alimentario Argentino para el producto convencional y adicionalmente deben satisfacer los requisitos particulares que demandan la certificación orgánica en la resolución 374 de SENASA antes citada.

En su Capítulo VIII el CAA define QUESOS a través del Artículo 605[iii] de la siguiente manera:

"Se entiende por Queso el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o

combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes".

"Se entiende por Queso Madurado el que ha experimentado los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos de la variedad de queso".

De acuerdo al contenido de humedad los quesos se clasifican en:

- Duro: menor al 35,9 %
- Semiduro: 36 % – 45,9 %
- Blando: 46 % - 54,9 %
- Fresco: mayor al 55 %

Descripción de la demanda

Mercado orgánico mundial

Todos los años desde hace tiempo la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) junto con el Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FIBL) publican un anuario titulado "The World of Organic Agriculture[iv]" donde publican estadísticas y tendencias del mercado orgánico de los países de todo el mundo; según la edición 2019 de dicho anuario las ventas de alimentos y bebidas orgánicos en todo el mundo en 2017 alcanzaron los 97 mil millones de euros; donde los países con los mayores mercados de productos orgánicos fueron Estados Unidos (40 mil millones de euros), Alemania (10 mil millones de euros) y Francia (7,9 mil millones de euros).

El mayor consumo per cápita anual se dio en Suiza y Dinamarca con casi 300 euros, donde este último además posee la más alta cuota de los productos orgánicos en el mercado de alimentos en general con un 13,3 %, seguido de Suecia (9,1 %) y Suiza (9 %).

Se observó un crecimiento del mercado orgánico en todos los países para los cuales se disponía de datos en 2017, y en muchos casos tal crecimiento fue de dos dígitos, Francia y España fueron los países que registraron el mayor crecimiento con 18 % y 16,4 % respectivamente.

En Europa los alimentos orgánicos están comenzando a incursionar en el sector de restaurantes y servicios de alimentos, con un número creciente de restaurantes, cafeterías, bares, cantinas que utilizan ingredientes orgánicos y/o sirven productos orgánicos. Algunos gobiernos están alentando a las escuelas y comedores públicos a utilizar ingredientes y productos orgánicos.

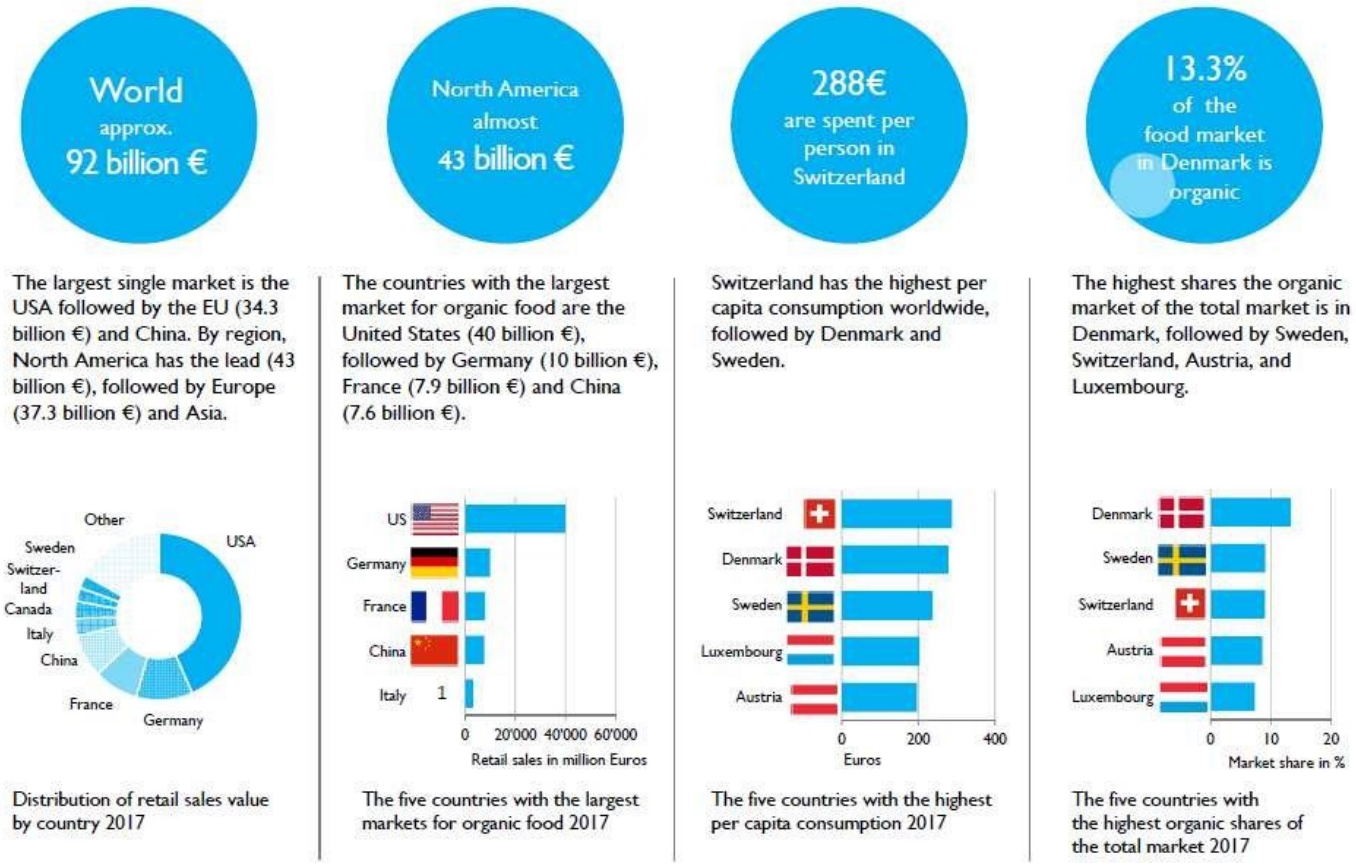


figura 3::estadísticas del mercado orgánico 2017. Fuente: Encuesta de FiBL 2019 www.organic-world.net - statistics.fibl.org

Como se puede observar en la figura 1 el 90 % de la demanda de productos orgánicos se encuentra concentrada entre Estados Unidos y la Unión europea.

En este anuario se cita a la "escasez de la oferta" como un posible escenario de mantenerse la tendencia observada actualmente y un desafío del futuro, esta visión se basa en la observación de que la demanda de productos orgánicos viene creciendo a tasas importantes y de manera sostenida hace ya muchos años (las ventas de productos orgánicos aumentaron casi 4 veces entre 2003 y 2017) y sin embargo, la cantidad de tierra destinada a la producción orgánica así como el número de productores avocados a esta actividad crece en una menor proporción, y advierten

que "*si esta tendencia continua, podría llegar a darse una situación de déficit en el suministro de alimentos orgánicos en el futuro*".

El siguiente gráfico es para la Unión europea puntualmente y es a raíz de esta situación que algunos profesionales relacionados con el tema ven una oportunidad de mucho potencial en esta área para Argentina.

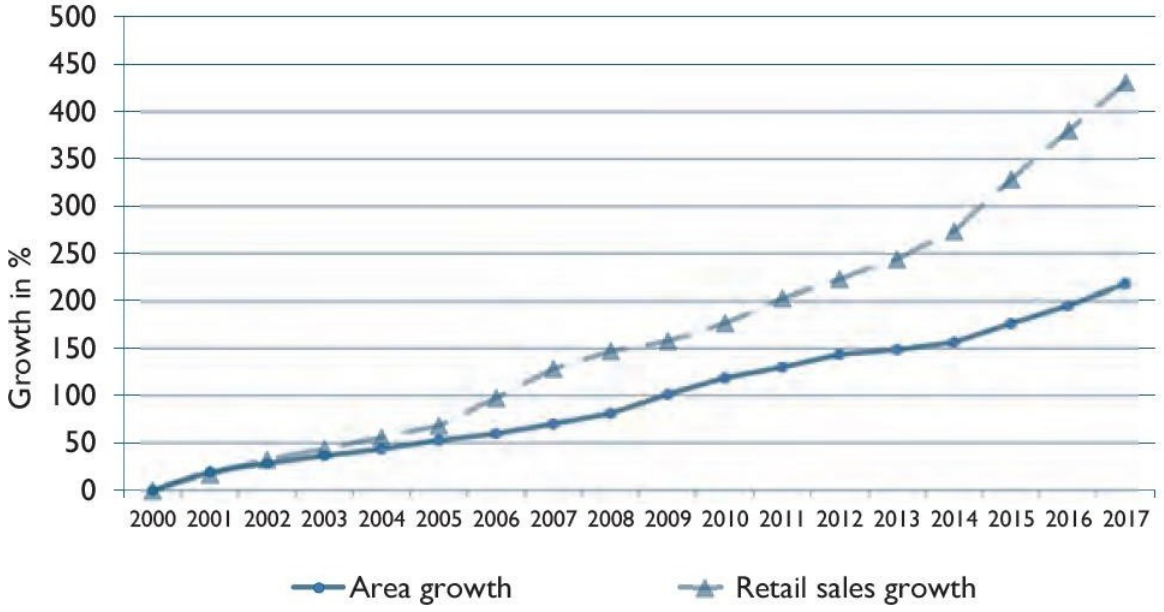


figura 4: comparación entre el crecimiento del área utilizada para la producción orgánica y el crecimiento en las ventas de productos orgánicos para el periodo 2000 – 2017. Fuente: encuestas FIBL-AMI 2006-2019.

Así por ejemplo lo expresa un artículo de la edición digital de Alimentos Argentinos titulada "Producción de leche orgánica. REALIDAD EN EL MUNDO, PROMESA EN LA ARGENTINA[v]" donde señalan que a nivel mundial, los lácteos orgánicos protagonizan un fuerte crecimiento y se han convertido en uno de los sectores de mayor gravitación dentro del mercado de alimentos y bebidas orgánicas. En la sección de dicho artículo "ESCENARIO FUTURO EN ARGENTINA" el autor expresa:

"*Pese a sus bajos volúmenes de producción, Argentina presenta un gran potencial de desarrollo para el sector lácteo orgánico, tanto para el mercado interno como para el mercado internacional. Actualmente, solo hay dos empresas certificadas para producir y comercializar leche orgánica*".

"Al respecto, **es importante tener en cuenta que la Normativa Argentina para la Producción Orgánica está reconocida por la UE, por lo que todo producto orgánico elaborado en el país, accede de manera directa al mercado europeo"**.

Considerando la expansión mundial de la leche orgánica y sus derivados industrializados, Argentina podría satisfacer las demandas mundiales insatisfechas y posicionarse por su calidad a nivel internacional. Asimismo, resta satisfacer también un mercado interno con una creciente demanda de productos orgánicos, impulsada por clientes que se hallan cada vez mejor informados y conscientes de su alimentación".

Tabla 1: Operadores orgánicos en Europa y la UE en 2017. Fuente: Encuesta de FiBL-AMI 2019 basada en fuentes de datos nacionales y Eurostat

	Europe			European Union		
	No.	Growth 1 year	Growth 10 years	No.	Growth 1 year	Growth 10 years
Producers	397'509	6.5%	78.7%	305'394	3.5%	54.8%
Processors	71'375	8.3%	108.2%	68'164	8.8%	106.3%
Importers	5'314	14.1%	74.5%	4'585	15.5%	75.8%
Exporters	2'916	30.4%		2'666	30.0%	

Esta tabla muestra separados por grupos los **productores, procesadores, importadores** y **exportadores** y su crecimiento o desarrollo en 1 y 10 años. Aquí se puede observar cómo ha crecido el nivel de importadores tanto en Europa como en la unión europea, este crecimiento se observa similar e incluso mayor al crecimiento en el nivel de productores, un dato más que da cuenta de la necesidad por parte de esta región de importar alimentos orgánicos y por ende de la oportunidad de los países en desarrollo de poder vender estos productos en dicha región.

Productos lácteos dentro de mercado orgánico mundial

La producción de leche de vaca orgánica se ha tomado como uno de los indicadores relacionados con la producción, ya que posee buena cobertura en todos los países europeos. La leche de vaca orgánica casi se ha duplicado desde el año 2008 para satisfacer la creciente demanda de leche y productos lácteos. La producción se ubica actualmente en 4,7 millones de toneladas métricas (Unión Europea: 4,4 millones), que constituyen el 3,0 por ciento de la producción de leche de la Unión Europea de las vacas lecheras en 2017.

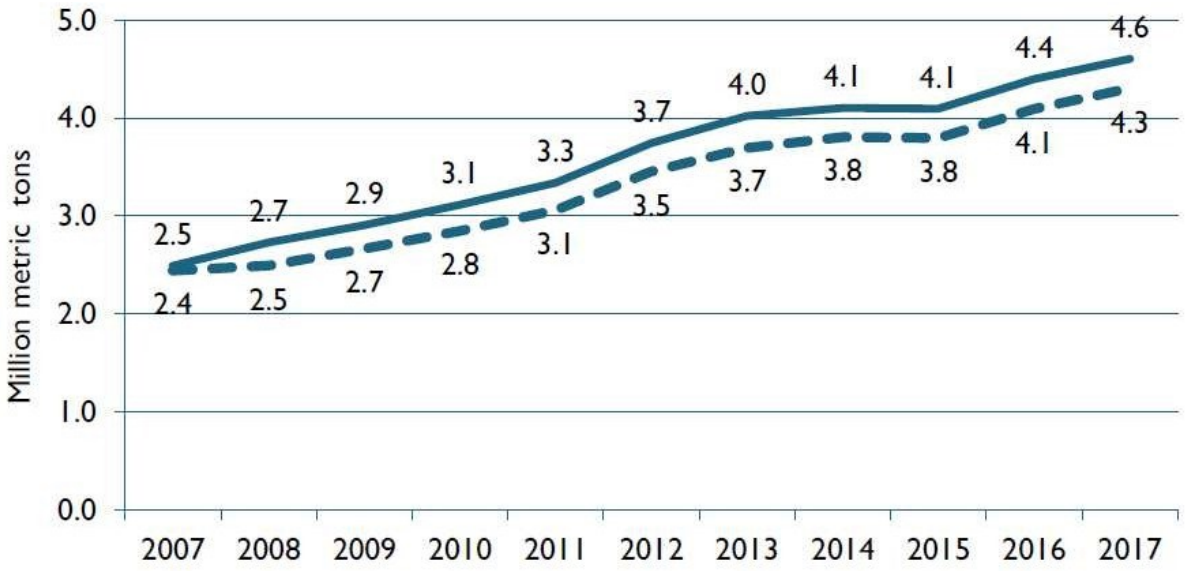


figura 5: Europa y la Unión Europea: El desarrollo de la producción de leche de vaca orgánica 2007-2017. Fuente: Encuesta FIBL-AMI 2009-2019

Para ilustrar con mayor claridad la demanda de productos lácteos orgánicos en la Unión Europea, a continuación, se toma uno de los sus países miembros de este bloque económico y se analiza con más detalle el consumo de estos productos orgánicos. Se eligió para este análisis el mercado de Alemania, ya que es uno de los países con mayor desarrollo del mercado orgánico y es uno de los principales destinos de las exportaciones de productos orgánicos de nuestro país dentro de la U.E.

Según el informe de la Sociedad de Información del Mercado Agrícola (AMI por sus siglas en alemán) titulado "The organic market in Germany - highlights 2018[vi]" el mercado orgánico creció un 5,5% en 2018 llegando a los 10,91 mil millones de euros, donde esto corresponde a aprox. 5,3% del mercado total de alimentos.

Si analizamos este mercado orgánico por sectores se ve una muy buena participación de los productos lácteos en particular, donde la leche representa el 8,7 % del total de los alimentos orgánicos (segunda con mayor proporción); el yogur representa un 6,1 % y los quesos un 2,8 % del total. Cabe destacar además que el segmento de los productos lácteos es el que más ha crecido últimamente, habiendo crecido un 48 % en los últimos 4 años.

En las siguientes figuras se podrá observar cómo ha evolucionado tanto el nivel de ventas como los precios de diferentes productos en el mercado orgánico alemán para los últimos años.

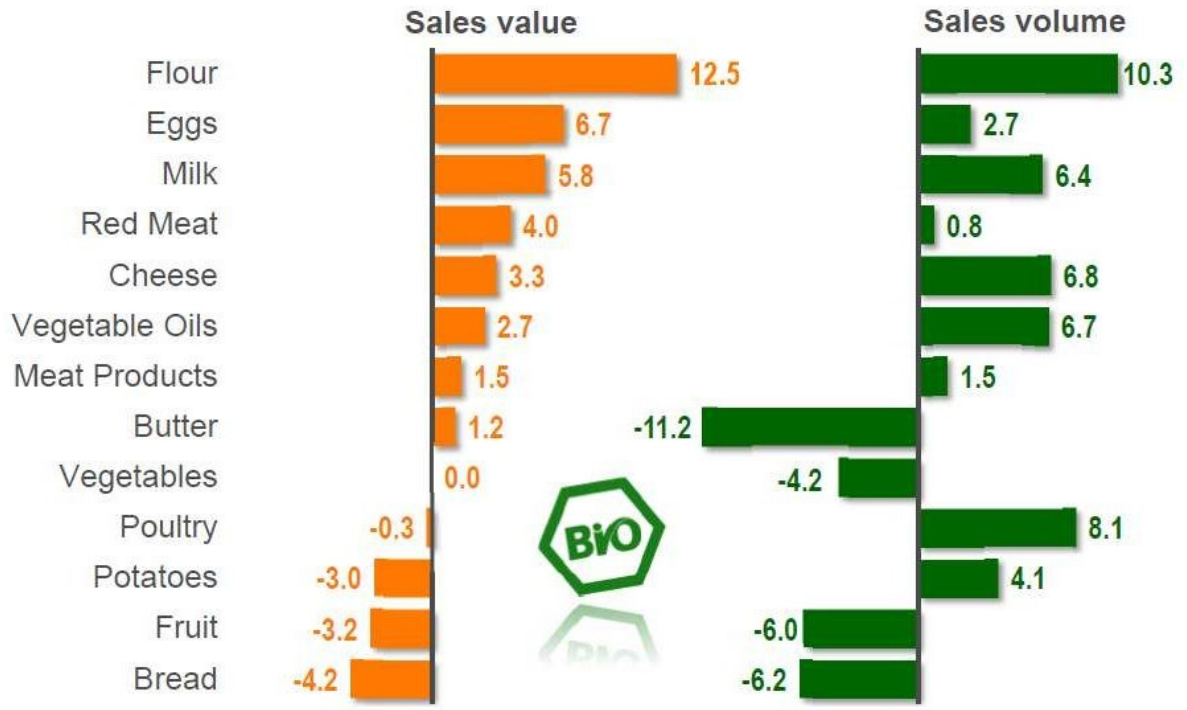


figura 6: Tasas de crecimiento de los volúmenes de ventas y valores de ventas de las compras de hogares en Alemania, 2018 vs. 2017 en %. Fuente: http://orgprints.org/23178/3/schaack-2019-gernany.pdf

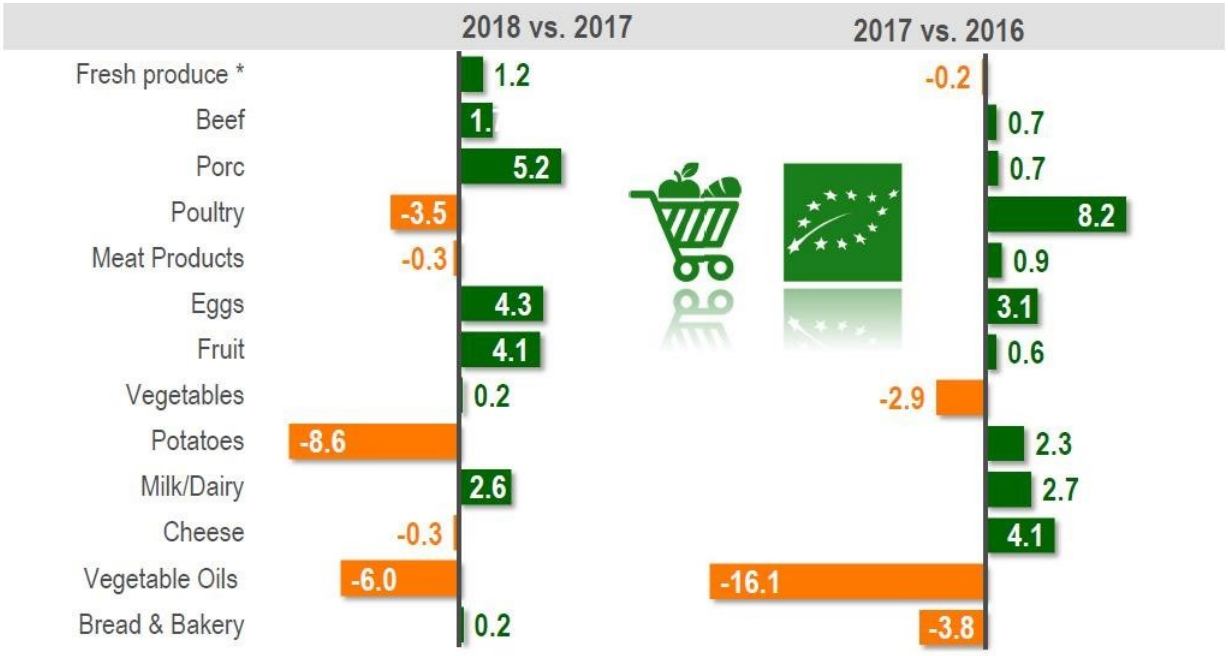


figura 7: Precios al consumidor de productos orgánicos, tasas de crecimiento en %. Fuente: http://orgprints.org/23178/3/schaack-2019-gernany.pdf

Perfil del consumidor de productos orgánicos

Existen diferentes estudios que han determinado el perfil de los consumidores de productos orgánicos y que los motiva a consumir este tipo de productos, en general la hipótesis básica que plantean estos estudios es la siguiente:

"Las elecciones de los consumidores están afectadas por la percepción subjetiva de la incidencia de la tecnología y del riesgo de consumir determinados productos por posibles impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente".

La percepción de los consumidores sobre la biotecnología y los alimentos genéticamente modificados, así como la del uso de agroquímicos llevan a que algunos consumidores estén dispuestos a pagar un precio mayor por un producto certificado libre de agroquímicos y donde no hayan participado organismos genéticamente modificados (OMGs) o de sustancias obtenidas a raíz su metabolismo porque perciben que tendrán menor riesgo para su salud.

En el caso de la agricultura, por ejemplo, estos dos factores se encuentran relacionados, ya que se han creado semillas cuyas plantas resisten la aplicación de los herbicidas comerciales, lo cual es de gran utilidad desde el punto de vista de la productividad del cultivo, ya que el mismo crece sin mayores dificultades mientras que las malezas no lo pueden hacer; el caso de la soja y el glifosato es el ejemplo más emblemático de esta situación.

En relación a estas "percepciones" por parte de los consumidores algunas poseen sustento científico como es el caso del efecto negativo a la salud que pueden causar los agroquímicos, donde existen estudios científicos que avalan esta hipótesis, en este sentido, a principios de 2019 hubo una condena en contra de la empresa productora del herbicida glifosato donde un jurado de E.E.U.U dio por probado que dicho herbicida contribuyo a que el demandante contrajera el cáncer conocido como "Linfoma No Hodking".

Por el lado del uso de los organismos genéticamente modificados (OGMs), su utilización va en contra del concepto de natural y de mínimo procesamiento que buscan los consumidores. Entre los principales temas de preocupación respecto de la salud humana que puedan causar la utilización de OGMs se encuentra el riesgo de reacciones alérgicas (alergenicidad), la posibilidad de transferencia de genes del organismo transgénico al consumidor, la resistencia a antibióticos, los efectos tóxicos

y los efectos a largo plazo sobre la salud. Si bien hay una discusión sobre los efectos negativos que podrían tener los OGMs no existe evidencia científica concluyente que indique que su utilización pueda causar algún perjuicio a la salud del consumidor.

Más allá de lo que la ciencia pueda decir, esto está instalado en la mente de los consumidores de productos orgánicos, y la ausencia de su participación durante el proceso productivo es un requisito que exigen en los mismos, de hecho, la resolución 374 de SENASA cita en sus considerandos lo siguiente en relación a este punto:

"*Que los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y los productos producidos a partir de ellos, o mediante OGM, son incompatibles con el concepto de producción orgánica y la percepción del consumidor de los productos orgánicos, por lo que no deben utilizarse en la agricultura orgánica ni en el procesado de estos productos*".

Esto hace que no solo consideren al producto como tal, sino que observan valores intrínsecos del mismo (cómo, quién y dónde ha sido producido; la marca, la imagen que tiene el producto, cómo es tratado en la comercialización y se preocupan por los efectos en la salud, no solo inmediatos sino a largo plazo)". Esta hipótesis ha sido confirmada a través de diferentes encuestas realizadas tanto a dueños de tiendas especializadas en estos productos como a los clientes de dichas tiendas, y de dichas encuestas se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El principal motivo de compra de estos productos en Argentina es la salud.
- Predominan consumidores mayores de 40 años asociados a un cambio de filosofía de vida en esta edad, y por otra parte consumidores más jóvenes más consientes sobre el cuidado del medio ambiente y el bienestar animal.
- Son personas en general con un buen nivel de educación y de clase media alta
- La mayoría de los consumidores no le dan una gran importancia a la marca particular del producto, ya que el sello de la certificación orgánica es una garantía suficiente para ellos.

Mercado orgánico argentino

En relación al mercado interno de productos orgánicos no existen prácticamente estadísticas oficiales de ningún tipo, los informes del SENASA apenas señalan que el consumo interno de productos orgánicos certificados es bajo (tan solo representa el 1,2%), pero que se continúa viendo, según lo informado por las entidades certificadoras una mayor diversificación y presencia en ferias locales y en distribución directa a consumidores.

Determinación del tamaño del mercado orgánico argentino

Como se mencionó anteriormente, actualmente no existen registros con valores del mercado interno. Por este motivo para poder estimar el tamaño del potencial mercado local se recurrirá a alguno de los métodos que han sido utilizados en estudios de mercados de proyectos anteriores. Se tomará como referencia entonces la metodología utilizada en un trabajo de graduación para un MBA de la Universidad de San Andrés[vii], en el cual se realiza una comparación con el mercado de Alemania; se escoge este país como referencia ya es uno de los integrantes de la unión europea que presenta mayor información sobre su mercado orgánico, presenta un mercado evidentemente de mayor tamaño que el Argentino (lo cual se contemplara oportunamente a través de la aplicación de un factor de corrección) pero de término medio en relación a los demás países de Europa, presenta ciertas similitudes en cuanto a los niveles de consumo per cápita de alimentos con nuestro país y adicionalmente se encuentra dentro de uno de los destinos importantes de las exportaciones de los productos orgánicos argentinos.

Cabe destacar que, si bien el mercado orgánico alemán es uno de los más grandes en relación a los ingresos que sus ventas generan, si se analiza en términos relativos con parámetros tales como el consumo per cápita de alimentos orgánicos, así como la porción que representa dicho mercado con respecto al mercado total de alimentos en este país, nos encontramos con que Alemania se encuentra más abajo en el ranking mundial en función de estos parámetros, tal como lo muestran las siguientes figuras:

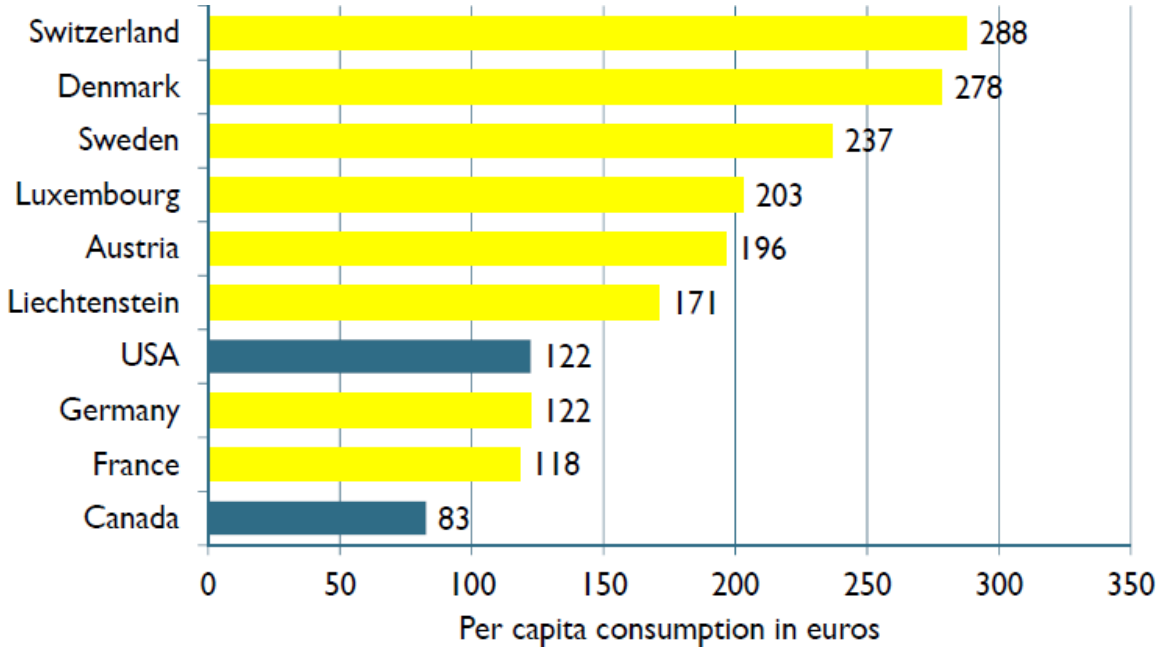


figura 8: diez países con mayor consumo per cápita de alimentos orgánicos. Fuente: Organic Agriculture in Europe 2017: Current Statistics.

Aquí se puede ver que Alemania se encuentra octava en consumo per cápita de alimentos orgánicos a nivel mundial.

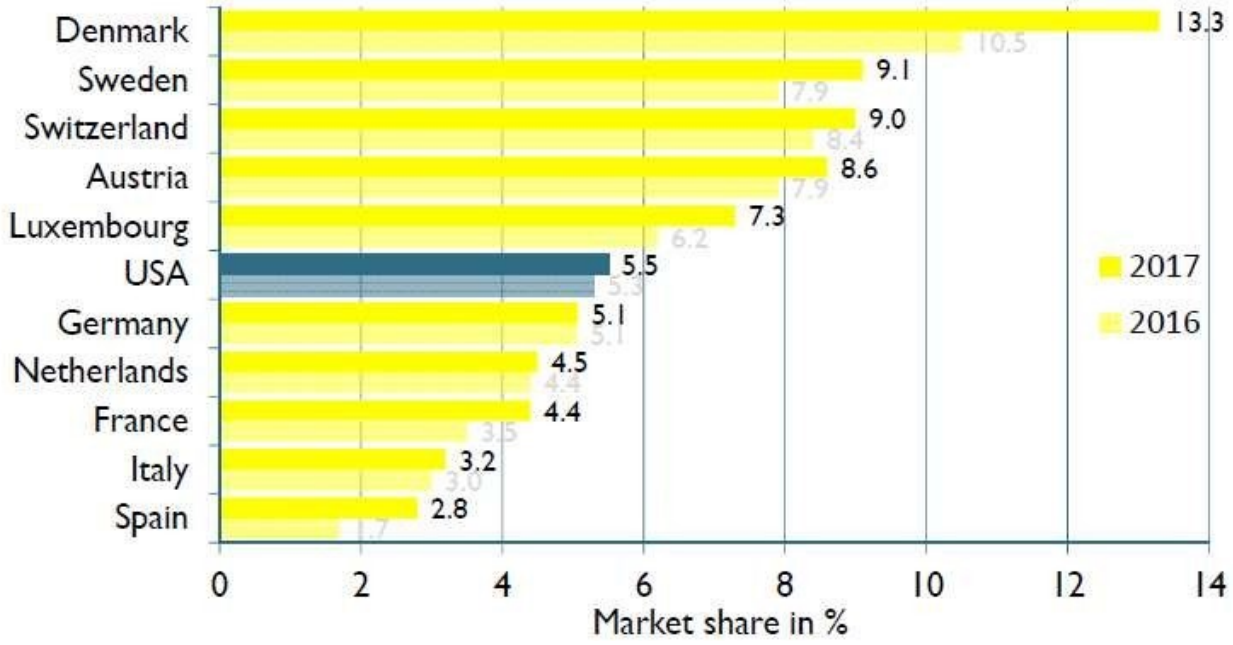


figura 9: países con mayor participación del mercado organico en relación al mercado total de alimentos. . Fuente: Organic Agriculture in Europe 2017: Current Statistics.

Y en esta figura se puede observar que este país se encuentra séptima en cuanto a los países con mayor proporción del mercado orgánico en relación al mercado total de alimentos, además se puede ver que el mercado orgánico abarca una porción cada vez mayor del mercado total a medida que pasan los años y se espera que esta tendencia continúe.

Con esto se quiere ilustrar que el mercado tomado como referencia (mercado alemán) para la determinación del mercado argentino es un mercado de penetración y madurez media con respecto al consumo de alimentos orgánicos. De igual manera luego se harán consideraciones que establecen al mercado interno argentino como una porción del mercado alemán orgánico, esto basado en el hecho de que el mercado de nuestro país es aún un mercado verde y con poca penetración de los productos orgánicos.

Habiendo realizado estas aclaraciones se puede comenzar con la determinación del tamaño del mercado orgánico interno argentino.

Los datos del informe antes citado "The organic market in Germany - highlights 2018" del mercado alemán se representan esquemáticamente a través de las siguientes gráficas:

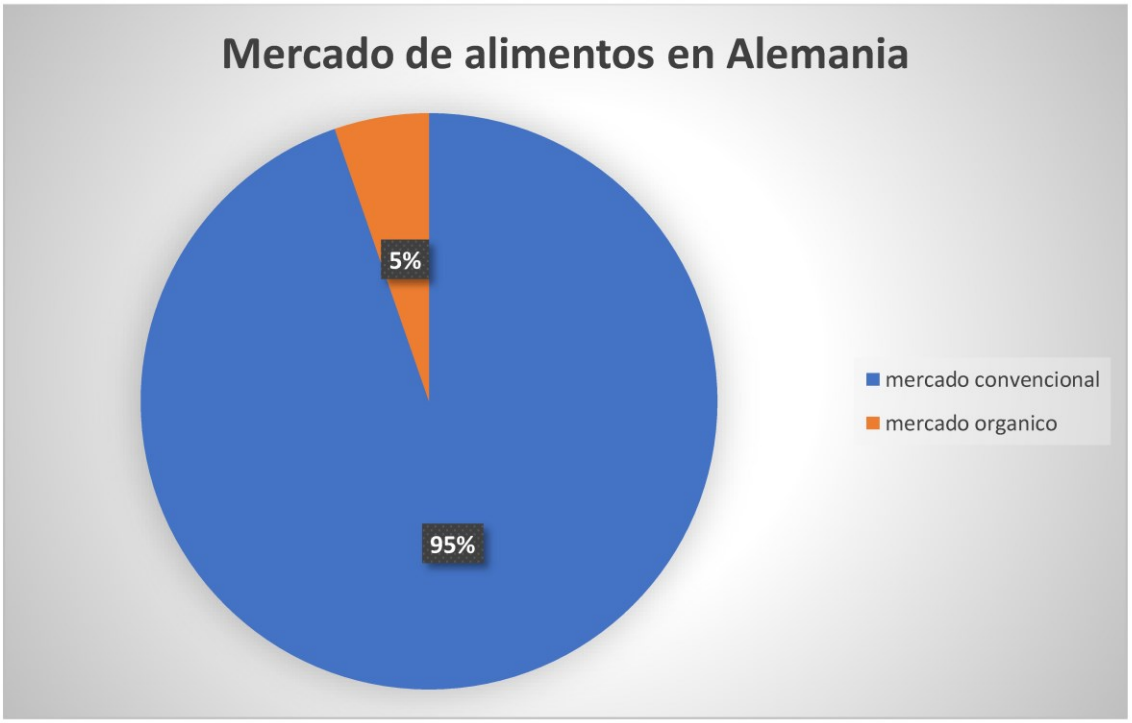


figura 10: Elaboración propia a partir de los datos de "The organic market in Germany - highlights 2018"

Aquí se observa que de los 21 mil millones de dólares correspondientes al mercado de alimentos y bebidas en Alemania el 5,3% corresponde a los alimentos orgánicos (12 mil millones de dólares). A su vez dentro del mercado orgánico los productos lácteos presentan la siguiente participación:

- Leche fluida 8,7 % (1.054 millones de dólares)
- Yogurt 6,1 % (739 millones de dólares)
- Queso: 2,8 % (339 millones de dólares)

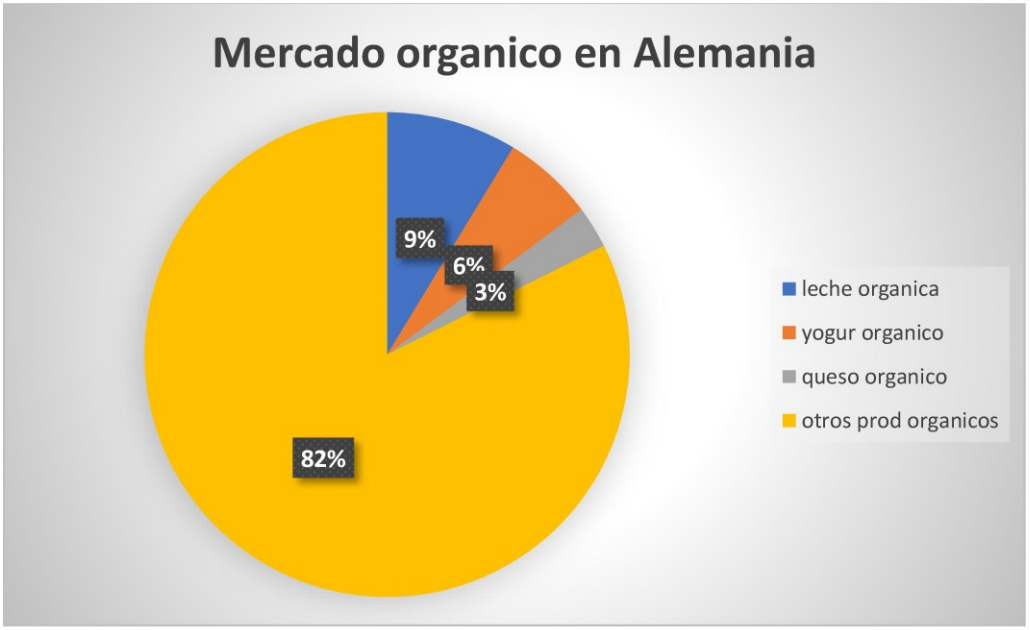


figura 11: Elaboración propia a partir de los datos de "The organic market in Germany - highlights 2018"

En Argentina según informes de la consultora NIELSEN entregados al área de ventas de supermercados para el año 2018[viii], el mercado de los productos lácteos genero ventas por 35,2 mil millones de pesos, donde particularmente la venta de quesos generó ingresos anuales por 9.500 millones de pesos; si esto mismo se segmenta para el mercado Gran Buenos Aires (GBA), según el mismo informe queda un mercado potencial de 12.500 millones de pesos por año para el sector de lácteos en general y de 2.900 millones de pesos para quesos en particular.

Ahora bien, esto representan los ingresos obtenidos por las ventas solo en súper e hipermercados, lo cual representa un 30 % de las ventas totales del mercado para los productos citados, por lo que se debe calcular el valor total del mercado para los productos antes citados, es decir, teniendo en cuenta todos los posibles medios de comercialización (restante 70 %).

Además, se debe tener en cuenta que todos estos datos corresponden al mercado de productos convencionales; siguiendo entonces el criterio metodológico del estudio antes citado se toma la cuota del mercado orgánico argentino como un 40 % del tamaño de mercado alemán, y en función de esto se calcula la cuota del mercado para el sector lácteo y de quesos en particular.

Todos estos valores se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 2: De elaboración propia a partir de datos obtenidos de informes de la consultora NIELSEN para supermercados, año 2018.

	REGION	TOTAL DE VENTAS EN SUPER E HIPERMERCADOS, POR SUBGRUPO DE PRODUCTO					
		Para todos los productos		Para lacteos		Para Quesos	
MERCADO CONVENSIONAL	**Total territorio Argentino**	300000	millones de $ anuales	35200	millones de $ anuales	9500	millones de $ anuales
	Para Gran Buenos Aires	88000	millones de $ anuales	12500	millones de $ anuales	2900	millones de $ anuales
MERCADO ORGANICO*	**Total territorio Argentino**	7500	millones de $ anuales	880	millones de $ anuales	238	millones de $ anuales
	Para Gran Buenos Aires	2200	millones de $ anuales	313	millones de $ anuales	73	millones de $ anuales
	REGION	**TOTAL DE VENTAS A TRAVEZ DE TODOS DEL MEDIOS DE COMERCIALIZACION****					
		Para todos los productos		Para lacteos		Para Quesos	
MERCADO CONVENSIONAL	**Total territorio Argentino**	1000000	millones de $ anuales	117333	millones de $ anuales	31667	millones de $ anuales
	Para Gran Buenos Aires	293333	millones de $ anuales	41667	millones de $ anuales	9667	millones de $ anuales
MERCADO ORGANICO	**Total territorio Argentino**	25000	millones de $ anuales	2933	millones de $ anuales	792	millones de $ anuales
	Para Gran Buenos Aires	7333	millones de $ anuales	1042	millones de $ anuales	242	millones de $ anuales

* Si se considera al mercado organico argentino como una porcion de un 40 % de la proporcion existente en mercados con alta penetracion de organicos como alemania.

**Si la venta en super e hipermercados representa el 30 % de todas las ventas en Argentina.

Según los datos obtenidos y la metodología utilizada se determinó que existe un mercado potencial para lácteos en general de $1042 millones por año y para quesos en particular de $242 millones anuales en la región del Gran Buenos Aires.

Ya estimado el tamaño actual del mercado al que se apunta se puede realizar adicionalmente proyecciones de los siguientes 5 años sobre la demanda estimada y el mercado potencial, en base a parámetros actuales del mercado local de quesos junto con las tasas de crecimiento europeas publicadas por FiBL-AMI 2017. Obteniéndose los siguientes valores para el mercado orgánico argentino para los siguientes años:

	2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Mercado potencial de alimentos organicos (GBA)	7333	millones de $ anuales	7451	millones de $ anuales	7562	millones de $ anuales	7653	millones de $ anuales	7730	millones de $ anuales	7807	millones de $ anuales
Mercado potencial sector lacteo organico (GBA)	1042	millones de $ anuales	1058	millones de $ anuales	1074	millones de $ anuales	1087	millones de $ anuales	1098	millones de $ anuales	1109	millones de $ anuales
Mercado potencial quesos organicos (GBA)	242	millones de $ anuales	246	millones de $ anuales	249	millones de $ anuales	252	millones de $ anuales	255	millones de $ anuales	257	millones de $ anuales
TASA DE CRECIMIENTO	15%		16%		15%		12%		10%		10%	

figura 12: proyección del mercado organico en GBA para los próximos 5 años. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de "The organic market in Germany - highlights 2018"

Aquí se puede observar que se espera un crecimiento sostenido del mercado orgánico en Argentina acompañando la tendencia mundial, y en la medida que mejore la situación socioeconómica del país y haya una mayor educación alimentaria y conciencia ambiental la proporción del mercado orgánico con respecto al mercado total de alimentos será cada vez mayor.

Además, se pudo establecer contacto con encargados de tiendas de ventas online y tiendas naturistas que son los principales canales de ventas en la actualidad, los mismos expresaron que venden todo lo que los pocos productores existentes les proveen y que existe un mercado insatisfecho; donde un pequeño nuevo productor podría vender con relativa facilidad su producción por medio de estos canales; que incluso ellos mismos se encuentran en la búsqueda de nuevos proveedores.

Al consultarles sobre las preferencias de los consumidores sobre los productos lácteos orgánicos en particular, los mismos respondieron que ellos observan a través de sus ventas una preferencia de los clientes sobre los quesos semiduros presentados en "cuñas" envasadas al vacío de 300 g y yogures con trozos de frutas en envases de una porción (250 g), buscando en mayor medida productos para desayunos y meriendas. Además, los padres preocupados por la buena nutrición de sus hijos pequeños compran en mayor medida los yogures de 1 litro.

Tomando en cuenta el precio de venta promedio al que se venden actualmente los productos de interés (queso: $700/Kg; yogur: $170/litro); se puede calcular que el mercado estimado para quesos correspondería a unos 345.714 Kg anuales; y para el caso de yogur corresponde a 1.423.529 litros anuales (considerando que el yogur tiene la misma cuota en el mercado orgánico argentino, ya que son los dos principales productos lácteos orgánicos demandados).

Si de la producción promedio de leche proveniente del tambo (2600 litros por día) se destinan unos 2100 litros diarios a la producción de quesos, esto representaría una producción anual de 73.000 kg, lo que representaría un 21 % del mercado calculado para el Gran Buenos Aires.

En el caso del yogur si se destinan los restantes 500 litros de leches diarios, esto representaría una producción anual de 182.500 litros de yogur, lo que implica una porción del mercado del Gran Buenos Aires del 12 %.

Si bien abarcar estas porciones del mercado puede parecer ambicioso a primera vista, debe tenerse en consideración que actualmente solo existen dos productores de productos lácteos orgánicos en Argentina y que existe un mercado insatisfecho y creciente.

Descripción de la oferta

Los informes de organismos internacionales ponen a Argentina como uno de los mayores productores del sector orgánico debido a que se encuentra segunda en relación a la superficie destinada a la producción orgánica, con 3.2 millones de hectáreas en 2017, solo detrás de Australia que cuenta con 35 millones de hectáreas.

Según el informe del SENASA “Situación de la Producción Orgánica en la Argentina durante el año 2017[ix]” de la superficie total 2,9 millones de hectáreas se dedicaron a la producción ganadera y 203 mil hectáreas fueron destinadas a la producción vegetal.

Si bien nuestro país es el segundo a nivel mundial con mayor extensión de territorio destinado a la producción orgánica y que además exporta casi la totalidad de los productos orgánicos producidos (aprox. 98 % se exporta), si se observa el ranking de países con mayores ingresos debido a dicha actividad, Argentina se encuentra lejos de los primeros puestos, esto se debe a que gran parte de la actividad está dedicada a obtener productos de bajo valor agregado, ya que, por ejemplo, la superficie

destinada a la ganadería orgánica es de 2,9 millones de hectáreas de las cuales el 94% corresponde a la producción ovina en la Patagonia, cuyo producto principal es la lana orgánica que es exportada.

Dentro de los productos de origen vegetal se encuentran principalmente cereales y oleaginosas.

En cuanto a la oferta y producción de productos lácteos orgánicos en Argentina, según el listado de productores primarios publicado en la página de Alimentos Argentinos[x], solo existe un productor primario de leche orgánica certificada:

Se trata de la "CHACRA HUMUS" ubicada en El Bolsón, provincia de Río Negro. Cabe señalar que este listado es del año 2017, y según búsquedas en internet existen actualmente en argentina por lo menos dos establecimientos más, uno ubicado en Tandil y el otro en General Rodríguez, ambos en la provincia de Buenos Aires.

En cuanto al listado de elaboradores en el mismo solo se encuentra 1 elaborador de quesos orgánicos, el ya mencionado establecimiento de Tandil, TRESANTO S.R.L., catalogado como una industria láctea productora de quesos y quesos saborizados. Según la página web oficial del establecimiento de General Rodríguez "La Choza" ellos producen yogures, leches, quesos y manteca.

Comercialización de productos orgánicos

Los productos orgánicos en general y los lácteos en particular son comercializados en Argentina principalmente a través de las llamadas tiendas de productos naturales, sobre todo en Ciudad de Buenos Aires hay una importante presencia de este tipo de tiendas; otro método utilizado para la comercialización de los productos orgánicos son las tiendas online, que son una especie de supermercado en línea donde el cliente compra desde su casa cada uno de los productos que necesita, luego los productos son enviados a domicilio o el cliente tiene la opción de simplemente ir a retirar su pedido en el punto de venta. Esta forma de comercialización tuvo una gran expansión en el último tiempo influenciado por el contexto de la pandemia del Covid 19 y se estima que el mismo se consolide y siga creciendo en el futuro.

A continuación, se muestran los puntos de venta utilizados por los productores de lácteos orgánicos antes mencionados, donde se muestran tanto tiendas físicas como tiendas de venta en línea.

Tabla 3: Puntos de venta de tiendas físicas de productos naturales en CABA

CABA

TIENDA	DIRECCIÓN	BARRIO
Biomarket	Av. Pueyrredon 2088	Recoleta
Matcha Life	Rodriguez Peña 1336	Recoleta
Mercado Punto Verde	Dorrego 1429	Palermo
El Galpon	Federico Lacroze 4181	Chacarita
Flora Almacen	Dorego 2082	Palermo
Fresco Mercado	Juramento 2540	Belgrano
La Tienda Natural	Migueletes 1862	Belgrano
Mercadito Natural	Monroe 1991	Belgrano
Tina & Co	Mendoza 1678	Barrio Chino
Casa China Dietetica	Arribeños 2173	Barrio Chino
Beer Coffee	Florida 737 (Galerias Pacifico)	Centro
La Agroecologica	Manuela Pedraza 2042	Nuñez
Dame tu Mano	Quesada 5094	Villa Urquiza
Zoja Market	Av. Santa Fe 4872	Recoleta
Fresco Mercado	Araoz 2485	Palermo
Almacén Dragones	Dragones 2000	Belgrano
Ibu Almacen	Sanchez de Bustamente 2007	Recoleta
Chicana INTI	Donado 1995	Villa Urquiza
Intenzzo Chelsea Gourment	Avalos 1989	Villa Urquiza
Lapida Almacen	Laprida 1917	Recoleta
Chirimoya Tienda	Lugones 2267	Villa Urquiza
Narda Comedor Diario	Nicaragua 6055	Palermo
Natural Way	Migueletes 1910	Barrio Chino
Del Patrello	Clay 2866	Las Cañitas
Almacen Luro	Quintana 48	Recoleta

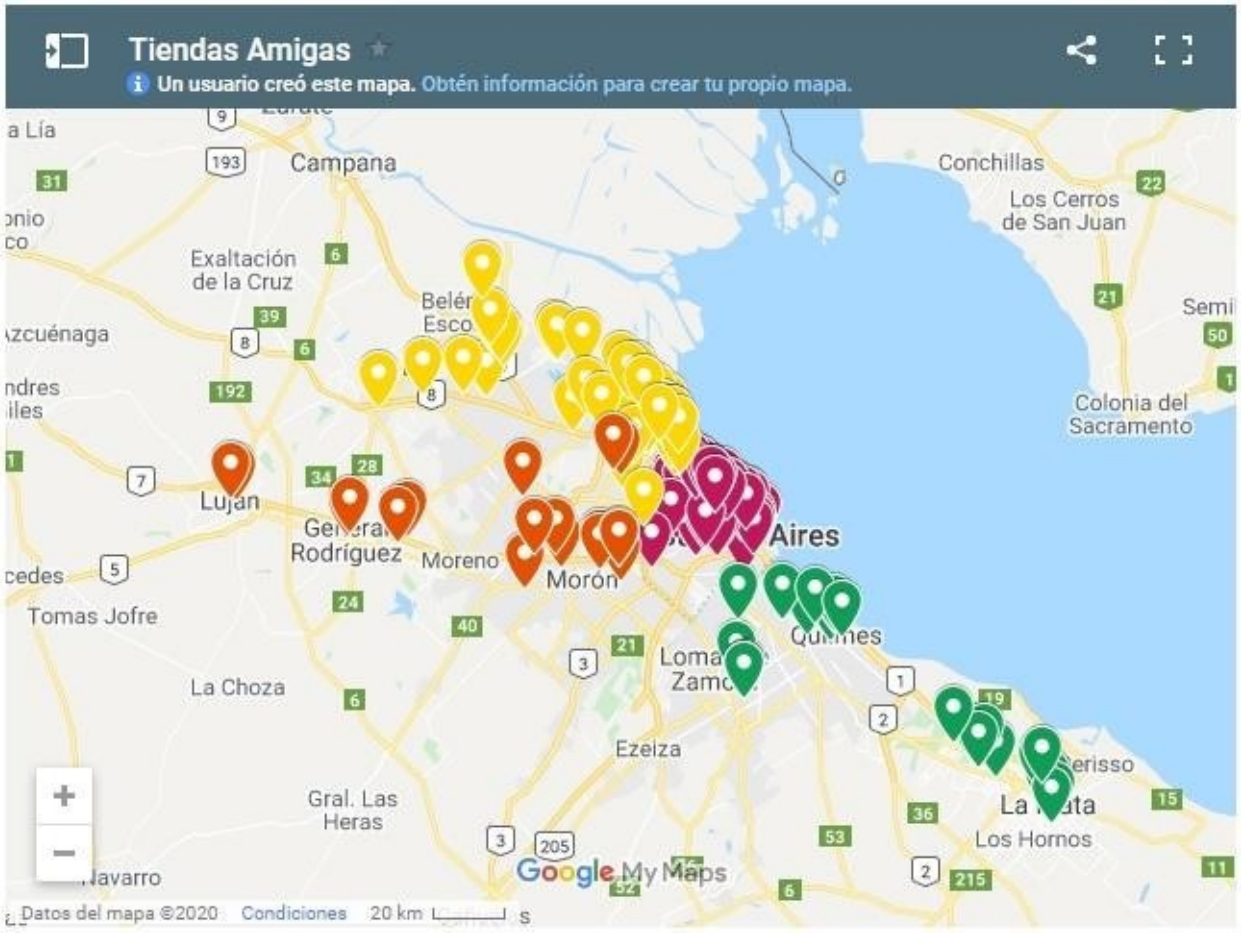
Tabla 4: : Puntos de venta de tiendas en línea de productos naturales en Provincia de Buenos Aires.

Puntos de venta

VENTA ONLINE

TIENDA	SITIO WEB	ENTREGAS
• Tallo Verde	• www.talloverde.com	• CABA y GBA
• La Orgánica Delivery	• www.laorganicadelivery.com	• CABA
• Jardin Orgánico	• www.jardinorganico.com.ar	• CABA
• Rumbo Alimentos	• www.rumboorganico.com	• GBA Norte
• Estilo Orgánico	• www.estilorganico.com	• GBA Norte
• Benjamín Market	• www.benjaminmarket.com.ar	• GBA Norte
• Medio Campo Almacen Orgánico	• www.mediocampo.com	• La Plata
• The Food Market	• www.thefoodmarket.com.ar	• CABA/GBA
• Guru Market	• www.gurumarket.com.ar/	• CABA/GBA

Tabla 5: Puntos de ventas ofrecidos por uno de los productores orgánicos, para GBA.



[i] Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. (2016). RESOLUCIÓN-374-2016. Recuperado de: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/normativas/archivos/r_senasa_374-2016_con_anexos.pdf

[ii] Dominika Średnicka-Tober, Marcin Barański, Chris J. Seal, Roy Sanderson, Charles Benbrook, Håvard Steinshamn, Joanna Gromadzka-Ostrowska, Ewa Rembiałkowska, Krystyna Skwarło-Sońta, Mick Eyre, Giulio Cozzi, Mette Krogh Larsen, Teresa Jordon, Urs Niggli, Tomasz Sakowski, Philip. Calder, Graham C. Burdge, Smaragda Sotiraki, Alexandros Stefanakis, Sokratis Stergiadis, Halil Yolcu1, Eleni Chatzidimitriou, Gillian Butler, Gavin Stewart y Carlo Leifert. (2016). Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α-tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. British Jornal of Nutrition. 115, 1043–1060.

[iii] Código Alimentario Argentino, CAA. Capitulo VIII, ALIMENTOS LÁTEOS. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_viii_lacteosactualiz_2019-03.pdf

[iv] Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica, IFOAM. (2019). "The World of Organic Agriculture". Recuperado de: https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019/pdf.html

[v] Secretaria de Agroindustria, Alimentos Argentinos, (AA). (2018). Preservación de alimentos. UN AVANCE PERMANENTE. (Edición N° 74).
Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revista.php

[vi] Sociedad de Información del Mercado Agrícola, AMI. (2018). The organic market in Germany - highlights 2018. Recuperado de: http://orgprints.org/23178/3/schaack-2019-gernany.pdf

[vii] Trabajo de graduación MBA, Universidad de San Andres. "Establecimiento lácteo Orgánico". Recuperado de:
http://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/10879/1/[P][W]%20MBA%20Ehul%20Ayerza,%20Esteban.pdf

[viii] Información proporcionada por un egresado de la "Facultad de Ciencias de la Alimentación" que trabaja en el área de ventas para un importante supermercado de capital estadounidense.

[ix] Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. (2017). Situación de la producción orgánica en la Argentina durante el 2017. Recuperado de:
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/documentos/Estadistica%20SENASA%202017.pdf

[x] Listados de productores, elaboradores, comercializadores y certificadoras orgánicas. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/informes_y_listados.php

Capítulo III

Localización

Índice

Introducción 3

Macrolocalización 3

Microlocalización 4

Descripción del tambo elegido 5

Introducción

Como fue descripto en el primer capítulo, la idea de este proyecto surge a partir del conocimiento de la situación de crisis del sector lácteo en general y de la producción primaria en particular a partir del contacto y relato de pequeños tamberos de mi lugar de origen, por este motivo, si bien este proyecto buscará plantear la idea como una alternativa que pudiera evaluar aplicar cualquier pequeño tambo de la provincia, el lugar en particular elegido como modelo para este proyecto será justamente mi pueblo de origen: Villa Ángela, Estación Gobernador Antelo; las razones de esta elección tienen que ver por un lado por una cuestión personal, por llamarlo de alguna manera, donde el sentido de pertenencia motiva un compromiso de obtener un análisis y conclusión como resultado del proyecto lo más cercano a la realidad de manera que sea posible concretar en el caso que se diera la oportunidad. Y por otro lado una cuestión de practicidad, donde la elección de un tambo de mi lugar de origen me permite obtener toda la información necesaria sobre la situación de partida, a partir de visitas a los mismos.

Macrolocalización

Ya realizada esta aclaración se puede describir la macrolocalización del establecimiento.



figura 1: Mapa del departamento Victoria. Fuente: google maps 2019. Todos los derechos reservados.

La provincia de Entre Ríos se ubica en la Mesopotamia Argentina, limita al norte con Corrientes al este con Uruguay, al sur con Buenos Aires y al oeste con Santa fe. Tiene una superficie de 78781 km2 y una población de 1.360.443 habitantes según el censo nacional de 2010.

Como se puede observar en la figura 1, Antelo es un pequeño pueblito de unos 279 habitantes, según el último censo de 2010, ubicado dentro del departamento Victoria, sobre la ruta provincial N° 26, a unos 18 km de la ciudad de Victoria y a unos 30 km de la ciudad de Nogoyá. El centro urbano más próximo que tiene es Rosario a unos 90 km y se encuentra a unos 350 km de la Ciudad de Buenos aires. El nombre oficial es Villa Ángela, pero es conocido en realidad por el nombre que llevaba la estación del tren “Gobernador Antelo”, la actividad económica principal aquí está relacionada con el campo en general, ya sea agrícola, ganadera y tambera.

Microlocalización

En el pueblo existen 3 pequeños tambos lecheros, muy cercanos unos de otros.



figura 2: ubicación de los tambos existentes en el pueblo. Google maps. Todos los derechos reservados.

Para la elección de uno de ellos para este proyecto se tomaron en cuenta ciertos factores ponderados que inciden en la factibilidad y eficiencia para el modelo planteado, donde se optara por la ubicación que cumpla de mejor manera con los factores planteados.

En general los factores tenidos en cuenta para este análisis son:

- Distancia al mercado y a las fuentes de insumos
- Clima
- Mano de obra disponible
- Facilidades de transporte hacia los puntos de consumo
- Disponibilidad de agua, energía eléctrica, combustibles (gas, diésel), etc.
- Cercanía y estado de las rutas
- Facilidades de eliminación de desechos
- Incentivos fiscales, incentivos crediticios
- Calidad y precio de la tierra

De los tambos evaluados que se encuentran en la zona del pueblo el primero que se descarta es debido a que para acceder al mismo debe transitarse varios kilómetros por un camino vecinal de tierra, esto es una desventaja en relación a los dos restantes que se encuentran sobre la ruta provincial N° 26; ya que en el primer caso transitar hasta el lugar en los días de lluvia se complicaría, tanto para la entrada y salida de camiones con insumos o producto terminado como para el personal de trabajo.

En cuanto a los dos restantes estos presentaban características idénticas sobre los factores ponderados listados anteriormente, la elección por uno de ellos radicó en la eficiencia que se observa en la actividad productiva que llevan actualmente, relacionado en con la forma de trabajar, de optimizar recursos y también se evaluó cuál de ellos presentaba una mayor similitud con el modelo de producción orgánica, es decir, cuál de las dos alternativas se considera que tendría una mejor transición y adaptación del sistema de producción convencional al orgánico.

Descripción del tambo elegido

En las siguientes figuras se muestra entonces la ubicación exacta del tambo elegido, y un croquis de la ubicación y distribución de la tierra para las diferentes actividades del tambo.



figura 3: ubicación exacta de las tierras pertenecientes al tambo. Google maps. Todos los derechos reservados.

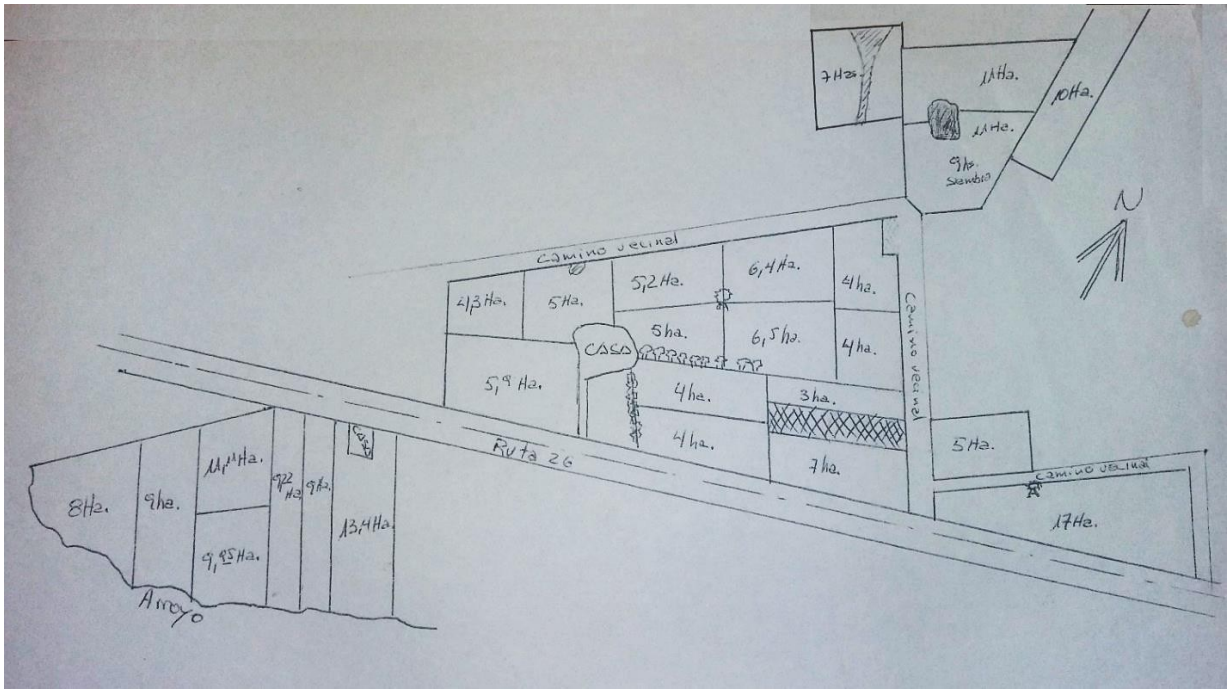


figura 4: croquis de la distribución del terreno del tambo. Suministrado por la familia Brassesco.

Este tambo pertenece a la familia Brassesco, los cuales se han dedicado a esta actividad desde hace muchísimo tiempo, y es trabajada básicamente por ellos mismos.

Actualmente este tambo cuenta con aproximadamente unas 200 hectáreas, con un número de 110 vacas lecheras de raza Holando-Argentino que producen en promedio unos 2800 litros diarios. Donde, del total del campo unas 70 hectáreas son utilizadas por las vacas lecheras en producción propiamente dichas. Las 130 hectáreas restantes son utilizadas para:

- 25 hectáreas destinadas a la producción de maíz utilizado como reserva de invierno (alimentación animal).
- 30,4 hectáreas son destinadas a la producción de alfalfa utilizada como alimento para las vacas.
- 24,6 hectáreas son destinadas alternativamente a la producción de avena en invierno y soja en verano, que son destinados como alimento para terneros guachos entre otras actividades.
- 18 hectáreas son utilizadas para localizar a las vaquillonas que se encuentran para servicio.
- 13,4 hectáreas son utilizadas para localizar a las vacas “secas”.
- Y el resto (aprox. 18,6 hectáreas) son utilizadas para la recría.



figura 5: Vista de frente a la entrada al tambo, RP N° 26. . Fuente: google maps 2019. Todos los derechos reservados.

Aquí se realiza el ordeñe dos veces por día, a las 4 am y a las 14 hs, la leche es almacenada en un tanque refrigerado (a 4°C) hasta que pasa un camión cisterna a recogerla, actualmente este tambo vende su producción diaria a una pequeña industria lechera ubicada en Nogoyá.

Capítulo IV

Descripción del proceso

Índice

Introducción 3

Producción de quesos 3

Operaciones básicas en la producción de quesos 3

Producción de yogur 11

Operaciones básicas para la producción de yogur 11

Producción de alimentos orgánicos 15

Puntos de conflicto entre la producción convencional y orgánica 16

Producción de queso orgánico 18

Producción de yogur orgánico 20

Introducción

Como se determinó en el capítulo II de este proyecto, hay un mercado potencial de buen tamaño para alimentos lácteos orgánicos, aun insatisfecho y que crece año a año de manera sostenida en Argentina y en la ciudad de Buenos Aires en particular. En este capítulo también se determinó a través del contacto con personas encargadas de las tiendas de ventas especializadas en estos productos, que los quesos orgánicos semiduros y duros envasados al vacío en porciones de 300 g a 500 g presentan una demanda superior a la oferta ofrecida por los actuales productores, una situación similar presenta el yogur orgánico.

En vista de lo determinado por el estudio de mercado se planteará la producción de quesos semiduros y duros, así como yogur orgánico. Dentro de los quesos semiduros se optará por la elaboración de pategrás; y reggianito será la opción elegida como queso de pasta dura, en cuanto al yogur se planteará la producción de yogur natural azucarado, así como yogur saborizado.

Producción de quesos

Si bien existe una muy extensa variedad de quesos, donde cada una presenta variantes en el proceso de elaboración, todos ellos comparten operaciones básicas en su proceso de fabricación. Por lo que en primer lugar se comenzará con una breve descripción de dichas operaciones básicas comunes a la elaboración de cualquier queso y posteriormente se describirá en detalle las condiciones para el tipo de queso en particular (pategrás y reggianito) así como también todas aquellas consideraciones propias de una producción orgánica.

Operaciones básicas en la producción de quesos

Recepción de la leche

La leche recién ordeñada en los tambos se encuentra a una temperatura de 37 °C, por lo que debe ser enfriada lo más rápidamente posible a una temperatura de 4 °C para evitar el desarrollo de bacterias que afecten la calidad de la leche, esto se realiza en tanques de acero inoxidables refrigerados hasta la llegada del camión cisterna que la transportará a la industria. Luego en la industria la leche es descargada del camión pasando por un tamiz o filtro para la eliminación de las impurezas groseras, almacenándose en un depósito o silo refrigerado a la espera de ser procesada.

En el modelo de producción que se plantea en este proyecto la sala de ordeñe y la sala de producción se encuentran en el mismo predio a una pequeña distancia, donde será posible el transporte de la leche a través de un circuito cerrado de tuberías de acero inoxidable.

Las producciones estarán diagramadas y coordinadas de manera de minimizar el tiempo entre el ordeñe y la utilización de la leche para su procesamiento. En el tambo se realizarán dos ordeñes diarios programados, y la producción se coordinará para empalmarse con uno de ellos, de manera que luego del mismo la leche será utilizada inmediatamente sin necesidad de su enfriamiento, de este modo se contara con una materia prima de inmejorable calidad y frescura, además del ahorro energético que supone eliminar el proceso de enfriamiento y posterior calentamiento.

La leche del ordeñe restante si se deberá enfriar hasta 4 °C en un tanque refrigerado, donde esperara hasta su procesamiento.

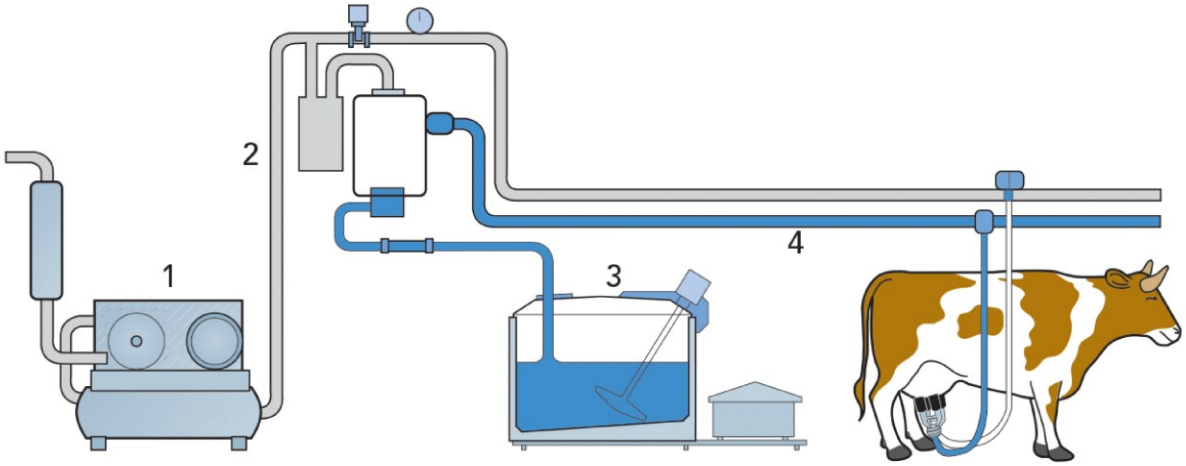


figura 1: ordeñe y almacenamiento de la leche

1. Bomba aspiradora
2. Tubería de vacío
3. Tanque de enfriamiento de leche
4. Tuberías de transporte de la leche

Tratamientos previos de la leche

Aunque los tratamientos previos de la leche varían con el tipo de queso que se quiera elaborar, hay algunos de ellos que son muy generalizados. Por ejemplo, la leche pasa por una centrífuga de alta velocidad que realiza varias funciones:

- Eliminación de todo tipo de impurezas
- Eliminación de parte de bacterias y esporas
- Normalización del contenido de grasa

Inmediatamente después se procede a una pasteurización a 72 / 75 °C durante 15 a 20 segundos que asegura la destrucción de baterías patógenas.

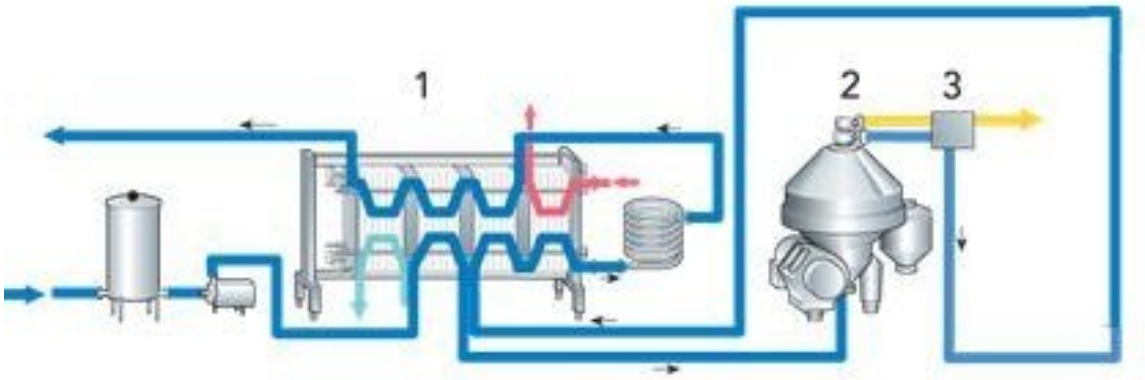


figura 2: tratamientos previos de la leche

1. Intercambiador de calor de placas
2. Centrifuga de cámara y disco bactofugadora - estandarizadora
3. Sistema de estandarización de la materia grasa

La etapa siguiente corresponde al agregado de un cultivo seleccionado de bacterias lácticas que producen ácido láctico como producto de la fermentación de la lactosa de la leche, lo que ayuda a una mejor coagulación posterior de la leche. Para ello luego de la pasteurización la leche debe ser enfriada hasta una temperatura óptima de desarrollo de los cultivos a agregar y se deja que se desarrolle la fermentación hasta obtener los valores de pH y acides deseados.

Coagulación de la leche

En esta etapa se añade cuajo a la leche, cuya actividad enzimática hace que coagule la misma, en un tiempo variable según los tipos de quesos (de 28 a 45 minutos) y a temperaturas del orden de 28 / 33 °C.



figura 3: formación del cuajo producto de la actividad enzimática del coagulante agregado

La cuajada formada es cortada en la propia tina con dispositivos de corte en pequeños granos del tamaño conveniente según el tipo de queso a fabricar. También se procede a la agitación de esos granos a la vez que se realiza un suave calentamiento.



figura 4: corte del coagulo con lira manual

Gracias a estos tratamientos de corte, agitación y calentamiento se produce la separación de gran parte del suero, que es un líquido rico en lactosa y sales minerales que no es retenido por los granos coagulados, estos granos son ricos en proteínas (caseína principalmente) y grasa.

En esta etapa es cuando la leche se transforma en queso, aun sin su forma final sin salar y sin madurar.



figura 5: tamaño de grano para queso Pategrás (5 mm de diámetro)

Moldeado, prensado y salado

Después de la eliminación de gran parte del suero, los granos cuajada se colocan en moldes de diferentes tamaños y formas, que son los que le darán la apariencia final al queso. Estos moldes pueden ser de plástico o metal.



figura 6: tipos de moldeado en moldes de metal y plástico

Luego se procede, según el tipo de queso, al prensado de la masa en sus moldes, bien por su propio peso o por la acción de dispositivos mecánicos o neumáticos. Las características de los quesos dependerán de cómo se desarrollen estos procesos.

Por ejemplo, cuando la agitación, calentamiento y prensado se realizan suavemente se obtienen quesos blandos, con alto contenido de humedad y que por lo tanto se conservan por poco tiempo. Si estos tratamientos son más fuertes, los quesos obtenidos son duros, con poco contenido de agua y se conservan varios meses.



figura 7: prensas de contra peso y colchón

Después del prensado se procede a salar los quesos, bien por inmersión directa en baños de salmuera o por sal sólida aplicada a la corteza o mezclada con la masa. La adición de sal ayuda a una mejor conservación del queso, además de dar sabor y realzar sus aromas.

El tiempo de salado y las condiciones del mismo dependerá del tipo de queso a realizar, donde los quesos de pasta blandas son los que menor tiempo pasan sumergidos en salmuera mientras los quesos de pasta dura son los que mayor tiempo pasan en esta etapa.



figura 8: salado por inmersión de hormas en salmuera

Maduración y envasado

Durante la maduración, los quesos pierden peso debido a que se produce la evaporación de parte del agua que contienen y desarrollan aromas y sabores característicos de cada tipo. Es necesario asegurar que la perdida de humedad sea uniforme en todos los quesos almacenados.

La maduración puede durar apenas unas horas para algunos quesos frescos, hasta meses y años para quesos duros.

Durante la maduración deben cuidarse las condiciones de aireación, humedad y temperatura de las cámaras. Cada tipo de queso tiene sus condiciones de humedad, aireación y temperatura óptimas para su maduración.

Por último, los quesos son envasados y empaquetados antes de su salida hacia los puntos de venta.



figura 9: diferentes cámaras de maduración de quesos

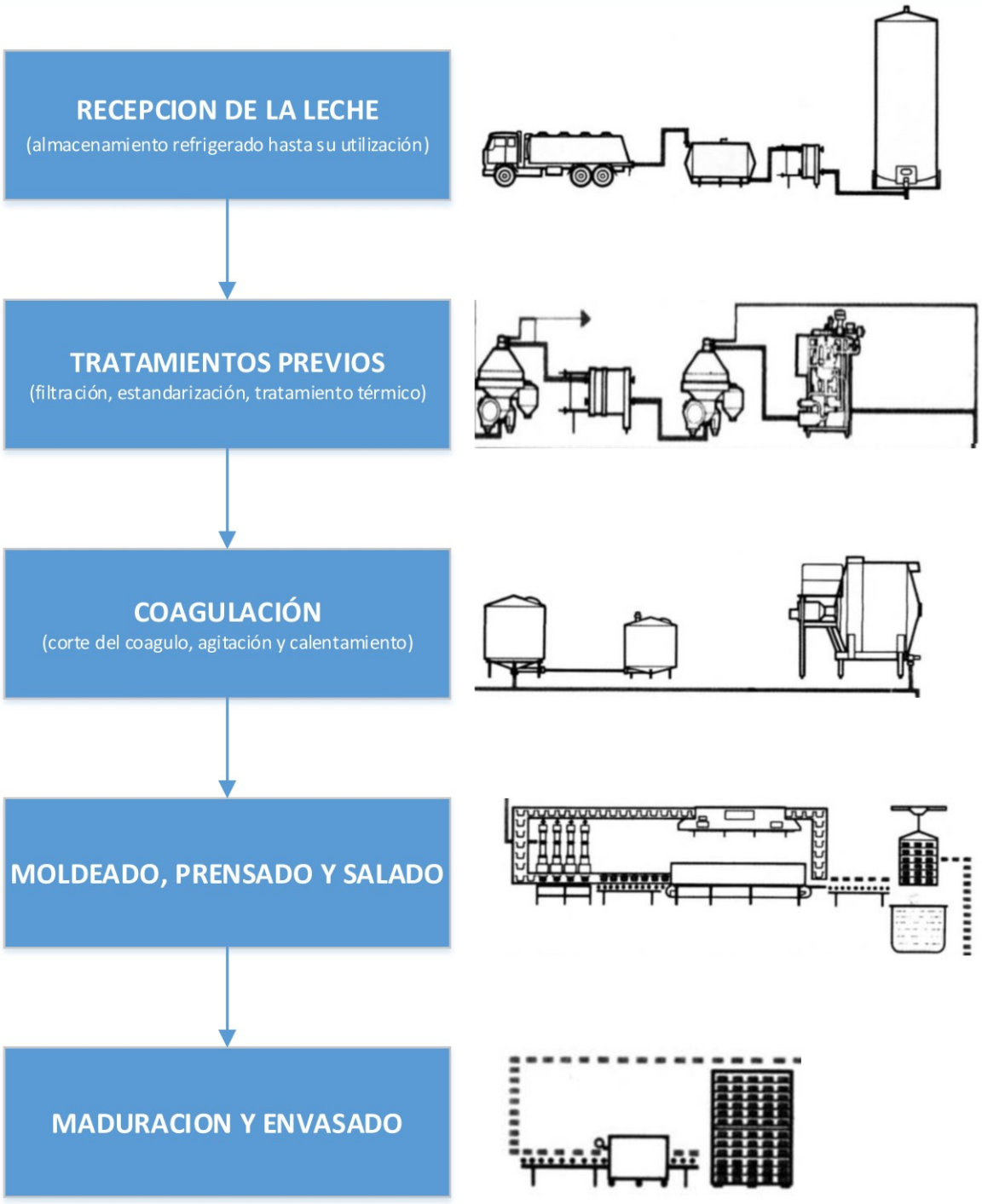


figura 10: diagrama general de las operaciones en la elaboración de quesos. Elaboración propia a partir de la descripción general del proceso.

Producción de yogur

El yogur también puede ser producido en diferentes formas, donde lo que cambia básicamente son sus propiedades físicas o reológicas, pudiéndose encontrar en el mercado yogures firmes, batidos o bebibles, en algunos países incluso lo venden en forma congelada o liofilizada.

En primer lugar, se realizará una descripción de las operaciones básicas, así como los parámetros que afectan la calidad de cualquier yogur, y posteriormente se puntualizará en el tipo de yogur elegido para este proyecto junto con las particularidades que se deben tener en cuenta para obtener un producto orgánico.

Operaciones básicas para la producción de yogur

Descontando el proceso de recepción de materia prima y suponiendo que se parte de leche de buena calidad almacenada en tanques de acero inoxidable a 4 °C, lo primero que debe hacerse en la elaboración de estos productos son procesos de higienización a través métodos físicos como filtros con el fin de eliminar las partículas extrañas más groseras que pudiera contener la leche.

Estandarización de la leche

La estandarización de la leche consiste en regular en contenido graso de la leche a un nivel que depende del producto a fabricar, pero que siempre tenga el mismo contenido de materia grasa con el fin de lograr homogeneidad en la calidad y características del producto terminado.

El contenido de materia grasa de la leche determina el tipo de producto a obtener, de hecho el Código Alimentario Argentino[i] clasifica las leches fermentadas según su contenido graso de la siguiente manera:

- Con Crema. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa mínimo de 6,0 g/100 g.
- Enteras o Integrales. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa máximo de 5,9 g/100 g y mínimo de 3,0 g/100 g.
- Parcialmente descremadas. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa máximo de 2,9 g/100 g y mínima de 0,6 g/100 g.
- Descremadas. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa máximo de 0,5 g/100 g.

Contenido de materia seca

En estos productos lácteos el contenido de materia seca es un factor importante a tener en cuenta, en particular la caseína y las proteínas del suero, debido a que determina propiedades físicas del producto tales como la firmeza del coágulo formado o la viscosidad del producto, así como la tendencia a la separación del suero.

De acuerdo con esto es conveniente aumentar el contenido de materia seca en la materia prima utilizada, esto se puede lograr a través de métodos tales como:

- Evaporación (10 - 20% del volumen de leche normalmente se evapora)
- Adición de leche descremada o proteína en polvo, generalmente 1 - 3%
- Adición de concentrado de leche.
- Adición de retenido UF o RO de leche descremada

Desaireación

El contenido de aire de la leche utilizada para hacer productos lácteos fermentados debe ser lo más bajo posible. Sin embargo, una cierta mezcla de aire es inevitable si se aumenta el contenido de materia grasa mediante la adición de leche en polvo. Si se hace esto, la leche se debe desairear como parte del procesamiento posterior.

Las ventajas obtenidas a través de la desaireación son:

- Mejora la estabilidad y viscosidad del yogur.
- Tiempo de fermentación acortado
- Condiciones de trabajo mejoradas para el homogeneizador.
- Menos riesgo de ensuciamiento durante el tratamiento térmico
- Eliminación de sabores volátiles (desodorización)

Homogeneización

Los principales motivos para homogeneizar la leche destinada a la producción de leche cultivada son evitar la formación de crema durante el período de incubación y asegurar una distribución uniforme de la grasa de la leche.

La homogeneización también mejora la estabilidad y la consistencia de las leches fermentadas, incluso aquellas con bajo contenido de grasa.

La homogeneización con calentamiento posterior a alta temperatura, generalmente de 90 a 95 ° C durante unos cinco minutos, tiene una muy buena influencia sobre la viscosidad del yogur final. La temperatura de homogeneización utilizada normalmente es de 60 ° C.

Tratamiento térmico

La leche es tratada térmicamente antes de ser inoculada con el iniciador para:

- Mejorar las propiedades de la leche como sustrato para el cultivo de bacterias.
- Asegúrese de que el coágulo del yogur terminado sea firme
- Reducir el riesgo de separación de suero en el producto final.

Los resultados óptimos se logran mediante tratamiento térmico a 90 - 95 ° C y un tiempo de mantenimiento de aproximadamente cinco minutos. Esa combinación de temperatura / tiempo desnaturaliza alrededor del 70 - 80% de las proteínas de suero (99% de la β-lactoglobulina). En particular, la β-lactoglobulina, que es la principal proteína del suero, interactúa con la κ-caseína, lo que ayuda a dar al yogur un cuerpo estable.

Fermentación

Una vez realizado el tratamiento térmico de la leche, ésta debe enfriarse hasta la temperatura de incubación (42-45 °C) y bombearse hacia los tanques fermentadores. Simultáneamente, el cultivo liofilizado o ultracongelado se dosifica en la corriente de leche, o bien se agrega una vez que la leche se encuentra contenida en el tanque. Una vez que se ha llenado el tanque, la agitación comienza y continúa por un corto tiempo para asegurar una distribución uniforme del cultivo iniciador.

Los tanques de incubación están aislados, para garantizar que la temperatura permanezca constante durante el período de incubación.

En la etapa final de la incubación, cuando se ha alcanzado el pH requerido (normalmente entre 4.2 y 4.5), el yogur debe enfriarse a 15-22 °C. Esto detiene temporalmente cualquier aumento adicional en la acidez. Al mismo tiempo, el coágulo debe someterse a un tratamiento mecánico suave, para que el producto final tenga la consistencia correcta.

El enfriamiento tiene lugar en un intercambiador de calor de placas generalmente, que está diseñado para brindar un tratamiento mecánico suave del producto.

Para lograr condiciones de calidad óptimas, el enfriamiento a 15 - 22 ° C (de 42 - 43 ° C) debe realizarse dentro de los 30 minutos posteriores a que se haya alcanzado el valor de pH ideal, para detener el desarrollo adicional de bacterias.

Después de enfriar a 15 - 22 ° C, el yogur está listo para ser envasado. La fruta y/o saborizantes, colorantes y aromas se pueden agregar al yogur una vez finalizada la fermentación, mientras se realiza el enfriamiento; para escalas pequeñas el enfriamiento se puede realizar a través de la circulación de agua fría por serpentinas en el interior del tanque de fermentación y por la misma camisa de vapor, con una leve agitación del producto; esta metodología puede llevar más tiempo pero presenta como ventaja que realiza un menor daño en el coágulo del yogur, obteniendo un producto con mejores características reológicas.

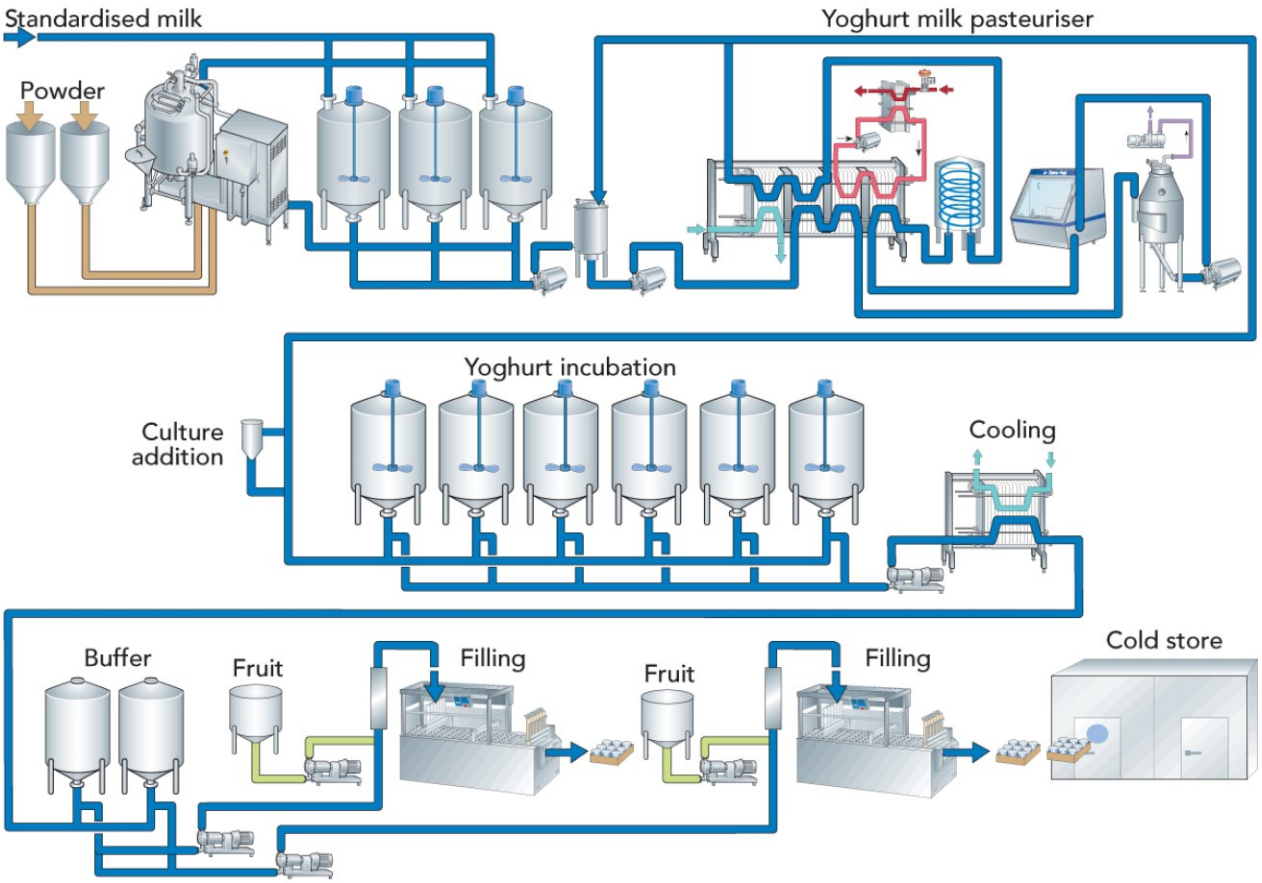


figura 11: diagrama esquemático para la elaboración de yogur batido con agregado de frutas. Fuente: https://dairyprocessinghandbook.com/chapter/fermented-milk-products

Producción de alimentos orgánicos

La producción de alimentos orgánicos en Argentina, tanto productos primarios como industrializados, cuenta con un marco regulatorio exigente y reconocido desde ya hace muchos años, luego de la creación de la ley orgánica en la década del 90 fueron añadiéndose anexos y resoluciones adjuntas para satisfacer nuevas exigencias del mercado y brindar garantías; hoy todas estas normativas se encuentran concentradas en la Resolución 374 de SENASA[ii]; cabe destacar que cualquier producto orgánico industrializado debe cumplir con todos los requisitos establecidos por el Código Alimentario Argentino para el alimento convencional en cuestión, y que debe cumplir además con lo establecido en la resolución antes citada.

A continuación, se citan textualmente algunos fragmentos de la resolución 374 de SENASA de especial interés para este capítulo:

ANEXO I, ARTICULO 6°: "*Principios específicos aplicables a la elaboración de productos orgánicos. Además de los principios generales del presente anexo, la elaboración de productos orgánicos incluida la elaboración de piensos, se debe regir también por los siguientes principios específicos:*

Inciso a) La utilización de ingredientes provenientes de sistemas productivos orgánicos salvo cuando alguno de ellos, que conforme un porcentaje menor del producto final, no se disponga en el mercado en su condición orgánica.

Inciso b) La utilización mínima de aditivos alimentarios, de ingredientes no orgánicos que tengan funciones fundamentalmente técnicas y sensoriales así como de oligoelementos y coadyuvantes tecnológicos, usados únicamente en caso de necesidad tecnológica esencial o con fines nutricionales concretos.

Inciso c) La utilización de métodos biológicos, mecánicos y físicos.

Inciso d) La preparación de alimentos orgánicos transformados se debe mantener separada en el tiempo y/o en el espacio de la de los alimentos convencionales.

Inciso e) En la elaboración de alimentos y piensos se deben respetar los principios de las buenas prácticas de manufactura en todas las etapas de la transformación incluyendo al ahumado y el uso de aditivos, coadyuvantes tecnológicos y otras sustancias e ingredientes".

Adicionalmente en los considerandos iniciales de dicha resolución, en relación a los organismos genéticamente modificados(OGMs), se hace mención a lo siguiente:

"*Que los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y los productos producidos a partir de ellos, o mediante OGM, son incompatibles con el concepto de producción orgánica y la percepción del consumidor de los productos orgánicos, por lo que no deben utilizarse en la agricultura orgánica ni en el procesado de estos productos*".

De acuerdo con esto, evidentemente la fabricación de productos orgánicos presenta ciertas exigencias y limitaciones que el productor debe tener en cuenta, y esto implica para los productos establecidos en este proyecto (queso y yogur) la búsqueda de alternativas en ciertas etapas del proceso en relación a la fabricación convencional de dichos productos. A continuación, se plantearán entonces para la fabricación de queso y yogur cuales son las restricciones establecidas por la legislación orgánica con respecto al proceso productivo convencional y cuáles son las alternativas elegidas para obtener el producto en su condición orgánica.

Lo que es evidente y común a ambos productos es que se elaboraran a partir de la leche orgánica certificada que proviene del tambo.

Puntos de conflicto entre la producción convencional y orgánica

En relación al proceso productivo para la elaboración de quesos si se tiene en cuenta los fragmentos de la normativa citados anteriormente (y dando por descontado el hecho de que se parte de leche orgánica como materia prima) se encuentran dos puntos de conflicto entre los métodos habituales en la producción convencional y las exigencias establecidas para los productos orgánicos; estos puntos son la etapa de **fermentación** y la etapa de **coagulación**, ambas debido a incompatibilidad de la utilización de organismos genéticamente modificados (OGMs) con la producción orgánica.

En el caso de la etapa de fermentación el conflicto aquí se crea debido a que en la actualidad está ampliamente generalizado el uso de starters comerciales liofilizados para llevar a cabo dicho proceso y que en su fabricación se suelen realizar ciertas manipulaciones genéticas en las bacterias para que cumplan determinadas funciones específicas, esto es, se le incorporan al nivel de los plásmidos a las bacterias ciertos "trozos" perfectamente identificados y seleccionados de ADN de otros microorganismos.

De esta manera el nuevo microorganismo, ahora modificado genéticamente, adquiere determinadas nuevas funciones o características que son deseadas desde el punto de vista de la productividad para el proceso de elaboración. A partir de estos métodos es que existen en la industria de los fermentos industriales un catálogo con una amplia gama de startes diferentes para cada tipo de queso o funciones específicas que el fabricante requiera.

Si bien estos aspectos pueden parecer muy ventajosos desde el punto de vista de la productividad no son compatibles con la producción orgánica debido a la percepción negativa que tiene el consumidor respeto a estas prácticas y a su valoración hacia lo "natural".

En el caso de la etapa de coagulación el conflicto surge por el mismo motivo, la incompatibilidad de la producción orgánica y los OGMs; esto se da aquí debido a que en la actualidad son utilizados los llamados "coagulantes genéticos o recombinantes" los cuales son obtenidos de la biomasa producida por la actividad de ciertas bacterias, pero donde dichas bacterias han sido modificadas genéticamente previamente para que como consecuencia de su metabolismo produzcan la enzima responsable de la coagulación de la leche.

Antiguamente esta etapa se llevaba a cabo a partir del líquido del macerado del cuarto estómago de un ternero, debido a que estos contenían enzimas coagulantes en sus estómagos; y es a partir del descubrimiento de la secuencia de ADN que codifica la producción de las enzimas coagulantes en el ternero y a su incorporación en bacterias que en la actualidad se tienen los coagulantes genéticos.

En el caso del yogur se presenta el mismo inconveniente que en el queso para la etapa de fermentación. Adicionalmente, una de las prácticas habituales en la producción de yogur es el agregado de leche en polvo para obtener una mejor consistencia y textura en el producto final, la complicación en este caso radica en que en el mercado no existe leche en polvo orgánica.

A continuación, se plantearán los métodos alternativos a las etapas de conflicto planteadas anteriormente para cada producto, para así poder llegar a productos orgánicos de acuerdo a las exigencias de la normativa.

Producción de queso orgánico

Para el caso de la producción de quesos, la alternativa a los procesos que se utilizan actualmente y que no son compatibles con la producción orgánica sería volver a los métodos tradicionales utilizados en épocas anteriores. Esto generaría además una percepción positiva en los consumidores que valoran lo "natural y artesanal".

Fermentación

Esta etapa se realizará a través de fermentos naturales, los mismos pueden ser:

- *Fermento natural de leche:* este tipo de fermento se obtiene seleccionando una vaca lechera del tambo que se sabe que genera leche de muy buena calidad (a la que preferentemente se le darán tratos especiales con este fin), a la cual se le realiza el ordeñe con especial cuidado en la higiene durante el proceso y donde su leche será retenida en un recipiente especial que se guarda por separado del resto de la leche de las demás vacas. Luego se le realiza un termizado (para eliminar bacterias patógenas como las coliformes, pero que no destruyan las bacterias lácticas naturales), se enfría hasta 35-37 °C para que las bacterias lácticas comiencen a desarrollarse metabolizando la lactosa, produciendo ácido láctico, lo cual produce un aumento la acidez y descenso del pH; al llegar a una acidez de 25-30 °Dornic se tiene la certeza de que hay bacterias lácticas activas en la leche, viables y en desarrollo, en ese momento se enfría en cámara hasta el día siguiente, transcurrido ese tiempo la leche se presentara con una acidez de 50-55 °Dornic, más viscosa y aromática. De esta manera se ha creado básicamente un "concentrado de bacterias ácido lácticas autóctonas" que luego se agregara a la tina para como fermento.
  Este tipo de fermento se utilizará en la fabricación del queso de pasta semidura pategrás.
- *Fermento natural de suero:* este tipo de fermento natural se obtiene separando parte del suero obtenido luego de una elaboración, previo filtrado para eliminar impurezas, se coloca en un recipiente adecuado y deja que las bacterias lácticas que contiene continúen desarrollándose, aumentando la acidez y descendiendo el pH, al alcanzar una acidez de 120 ° Dornic (pH= 3,5), luego se almacena refrigerado hasta su posterior utilización al día siguiente.

Este tipo de fermento es recomendable utilizarlo en la fabricación de quesos de pasta dura, ya que le otorga a los mismos un flavor muy agradable.

En el caso del queso reggianito se utilizarán entonces tanto fermentos naturales de leche como de suero.

Tratamiento térmico

Teniendo en cuenta las preferencias de los consumidores de productos orgánicos, particularmente su valoración por los productos naturales o de mínimo procesamiento es que se optará por no realizar el proceso de pasteurización en la elaboración del queso de pasta dura; esto se encuentra avalado por el Código Alimentario Argentino en su artículo 605 del capítulo VIII, donde se expone lo siguiente: "*Queda excluida de la obligación de ser sometida a pasteurización o tratamiento térmico la leche higienizada que se destine a la elaboración de quesos que se sometan a un proceso de maduración a una temperatura superior a los 5 ºC durante un lapso no menor de 60 días*", lo cual se cumple para el queso reggianito.

Esto se debe a que está ampliamente comprobado que luego de una maduración de 60 días en los quesos no sobrevive ningún tipo de microorganismo patógeno.

En el caso del queso pategrás, este presenta un periodo de maduración inferior a 60 días, por lo que es obligatoria la realización del tratamiento térmico, sin embargo, siguiendo el criterio de tratar de conservar las características naturales de la materia prima es que se optará por una pasteurización en tina de 63-65 °C durante 15-30 minutos (pasteurización baja), este método modifica muy poco las características originales de la leche.

Cabe destacar además que este modelo de producción donde de se encuentran integradas la producción primaria y los procesos de elaboración permite que se pueda llegar a la producción con una leche de excelente calidad tanto microbiológica como fisicoquímica si se respetan ciertas normas de higiene y manipulación. Más aún, en este modelo es posible coordinar la producción de manera que la leche recién obtenida del ordeñe pase directamente a elaboración sin enfriamiento ni almacenamiento previo, es evidente que de esta manera es posible partir de una materia prima de excelente calidad.

Producción de yogur orgánico

En el caso del yogur orgánico es más complicada la obtención de fermentos naturales, sin embargo, es posible pedir a los productores de fermentos industriales que nos provean de un fermento de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* cuyas bacterias no hayan sido alteradas genéticamente y poder realizar la etapa de fermentación con las mismas.

En cuanto a la ausencia en el mercado de leche en polvo orgánica, la legislación prevé esta situación y permite la utilización del producto convencional para estos casos, siempre que éste no constituya un porcentaje significativo en la formulación, teniendo en cuenta que la leche en polvo se agrega para la producción de yogur en el orden de 1-2 %, sería posible entonces su utilización en el proceso de obtención de yogur orgánico sin que este pierda dicha condición.

Además, existen otros componentes permitidos por la legislación orgánica para lograr el mismo objetivo en la textura tales como pectina, carragenina y alginatos.

[i] Código Alimentario Argentino, CAA. Capitulo VIII "ALIMENTOS LÁCTEOS", articulo 576, pag. 41. Recuperado de: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VIII.pdf

[ii] Resolución SENASA 374. Recuperado de: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/Arg/298a1_t.pdf

Capítulo V

Balances de materia y energía

Índice

Introducción 3
Rendimiento en la producción de quesos 3
Rendimiento teórico del queso y yogur 6
Rendimiento teórico del queso 8
Rendimiento real del queso 9
Tratamientos previos de la leche 9
Balance para la elaboración de yogur 23
Estandarización-higienización de la leche 23
Formulación y agregado de ingredientes 25
Balances de energía 28
Producción de queso 29
Pasteurización 29
Cocción 34
Producción de yogur 36
Pasteurización 36
Consumo energético total 40
Calor total a entregar 40
Vapor calefactor total a producir 40
Calor total a extraer 41
Agua de enfriamiento total 41

Introducción

Los balances de materia y energía son métodos matemáticos donde se cuantifican todas las variables que intervienen en un proceso productivo, a través de corrientes de entradas que representan las condiciones iniciales y corrientes de salida que representan las condiciones finales del proceso en estudio.

Ambos tipos de balances son de suma importancia para las industrias en general y para la alimenticia en particular, algunos de sus puntos más importantes son:

- Establecen las cantidades o caudales de cada uno de los componentes a agregar en cada operación, esto para la fabricación de un alimento es de gran importancia, ya que la cantidad a agregar de cada ingrediente define la composición final del alimento y por ende sus características.
- Dan una referencia teórica de la cantidad de producto final que se podrá obtener (rendimiento del proceso), lo cual es uno de los factores más importantes desde el punto de vista económico y uno de los que define la rentabilidad y factibilidad de la actividad productiva.

Es de gran importancia en primer lugar establecer los rendimientos teóricos a obtener en cada etapa del proceso productivo y en segundo lugar determinar y monitorear permanentemente las corrientes y rendimientos reales obtenidos de los mismos; si bien hay muchos factores que alejan los valores de rendimientos reales y teóricos, este último sirve como referencia y el objetivo siempre debe ser conocer nuestro proceso y las variables que afectan el rendimiento con el fin de mejorarlo constantemente de manera de disminuir la brecha entre ambos valores, lo que implicaría mejoras en la rentabilidad de la actividad productiva.

Rendimiento en la producción de quesos

En la industria láctea es importante poder calcular de antemano el rendimiento quesero de las producciones; es decir la cantidad de queso que se puede fabricar teóricamente con un volumen y calidad de leche determinados. Este cálculo permitirá prever los materiales, mano de obra y equipamientos que se requerirán en la elaboración. Además, será posible el cálculo anticipado de costos y rentabilidad del proceso de elaboración y, también como resultado de esto, el control del funcionamiento y rentabilidad de la fábrica.

Tal es la importancia de este parámetro que por ejemplo los sistemas de fijación de precios para la leche cruda se basan en la medición de parámetros que influyen en el rendimiento obtenido en la elaboración de quesos, donde la leche se paga a un mayor precio cuanto mayor es el contenido de aquellas sustancias que aumentan el rendimiento (contenido de proteínas, caseínas específicamente); o bien las modificaciones tanto en el procesamiento como en los ingredientes a utilizar durante la elaboración se piensan en pos de aumentar el rendimiento, y este es uno de los parámetros más determinantes a la hora de evaluar la eficacia de estas modificaciones.

El rendimiento en la elaboración de queso está influenciado por muchos factores, incluyendo la composición y calidad de la leche cruda, forma de manipulación de la leche, el almacenamiento en frío, tratamientos previos aplicados (estandarización, pasteurización), el método de fabricación, equipos y tecnologías utilizadas.

Es importante que el productor posea el mayor conocimiento posible de cómo cada una de las variables afectan el rendimiento y más importante aún es que cada una de las variables sean monitoreadas y analizadas en el tiempo con el fin de detectar ineficiencias o posibles mejoras que ayuden a maximizar el valor de este parámetro, ya que de esto depende maximizar la rentabilidad de esta actividad productiva y en muchas ocasiones condiciona incluso su factibilidad económica. Cabe destacar que, si bien hay muchas rutas posibles para mejorar el rendimiento de elaboración del queso, la rentabilidad de alguna de ellas dependerá del costo de la implementación de nuevas tecnologías y procedimientos y de que los ahorros sean significativos en relación a la inversión.

El rendimiento de elaboración del queso se puede definir de varias maneras, pero la más simple y ampliamente utilizada lo define como el peso de queso producido (en Kg) a partir de 100 Kg de leche, el rendimiento también suele expresarse como el volumen de leche en litros necesarios para la fabricación de una tonelada de queso.

$$R = \frac{Kg\ de\ queso\ obtenidos}{Kg\ de\ leche\ utilizadas} * 100$$

Estas son definiciones básicas y solo sirven para comparar valores entre quesos de igual tipo, ya que diferentes clases de quesos presentan composiciones diferentes (el contenido de humedad es el parámetro más gráfico) y por lo tanto presentarán

rendimientos diferentes, sin que esto implique métodos de fabricación menos eficientes, es evidente que quesos de mayor humedad presentaran mayor rendimiento en términos de las definiciones antes planteadas. En relación a esto existen otros métodos de cálculo con mayor precisión que tienen en cuenta solo el contenido de materia seca del producto y las cantidades de proteínas y materia grasa en la materia prima.

Por citar como ejemplo alguno de los factores que afectan el rendimiento de la elaboración de quesos, la pasteurización de la leche (por ejemplo, 72 ° C durante 15 s) produce un bajo nivel de desnaturalización de las proteínas de suero (5% del total). Estas proteínas de suero desnaturalizado forman un complejo con caseína y se retienen en la cuajada de queso, lo que contribuye a un aumento del rendimiento de 0,1 - 0,4%. Sin embargo, la mayoría de las proteínas del suero, que representan el 20% del total de proteínas de la leche, se pierden en el suero. Teóricamente, si todas las proteínas de suero se conservaran en la cuajada, se podría lograr un aumento del rendimiento del 12%. Sin embargo, la inclusión de altos niveles de proteína de suero (> 35% de la proteína de suero total) en forma desnaturalizada impide la coagulación del cuajo y tiene un impacto negativo en la funcionalidad y la calidad de la mayoría de los quesos de cuajo.

El daño a la caseína o a la grasa de la leche antes de la fabricación del queso tiene implicaciones importantes en su rendimiento; la degradación de la caseína debido a altos niveles de proteinasas de células somáticas o de bacterias psicrótrofas (asociadas con el almacenamiento en frío excesivo de la leche) reducen el potencial del rendimiento caseario de la leche, esto se debe a que dichas proteinasas degradan la caseína provocando la hidrolisis de péptidos que resulta en la solubilidad de la caseína en el suero.

Un excesivo almacenamiento en frío estimula una serie de cambios fisicoquímicos en la leche que pueden tener un impacto negativo en el rendimiento, estos incluyen la solubilización de caseínas micelares y del fosfato de calcio coloidal, lo que conduce a un aumento de la caseína y el calcio en el suero.

Rendimiento teórico del queso y yogur

Para poder calcular el rendimiento teórico de cualquiera de estos dos productos lo primero que hay que conocer es la composición media de la materia prima principal para su fabricación que es la leche.

Tabla 1: Composición de la leche de vaca. Cuadro de elaboración propia a partir de datos de INTA

Composición de la leche	
Componente	Proporción (g/100 g leche)
Agua	88,05
Materia seca	11,95
Lactosa	4,61
Materia Grasa	3,51
Proteina Total	3,17
Cenizas	0,66

Tabla 2: Compuestos nitrogenados de la leche de vaca. De elaboración propia a partir de datos de INTA

	Promedio (g/100g)	Valor relativo (%)	
FRACCION NITROGENADA	32	**100**	
PROTEINA VERDADERA			
A. Caseina	25	**78,2**	**100**
a.Caseina alfa s1	9		36
b. Caseina Alfa s2	2,5		10
c. Caseina Beta	8,5		34
d. Caseina kapa	3,2		13
e. Caseina Gama 1,2,3	1,75		7
B. Proteinas del suero	5,4	**16,8**	**100**
B1. Albuminas			
a.Beta lactoglobulina	2,7		50
b. alfa–lactoglobulina	1,2		22
c. Suero–albumina	0,25		5
B2. Globulinas inmunes	0,65		12
B3. Proteasa–peptona	0,6		10
NITROGENO NO PROTEICO	1,6	**5**	



figura 1: figura 2: composición de la leche de vaca. De elaboración propia a partir de datos de INTA

Como ya se mencionó el modelo productivo planteado en este proyecto implica que la instalación de la sala de procesamiento de la leche se encuentre a una pequeña distancia de la sala de ordeñe, ubicado dentro del terreno del tambo. Esta particularidad hace que se pueda trabajar con leche de extremada frescura y calidad.

En este tambo se realizan dos ordeñes, uno a las 4 hs y el restante a las 14 hs, donde en cada uno de los mismos se obtienen volúmenes muy similares y ambos suman unos 2800 litros diarios de leche. A su vez la productividad del modelo de producción orgánico es menor al del modelo convencional, según diferentes estudios en el modelo de explotación orgánico se tiene aproximadamente un 20 % menos de producción de leche por vaca en relación a los modelos convencionales de alta productividad actuales; sin embargo, debido a que el modelo productivo de este pequeño tambo tiene más similitudes al modelo orgánico que al de alta producción (tipo feed Lot) en relación a la alimentación animal y al número de animales por unidad superficie de pastoreo, por ello se considerará una disminución del rendimiento en la obtención de leche del 10 %. De esta manera, manteniendo el número de vacas (110) se obtendrían unos ***2520 litros de leche diarios***.

Las producciones estarán diagramadas de tal manera que el comienzo de una de las elaboraciones de quesos coincida con la finalización del segundo ordeñe, de manera de utilizar la leche inmediatamente luego de obtenida en el segundo ordeñe, de esta manera esta leche no será enfriada y pasará directamente a la elaboración del queso, lo cual implica una elevada calidad en la materia prima.

La leche obtenida en el primer ordeñe si deberá ser refrigerada y almacenada a 4 °C, donde una fracción de la misma (500 litros) será utilizada al comienzo de la jornada productiva para la elaboración de yogur, el volumen restante permanecerá en el tanque de almacenamiento refrigerado, se mezclará con parte de la leche del segundo ordeñe y dicha mezcla será utilizada para la segunda tina de producción de quesos (los primeros 1000 litros del segundo ordeñe van directamente a la tina para la primera tanda de elaboración de queso).

Rendimiento teórico del queso

El rendimiento quesero es un problema que ha sido investigado desde hace casi un siglo por muchos autores, donde estos autores han desarrollado diferentes tipos de ecuaciones, permitiendo así predecir el rendimiento teórico del queso.

Estas ecuaciones utilizan principalmente la composición de la leche (reactante principal) incluyendo uno o varios parámetros tales como: contenido de proteína o caseína, materia grasa, sólidos totales y sólidos no grasos; como también contenido de humedad, sal y materia grasa del queso. Los modelos teóricos y empíricos son una forma de expresar un balance de masa, ya que concluyen con expresiones que relacionan los kilogramos obtenidos de queso con los kilogramos de leche utilizada

No existe consenso acerca de una manera única y correcta para predecir el rendimiento quesero, a partir de la composición de la leche y de la composición deseada en el queso, bajo condiciones determinadas de procesamiento. Se han desarrollado modelos teóricos y empíricos y sus correspondientes fórmulas. El modelo teórico más utilizado es el de Van Slyke.

$$Y = \frac{(0.7652\ x\ MG + 0.7218\ x\ \ PT + 0.0583\ x\ L + 0.175)}{100 - Hum\% - 1.93}\ x\ 100$$

Esta es la ecuación para el rendimiento de Van Slyke y Publow, donde fundamentan su cálculo en una relación de los sólidos más importantes de la leche (Materia Grasa y Caseína) con los sólidos totales del Queso; esta ecuación presenta ciertos factores de corrección empíricos. Donde:

Y: rendimiento quesero (kg de queso / 100 kg de leche)

MG: es el contenido porcentual de materia grasa de la leche (g %)

PT: es el contenido porcentual de proteína total de la leche (g %)

L: es el contenido porcentual de lactosa de la leche (g %)

Hum %: es el porcentaje de humedad del queso

1.93: es una constante calculada que incluye todos los sólidos no lácteos incorporados al queso (sal, cloruro de calcio, etc.).

Si aplicamos esta fórmula para los quesos sardo y pategrás se obtienen los siguientes valores:

$Y_{PATEGRAS}$ = 9,03 kg queso / 100 kg de leche

Y_{SARDO} = 8,31 kg queso / 100 kg de leche

Para el cálculo de los mismos se utilizaron valores de humedad promedio a los intervalos establecidos por el C.A.A para cada uno de los tipos de quesos en estudio.

Rendimiento real del queso

A continuación, se calculará el rendimiento "real" del proceso de elaboración de cada uno de los quesos planteados como productos a fabricar en este proyecto (queso pategrás y queso sardo) a través del planteamiento de balances de materia para cada una de las etapas sucesivas que intervienen en la fabricación y vinculándolas entre sí, teniendo en cuenta las formulaciones y condiciones de tratamientos específicas para cada uno de ellos, además de tener en cuenta las posibles pérdidas que se pueden llegar a tener durante cada etapa de la producción. De esta manera se llegará a un valor de rendimiento quesero más aproximado al real para este modelo productivo en particular.

Tratamientos previos de la leche

La leche obtenida luego del ordeñe, antes de llegar a la tina quesera es sometida a una serie de tratamientos previos, en general para los modelos convencionales estos tratamientos incluyen etapas destinadas a la eliminación de partículas extrañas y contaminantes, estandarización e incluso tratamientos térmicos previos al llenado de la tina. Para este caso como etapa previa solo se tendrá un pequeño filtro entre el tanque de almacenamiento en frío y la máquina centrifuga encargada de la

estandarización de la materia grasa de la leche, donde posteriormente la leche pasará directamente a la tina, debido a que, de realizarse tratamiento térmico, este se producirá en la tina (solo para el queso pategrás).

Estandarización de la leche

Cada tipo de queso presenta un contenido graso determinado y particular que le otorga sus características propias, este es uno de los parámetros de mayor importancia en la fabricación de quesos, incluso existen clasificaciones que los dividen según su contenido en el producto final; el contenido de grasa del producto terminado dependerá del porcentaje de grasa de la materia prima de la que se parte, siendo la etapa de estandarización la única a través de la cual se puede manejar dicho parámetro.

El principio de funcionamiento de esta etapa consiste hacer pasar la leche por una máquina centrifuga que debido a una diferencia en las densidades separa por un lado leche descremada y por otra crema. Existen varias maneras de ajustar el contenido graso de la leche que se utilizará como materia prima, el método a utilizar aquí consiste en determinar en primer lugar el contenido graso de la leche de la cual se parte, sabiendo además el contenido de materia grasa necesario para el tipo de queso que se desea elaborar y el contenido graso de la crema separada a través de la centrifuga, se puede calcular entonces la cantidad (en Kg) de crema que se debe separar para obtener una mezcla final en tina cuya composición final es la deseada para el tipo de queso a elaborar. De esta manera solo se producirá la separación de crema en la centrifuga hasta que se haya obtenido la cantidad calculada de la misma, luego de esto la leche pasará directamente hacia la tina sin separarse.

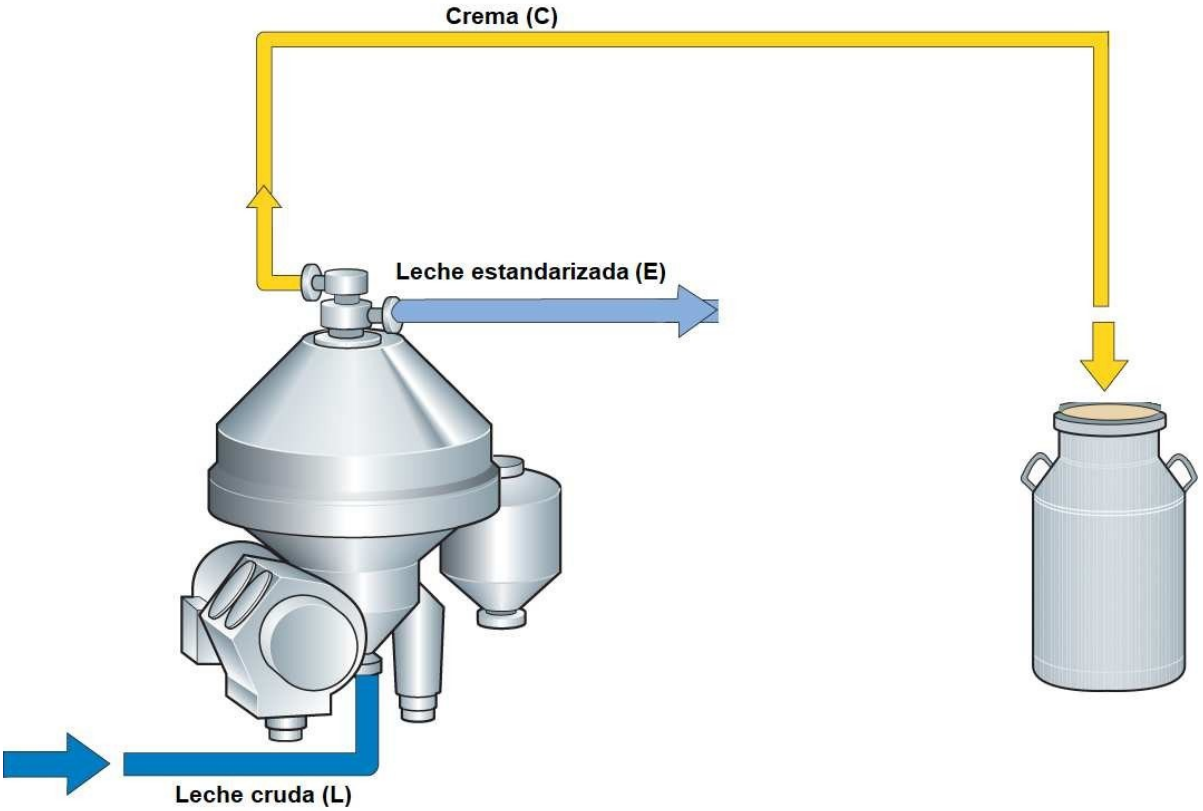


figura 3: figura esquemática del proceso de estandarización a utilizar

Esta figura representa esquemáticamente el proceso de estandarización, donde la leche cruda pasa a través de la centrífuga, todo el volumen a producir pasara a través de la misma, pero el proceso de separación será detenido una vez que haya sido separada la cantidad de crema calculada para el tipo de queso a fabricar.

Donde:

L: leche cruda

C: crema

E: leche estandarizada

De este proceso se pueden plantear los siguientes balances de materia:

- Balance de materia global (1):

  $$\boldsymbol{L = C + E}$$

- Balance del contenido de materia grasa (2):

  $$\boldsymbol{Xg^{L}.L = Xg^{C}.C + Xg^{E}.E}$$

Xg^L : contenido de materia grasa en la leche cruda

Xg^C : contenido de materia grasa en la crema

Xg^E *:* contenido de materia grasa en la leche estandarizada

- Balance del contenido de proteínas (3):

$$\boldsymbol{Xp^L.L = Xp^C.C + Xp^E.E}$$

Xg^L : contenido de proteína en la leche cruda

Xg^C : contenido de proteína en la crema

Xg^E *:* contenido de proteína en la leche estandarizada

- Relación materia grasa/proteína (4):

$$\frac{\boldsymbol{Xg^E}}{\boldsymbol{Xp^E}}$$

Tomando los valores de composición de la leche cruda establecidos en la Tabla 1, y refiriendo los cálculos a una masa de 100 kg (pudiéndose extrapolar luego a cualquier volumen de leche), suponiendo además que la centrifuga se regula de manera tal que la crema obtenida posee un contenido de grasa del 40 %.

Para el queso pategrás se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

(1) $100\ kg = C + E$

(2) $0.035 * 100kg = 0.4 * C + Xg^E.E$

(3) $0.0317 * 100kg = 0.0317 * E$

(4) $\frac{Xg^E}{Xp^E} = 0.9$

Resolviendo este sistema de ecuaciones se llega a los siguientes valores:

$\boldsymbol{Xg^E}$ **= 0,028 kg** (materia grasa / kg de leche)

$\boldsymbol{C}$ **= 1,9 kg** (crema)

$\boldsymbol{E}$ **= 98,1 kg** (leche estandarizada)

Coagulación de la leche

Luego de pasar por la centrífuga la leche se deposita en la tina quesera, aquí en primer lugar se lleva a cabo el proceso de pasteurización, se produce el enfriamiento y posteriormente se realiza el agregado de los siguientes aditivos, los mismos se expresan en porcentaje en relación al volumen de leche en tina:

- Fermento natural de leche: 2 %
- Cloruro de calcio: 0.02 %
- Cuajo animal: 0.02%

El agregado de estos aditivos no se realiza en manera simultánea, en primer lugar se agregan los fermentos, su acción disminuye el pH de la leche (lo que ayudará a la coagulación de la misma), alcanzado el valor deseado de pH se agrega el $CaCl_2$, se regula la temperatura a la óptima de coagulación y se agrega el cuajo animal, luego de una pequeña agitación solo se debe esperar a que se forme el coágulo, y finalmente se procede con los pasos de corte agitación y calentamiento, cuyas condiciones serán particulares (tiempo y temperatura de agitación, tamaño del grano, etc.) del tipo de queso a producir.

Desde el punto de vista del balance de materia se considerará la etapa de coagulación como una simple adición de los ingredientes ya mencionados, quedando al final de la etapa una mezcla de granos de cuajada y suero que pasaran en conjunto a la etapa posterior de pre-prensado y cuya masa será igual a la suma de los componentes agregados, como se muestra esquemáticamente en la siguiente figura:

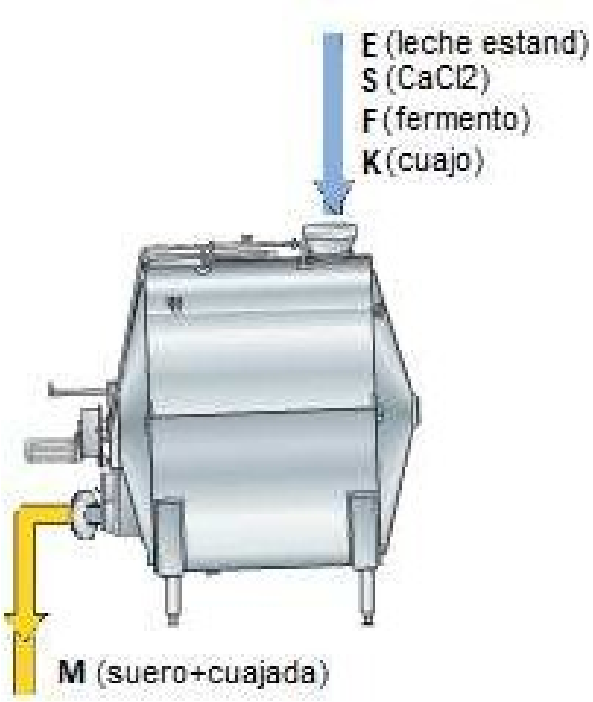


figura 4: figura esquemática del proceso de coagulación / formación de granos de cuajada.

El balance de material global para este proceso es el siguiente:

$$\boldsymbol{M = E + S + F + K}$$

Donde:

$E = 98{,}1\ Kg$ (leche estandarizada)

$S = 0{,}0002 * E$ (Cloruro de calcio)

$F = 0{,}02 * E$ (Fermento natural)

$K = 0{,}0002 * E$ (Cuajo animal)

Reemplazando queda:

$$M = 98{,}1kg + 0{,}0002 * 98{,}1kg + 0{,}02 * 98{,}1kg + 0{,}0002 * 98{,}1kg$$

$\boldsymbol{M = 100{,}1\ Kg}$ (mezcla de granos de cuajada y suero)

Por lo tanto, una vez finalizada toda la etapa de corte, agitación y cocción queda una mezcla de suero y granos de cuajada de 100,1 kg, posteriormente deben comenzar los procesos destinados a la separación de la cuajada del suero.

Antes de pasar a la siguiente etapa, se determinará la composición del coágulo formado a través de balances de materias para cada componente de interés, lo cual será de utilidad para el análisis en las siguientes etapas.

- Balance del contenido de materia grasa (1):

$$\boldsymbol{Xg^M . M = Xg^E . E + Xg^S . S + Xg^F . F + Xg^K . K}$$

Xg^M : contenido de materia grasa en coagulo

Xg^S : contenido de materia grasa en la corriente de $CaCl_2$ = 0

Xg^E : contenido de materia grasa en la leche estandarizada = 0,028 (kg mg/kg leche)

Xg^F : contenido de materia grasa en el fermento natural = 0,035 (kg mg/kg fermento)

Xg^K : contenido de materia grasa en el cuajo = 0

$$\boldsymbol{Xg^M} = \frac{(0{,}028*98{,}1+0+0{,}035*1{,}96+0)\text{kg mg}}{100{,}1\ kg\ cuagulo}$$

$\boldsymbol{Xg^M} = 0{,}0281$ kg materia grasa / kg de cuajo

- Balance del contenido de proteína (2):

$$\boldsymbol{Xp^M . M = Xp^E . E + Xp^S . S + Xp^F . F + Xp^K . K}$$

Xg^M : contenido de proteína en coagulo

Xg^S : contenido de proteína en la corriente de $CaCl_2$ = 0

Xg^E : contenido de proteína en la leche estandarizada = 0,0317 (kg prot. /kg leche)

Xg^F : contenido de proteína en el fermento natural = 0,0317 (kg prot. /kg fermento)

Xg^K : contenido de proteína en el cuajo = 0

$$\boldsymbol{Xp^M} = \frac{(0{,}0317*98{,}1+0+0{,}0317*1{,}96+0)\text{kg proteina}}{100{,}1\ kg\ cuagulo}$$

$\boldsymbol{Xp^M} = 0{,}0316$ kg proteína / kg de coagulo

Aquí se puede observar que los agregados realizados no tuvieron prácticamente impacto en la composición de coágulo, teniendo la misma composición que la leche estandarizada utilizada. Por un lado, las cantidades agregadas son pequeñas en comparación al volumen de leche y por el otro el fermento natural es a base de leche entera que posee una composición prácticamente igual a la leche estandarizada.

Pre-prensado

Esta etapa es alimentada por la mezcla de suero y granos de cuajada obtenidos en la etapa anterior (M), esta corriente llega a la pre-prensa a través de una tubería conectada a la descarga inferior de la tina, al ir descargándose se procura distribuir uniformemente esta mezcla en toda la superficie de la pre-prensa; una vez descargada la totalidad de la corriente M unas planchas de acero comienzan a descender sobre la mezcla ejerciendo presión sobre la misma, debido a que una de las superficies de la pre-prensa tiene aperturas, esto permite el escurrido del suero y su separación de la masa de la cuajada, posteriormente este suero es separado quedando solamente en la masa de cuajada en el equipo.

Mediante esta operación se separará una cantidad de suero correspondiente a un 90% del suero total; quedando por separado la masa de cuajada, pero aun con un elevado contenido de humedad.

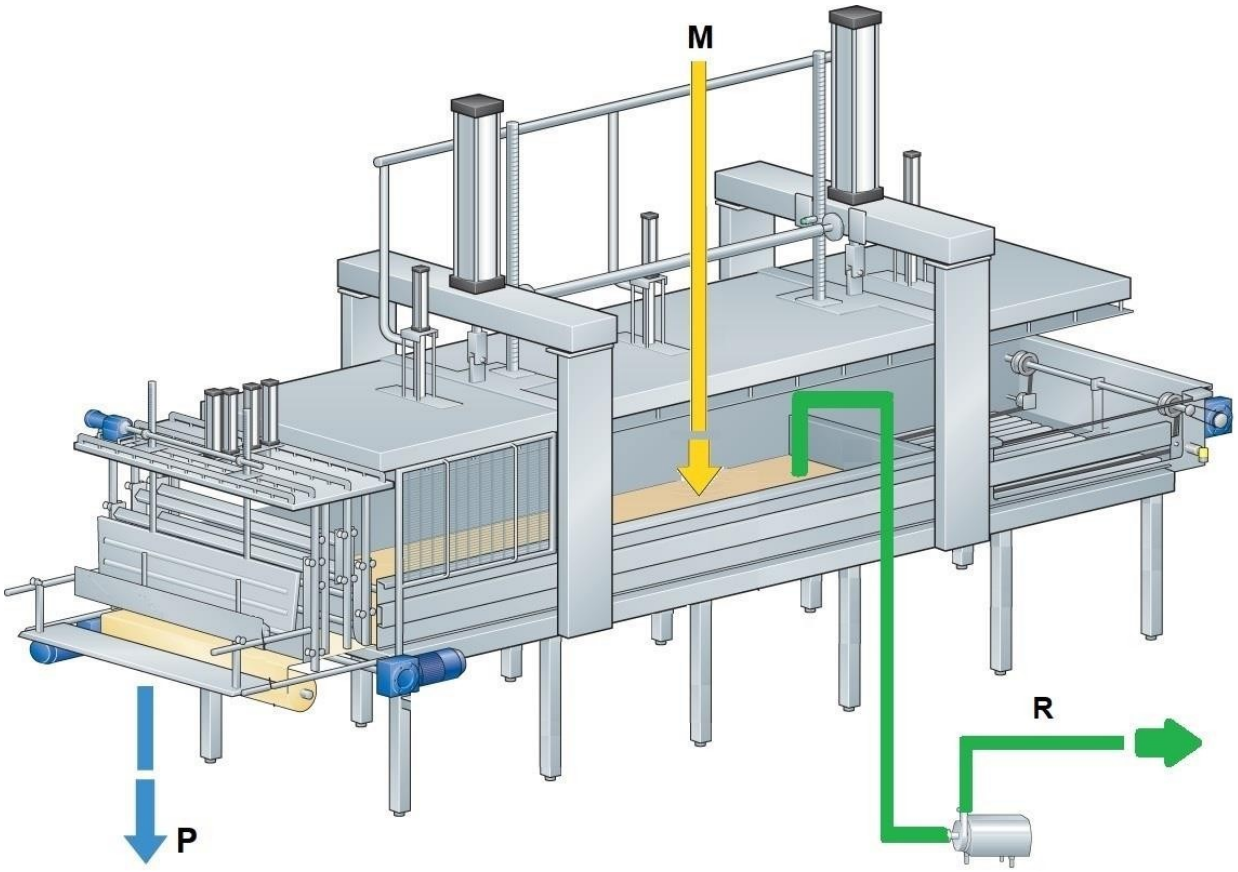


figura 5: figura esquemática del proceso de pre-prensado

El balance de materia global para este proceso es el siguiente:

$$\boldsymbol{M = P + R}$$

Donde:

P: masa de cuajada

R: suero separado

En primer lugar, se determinará la composición del extracto seco que formará parte de la cuajada y del suero, describiendo la proporción de cada uno de los componentes que queda en cada corriente; para luego poder calcular la masa de cada corriente.

Para ello se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El 80 % de las proteínas presentes en el coágulo pasan al queso (caseínas)
- El 90 % de la materia grasa contenida en el coágulo pasan al queso
- El 2 % de la lactosa presente en el queso pasan al queso
- El 35% de las sales contenidas en el coágulo pasan al queso

De aquí podemos calcular el extracto seco en la cuajada (ES^P):

$$\boldsymbol{ES^P = 0.8 * (Xp^M . M) + 0.9 * (Xg^M . M) + 0,02 * (Xl^M . M) + 0.35 * ((Xs^M . M) + (0,0002 * E))}$$

$$ES^P = 0.8 * (0{,}0316 * 100{,}1kg) + 0{,}9 * (0{,}0281 * 100{,}1kg) + 0{,}02 * (0{,}046 * 100{,}1) + 0{,}35 * ((0{,}0066 * 100{,}1kg) + 0{,}0002 * 98kg))$$

$$\boldsymbol{ES^P = 5{,}2} \text{ kg}$$

Por otro lado, la masa de suero total será:

$$\mathrm{m}_{\mathrm{R_T}} = \boldsymbol{M - ES^P}$$

$$\mathrm{m}_{\mathrm{R_T}} = 94{,}9 \text{ Kg}$$

Adicionalmente ya se mencionó que el suero separado en esta etapa corresponde a un 90 % del total contenido en la corriente de entrada, con lo cual se tiene:

$$\boldsymbol{R = 0.90 * \mathrm{m}_{R_T}}$$

$$R = 0.90 * 94{,}9\ Kg$$

$$\boldsymbol{R = 85{,}4\ Kg}$$

Reemplazando esto en el balance de materia global se tiene:

$$P = M - R$$

$$P = 100{,}1\ Kg - 85{,}4 Kg$$

$$\boldsymbol{P = 14{,}7 Kg}$$

Donde la humedad de la masa de cuajada es la siguiente:

$$\boldsymbol{Xh^{M} = \frac{P - ES^{P}}{P} = \frac{14{,}7\ Kg - 5{,}2\ kg}{14{,}7\ kg} = 0{,}64\ \frac{kg\ agua}{kg\ cuajada}}$$

por lo tanto, de la etapa de pre-prensado se obtiene una masa de cuajada de 14,7 kg con un 64% de humedad. La cual pasa a las etapas siguientes de moldeo y prensado.

Etapas de moldeo y prensado

La masa de cuajada obtenida en la etapa anterior es cortada en porciones de un tamaño aproximado al necesario para los moldes utilizados, es importante en esta etapa realizar esta operación con rapidez de manera de evitar el enfriamiento de la masa. Una vez colocada la masa en el molde esta se deja reposar un tiempo durante el cual se produce la perdida de parte del suero que contiene; luego se da vuelta la masa en el molde de manera que pueda desuerar de igual forma en ambas caras de la masa. Posteriormente los moldes son colocados en prensas donde se aplican presiones con el objetivo de lograr la expulsión de parte del suero libre que queda todavía en la masa, esta etapa de prensado también tiene un reacomodamiento intermedio de los moldes buscando que cada molde y cada cara de la masa haya sufrido la misma exposición a la presión con el objetivo de lograr un desuerado en esta etapa lo más uniforme posible.

En general en esta etapa se logra eliminar un 32 % más del suero contenido en la masa.

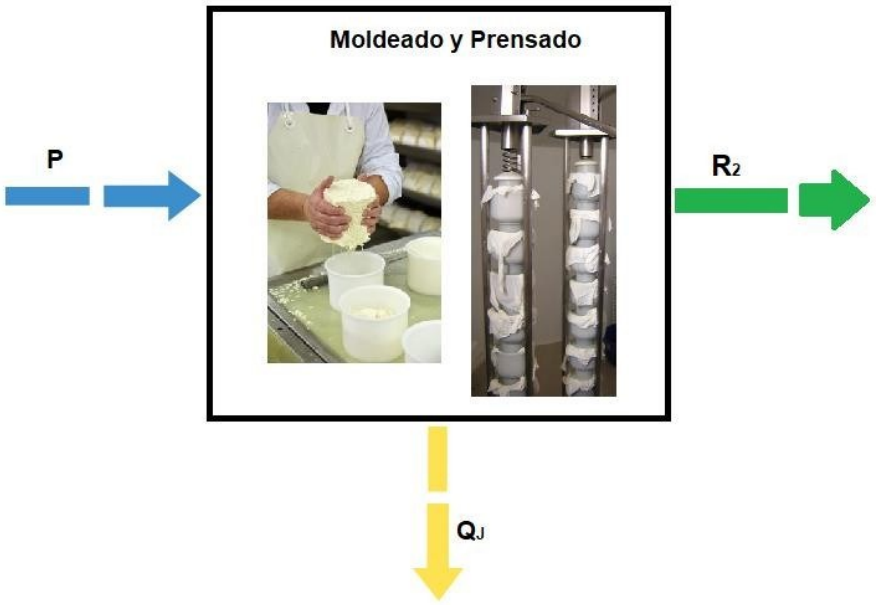


figura 6: figura esquemática del balance de materia para los procesos de moldeado y prensado

Donde:

P: masa de cuajada pre-prensada

Q_J: queso joven prensado

R_2: suero eliminado durante el moldeo y prensado

Balance de materia global:

$$P = Qj + R2$$

$$R2 = 0{,}32 * P$$

$$R2 = 0{,}32 * 14{,}7\ Kg = 4{,}7\ kg\ de\ suero$$

Del balance global queda:

$$Qj = 14{,}7\ kg - 4{,}7\ kg = 10\ kg\ de\ queso\ joven$$

Donde la humedad del queso joven obtenido es la siguiente:

$$\boldsymbol{Xh}^{\boldsymbol{Qj}} = \frac{\boldsymbol{Qj - ES^P}}{\boldsymbol{Qj}} = \frac{\boldsymbol{10\ Kg - 5{,}2\ kg}}{\boldsymbol{10\ kg}} = \boldsymbol{0{,}48}\ \frac{\boldsymbol{kg\ agua}}{\boldsymbol{kg\ queso\ joven}}$$

Una vez prensado el queso joven es desmoldado y pasa a la etapa siguiente de salado.

Etapa de salado

El salado del queso tiene influencia en la calidad debido a sus efectos sobre la composición, el crecimiento microbiano y la actividad enzimática. Ejerce una influencia significativa sobre la reología y textura, así como en la maduración, principalmente a través de sus efectos sobre la actividad del agua (a_w).

En esta etapa las hormas de queso joven son introducidas en piletas con soluciones de salmuera, donde básicamente ocurre una transferencia de masa entre el queso y el medio, existe una corriente desde la solución hacia el queso donde ingresan moléculas de NaCl debido a la presión osmótica que la diferencia de concentraciones de esta sustancia genera, de igual manera hay una transferencia de moléculas de agua desde el interior del queso hacia la salmuera (también son arrastrados por esta corriente otros componentes del queso, pero en muy pequeñas proporciones), cabe destacar que la velocidad de transferencia de la sal del medio al interior del queso es superior a la velocidad salida de agua desde el interior del queso al medio; como consecuencia se tiene luego de esta etapa una horma con un mayor contenido de NaCl y una menor humedad y actividad acuosa.

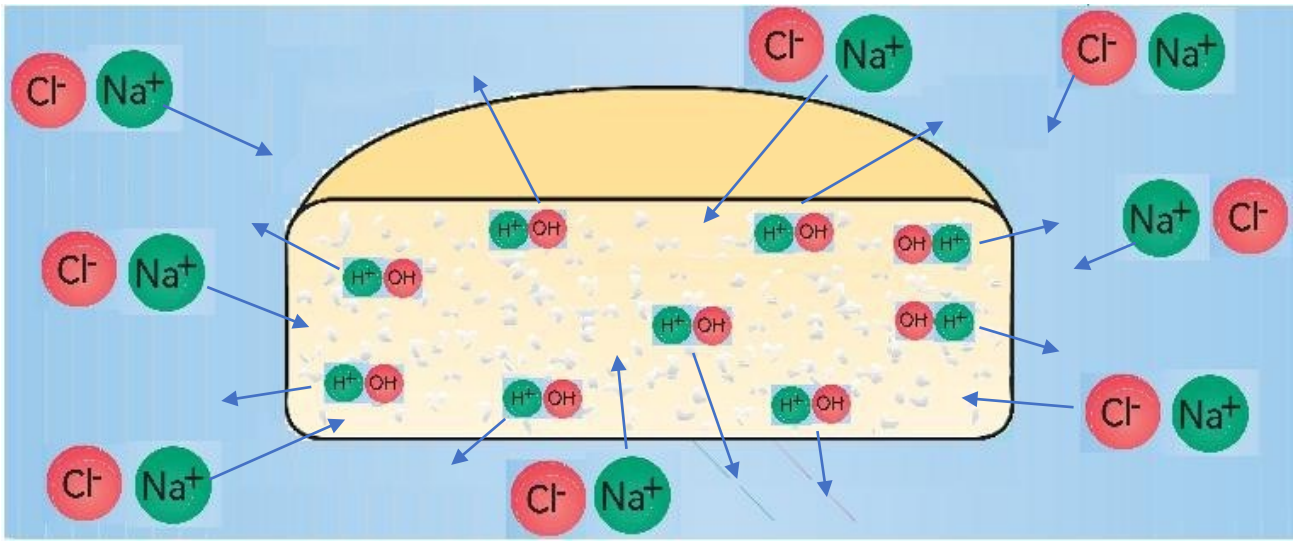


figura 7: figura esquemática de los procesos de transferencias que se dan durante el proceso de salado

El parámetro utilizado generalmente para obtener diferentes grados de salado según el queso a fabricar es el tiempo que se dejan sumergidas las hormas dentro de la salmuera. Teniendo por ejemplo tiempos promedios de 6 horas por cada kg de queso horma para los quesos semiduros y de unas 24 horas de salado por cada kg de queso horma para el caso de los quesos de pasta dura.

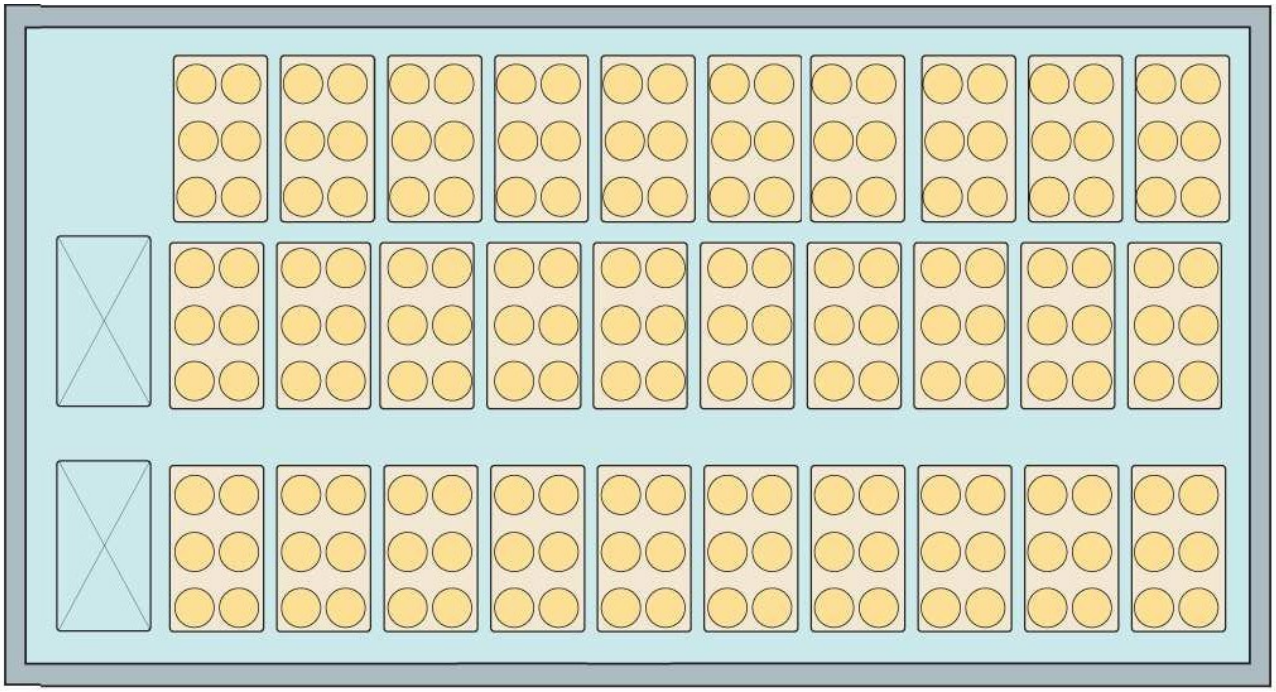


figura 8: representación esquemática de un saladero de quesos

Se considerará que en la etapa de salado se produce una pérdida de humedad del queso de un 3 % y que el contenido de NaCl de la horma al finalizar el salado es del 2 %. De esta manera se pueden plantear los siguientes balances de materia para esta etapa:

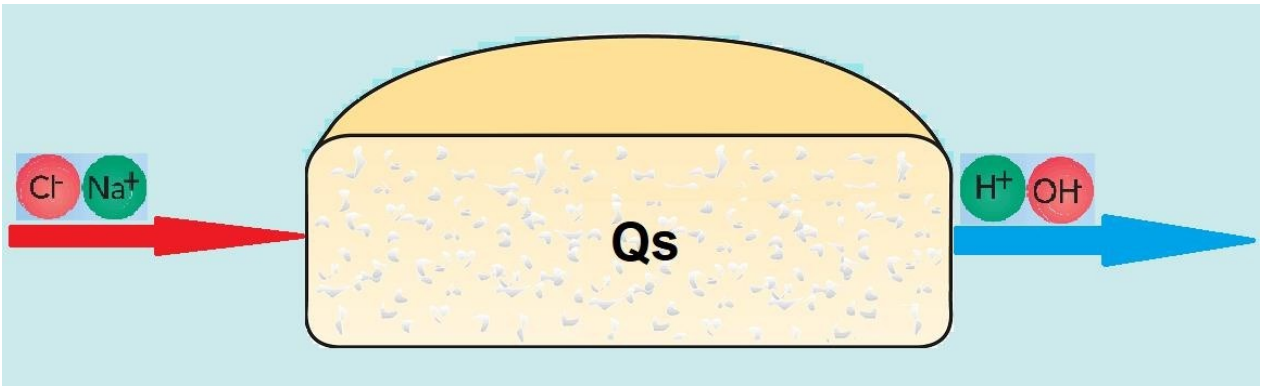


figura 9: figura representativa para el balance de materia del salado

Donde:

Qs: masa de queso salado

NaCl: masa de sal que ingresa a la horma durante el salado

HOH: masa de agua que sale de la horma durante el salado

Para esta etapa se pueden plantear los siguientes balances de materia:

$Qs = Qj + NaCl - HOH$ (balance global del proceso)

$Xh^{Qs} * Qs = Xh^{Qj} * Qj - HOH$ (balance para el agua)

$XES^{Qs} * Qs = XES^{Qj} * Qj + NaCl$ (balance para el extracto seco)

$NaCl = 0{,}02 * Qs$ (contenido final de sal del queso)

$$Xh^{Qs} = Xh^{Qj} - 0{,}03 = \frac{Qs - ES^{Qs}}{Qs} = (0{,}48 - 0{,}03)\frac{kg\ agua}{kg\ queso\ salado} = 0{,}45\frac{kg\ agua}{kg\ queso\ salado}$$

Resolviente este sistema de ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

$\boldsymbol{Qs = 9{,}81\ kg}$

$\boldsymbol{HOH = 0{,}386\ kg}$

$\boldsymbol{NaCl = 0{,}196\ kg}$

Etapa de maduración

Una vez terminado el proceso de salado las hormas de quesos son llevadas a la cámara de maduración donde se dará esta última etapa del proceso, aquí básicamente se llevan a cabo una serie de procesos físicos y bioquímicos que le otorgan al queso sus características reológicas y organolépticas típicas.

Desde el punto de vista del balance de materia aquí se produce una evaporación de parte del agua contenida del queso, con lo que a través de esta etapa se logra alcanzar la humedad final deseada para el tipo de queso a elaborar. Donde para el caso del queso pategrás consideraremos su humedad final de 42 %.

$$Xh^{Qm} = \frac{Qm - ES^{Qm}}{Qm} = 0{,}42\frac{kg\ agua}{kg\ queso\ salado}$$

De esta ecuación se puede calcular el peso del queso madurado (Qm) listo para comercializar, cuyo valor es el siguiente:

$\boldsymbol{Qm = 9{,}31\ kg\ de\ queso\ madurado}$

Como todo el análisis partió de una masa de 100 kg de leche cruda, entonces este valor es igual al rendimiento del queso.

Balance para la elaboración de yogur

La descripción del proceso productivo para la elaboración del yogur fue desarrollada en el capítulo anterior, aquí solo se realizará una pequeña descripción de las etapas, pero enfocadas a los aspectos importantes para el balance de materia de cada etapa.

Se mencionó anteriormente que en el tambo se realizan dos ordeñes diarios donde se obtienen cantidades prácticamente iguales de leche cruda en cada uno, y que además las producciones se programarán de manera tal que una vez obtenida la leche del segundo ordeñe, esta sea inmediatamente utilizada para su procesamiento evitando la etapa de enfriamiento a 4 °C; mientras que la leche obtenida en el primer ordeñe si será enfriada a la espera del comienzo de la jornada laboral. En relación a esto para la elaboración del yogur se utilizarán 500 litros diarios de la leche del primer ordeñe, ya que la elaboración de este producto incluye una etapa de tratamiento térmico rigurosa (90 ° C durante 5 minutos) por lo que comparado con la producción de quesos para el yogur la frescura y calidad microbiológica de la leche cruda es un factor menos importante.

Estandarización-higienización de la leche

El Código Alimentario Argentino clasifica a las leches fermentadas según su contenido de materia grasa, en este proyecto se optará por la producción de un yogur entero o integral (contenido de materia grasa establecido por el C.A.A de 3,0 a 5,9 g por cada 100 g de producto final). Teniendo en cuenta que el contenido medio de materia grasa de la leche es de 3,5 g / 100 g de leche se producirá entonces yogur a partir de una materia prima con dicho contenido de materia grasa. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el valor mencionado hace referencia a un valor promedio del contenido de grasa en la leche cruda y que dicho valor varía durante el año, por este motivo y con el objetivo de lograr homogeneidad en el producto final se analizara el contenido de materia grasa inicial de la leche y en el caso de encontrarse con valores diferentes al establecido (3,5 %) se actuara en consecuencia para regular el mismo.

En este sentido hay dos escenarios posibles; uno en donde el contenido graso de la leche sea mayor al 3,5 % establecido. La siguiente figura ilustra el proceso que deberá sufrir esta leche para regular su contenido de materia grasa ante este caso.

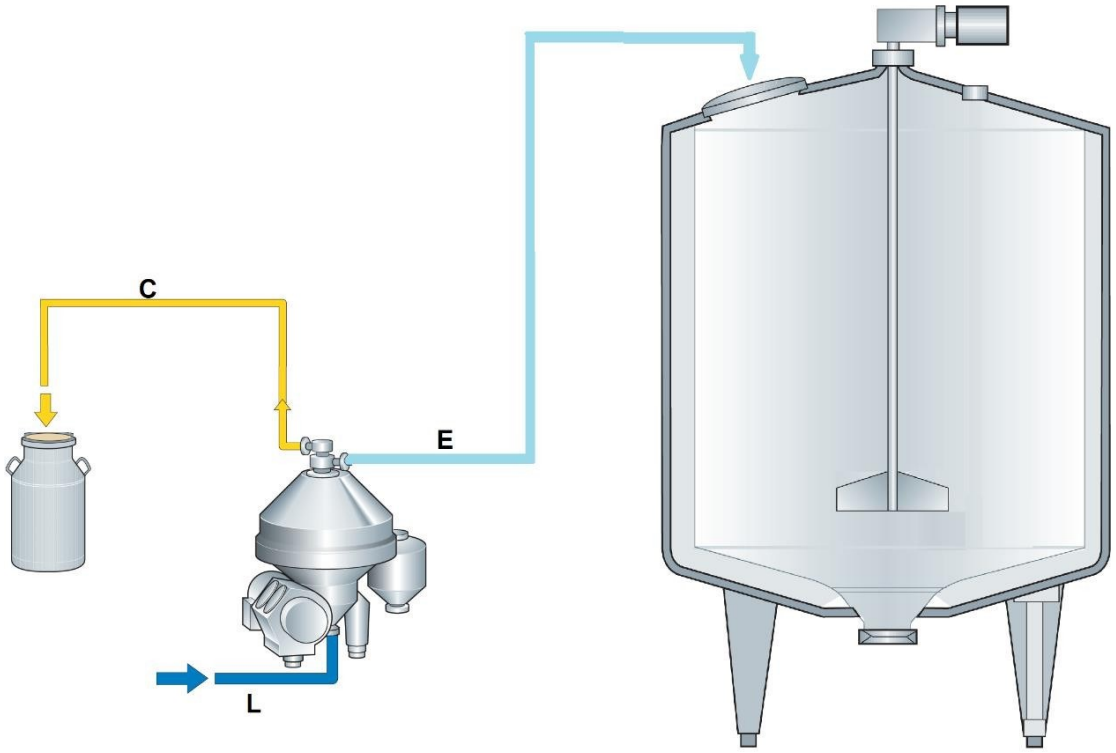


figura 10: Proceso de estandarización en caso de que la materia grasa de la leche cruda sea superior al 3,5 %

donde:

L: leche cruda

C: crema

E: leche estandarizada

Aquí se hace pasar la leche por una máquina centrifuga y se sigue el mismo procedimiento que el utilizado en la estandarización de la leche en el queso pategrás; es decir, que se separa una cantidad tal de crema (C) que el contenido de materia grasa en el volumen final de leche en el fermentador es el deseado (Xg^{LE}= 3,5 %).

El segundo escenario posible es que la leche cruda obtenida del ordeñe tenga un contenido graso menor al 3,5 % establecido, en este caso se pasará toda la leche al fermentador sin provocar la separación de crema en la centrífuga y una vez allí se incorporara parte de la crema separada en el proceso de estandarización del queso pategrás hasta obtener el contenido de materia grasa deseado. Dicho proceso se ilustra en la siguiente figura.

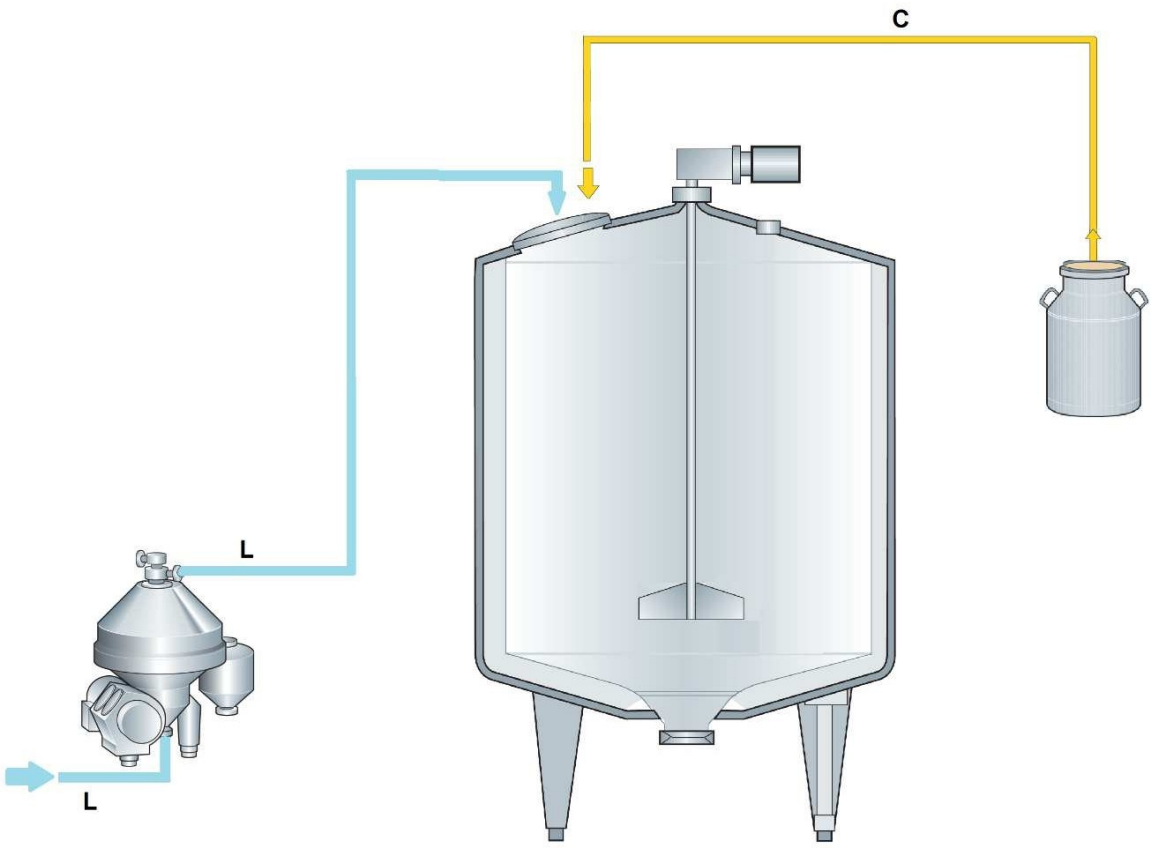


figura 11: Proceso de estandarización en caso de que la materia grasa de la leche cruda sea inferior al 3,5 %

donde:

L: leche cruda

C: crema obtenida en la estandarización para el queso pategrás

Independientemente de que la leche cruda tenga un contenido de grasa igual al del promedio y el establecido como estándar para la producción de yogur, o que se deban realizar cualquiera de las dos operaciones antes descriptas, en el fermentador se tendrán 500 litros de leche con un contenido graso de 3,5 %.

Formulación y agregado de ingredientes

Luego del llenado del fermentador con la leche solo resta incorporar los demás ingredientes para luego realizar la pasteurización y la posterior fermentación, una vez alcanzado un pH de 4,7 se agregan finalmente saborizantes, colorantes y dependiendo el producto en esta etapa final se realiza el agregado del concentrado o jarabe de frutas.

La siguiente tabla muestra las proporciones de cada ingrediente en porcentaje y las cantidades a agregar para un batch de 500 kg de leche.

Tabla 3: formulación para yogur natural endulzado

Aditivos	Composición porcentual (% en base a la leche cruda)	Cantidad para batch de 500 l de leche
Azúcar	10%	50 kg
Leche entera en polvo	4%	20 kg
Gelatina	0,30%	1,5 kg
Almidón	0,50%	2,5 kg
Fermento liofilizado	0,02%	0,1 kg
Saborizante	0,05%	0,125 kg

Y la siguiente figura representa el balance para la producción de yogur:

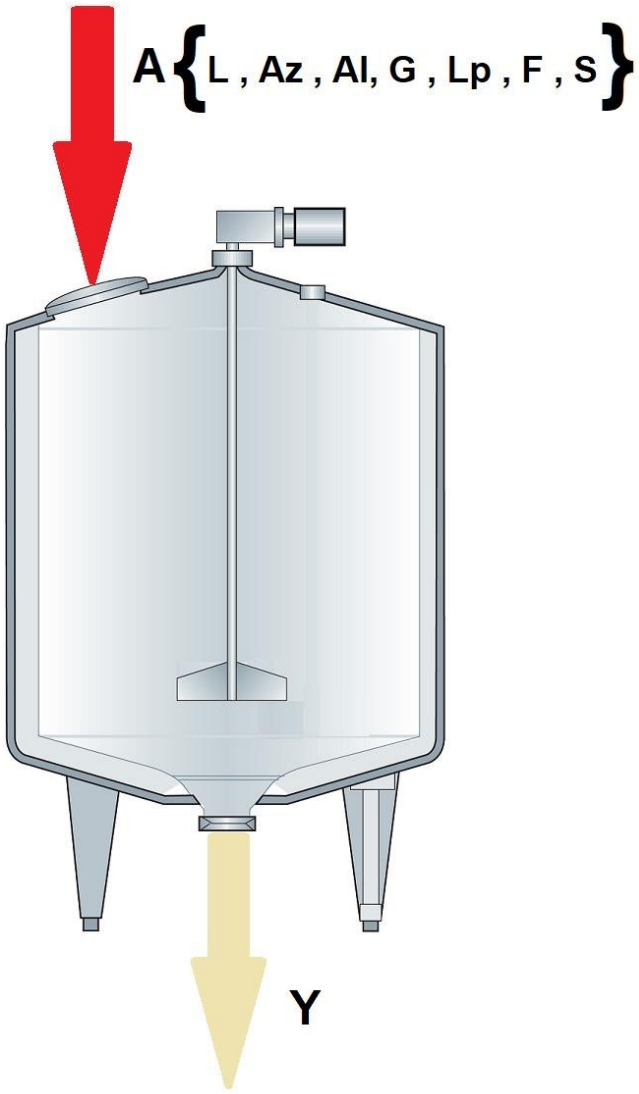


figura 12: figura esquemática del balance de materia para la elaboración de yogur

donde:

A: son los aditivos

- L: leche cruda
- Az: azúcar
- Al: almidón
- G: gelatina
- Lp: leche en polvo
- F: fermento
- S: saborizante

Y: es el producto luego de la fermentación

Por lo que el balance de materia global seria el siguiente:

$$Y = \sum A$$

$$Y = L + Az + Al + G + Lp + F + S$$

$$Y = 500kg + +50kg + 20kg + 1{,}5kg + 2{,}5kg + 0{,}1kg + 0{,}125kg$$

$$\boldsymbol{Y = 574\ kg}$$

Balances de energía

El modelo de producción planteado en este proyecto presentas ciertas particularidades que lo diferencian de las prácticas habitualmente utilizadas en las fábricas de procesamiento lácteo, a continuación, se mencionan las particularidades que involucran específicamente a operaciones donde intervienen intercambios de energía.

- Solo la leche cruda obtenida en el primer ordeñe (4 am) se refrigerará a 4 °C en el tanque de almacenamiento a la espera del comienzo de la jornada de trabajo (1250 litros de leche cruda aprox.). De los cuales 500 litros irán a la sala de elaboración de yogur, los restantes 750 litros se mezclarán con los primeros 250 litros del segundo ordeñe y la mezcla se bombeará a la tina, previa estandarización, para la elaboración de queso pategrás.
- Los restantes 1000 litros obtenidos en el segundo ordeñe quedarán a la espera de que se termine el proceso en tina del queso pategrás para luego ser bombeada a la misma para la elaboración del queso de pasta dura. Aquí hay que destacar entonces que la leche no será enfriada, estandarizada ni pasteurizada. Este último punto así lo permite el Código Alimentario Argentino[i] en su Capítulo VIII donde establece *"Queda excluida de la obligación de ser sometida a pasterización o tratamiento térmico la leche higienizada que se destine a la elaboración de quesos que se sometan a un proceso de maduración a una temperatura superior a los 5 °C durante un lapso no menor a 60 días".*
- En el caso del queso de pasta semidura se realizará una pasteurización baja en tina de 63-65 °C durante 15-30 minutos.

Estos puntos presentan ventajas desde el punto de vista energético, ya que se ahorra el enfriamiento y posterior calentamiento de la mitad del volumen de leche a procesar, además de mantener casi intactas las características originales y frescura de la leche cruda.

Habiendo aclarado estos puntos, a continuación, se procederá a describir aquellas etapas donde entre en juego intercambios de energías, así como el cálculo de las cantidades de las mismas.

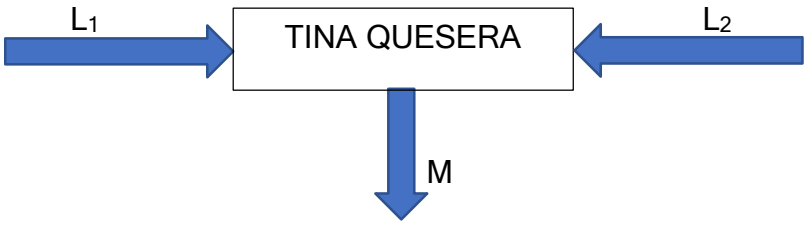
Producción de queso

Pasteurización

Como se mencionó anteriormente este proceso de tratamiento térmico se realizará para el queso pategrás y para el yogur.

Pasteurización del queso pategrás

Para la elaboración de este queso de pasta semidura se utilizará una mezcla de leche cruda de 750 litros a 4 °C y unos 250 litros provenientes del segundo ordeñe a la temperatura de salida de la vaca (37 °C). Por lo que lo primero que debe calcularse es la temperatura de esta mezcla en la tina. Lo cual se puede calcular a través del siguiente balance de energía:



$$H_M = H_{L1} + H_{L2}$$

Donde:

L_1: leche del primer ordeñe: 750 kg (4°C)

L_2: Leche del segundo ordeñe: 250 kg (37°C)

M: mezcla obtenida en tina: 1000 kg

H_M: entalpia de la mezcla

H_{L1}: entalpia de la leche del primer ordeñe

H_{L2}: entalpia de la leche del segundo ordeñe

Además, teniendo en cuenta que:

$$H = m * Cp * \Delta T$$

El balance queda:

$$m_M * Cp_M * T_M = m_{L1} * Cp_{L1} * T_{L1} + m_{L2} * Cp_{L2} * T_{L2}$$

Debido a que todas las corrientes presentan la misma composición y despreciando el efecto de la temperatura sobre los valores del calor especifico se puede despejar el valor de T_M de la ecuación anterior, obteniendo el siguiente resultado:

$$T_M = 12{,}2\ °C$$

Una vez puestos los 1000 litros de leche en la tina se procede a realizar la pasteurización, la cual puede ser separada en dos etapas:

Etapa de calentamiento:

Esta etapa supone el calentamiento de la leche desde su temperatura inicial (12,2 °C) hasta la temperatura de pasteurización (65 ° C).

El calor especifico de la leche se calculó a través del método de Choi y Okos, el cual establece que "*el calor especifico promedio de un alimento ($Cp_{promedio}$) es la sumatoria del producto de los calores específicos de cada componente y de la fracción del componente en el alimento*".

$$Cp_{promedio=} \sum(Cpi * Xi)$$

Conde Cpi es el calor específico de cada componente del alimento (proteínas, lípidos, agua, minerales, etc.) y Xi es la fracción de dicho componente en el alimento. Utilizando la composición promedio de la leche cruda de la tabla 1 en la ecuación anterior se obtiene el siguiente valor:

$$Cp_{leche=} 0.93\ \frac{Kcal}{Kg*°C}$$

Con este valor ya se puede calcular el calor requerido para la etapa de calentamiento:

$$Q\text{calent} = Cp_{leche} * m_{leche} * \Delta T$$

$$Q\text{calent} = 0.93\ \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 1000\ \cancel{kg} * (65 - 12{,}2)\cancel{°C}$$

$$Q\text{calent} = 49\ 104\ kcal$$

Etapa de mantenimiento:

Una vez alcanzada la temperatura deseada para el tratamiento térmico esta debe mantenerse durante el tiempo adecuado que asegure el efecto deseado sobre la reducción de la carga de microorganismos. Para este caso los 65 ° C se mantendrán durante 30 minutos; las tinas abiertas están lejos de ser un sistema adiabático por lo que para mantener la temperatura de la leche durante el tiempo del tratamiento se le debe otorgar al sistema una cantidad de calor igual al que el sistema le otorga al medio. Además, debe considerarse que a la temperatura de pasteurización la presión de vapor de la leche aumenta de manera importante, por lo que parte del agua de la leche se evapora absorbiendo para ello calor de la masa de leche, lo que disminuye su temperatura.

Se considera que se evapora el 0,75 % del agua inicialmente presente en la leche:

$$me = 0{,}0075 * m_M$$

$$Qe = me * \lambda$$

Donde:

me : es la masa de agua evaporada

Qe : calor cedido por el sistema para la evaporación de me

λ : calor latente de vaporización del agua

Resolviendo la ecuación nos da:

$$Qe = 1000\ \cancel{kg} * 0{,}0075 * 560\ \frac{Kcal}{\cancel{Kg}}$$

$$Qe = 4200\ kcal$$

Se considera además una pérdida del 15 % de calor con el medio:

$$Qp = 0.15 * Q\text{calent}$$

$$Qp = 0.15 * 49\ 104\ kcal$$

$$Qp = 7365\ kcal$$

Cantidad del fluido calefactor

Toda esta energía que se debe aportar al sistema se le otorgará a través de un fluido calefactor, en nuestro caso será vapor saturado a 1 atm de presión. Para calcular la cantidad de vapor calefactor necesaria en primer lugar se calculará el calor total que necesita el sistema en las dos etapas antes mencionadas (Q_{Tpast}):

$$Q_{\mathrm{Tpast}} = Q\mathrm{calent} + Qe + Qp$$

$$Q_{\mathrm{Tpast}} = 49\,104\ kcal + 4200\ kcal + 7365\ kcal$$

$$Q_{\mathrm{Tpast}} = 60\,670\ kcal$$

Este calor será igual entonces al que deberá entregar el vapor calefactor:

$$Q_{\mathrm{Tpast}} = mv * \lambda v$$

Donde:

mv : masa de vapor calefactor

λv : calor latente de vaporización del vapor saturado $(539\,\frac{Kcal}{Kg})$.

De la ecuación anterior puede calcularse la masa de vapor calefactor:

$$mv = \frac{\mathrm{Q_{Tpast}}}{\lambda \mathrm{v}} = \frac{60\,670\ \cancel{\mathrm{kcal}}}{539\,\frac{\cancel{\mathrm{Kcal}}}{\mathrm{Kg}}} = 112{,}5\ kg\ vapor$$

Es decir que la caldera necesita producir 112,5 kg de vapor saturado para satisfacer las necesidades energéticas del proceso de pasteurización.

Enfriamiento

Una vez realizado el proceso de pasteurización la leche se debe enfriar hasta una temperatura adecuada para la fermentación y coagulación de la misma, para el caso del queso pategrás esta temperatura es de 37 °C.

En primer lugar, se calculará el calor necesario que se le debe quitar a la leche para lograr esta disminución de temperatura, lo cual se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Q\mathrm{enf} = Cp_{leche} * m_{leche} * \Delta T$$

Si se considera la cantidad de agua evaporada que se calculó anteriormente en el proceso de pasteurización (7,5 litros) en este punto entonces la masa de leche pasteurizada será de 992,5 litros.

$$Q\text{enf} = Cp_{leche} * m_{leche} * \Delta T$$

$$Q\text{enf} = 0.93 \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 992{,}5 \cancel{kg} * (37 - 65) \cancel{°C}$$

$$Q\text{enf} = -27690\ Kcal$$

Como ya se mencionó anteriormente este sistema no es adiabático, por lo que presenta un intercambio de calor con el medio, el cual se había considerado como de un 15 %, estas pérdidas de calor a diferencia de la pasteurización ayudan al proceso de enfriamiento por lo que en este caso se lo debe descontar del calor antes calculado.

$$Qp = 0.15 * Q\text{enf}$$

$$Qp = 0.15 * (-27690\ Kcal)$$

$$Qp = -4153\ Kcal$$

Por lo que el calor real de enfriamiento queda:

$$Q\text{enf} = -27690\ Kcal - (-4153\ Kcal)$$

$$Q\text{enf} = -23537\ Kcal$$

Cantidad de agua de enfriamiento

Esta energía se sacará del sistema a través de agua de enfriamiento, cuya cantidad total se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$Q\text{enf} = Cp_{agua} * m_{agua} * \Delta T$$

Donde:

Cp_{agua} : capacidad calorífica del agua de enfriamiento $(1 \frac{Kcal}{Kg*°C})$

m_{agua} : cantidad de agua necesaria para realizar el enfriamiento

ΔT : variación de temperatura del agua de enfriamiento que sufrirá durante el proceso

(T_1= 15°C; T_2= 25°C).

$$m_{agua} = {}^{Q\text{enf}}/_{Cp_{agua} * \Delta T}$$

$$m_{agua} = {}^{23537\ \cancel{Kcal}}/_{1\ \frac{\cancel{Kcal}}{Kg*\cancel{°C}} * (25-15)\cancel{°C}}$$

$$m_{agua} = 2353\ Kg$$

Cocción

Esta es la etapa donde se realiza un calentamiento de los granos de cuajada donde entre otros objetivos se logra parte del desuerado.

Para esta operación se considerarán dos etapas: una de calentamiento y el posterior enfriamiento, la etapa de mantenimiento no es considerada, ya que el consumo de energía de la misma es despreciable y se tendrá en cuenta en el factor de pérdidas de calor consideradas del 10 % para este sistema.

Calentamiento

Aquí se lleva la temperatura de la mezcla de suero y granos de cuajada desde la temperatura de coagulación (37 °C) hasta la temperatura de cocción (45 °C). Donde el calor necesario para esta etapa está dado por la siguiente ecuación:

$$Q\text{coccion} = (Cp_M * m_M * \Delta T) * 1{,}10$$

Donde:

Cp_M : capacidad calorífica de la mezcla de cuajada y suero ($\frac{Kcal}{Kg*°C}$)

m_M : cantidad de suero y cuajada que se debe calentar

ΔT : variación de temperatura durante la operación

$$Q\text{coccion} = (0.93\ \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 992{,}5\ \cancel{kg} * (45-37)\cancel{°C})\ \cancel{*\ 1{,}10}$$

$$Q\text{coccion} = 7384{,}2\ kcal$$

La cantidad de vapor calefactor necesaria para realizar este calentamiento se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{coccion}} = mv_{calefactor} * \lambda v$$

m_v : masa de vapor calefactor

λv : calor latente de vaporización del vapor saturado $(539 \frac{Kcal}{Kg})$.

De la ecuación anterior puede calcularse la masa de vapor calefactor:

$$mv = \frac{Q_{\text{coccion}}}{\lambda v} = \frac{7384{,}2 \ \cancel{\text{kcal}}}{539 \ \frac{\cancel{\text{kcal}}}{\text{Kg}}} = 13{,}7 \ kg \ vapor$$

Enfriamiento

Una vez finalizada la cocción se deben realizar el enfriamiento hasta una temperatura adecuada para las posteriores etapas de desuerado, por lo que se enfriara el conjunto hasta los 35 °C.

Para esto en primer lugar se calcula la cantidad de calor a extraer del sistema y posteriormente la cantidad de agua de enfriamiento necesaria para lograrlo.

$$Q\text{enf}_M = Cp_M * m_M * \Delta T$$

$$Q\text{enf}_M = 0.93 \ \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 992{,}5 \ \cancel{kg} * (35 - 45) \cancel{°C}$$

$$Q\text{enf}_M = -9230{,}25 \ Kcal$$

Por último, la cantidad de agua de enfriamiento necesaria esta dada por la siguiente ecuación:

$$Q\text{enf}_M = Cp_{agua} * m_{agua_M} * \Delta T$$

$$m_{agua_M} = \frac{Q\text{enf}_M}{Cp_{agua} * \Delta T}$$

$$m_{agua_M} = \frac{9230{,}25 \ \cancel{Kcal}}{1 \ \frac{\cancel{Kcal}}{Kg*\cancel{°C}} * (20-15) \cancel{°C}}$$

$$m_{agua_M} = 1846 \ kg \ agua$$

Producción de yogur

Pasteurización

La primera etapa en el proceso de elaboración de yogur donde se debe suministrar energía al sistema es la pasteurización, aquí se calienta la leche previamente mezclada con los diferentes ingredientes hasta una temperatura de 90 °C la cual debe mantenerse durante 5 minutos.

Si bien el tiempo de mantenimiento de esta etapa es largo, debido al diseño de los fermentadores (equipo cerrado) estos prácticamente no presentan perdidas de calor con el medio, por lo que una vez alcanzada la temperatura de pasteurización no es necesario seguir suministrando vapor calefactor para mantenerla. Por lo que desde el punto de vista del intercambio energético la pasteurización del yogur se dividirá solamente en las etapas de calentamiento y enfriamiento.

Etapa de calentamiento

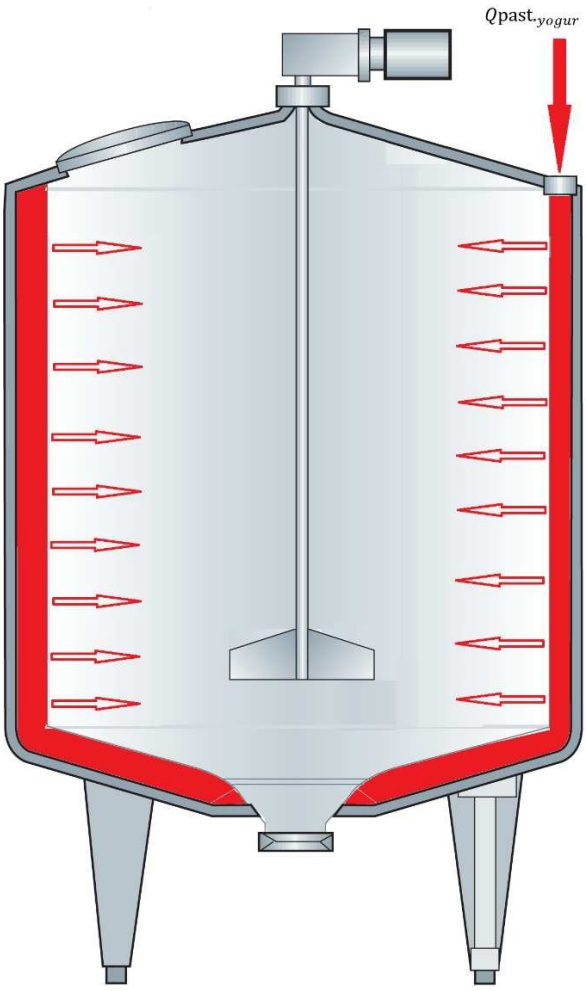


figura 13: figura esquemática del proceso de calentamiento en la pasteurización del yogur

Toda la leche destinada a la producción de yogur es proveniente del primer ordeñe y ha sido enfriada hasta 4 °C, la cual debe ser calentada hasta 90 °C para lograr la pasteurización; la cantidad de calor necesario para poder realizarlo se calcula a continuación:

$$Q\text{past.}_{yogur} = Cp_{leche} * m_{leche} * \Delta T$$

Donde:

$Q\text{past.}_{yogur}$: calor necesario para la pasteurización

Cp_{leche} : calor especifico de la leche

m_{leche} : masa de la leche a pasteurizar

ΔT : diferencia de temperatura durante la pasteurización

$$Q\text{past.}_{yogur} = 0.93 \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 574\cancel{kg} * (90-4)\cancel{°C}$$

$$Q\text{past.}_{yogur} = 45\,908\ kcal$$

A continuación, se calcula la cantidad de vapor calefactor necesario para realizar este calentamiento.

$$Q\text{past.}_{yogur} = mv_{calefactor} * \lambda v$$

$$mv = \frac{Q\text{past.}_{yogur}}{\lambda v} = \frac{45908\ \cancel{kcal}}{539\ \frac{Kcal}{Kg}} = 85{,}2\ kg\ vapor$$

Etapa de enfriamiento para inoculación

Posteriormente a la pasteurización se debe realizar un enfriamiento hasta la temperatura de fermentación (45 °C), que corresponde a la temperatura óptima de desarrollo de las bacterias del ácido láctico utilizadas en la elaboración de yogur.

Este primer enfriamiento se realizará a través de un intercambiador a placas, donde por un lado pasará la leche pasteurizada y por el otro pasará agua de enfriamiento.

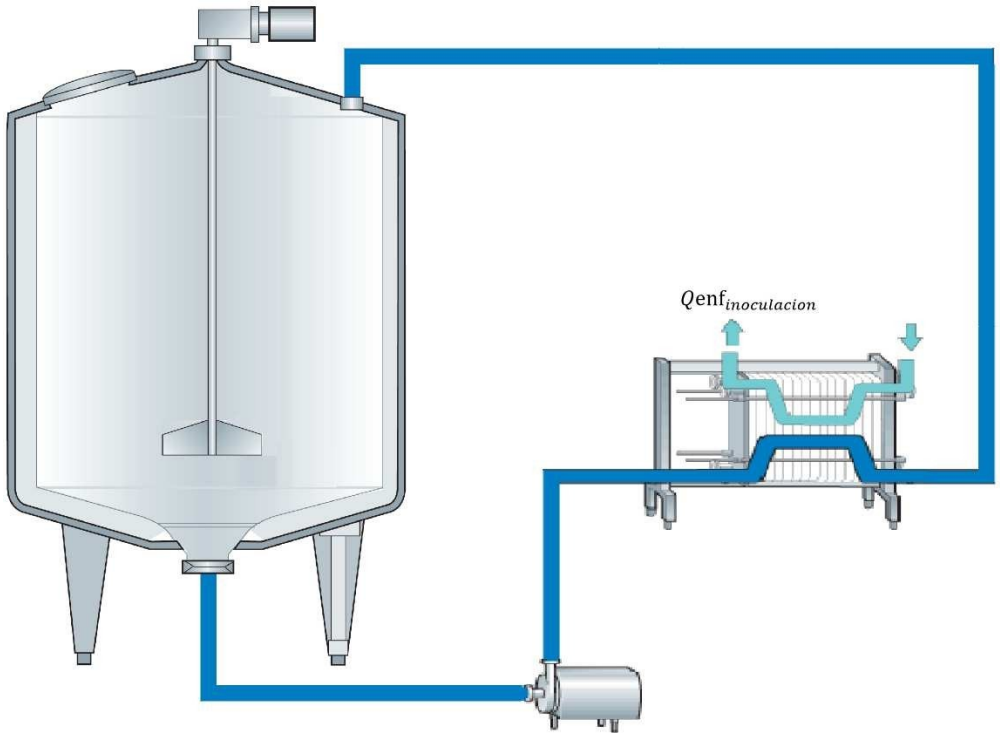


figura 14: Figura esquemática del enfriamiento del yogur hasta la temperatura de fermentación

$$Q\text{enf}_{inoculacion} = Cp_{leche} * m_{leche} * \Delta T$$

$$Q\text{enf}_{inoculacion} = 0.93 \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 574\cancel{kg} * (90-45)\cancel{°C}$$

$$Q\text{enf}_{inoculacion} = 24021\ Kcal$$

A continuación, se calcula la cantidad de agua necesaria para el proceso:

$$Q\text{enf}_{inoculacion} = Cp_{agua} * m_{agua_{inoculacion}} * \Delta T$$

$$m_{agua_{inoculacion}} = \frac{Q\text{enf}_{inoculacion}}{Cp_{agua}*\Delta T}$$

$$m_{agua_{inoculacion}} = \frac{24021\cancel{Kcal}}{1\frac{\cancel{Kcal}}{Kg*°C}*(25-15)\cancel{°C}}$$

$$m_{agua_{inoculacion}} = 2402\ kg\ agua$$

Una vez finalizada la fermentación debe enfriarse el yogur para disminuir de esta manera la actividad de las baterías ácido lácticas presentes en el producto y evitar así una sobreacidicicación, en primer lugar, se produce un enfriamiento para realizar el envasado (20 °C); luego de obtenido el producto envasado el mismo se lleva a cámara para terminar con el enfriamiento hasta unos 4 °C.

Con la finalidad de cuidar la estructura del coágulo formado en el yogur durante la fermentación, este enfriamiento hasta la temperatura de envasado se realizará a través de la camisa del fermentador, así como también de un serpentín interno que se encuentra en el mismo, haciendo pasar el agua de enfriamiento a través de ellos. Debido a que este sistema posee un bajo coeficiente global de transmisión de calor (U) comparado con el intercambiador de placas utilizado para el primer enfriamiento y que no es deseable que el producto se mantenga a temperaturas altas por un tiempo prolongado, se intentará aumentar la eficiencia del proceso de enfriamiento aumentando la deferencia de temperatura entre el yogur y el agua de enfriamiento disminuyendo la temperatura de esta última, la cual será previamente enfriada hasta una temperatura de 4 °C, esto mismo reduce además la cantidad de agua a utilizar.

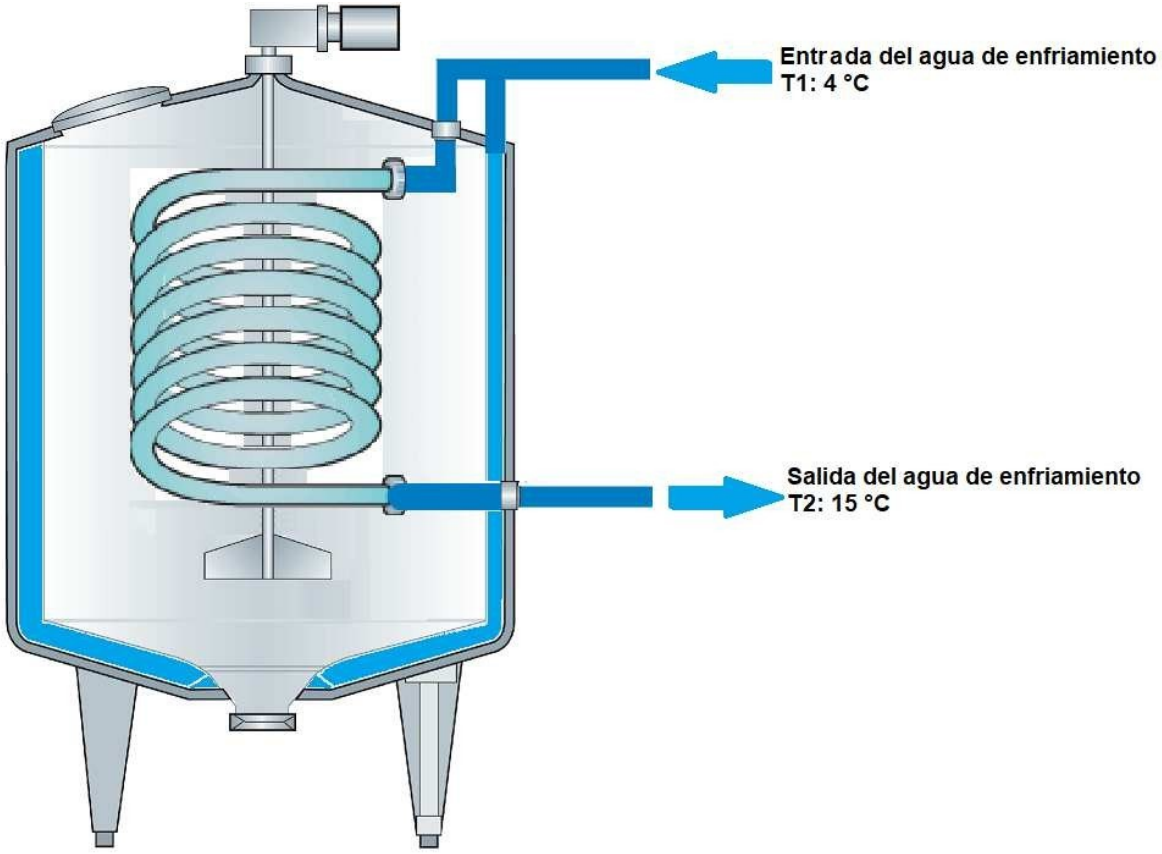


figura 15: figura esquemática del enfriamiento del yogur desde la temperatura de fermentación hasta la temperatura de envasado.

El calor necesario a extraer del sistema para lograr este descenso de temperatura en el yogur se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Q\text{enf}_{envasado} = Cp_{yogur} * m_{yogur} * \Delta T$$

$$Q\text{enf}_{envasado} = 0.93\ \frac{Kcal}{\cancel{Kg}*\cancel{°C}} * 574\cancel{kg} * (45-20)\cancel{°C}$$

$$Q\text{enf}_{envasado} = 13345{,}5\ Kcal$$

Por último, se calcula la cantidad de agua de enfriamiento necesaria para lograr dicha operación, la cual puede ser calculada a través de la siguiente ecuación:

$$Q\text{enf}_{envasado} = Cpagua * magua_{envasado} * \Delta T$$

$$magua_{envasado} = \frac{Q\text{enf}_{envasado}}{Cp_{agua}*\Delta T}$$

$$magua_{envasado} = \frac{13345{,}5\cancel{Kcal}}{1\frac{\cancel{Kcal}}{Kg*\cancel{°C}}*(15-4)\cancel{°C}}$$

$$magua_{envasado} = 1213\ Kg\ de\ agua\ de\ enfriamiento$$

Consumo energético total

Aquí se sumarán todos los requerimientos energéticos asociados a las operaciones de elaboración para el yogur como para el queso que fueron calculados anteriormente, para el caso del queso los cálculos realizados fueron hechos para el caso particular del queso semiduro pategrás; para el caso del queso de pasta dura se considerara un gasto energético de igual magnitud, la cantidad de calor requerida para el queso pategrás cumplirá sobradamente los requerimientos energéticos del queso de pasta dura, cabe destacar en este sentido que para la elaboración de este tipo de quesos se parte de leche cruda sin enfriar además de que no se le realizara el proceso de pasteurización a la misma.

Calor total a entregar:

$$Q_{total} = 2 * Q_{queso} + Q_{yogur}$$

$$Q_{total} = 2 * (49104 + 4200 + 7365 + 7384{,}2)Kcal + 45908\ Kcal$$

$$\boldsymbol{Q_{total} = 182\ 014{,}4\ Kcal}$$

Vapor calefactor total a producir:

$$m\text{vapor}_{total} = 2 * (m\text{vapor}_{queso}) + m\text{vapor}_{yogur}$$

$$m\text{vapor}_{total} = 2 * (112{,}5 + 13{,}7)kg\ vapor\ vivo + 85{,}2\ kg\ vapor\ vivo$$

$$\boldsymbol{m\text{vapor}_{total} = 338\ kg\ vapor\ vivo}$$

Calor total a extraer:

$$Q_{total} = 2 * Q_{queso} + Q_{yogur}$$

$$Q_{total} = 2 * (23\,537 + 18\,460)Kcal + (24\,021 + 13\,345{,}5)Kcal$$

$$\boldsymbol{Q_{total} = 121\,360{,}5\ Kcal}$$

Agua de enfriamiento total

$$m_{\text{agua enf}_{total}} = 2 * (m_{\text{agua enf}_{queso}}) + m_{\text{agua enf}_{yogur}}$$

$$m_{\text{agua enf}_{total}} = 2 * (2353 + 1846)Kg\ agua + (2402 + 1213)\ Kg\ de\ agua$$

$$\boldsymbol{m_{\text{agua enf}_{total}} = 12\,013\ kg\ agua\ de\ enfriamiento}$$

[i] Código Alimentario Argentino, CAA. Capitulo VIII "ALIMENTOS LÁCTEOS", pág. 118. Recuperado de: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VIII.pdf

Capítulo VI

Calculo y adopción de equipos

Índice

Criterios para la adopción de equipos 3
Adopción de equipos 5
Tanque térmico 5
Mini Planta Quesera 8
Tina quesera elevada 9
Pre-prensa 10
Moldes 11
Mesa de desmolde y utensilios de trabajo 11
Prensas 12
Piletas de salado 13
Trozadora 14
Envasadora al vacío 15
Batea de termocontracción 16
Desnatadora centrifuga 17
Tanque de fermentación 17
Equipamiento de laboratorio 19
Kits de laboratorio 19
Balanza digital 20
pHmetro 21
Herramientas varias 22
Zorra hidráulica 22
Hidrolavadora de alta presión 23
Pallets de plástico 24
Bandejas plásticas 25

Criterios para la adopción de equipos

A la hora de decidir sobre la compra de equipos y maquinarias para un proceso productivo se deben evaluar una serie de factores que nos ayudarán a poder seleccionar aquel equipamiento que mejor se ajuste a las necesidades y posibilidades de nuestro proyecto. Algunos de los factores de importancia a tener en cuenta son los siguientes:

- **Proveedor:** es importante hacer una pequeña investigación sobre la reputación de cada uno de los proveedores, a través de los comentarios y calificaciones de anteriores clientes, por ejemplo, esto pude ser de importancia ante posibles inconvenientes técnicos que requieran el servicio del proveedor para su solución.
- **Precio**
- **Dimensiones:** importante para determinar el tamaño y distribución de nuestra planta.
- **Capacidad:** de esto dependerá el número de unidades a adquirir o bien el número de lotes a realizar con la misma para procesar la materia prima.
- **Flexibilidad**
- **Mano de obra necesaria:** es importante saber la mano de obra directa que insumirá, así como su calificación o capacitación de la misma.
- **Costo de mantenimiento**
- **Consumo de energía**
- **Infraestructura necesaria:** se refiere al conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el equipo.
- **Equipos auxiliares necesarios**
- **Costo de fletes y seguros:** sirve para calcular la inversión para traer el equipo y/o maquinaria.
- **Costo de instalación y puesta en marcha**
- **Existencia de refacciones en el país**
- **Integración con demás equipos de la línea**
- **Utilización del espacio cúbico**
- **Seguridad y bienestar para el trabajado**

Lo recomendable es contactar a diferentes proveedores y pedirles información técnica y presupuestos sobre sus productos que más se ajusten a nuestros requerimientos, para posteriormente poder realizar una comparación de los mismos teniendo en cuenta los factores antes mencionados. De manera de poder elegir aquellos equipos que mejor se ajusten a nuestras necesidades.

Dentro de los proveedores que ofrecen equipamientos que se ajustan a la capacidad de producción del proyecto se encuentran:

- Grandes firmas con amplia trayectoria que ofrecen módulos completos de procesado de quesos a pequeña escala
- Firmas de tamaño medio que ofrecen tanto módulos completos de pequeña escala como los diferentes equipamientos por separado donde el cliente puede seleccionar cada uno de los elementos que necesita por separado.
- Páginas de venta online internacionales con proveedores de equipamiento asiáticos.
- Empresas metalúrgicas de pequeña y mediana escala que se dedican a la fabricación de equipamientos industriales a pequeña escala para Pymes y trabajan “a pedido” pudiendo el cliente solicitar equipamiento a medida y “personalizados” en cuanto a capacidad y características técnicas, fabricando equipos individuales o miniqueserias.
- También existe un mercado de venta de equipamiento usado por parte de particulares, así como la venta de equipamiento usado, pero previamente reparado por una empresa que se dedica a la compra venta de equipamiento para Pymes.

Teniendo en cuenta las características del proyecto es que se optará por conseguir el equipamiento principalmente a través de las tres últimas opciones antes mencionadas; principalmente obteniendo equipamiento nuevo hecho a pedido y a medida por parte de metalúrgicas especializadas para los equipos que se consideran de mayor importancia en el proceso productivo, y de algún equipo usado en buen estado para alguna de las etapas del proceso que no tengan una importancia central en cuanto a la incidencia sobre la calidad del producto final.

Adopción de equipos

A continuación, se presentan los equipos principales que es necesario adquirir para el proceso productivo del proyecto, indicando sus características técnicas y su precio de mercado (en dólares al tipo de cambio al momento de realizada la consulta con el proveedor, ya que el precio del equipo en esta moneda prácticamente no varía con el tiempo, solo debiendo realizar la conversión correspondiente para obtener el precio en pesos).

Tanque térmico

Cabe mencionar que en la mayoría de las Pymes lácteas en las que se producen quesos la leche es almacenada en tanques térmicos diseñados principalmente para mantener la temperatura por debajo de 4 °C, ya que la leche viene refrigerada desde el tambo a esta temperatura.

Para este proyecto en cambio se debe pensar en un tanque que sea capaz de bajar la temperatura de la leche desde su temperatura de ordeñe hasta una temperatura igual o inferior a los 4 °C; por lo que es necesario un sistema de refrigeración de mayor capacidad frigorífica, pero que no es más que los tanques y equipos de frío utilizados en los tambos.

Hay dos aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de elegir este equipo:

1. **La frecuencia de recolección deseada (cada 24 o 48 horas):** Este primer parámetro determina el tipo de tanque a utilizar (2 o 4 ordeñes).
   Dado que cuando el tanque no está vacío la leche recién ordeñada se mezcla con la que ya está fría, la variación de temperatura en el tanque sube transitoriamente luego de cada ordeñe. Este valor nunca debe superar los 10 °C. Cuanto más lleno está el tanque con leche fría, menos se incrementa la temperatura al agregar leche recién ordeñada.
   Si se opera un tanque de frío de 4 ordeñes como si fuera de 2 ordeñes (es decir, se utiliza más del 25% de su capacidad en cada ordeñe), el equipo de frío no es capaz de enfriar la leche en el período requerido (menos de 3 horas), y por tanto muy probablemente la calidad de la leche se verá comprometida y el equipo de frío funcione durante un período más largo. La figura siguiente muestra cómo se comporta el tanque al agregarle el doble de leche.

En la utilización incorrecta (b) se demora más de 3 horas en alcanzar los 4 °C mientras que en una correcta utilización (a) lo hace antes de las 2 horas.

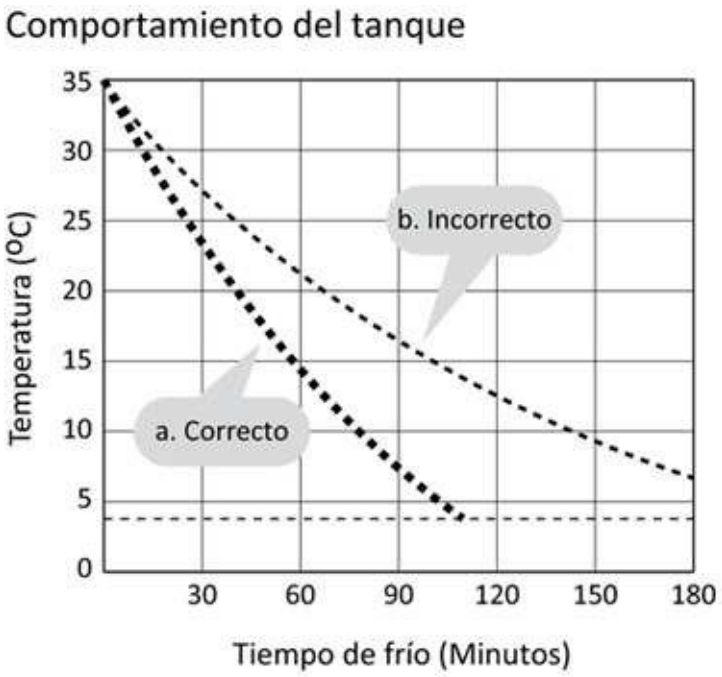


figura 1: curvas de enfriamiento de la leche en cada ordeñe

Para los tanques de 2 ordeñes, el equipo de frío está dimensionado para enfriar a 4 °C una cantidad de leche igual a la mitad de su capacidad en menos de 3 horas. Además, garantiza que la incorporación de leche adicional (2º ordeñe) no eleva la temperatura global a más de 10 °C en ningún momento. Se utilizan para trabajar en un régimen de recolección diario.

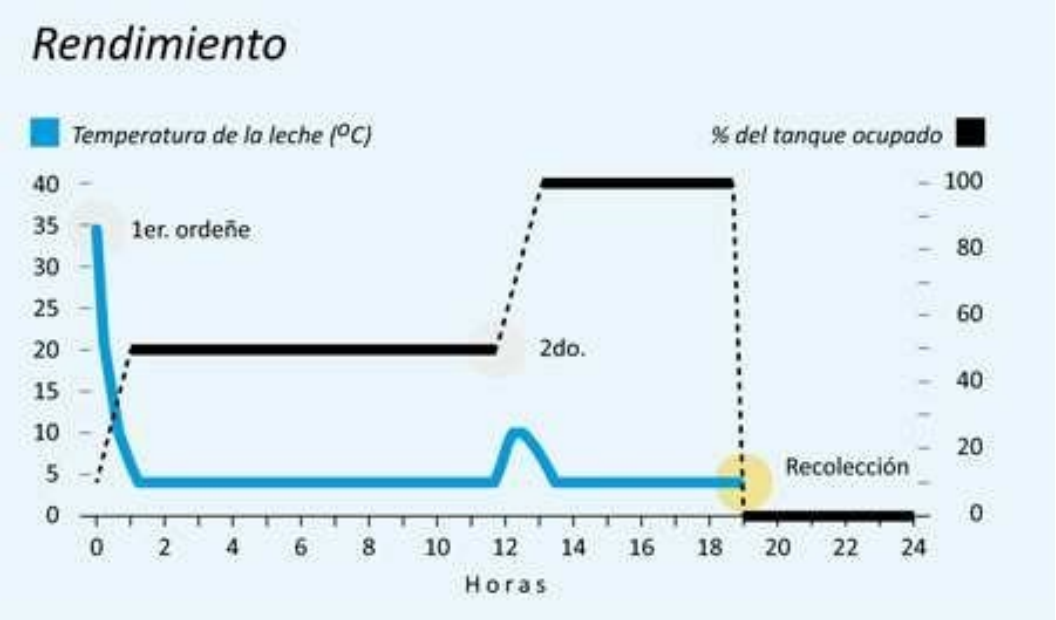


figura 2: Curva de evolución de la temperatura de la leche para un tanque de 2 ordeñes

Para los tanques de 4 ordeñes el equipo de frío está dimensionado para enfriar una cantidad de leche igual a la cuarta parte de su capacidad a 4 °C en menos de 3 horas, acumulando la producción de dos días. Además, garantiza que la incorporación de leche adicional (2º, 3er y 4º ordeñe) no eleva la temperatura global a más de 10 °C en ningún momento. El equipo de frío es más chico que el de un tanque de 2 ordeñes del mismo volumen, porque su función es enfriar una cantidad de leche correspondiente a ¼ de su capacidad cada vez.

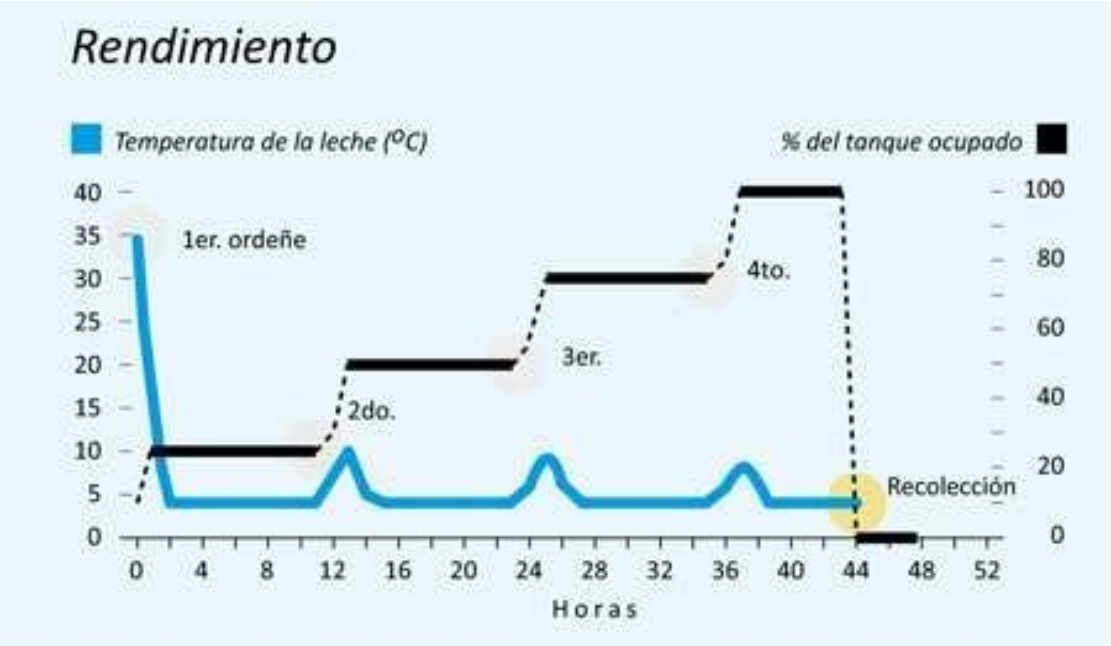


figura 3: curva de evolución de la temperatura de la leche para un tanque de 4 ordeñes

2. **La producción de leche proyectada durante la vida útil del equipo:** este aspecto define la capacidad necesaria de almacenamiento (requiriéndose el doble de capacidad en caso de optar por recolección día por medio).

En función de los aspectos antes mencionados, sabiendo que el volumen de leche cruda por día es de 2500 litros, volumen obtenido a través de 2 ordeñes diarios; pero teniendo en cuenta además que los días domingos se realiza el ordeñe de las vacas, pero no se procesará la materia prima estos días, quedando esta leche para procesar el día lunes, por lo que se debe optar por un tanque refrigerado de almacenamiento del doble de capacidad al volumen promedio diario obtenido; es decir un tanque de 5000 litros de capacidad y de 4 ordeñes; esto último, ya que el volumen del tanque solo se completara el día lunes, conteniendo los dos ordeñes del día domingo, más el primer ordeñe del día lunes; ocupando con cada ordeñe ¼ de la capacidad del tanque.



figura 4: Tanques de refrigeración de leche cruda, disposición horizontal y vertical.

En el mercado se encuentran tanto de disposición vertical como horizontal, usados y nuevos, y su precio según lo consultado varía desde $USD 4500 a $USD 7000 los equipos usados y para los equipos nuevos en precio varía desde los $USD 8000 hasta los $USD 11000.

Si bien aquí se mencionaron tanto los aspectos técnicos a tener en cuenta para la adopción de este equipo, así como su precio de mercado, para este proyecto en principio no sería necesaria la compra del mismo, ya que se parte de un tambo que ya cuenta con este equipamiento, al cual solo habría que adaptar y conectar para que pueda abastecer de materia prima la línea de proceso.

Mini Planta Quesera

De las fábricas metalúrgicas consultadas por equipamiento todas ofrecían lo que llaman “Mini Plantas Queseras”, en las cuales los proveedores ofrecen el equipamiento básico necesario para el proceso de elaboración de quesos en un paquete que llaman de este modo, y cuyo precio es menor que si se comprara cada una de las piezas de manera individual.

De los proveedores encontrados se optó por la empresa “Ollas Industriales Inoxidable”, a continuación, se presentan una serie de fotos enviadas por el proveedor de una mini quesería de 500 litros de capacidad con todos los elementos que incluye, más fotos individuales y especificaciones técnicas de cada uno de ellos. Este proveedor paso un presupuesto por este equipamiento de $USD 16.000.



figura 5: Foto enviada por el proveedor, equipos ofrecidos para una mini planta quesera de 500 litros

Tina quesera elevada



figura 6: tina quesera elevada con plataforma

En la figura se muestra una tina quesera elevada, troncocónica, con plataforma de altura y su agitador. Se encuentra montada sobre 3 patas reforzadas con puente del tipo omega para soportar la carga del motoreductor de velocidad, posee un medidor externo de líquido del encamisado, con entrada y salida del mismo.

Para esta puede optarse por calefacción con resistencias eléctricas, que calientan a través de serpentines agua como medio de calefacción, o la clásica camisa de vapor. Posee además una entrada y salida del líquido calefactor. Y cuenta con una salida sanitaria de 3 pulgadas por donde se extrae la cuajada luego de la cocción de la masa.

Pre-prensa



figura 7: Pre-prensa manual para desuerado de la cuajada

La pre-prensa o desueradora es el equipo que permite la separación y drenaje del suero, el pre-prensado de la cuajada y el corte manual de la misma para posteriormente realizar el moldeo.

La rejilla que se observa en la foto del medio retiene los granos de cuajada y dejar pasar el suero que es eliminado a través de la boquilla que se encuentra en la parte inferior, permitiendo así separar la cuajada del suero.

En la imagen de la derecha se observa que este equipo cuenta también con un planchón que cubre el área donde se encuentra la masa de cuajada y un brazo manual con el que se ejerce presión para producir el drenado de parte del suero que aún contiene la cuajada.

Luego de transcurrido el tiempo de pre-prensado la masa esta lista para ser cortada y moldeada. Este equipo está construido íntegramente en acero inoxidable de calidad AISI 304.

Moldes

La masa pre-prensada de corta en trozos de forma manual y se colocan en los moldes.



figura 8: moldes de acero inoxidable

Los mismos son de acero inoxidable de calidad AISI 304, permiten obtener quesos de 3,2 a 3,5 kg cada uno. Para estos moldes de acero es necesario envolver al trozo de cuajada en tela suiza.

Mesa de desmolde y utensilios de trabajo



figura 9: Mesa de trabajo más utensilios

Esta mesa de trabajo es utilizada para efectuar las tareas de moldeado de la cuajada, para la acción de dar vuelta la horma y para el desmolde de las mismas una vez transcurrido el tiempo de prensado.

La mesa como los utensilios están fabricados con acero inoxidable de calidad AISI 304, si bien no es el caso de la foto puede pedirse al proveedor la incorporación de cuatro ruedas giratorias de material plástico con mecanismo de trabas para las mismas.

Esta mesa tiene unas dimensiones de 90 cm de ancho, 160 cm de largo y 95 cm de alto.

Prensas



figura 10: prensa de acción manual para moldes de acero

El proveedor ofrece una prensa hidráulica vertical para 7 moldes construida de acero inoxidable calidad AISI 304. De dimensiones apropiadas para los moldes que ofrece.

Piletas de salado



figura 11: piletas para el salado de quesos rectangulares

Pileta para el salado de quesos marca “SUCOPLAS”, totalmente fabricada con fibra de vidrio, con guías internas y laterales que permite sumergir bandejas plásticas.

Cada módulo posee una capacidad de dos bandejas de ancho por cuatro bandejas de largo, la cantidad de bandejas en profundidad está dado por el tipo de queso a salar.

El proveedor ofreció una pileta de salado con las siguientes dimensiones:

- 1500 mm de largo
- 1000 mm de ancho
- 1100 mm de alto

Que son los más apropiados para el salado de quesos semiduros y duros, con bandejas de 600 mm por 400 mm. A un precio de USD 1300 cada uno.

Trozadora

Como se mencionó en capítulos anteriores el producto se va a comercializar en trozos de 300 a 500 g envasados al vacío. Para ello se debe realizar el porcionado de las hormas. Existen varios modelos en el mercado, pero para capacidades de producción mayores a las que posee este proyecto.

Para esta operación se optó por una tecnología relativamente nueva en los procesos de corte de alimentos, se trata de cortadores ultrasónicos.

El cortador ultrasónico produce energía mecánica de la vibración a más de 20000 veces por segundo a la hoja de corte, la cual corta el material alimenticio por la vibración local, la fricción en la superficie de los alimentos es muy pequeña, el alimento se separará rápidamente gracias a la hoja de titanio. El corte ultrasónico no requiere cuchilla muy afilada, ya que la acción de corte es ejercida por la elevada vibración de la cuchilla y no por el filo de la misma; además no necesita mucha presión, no hay daños laterales ni roturas en absoluto en el alimento. Al mismo tiempo, debido a la vibración ultrasónica, la fricción es pequeña, y no se produce adhesión entre la hoja de corte y el alimento.

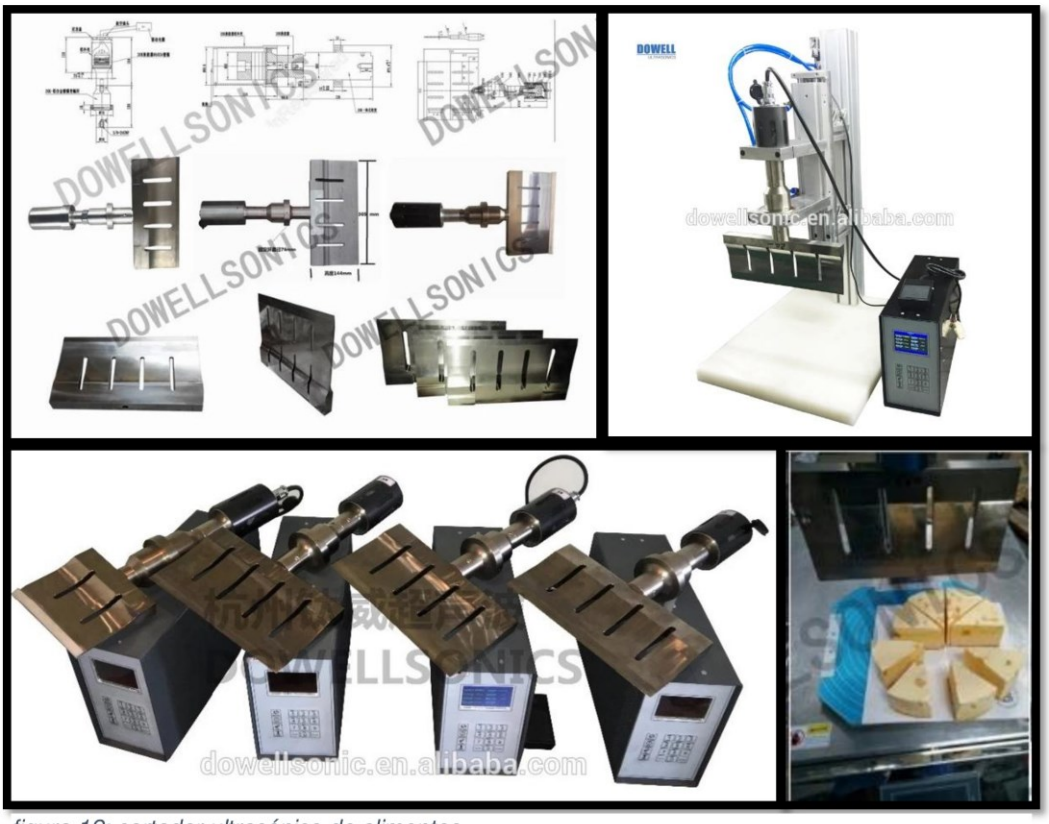


figura 12: cortador ultrasónico de alimentos

Ventajas y Características del corte ultrasónico de alimentos:

- La incisión de corte es suave y el corte es preciso
- No se deforma el borde del alimento cortado
- El funcionamiento es estable y la velocidad de corte es rápida, el alimento no se adhiere en absoluto a la cuchilla
- Fácil de operar, sin necesidad de personal profesional
- Se puede instalar en el brazo robótico PLC

Handheld 20KHz1500W Ultrasonic Cutter			
BRAND	DOWELL	CUTTINGBLADE HEIGHT	12CM
TYPE	DW-CF20-1500	MAX POWER	1000watt
FREQUENCY	20KHz	GENERATOR SIZE	380*290*110MM
INPUT	AC220V/50Hz	HOLDING PART SIZE	Φ52*350
CABLE LENGTH	3M	CUTTING BLADE	250MM
N.W.	14KG	CUTTING SPEED	300MM/S or 1 time/S
G.W.	15KG	USAGE	all kinds of food Cutting

figura 13: Especificaciones técnicas del equipo

Este equipo debe ser importado desde china y su compra se realiza a través de la página https://spanish.alibaba.com/, con un costo de US$ 2500.

Envasadora al vacío



figura 14: Maquina envasadora al vacío

Modelo	VA-400	VA-500
Sello de longitud	400mm	500mm
Altura de trabajo	80mm	100mm
Distancia entre sellado bares	380mm	460mm
La eficiencia en el trabajo	3-4cycles/minuto	3-4cycles/minuto
Bomba de vacío	XD-020 20m³/hora	XD-020 20m³/hora
Voltaje (otro voltaje disponible)	220 v	220 v
Poder	1.2kw	1.2kw
Peso	70 kg	90 kg
Tamaño (L * W * H)	500*540*530mm	590*680*530mm

figura 15: Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío

Se optará por el modelo VA-400, ya que con él se satisfacen las necesidades de envasado que se requieren en este proyecto. Este equipo también debe ser importado desde china y su compra se realiza a través de la página https://spanish.alibaba.com/, con un costo de US$ 500.

Batea de termocontracción

Una vez que han sido envasadas al vacío las unidades de queso estas deben ser sumergidas en agua caliente durante unos segundos para lograr la termo contracción del envase, esta operación tiene fines estéticos con el objetivo de mejorar la presentación del producto.



figura 16: Batea de termo contracción

Batea de doble pared construida íntegramente en acero inoxidable AISI 304, de 40 x 50 cm. Canasto de inmersión de acción manual, calentamiento mediante resistencia eléctrica (hasta 100 °C), controlador de temperatura electrónico e indicador analógico de temperatura. Este equipo es fabricado por una empresa metalúrgica por pedidos y presenta un costo de US$ 400.

Desnatadora centrífuga



figura 17: Centrifuga de cámara y disco de alta velocidad

Este equipo se utiliza principalmente para la separación emulsiones liquido-liquido o solido-liquido en la que el diámetro de las partículas de la fase dispersa supera los micrones. Tiene las características de alta velocidad giratoria, funcionamiento estable, sellado completo del sistema de entrada y salida, menor ruido y efecto de separación fina. El sistema de bomba centrípeta diseñado tiene las características de presión de salida estable, gran escala de regulación y fácil operación.

Nombre de la marca	MecKey
Capacidad (L / h)	200
Tipo de estructura	Tipo de piso
Tipo de separación	Centrífuga de sedimentación
Factor de separación Fr rango	Centrífuga de ultra alta velocidad
Automatización	Completamente automatico
Velocidad de rotación del tambor (r / min)	9600
Diseño	Vertical
Potencia del motor (KW)	1.1

figura 18: Especificaciones técnicas del equipo

Este equipo debe ser importado desde china y su compra se realiza a través de la página https://spanish.alibaba.com/, con un costo de US$ 2200.

Tanque de fermentación

Para la producción de yogur se necesitará un tanque de fermentación, tal como se mencionó en capítulos anteriores el mismo será de 500 litros de capacidad, con una doble camisa donde se producirá el intercambio de calor tanto en las etapas de calentamiento y enfriamiento.

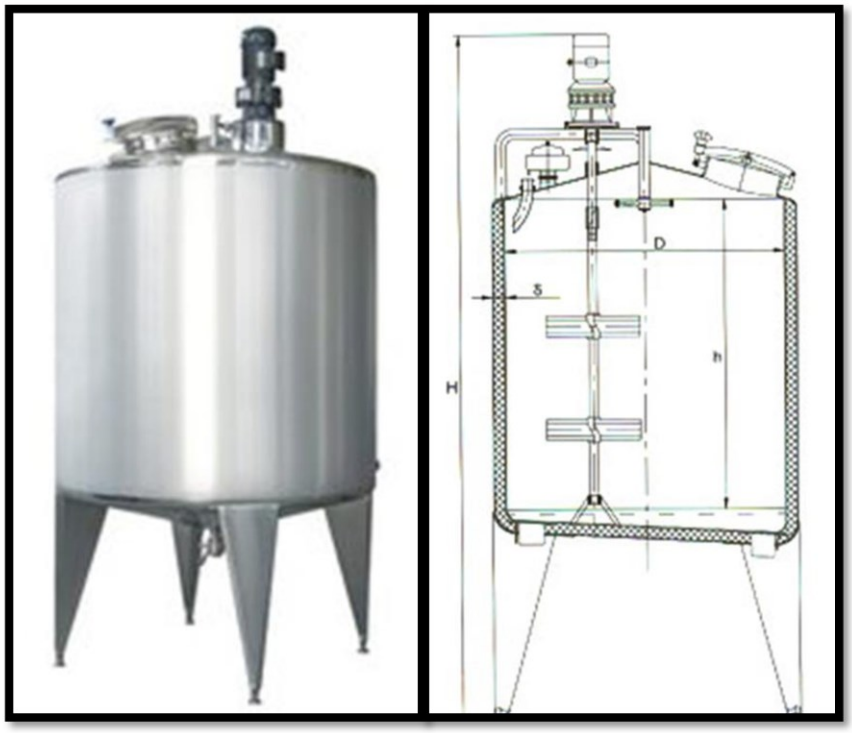


figura 19: Tanque de fermentación de yogur

Tanque de fermentación									
Parámetros técnicos principales	**Modelo**								
Los parámetros modelo	FJ0.1	FJ0.2	FJ0.5	FJ1	FJ2	FJ5	FJ10	FJ20	FJ50
Volumen (L)	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	50000
Diámetro del tanque (mm)	400	500	700	900	1200	1500	1800	2300	3100
Altura del Tanque (mm)	2000	2300	2650	2900	3800	4480	5250	6550	8550
Presión en el tanque (MPa)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Presión en la chaqueta (MPa)	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3 tubo	0,3 tubo	0,3 tubo
Potencia de la resistencia electrica calefactora (Kw)	12	24	60	120	-	-	-	-	-
Número de mezcla de paletas	2	2	2	2	2	3	3	4	4
Velocidad de rotación de mezcla (r/min)	400	360	265	220	180	160	145	125	110
Motor de la potencia (kw)	0,55	0,75	1,1	1,5	3	5,5	7,5	7,5	11
Modo de refrigeración	Camisa sin recubrimiento de aislante						Camisas equipadas con capa de recubrimiento de aislante termico		

Figura 20: Especificaciones técnicas y modelos de fermentadores

El proveedor cuenta con una serie de fermentadores de diferentes capacidades, para este proyecto se escogió en modelo FJ0.5 de 500 litros de capacidad, Este equipo debe ser importado desde china y su compra se realiza a través de la página https://spanish.alibaba.com/, con un costo de US$ 2000.

Equipamiento de laboratorio

A pesar del pequeño tamaño de la planta que se plantea en este proyecto, es indispensable que la misma cuente con un laboratorio que contenga el instrumental necesario para realizar algunas determinaciones de rutina básicas, de parámetros de indicadores de la inocuidad de la materia prima, así como indicadores de calidad o de interés tecnológico para el proceso.

Kits de laboratorio

Los proveedores de material para laboratorio ofrecen kits con los materiales básicos necesarios. Los mismos están compuestos por los siguientes instrumentos:

- 1 Probeta de 50 ml de vidrio
- 1 Probeta de 100 ml de vidrio
- 1 Vaso precipitado de 800 ml de vidrio
- 1 Vaso precipitado de 400 ml de vidrio
- 1 Erlenmeyer de 500 ml de vidrio
- 1 Erlenmeyer de 250 ml de vidrio
- 1 Pipeta graduada de 5 ml de vidrio
- 1 Pipeta graduada de 20 ml de vidrio
- 1 Cápsula de porcelana 35 ml
- 1 Crisol porcelana de 50 ml
- 1 Mortero porcelana con pilón Ø80
- 1 Mechero
- 1 Matraz de 100 ml de vidrio c/tapa
- 12 tubos de ensayo 16 x 150 de vidrio
- 1 Vidrio reloj Ø80 mm
- 12 Tapón de goma para tubo de ensayo
- 1 Tela metálica con centro refractario 15 x 15 mm
- 1 Termómetro de alcohol de 0 a 100 °C
- 2 Varilla maciza 6 x 300 mm de vidrio
- 1 bureta graduada de 25 ml
- 1 Embudo Ø75 de vidrio
- 2 Gotero de vidrio color ámbar de 60 ml



figura 21: Kits de material de laboratorio

Este kit de materiales tiene un costo de US$ 60.

Balanza digital



figura 22: Balanza digital

Este equipo es electrónico analítico y puede medir hasta 5000 g con una precisión de 0.01 g. Está construida de Aluminio fundido y ABS resistente a estática, puertas resistentes a estática ABS, bandeja de pesaje redonda de acero inoxidable. Presenta pantalla LCD fácil de leer con retroiluminación; dimensiones 31,5 x 20,7 x 17 cm.

Este equipo debe ser importado desde china y su compra se realiza a través de la página https://spanish.alibaba.com/, con un costo de US$ 45.

pHmetro



figura 23: pHmetro de uso en la industria láctea

El pHmetro HI 981032 ha sido diseñado para brindar simplicidad a las pruebas de pH durante el proceso de elaboración de queso de manera simple y directa. La sonda incorporada presenta una unión abierta, una punta de vidrio cónica de baja temperatura y un cuerpo de PVDF seguro para alimentos, lo que la hace ideal para medir el pH de casi todos los tipos de quesos y cuajadas.

- Marca: Hanna Instruments.
- Escala de medida: de 0.00 a 14.00 pH.
- Resolución: 0,1 pH.
- Precisión: ± 0,2 pH (temperatura de 20 ºC).
- Calibración: automática en dos puntos (pH 4.00 y 7.00)
- Sonda de plástico.
- Temperatura de uso (0 °C / +50 °C).
- Apagado automático: a los 8 o 60 minutos de inactividad.

Este equipo puede conseguirse con proveedores en el país y presenta un costo de US$ 350.

Herramientas varias

Zorra hidráulica



figura 24: Zorra hidráulica reforzada

Esta herramienta es de gran utilidad para el transporte de todo de tipo de materiales dentro de la planta, desde materia prima y productos terminados hasta máquinas y equipos de pequeño porte; por tal motivo se encuentran en todas las fábricas y contar con varias unidades de ellas es indispensable, sobre todo para este tipo de plantas donde no se contará con montacargas.

Posee ruedas de poliuretano de alta resistencia, con doble función de la bomba hidráulica, que eleva a palanca y desciende con pedal o manija. Posee un sistema de dirección reforzada con óptima estabilidad y resistencia para cargas pesadas y livianas. Tiene un costo de US$ 300.

- Peso: 90 Kg
- Largo de uñas: 1,25 m
- Ancho de palas: 68 cm
- Elevación Máxima: 20 cm
- Sistema ergonómico y antideslizante.
- Capacidad de carga máxima: 3 toneladas (3000 Kg)

Hidrolavadora de alta presión



figura 25: hidrolavadora de alta presión

Esta limpiadora de alta presión es capaz de eliminar la suciedad de grado medio con facilidad. Incluye una pistola con conexión Quick Connect, una manguera de alta presión de 6 m, un tubo pulverizador, una boquilla turbo con chorro giratorio para suciedad especialmente incrustada y un filtro de agua para proteger la bomba.

- Marca: Kärcher
- Línea: Hogareña
- Modelo: K3 Premium
- Tipo de corriente: AC
- Presión: 10-120 bar
- Caudal de agua: 420 l/h
- Motor / Potencia: 1600W / 220V
- Peso sin accesorios: 9.6 kg
- Temperatura máx. agua: 40 °C

Existen varios proveedores en el país y su precio promedio es de US$ 160.

Pallets de plástico

Los pallets son necesarios para el traslado y el acopio o almacenaje de materia prima y productos terminados; así como para el almacenamiento de diferentes insumos.

Los de material plástico son los más recomendables por ser más inocuos, duraderos y livianos.

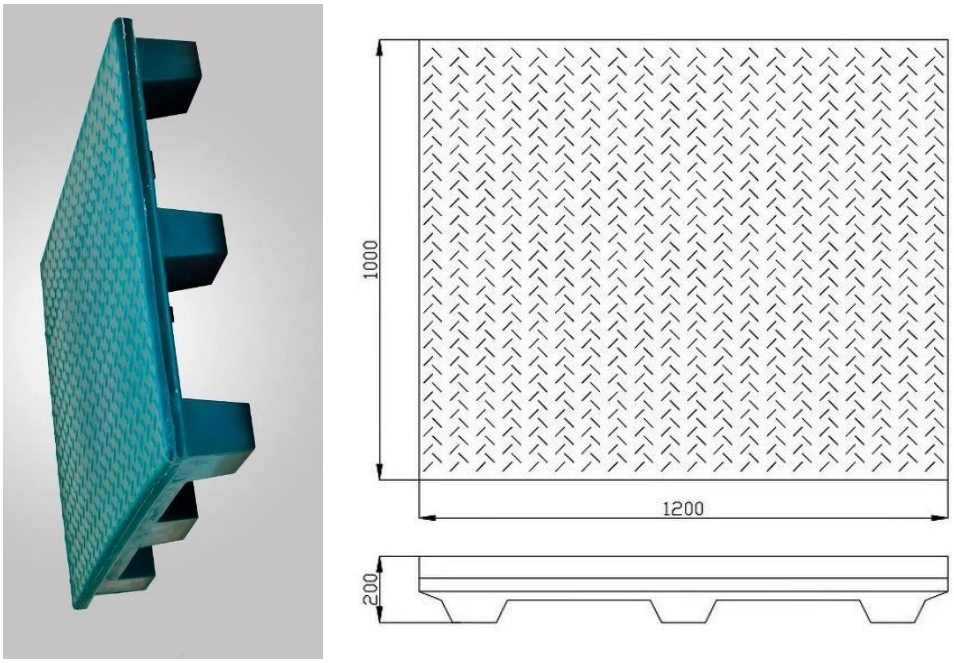


figura 26: pallets de polietileno

Pallet de superficie cerrada, antideslizante (reforzado), con estructura metálica e inyección de poliuretano en su interior.

- Medidas externas 1000 x 1200 x 150 mm de alto
- Capacidad de carga estática: 3500kgs
- Capacidad de carga dinámica: 1200kgs
- De nueve patas
- Espectro térmico: -20° / +80° C
- Apto para Uso en Racks
- Fabricado en polietileno de alta densidad, con capacidad para resistir rayos UV
- Anti Adherente a la suciedad
- Con doble entrada para auto elevador y Zorra Hidráulica

Existen varios fabricantes en el país y su precio se encuentra alrededor de los US$ 100.

Bandejas plásticas

- Las bandejas plásticas brindan una solución rápida y muy económica a los problemas de espacio.
- Permite tener los productos separados, identificados y con fácil acceso.
- Su diseño lo hace especialmente apto para uso alimenticio. Permite una circulación permanente de aire convirtiéndolo en ideal para productos refrigerados.
- Su sistema de ventilación permite el flujo de aire a través de sus seis caras, logrando una mejor conservación del producto y un enfriado más rápido.
- Sus encastres especialmente diseñados permiten apilar en altura sin que se deformen y logrando una estiba estable.
- Alta resistencia al impacto, resiste temperaturas bajo cero y muy resistente a los cambios bruscos de temperatura.
- El diseño de sus laterales permite una fácil limpieza y un escurrido rápido.

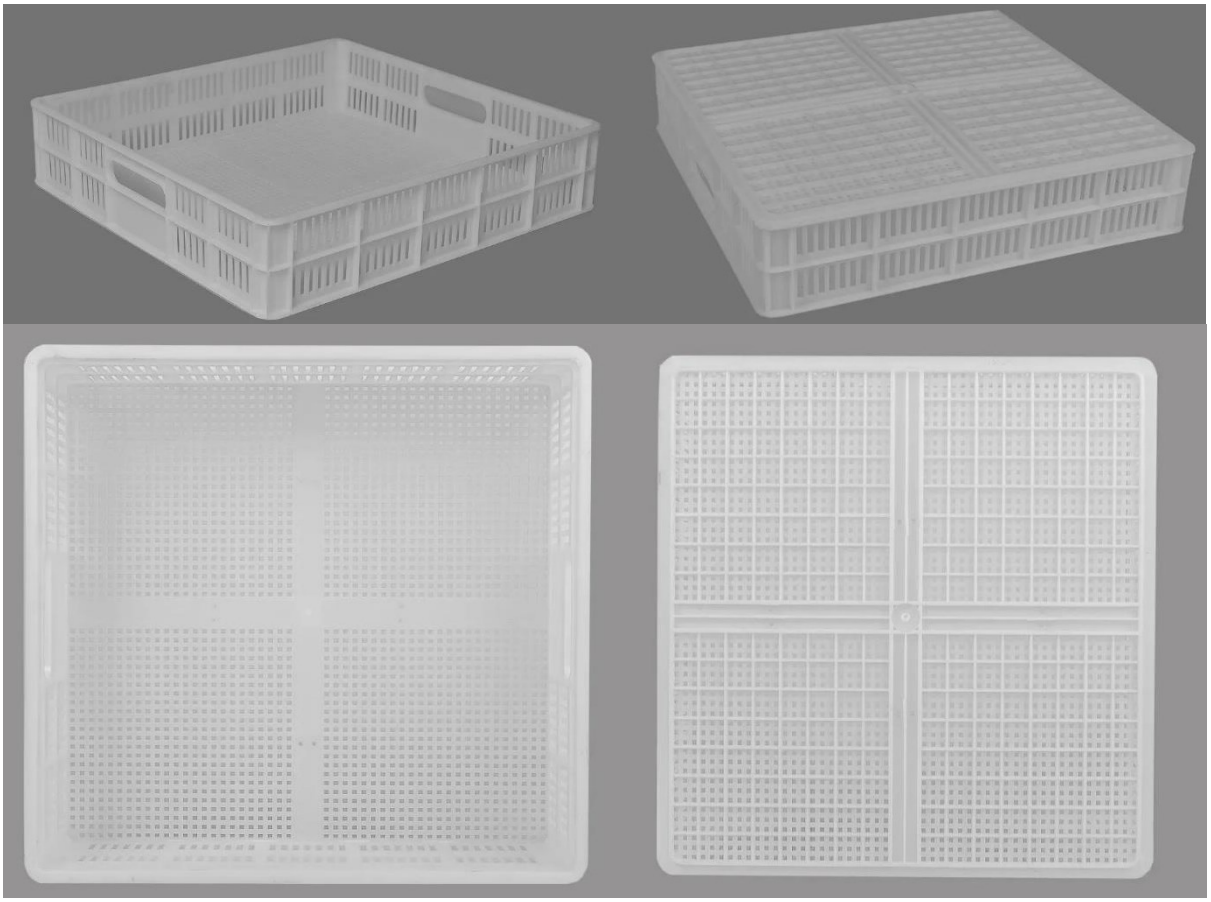


figura 27: Bandejas de polietileno de uso alimenticio

Existen diversos fabricantes nacionales de este producto, y su valor es de US$ 5 cada una.

Capítulo VII

Servicios auxiliares

Índice

Introducción 3
Agua 4
Consumos 4
Agua para proceso 4
Agua de enfriamiento 5
Agua de lavado 5
Agua de uso general 5
Cálculos para la red de agua 6
Cálculo de la altura del tanque 8
Tanque de agua adoptado 10
Refrigeración 12
Cámara de producto terminado 12
Construcción de la cámara 12
Cálculo de la capacidad frigorífica 13
Método de calefacción 26
Consumo de energía requerida 26
Costos de generación de calor 27
Costo de inversión inicial 28
Costos de funcionamiento 30
Adopción del método de calefacción 31
Generación y consumo de vapor 36
Adopción de la caldera 36
Distribución de vapor 41
Consumo de combustible 42

Introducción

Los servicios auxiliares son todas aquellas operaciones que acompañan al funcionamiento de la planta industrial, no solo del proceso sino también del resto de las instalaciones en la empresa.

Los servicios auxiliares comprenden una de las áreas importantes para mantener las operaciones óptimas y continuas de la planta, son imprescindibles y una clave para alcanzar el buen desarrollo y los objetivos esperados. En el presente capítulo se evaluarán los requerimientos de servicios auxiliares necesarios para las operaciones de la planta.

En general, en las plantas productoras de alimentos se utilizan los siguientes servicios auxiliares:

- Agua
- Electricidad
- Vapor
- Aire comprimido
- Tratamiento de efluentes
- Sistemas de refrigeración

Para este proyecto en particular se requerirán para la operación de la planta solo los siguientes servicios auxiliares:

- Agua
- Electricidad
- Tratamiento de efluentes
- Vapor de agua

En cuanto al medio calefactor a utilizar para suministrar el calor requerido por los tratamientos térmicos, si bien en el capítulo correspondiente a los balances de energía se realizaron los cálculos estableciendo al vapor de agua como medio de calefacción (ya que este es el medio más utilizado para tal fin), al realizar la adopción de equipos los proveedores ofrecieron dentro de las alternativas equipos con camisas de calefacción que además de poder ser calefaccionadas a través de vapor de agua, contaban también en el interior de las mismas con resistencias eléctricas, destinadas para el mismo fin.

De este modo en este tipo de equipos de pequeña escala se tiene la alternativa de poder utilizar el vapor para calefaccionar la leche o bien realizar esta tarea a través de las resistencias eléctricas provistas en la camisa, en relación a esto el proveedor expresó que esta es una variante está siendo muy utilizada por pequeños productores, ya que si bien dicho método de calefacción puede resultar más costoso en términos del costo del insumo energético (energía eléctrica consumida versus el combustible utilizado para alimentar la caldera) presenta ciertas ventajas en cuanto a su practicidad, facilidad de puesta en marcha y utilización.

En este capítulo más adelante se evaluarán con mayor detalle ambas alternativas de calefacción, para poder decidir a través de un análisis comparativo cuál sería el más adecuado a adoptar para el presente proyecto.

Agua

La provisión de agua en la zona se realiza a través de perforaciones en las napas subterráneas. El establecimiento ya cuenta con una perforación, donde el agua es captada mediante una bomba que conecta con un tanque de almacenamiento.

A continuación, se detallarán los consumos de agua necesarios para el funcionamiento de la planta, describiendo para cada uno los requerimientos diarios. Para luego en función de ello realizar el dimensionamiento adecuado para la red de agua de la planta.

Consumos

Se requerirá el uso de agua para las siguientes actividades:

- Agua para proceso
- Agua para el enfriamiento posterior a los tratamientos térmicos
- Agua para limpieza
- Agua para uso general

Agua para proceso

El agua de proceso se refiere al agua que es agregada y formara parte de la composición del alimento a elaborar, en la elaboración de quesos y yogur no encontramos ninguna etapa que implica la utilización de agua como ingrediente del alimento, salvo la utilizada para disolver el cloruro de calcio agregado como solución

previo a la etapa de coagulación; sin embargo como este volumen de agua es muy pequeño en relación al consumo total será despreciado a los fines de los cálculos para el dimensionamiento de la red.

Agua de enfriamiento

Como ya se describió oportunamente en el capítulo donde se abordan los balances de energía se hace uso del agua subterránea para realizar el enfriamiento de la leche luego de realizada la pasteurización de la misma, en función de los cálculos realizados en dicho capítulo tenemos los siguientes consumos de agua para tales fines:

- Enfriamiento posterior a la pasteurización de leche para queso: 2353 litros
- Enfriamiento posterior a la cocción de la cuajada: 1846 litros
- Enfriamiento posterior a la pasteurización de leche para yogur: 2402 litros
- Enfriamiento posterior a la fermentación: 1213 litros

Teniendo en cuenta que se realizaran dos Bach por día de elaboración de queso, entonces el volumen total de agua utilizada por día para tal fin será de:

Agua de enfriamiento total

$$m_{\text{agua enf}_{total}} = 2 * (m_{\text{agua enf}_{queso}}) + m_{\text{agua enf}_{yogur}}$$

$$m_{\text{agua enf}_{total}} = 2 * (2353 + 1846) Kg\ agua + (2402 + 1213)\ Kg\ de\ agua$$

$$\boldsymbol{m_{\text{agua enf}_{total}} = 12\,013\ kg\ agua\ de\ enfriamiento}$$

Agua de lavado

En el capítulo correspondiente al tratamiento de efluentes se hace una descripción detallada de las operaciones de lavado y del volumen de agua necesaria en cada caso, donde el volumen de agua para el lavado de equipos e instalaciones total requerido durante la jornada laboral es de 5150 litros.

Agua de uso general

Dentro de esta categoría se considerará el agua para el personal. Según lo establece la ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo vigente (ley N° 19587) se debe asegurar el suministro de 50 litros de agua potable por persona por jornada, considerando que la planta trabajará un solo turno por día, con un máximo de 5 operarios se requerirá unos 250 litros diarios de agua potable para cumplir con esta reglamentación.

Cálculos para la red de agua

La red de cañerías de agua para esta planta está compuesta básicamente por una red principal que conecta con el tanque de almacenamiento, el cual envuelve todo el edificio, presenta ademas ramificaciones secundarias en cada uno de los puntos con demanda de agua.

Para el dimensionamiento de la red se tomará como referencia para los cálculos el punto con mayores requerimientos de abastecimiento en relación al caudal máximo de agua requerido y a su distancia respecto al tanque de abastecimiento (dado que mayores distancias implican mayores pérdidas de carga), si se cumplen las condiciones de abastecimiento para este punto, los requerimientos del resto de la red quedaran más que cubiertos.

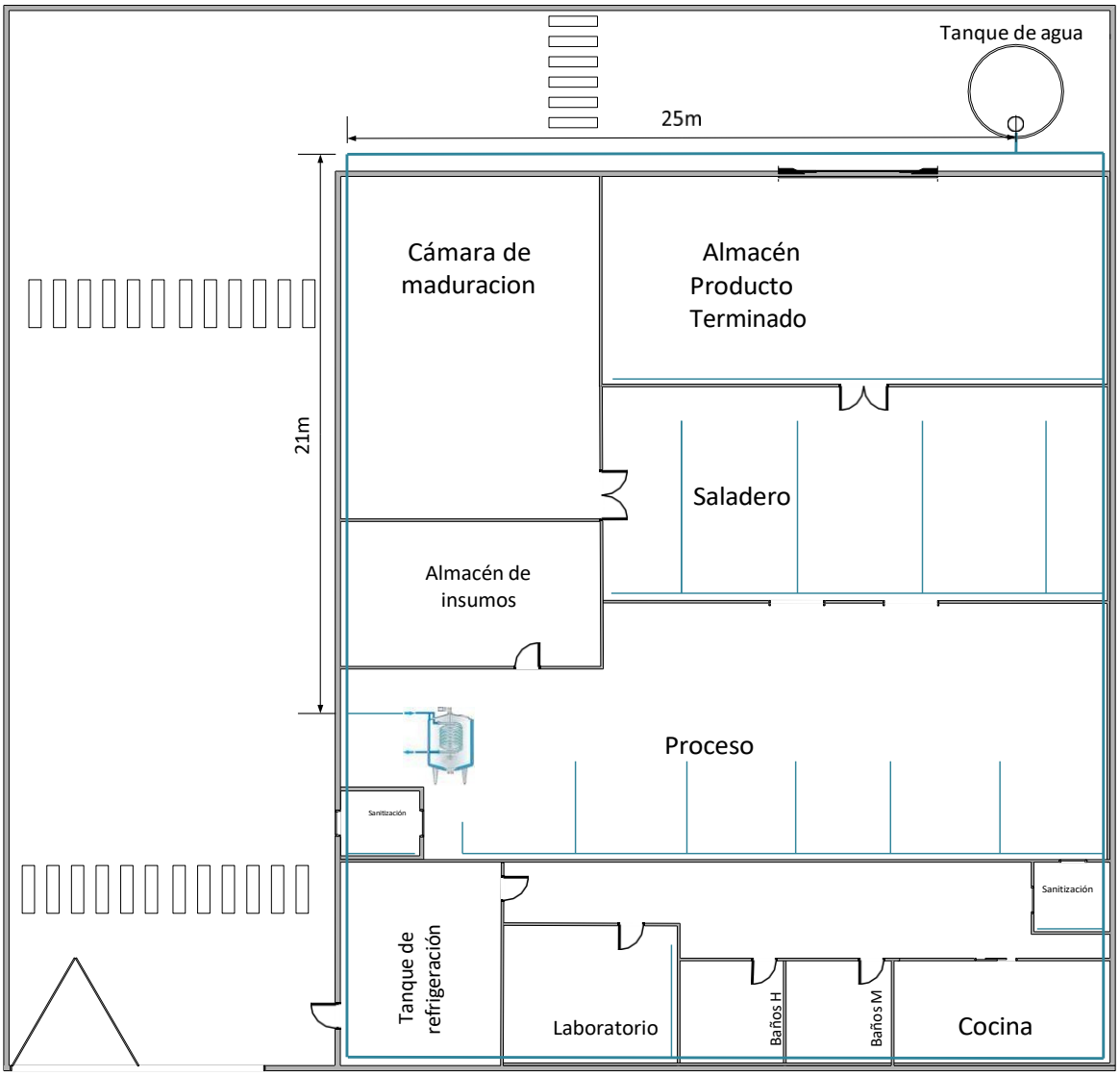


figura 1: Punto con mayores requerimientos para el abastecimiento de agua

Como se puede observar en la siguiente figura este punto corresponde al tanque de fermentación de elaboración de yogur, el cual posee la mayor demanda de agua durante el proceso (4,8 m^3/h para la etapa de enfriamiento posterior a la fermentación) y posee una distancia al tanque de almacenamiento de 46 m.

Para realizar el dimensionamiento de la red se deben tener en cuenta el caudal requerido y la velocidad de flujo.

Este último parámetro se puede obtener de tablas como la de Gilberto Sotelo Ávila "Hidráulica general", que se muestra a continuación.

Tabla 1: velocidad media de flujo para redes de distribución de agua potable

Tipo de tubería	**Velocidad media (m/s)**	
	Mínimo	**Máximo**
Tuberías principales	1,0	2,0
Tuberías laterales	0,5	0,7
Tuberías muy largas	1,5	3,0

El cálculo del diámetro de la tubería a utilizar se puede realizar aplicando la fórmula de Mc. Cabe – Smith:

$$Q = V * S = [\frac{m}{s} * m^2]$$

Donde:

$Q = caudal\ requerido\ [\frac{m^3}{s}]$

$V = velocidad\ de\ flujo\ media\ adoptada\ [\frac{m}{s}]$

$S = seccion\ de\ la\ tuberia\ [m^2]$

Operando con esta ecuación se puede despejar S:

$$S = \frac{Q}{V}\ [\frac{\frac{m^3}{s}}{\frac{m}{s}}]$$

Sabiendo además que:

$$S = \frac{\pi * D^2}{4} = [m^2]$$

Donde:

$$D = \sqrt{\frac{S * 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{Q * 4}{V * \pi}}$$

Con esta ecuación se puede calcular el diámetro de la red tanto para la cañería principal como la secundaria.

Tabla 2: Dimensiones de la red de agua

Tubería	Longitud (m)	Caudal (m^3/s)	Velocidad media (m/s)	Sección (mm^2)	Diámetro calculado (mm)	Diámetro adoptado (in)
Tubería principal	46	1,33E−03	2,25	5,93E+02	27,475353	1 1/4
Tubería secundaria	3,5	1,33E−03	0,6	2,22E+03	53,205792	2

Cálculo de la altura del tanque

Poder lograr el objetivo de caudal en el punto antes considerado de máximo requerimiento de demanda está directamente relacionado con la altura del tanque de almacenamiento; ya que es esta altura la que le otorga la energía potencial al fluido que luego se convertirá en energía cinética necesaria para lograr el caudal requerido en el punto de descarga. Esta es una cuestión hasta de sentido común en la vida cotidiana, donde se sabe que mientras más alto sea colocado el tanque de almacenamiento mayor será “presión” (caudal) de salida del fluido en cada punto de la red. Esto también depende de todos aquellos factores que provocan perdida de carga al fluido en su recorrido por la cañería hasta el punto de abastecimiento. Todos estos factores están considerados en la siguiente ecuación, que nos permitirá calcular la altura mínima necesaria del tanque de almacenamiento para cumplir con la demanda de agua del proceso.

$$Z_1 * \frac{g}{g_c} + \frac{V_1^2 * \alpha}{2 * g_c} + (\frac{P_1}{\delta_1} - \frac{P_2}{\delta_2}) = Z_2 * \frac{g}{g_c} + \frac{V_2^2 * \alpha}{2 * g_c} + \sum F$$

Donde:

Z_1 : altura a determinar

Z_2 : 1,5 m (altura ingreso del agua de enfriamiento al fermentador)

V_1 : 0 m/s

V_2 : 0,6 m/s

P_1 = P_2= 1 atm = 1 kg_f/cm^2 = 10000 kg_f/cm^2

α : 1 (para flujo turbulento)

$\sum F$: perdidas de carga por fricción

Las pérdidas de carga por fricción ($\sum F$) están dadas por diferentes factores:

- Perdida por reducción de la sección a la salida del tanque
- Perdida por fricción en la tubería recta principal
- Perdida por fricción en un codo de la tubería principal y una Te
- Perdida por contracción de la red principal a la red secundaria
- Perdida por fricción en la tubería de la red secundaria

Cada una de las pérdidas de carga se calcula a través de las siguientes ecuaciones:

Perdida por reducción o contracción (h_c):

$$h_c = k_c * \frac{V^2}{2 * g_c}$$

$$k_c = 0{,}55 * (1 - \frac{A_2}{A_1})$$

Donde:

V = velocidad media de circulación de fluido

K_c = coeficiente de perdida por contracción

A_1 = área de la sección transversal de la tubería a la entrada

A_2 = área de la sección transversal de la tubería a la salida

Perdida por fricción en la tubería recta (F_f):

$$N_{Re} = \frac{D * V * \delta}{\mu}$$

$$F_f = 4f * \frac{\Delta l * V^2}{D * 2g_c}$$

Donde:

D = diámetro de la tubería

V = velocidad de circulación en la tubería

$\delta \; y \; \mu$ = densidad y viscosidad del fluido, respectivamente

f = factor de fricción de Fanning

Δl = longitud de la tubería en el tramo recto

Perdida por fricción en accesorios (h_f):

$$h_f = k_f * \frac{V^2}{2 * g_c}$$

Donde:

k_f = factor de perdida para el accesorio o válvula

V = velocidad promedio en la tubería que conduce al accesorio

Existen tablas de las cuales se puede obtener el valor de k_f para cada uno de los accesorios utilizados.

Resolviendo el sistema de ecuaciones planteadas se obtiene como resultado que el tanque de almacenamiento debería estar a unos 6,8 m de altura con respecto al suelo. Sin embargo, para tener margen para futuras ampliaciones o aumentos en la demanda se colocarán los tanques a 10 metros de altura, con esto se logrará una mejor presión en la red.

Tanque de agua adoptado

Para poder cubrir ampliamente los requerimientos de agua de la planta durante la jornada laboral serán necesarios dos tanques de 10 000 litros.



figura 2: tanque de almacenamiento de agua de 10 000 litros de capacidad

Estos tanques son producidos con polietileno de alta densidad compuesto, lo que le brinda una mejor protección a la intemperie y/o atmósferas corrosivas.

Pueden ser utilizados en el almacenamiento de productos alimenticios para consumo humano o animal. No genera olores ni sabores.

- Altura: 267 cm.
- Diámetro: 250 cm.
- Peso: 215 kg
- Color: Negro.

Cada uno de estos tanques de almacenamiento tiene un costo de U$D 1500

Refrigeración

Cámara de producto terminado

Será necesario contar con una cámara de refrigeración donde se puedan almacenar los productos terminados, tanto el yogur como los quesos. Dicha cámara deberá presentar una temperatura máxima de 4 °C, para lograr conservar de manera óptima a los productos elaborados (este punto es especialmente importante para el yogur, donde se debe disminuir su temperatura por debajo de 4 °C y mantenerla hasta su consumo para evitar un excesivo desarrollo de la acidez por acción de las bacterias lácticas).

Para el cálculo de la capacidad de la cámara se tomará en cuenta el flujo de productos dentro de la misma. Por un lado, para el yogur, si bien se proyecta una rotación cada dos días del producto, es decir, que día por medio se despachará producto terminado, donde saldrá de cámara el equivalente de yogur de dos días de producción. Sin embargo, se reservará el doble de espacio destinado al yogur para contar con un margen por posibles inconvenientes en la logística y distribución o futuros aumentos de la producción.

Para el caso de los quesos, se reservará una capacidad en cámara de 1500 kg de producto terminado listo para el consumo a almacenar bajo refrigeración (cantidad equivalente a una semana de producción aproximadamente).

Construcción de la cámara

Para la construcción de la cámara se utilizarán paneles prefabricados que se pueden encontrar en el mercado a través de diferentes proveedores; los mismos se encuentran conformados por núcleos de poliuretano expandido de alta densidad (42 kg/m^3) y dos caras exteriores de chapa pre-pintada blanca. Los proveedores ofrecen paneles de diferentes espesores según las necesidades de refrigeración de cada cliente, para este proyecto se escogieron paneles de 60 mm de espesor (paneles recomendados para cámaras de refrigeración con temperaturas de entre 0 – 2 °C), las cuales presentan un costo de 35 U$D por m^2. Para la construcción de la misma también serán necesarios perfilaría, aberturas, selladores y materiales auxiliares, que son provistos también por el proveedor junto con los paneles.

Para la construcción del piso se recomienda la utilización de dos capas de paneles frigoríficos entre capas de hormigón armado de 10 cm de espesor, de manera de garantizar que el suelo no sufra fisuras por una posible dilatación de la tierra.

Cálculo de la capacidad frigorífica

El cálculo del balance térmico de una instalación frigorífica pretende determinar la potencia frigorífica necesaria para cubrir las necesidades de la instalación y, en consecuencia, realizar la elección de los equipos frigoríficos de acuerdo con este cálculo. Las necesidades de la instalación serán función de:

- Clima
- Tipo, cantidad y estado del producto a la entrada en la cámara
- Temperatura del producto a la entrada de la cámara
- Calor especifico del producto, renovaciones de aire
- Calor de respiración del producto, presencia o entrada de personal en el recinto
- Calor desprendido por la iluminación y otros elementos instalados en la cámara
- Apertura de puertas, entrada de autoelevadores, etc.

Carga por transmisión de calor con el exterior

Si bien las cámaras están diseñadas con materiales aislantes, es decir, materiales con bajos coeficientes de transmisión de calor, por lo que sus paredes presentan bajos niveles de transmisión de calor con el exterior, pero no nulos. Resulta importante entonces tenerlos en cuenta debido a que su presencia es constante y puede llegar a ser considerable cuando existen diferencias de temperatura importantes entre el interior y el exterior de la cámara.

El calor transmitido a través de una superficie de espesor e, en régimen estacionario, y en cuyos lados existe temperaturas diferentes T_{ext} y T_{int} ($T_{ext} > T_{int}$) viene dado por:

$$Q_{tr} = U * S * \Delta T$$

U : coeficiente global de transmisión de calor, es función de los materiales de las paredes ($\frac{W}{m^2 * K}$).

S : superficie de pared, techo, etc. (m^2)

ΔT : diferencia de temperatura entre el interior y el exterior

El coeficiente global de transmición de calor (U) puede ser calculado a través de la siguiente fórmula:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^{n} \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_e}}$$

Donde:

h_i , h_e : coeficientes globales de transmisión de calor por convección y radiación, en la cara interna y externa respectivamente, de la pared ($\frac{W}{m^2 * K}$).

e_j: espesor del material que forma la capa j (m)

k_j : conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la pared ($\frac{W}{m * K}$)

Si bien el coeficiente global de transmisión de calor (U) puede ser calculado a través de las propiedades térmicas de cada uno de sus componentes, este es un dato que regularmente los proveedores brindan. En nuestro caso las propiedades térmicas de los paneles a adquirir se encuentran en el siguiente cuadro:

Tabla 3: características térmicas de los paneles aislantes

misa eptarefrigeration MASTERY IN COLDROOMS

MISA BETA PANEL Performance table					
PANEL	**THICKNESS mm (0+1)**	**WEIGHT Kg/m²**	**W/m²K**	**K_{CAL}/m²HC**	**HEAT VALUE MJ/m²**
S6	60	12	0,336	0,289	65
S8	80	12,8	0,257	0,221	85
S10	100	13,6	0,208	0,179	105
S12	120	14,4	0,175	0,150	125
S15	150	15,6	0,141	0,121	156
S18	180	16,8	0,119	0,102	190
S20	200	17,6	0,107	0,092	210
S24	240	19,1	0,093	0,08	233

Uno de los criterios utilizados para calcular la temperatura exterior es tomar la temperatura de la zona igualada al 1% de las horas durante el verano, para nuestro caso esta temperatura seria de 35 °C, y sumarle un factor para expresar el efecto del sol sobre las paredes. Para superficies con colores claros ese factor es de 2,2 °C para paredes de este y oeste, de 1,1 °C para la pared norte y 5 °C para el techo. Para esta planta las paredes expuestas al sol de la cámara dan al norte y al oeste. Para las paredes que conectan con otra área de la planta la temperatura será considerada de 25 °C; mientras que para el suelo se tomara como la mitad de la temperatura exterior (17,5 °C).

Con todos estos datos ya se puede realizar el cálculo de la carga de calor correspondiente a cada una de las paredes de la cámara con el exterior. Los parámetros para cada una y el resultado se presentan en el siguiente cuadro:

Superficie considerada	**Tipo de panel utilizado**	**U**	S	**Tint (˚C)**	**Text (˚C)**		**Carga** termica **(Q= U*S*ΔT) (Kcal/h)**
Pared sur	S6 (60 mm)	0,289	32	4	25	21	194,208
Pared este	S6 (60 mm)	0,289	80	4	25	21	485,52
Pared norte	S6 (60 mm)	0,289	32	4	35,1	31,1	287,6128
Pared oeste	S6 (60 mm)	0,289	80	4	35,1	31,1	719,032
Techo	S6 (60 mm)	0,289	160	4	40	36	1664,64
Suelo	S6 (60 mm)	0,289	160	4	17,5	13,5	624,24
CARGA TERMICA TOTAL							3975,2528

Carga térmica del producto

Aquí se van a considerar las necesidades frigoríficas para producir el enfriamiento de los productos que ingresan a cámara, es decir, el calor que se le debe quitar al producto para que disminuya su temperatura desde la temperatura a la que ingresa a la cámara hasta la temperatura de refrigeración dentro de la cámara.

Esta carga térmica suele ser una de las más importantes de las que intervienen dentro del cómputo total de las necesidades de la instalación frigorífica.

En nuestro caso debido a que los productos serán enfriados a una temperatura superior a sus temperaturas de congelación solo entrara en juego el calor sensible de enfriamiento.

La expresión general para el cálculo de esta carga térmica es la siguiente:

$$Q_{prod} = Q_{enfri\,1} + Q_{cong} + Q_{enfri\,2}$$

Donde:

Q_{prod} : calor total a absorber del producto

$Q_{enfri\ 1}$: calor sensible para lograr una disminución de temperatura (como límite hasta la temperatura de congelación).

Q_{cong} : calor latente de congelación del producto

$Q_{enfri\ 2}$: calor sensible para disminuir la temperatura del producto por debajo de su punto de congelación

Como se mencionó anteriormente en nuestro caso se debe enfriar el producto por encima de su punto de congelación, por lo que la ecuación se queda:

$$Q_{prod} = Q_{enfri\,1} = Q_{enfri}$$

A su vez, el calor de enfriamiento del producto se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$Q_{enfri} = m_{prod} * Cp_{prod} * (T_i - T_f)$$

m_{prod} : masa del producto a enfriar (kg)

Cp_{prod} : calor especifico del producto (kcal/kg*°C)

T_i : temperatura del producto al entrar a cámara (°C)

T_f : temperatura de la cámara (°C)

La masa de producto para el cálculo de esta carga térmica será igual a la producción diaria de cada uno de ellos, este dato lo podemos encontrar en el capítulo 5, donde se encuentran además las temperaturas del yogur y del queso al final de su proceso de elaboración, temperaturas con las que ingresan a cámara.

Los calores específicos de estos productos también los podemos encontrar en el capítulo 5, ya que dichos valores fueron utilizados para el cálculo de los balances de energia de los procesos.

Carga de enfriamiento para el queso

$$Q_{queso} = m_{queso} * Cp_{queso} * (T_i - T_f)$$

$$Q_{queso} = 186\ \cancel{kg} * 0.93\ \frac{Kcal}{\cancel{Kg} * \cancel{°C}} * (18 - 4)\cancel{°C}$$

$$Q_{queso} = 2424\ Kcal$$

Carga de enfriamiento para el yogurt

$$Q_{yogurt} = m_{yogurt} * Cp_{yogurt} * (T_i - T_f)$$

$$Q_{yogurt} = 574\ \cancel{kg} * 0.93\ \frac{Kcal}{\cancel{Kg} * \cancel{°C}} * (20 - 4)\cancel{°C}$$

$$Q_{yogurt} = 8541\ Kcal$$

Carga total de enfriamiento

$$Q_{total\ enfr} = Q_{queso} + Q_{yogurt}$$

$$Q_{total\ enfr} = 2424\ kcal + 8541\ kcal$$

$$Q_{total\ enfr} = 10965\ kcal$$

Además de la cantidad de calor a extraer del producto es importante definir el tiempo en el que se requiere producir esta disminución de la temperatura, en este sentido para el yogur es más importante poder disminuir su temperatura, para así disminuir sustancialmente la actividad de las bacterias lácticas dentro de su matriz. Se establece un tiempo de enfriamiento de 4 horas para el producto, por lo que el requerimiento para el equipo frigorífico será el siguiente:

$$Q_{total\ enfr} = 10965 \frac{kcal}{4h}$$

$$Q_{total\ enfr} = 2741\ \frac{Kcal}{h}$$

Carga por conservación del producto

Durante el almacenamiento, algunos productos continúan desprendiendo cierta cantidad de calor que deberá extraerse para garantizar la temperatura ideal de conservación, esta es una característica que depende del producto a conservar y se da por ejemplo en el caso de las frutas y hortalizas durante su respiración o en productos en los que se produce una fermentación durante su almacenamiento en la cámara.

En nuestro caso no es necesario calcular esta carga ya es prácticamente nula y despreciable.

Carga térmica por renovación de aire

Esta carga térmica se puede dar en dos ocasiones dentro de la cámara:

- Inyecciones de aire programadas con el objetivo de realizar una renovación del aire dentro de la cámara
- Renovaciones de aire debido a infiltraciones como consecuencia de la apertura de las puertas al ingresar producto nuevo a la cámara o bien al ingreso de operarios para diversas tareas.

En nuestro caso solo se tendrán en cuenta las renovaciones de aire debido a las infiltraciones ocasionadas principalmente durante la carga y descarga del producto.

Existen diferentes métodos para calcular esta carga térmica, uno de ellos, el más ampliamente utilizado, determina el número de renovaciones de aire cada 24 horas en función del volumen y temperatura de la cámara y de las condiciones del aire exterior, con la ayuda de diferentes tablas.

$$Q_{r.aire} = V_{cam} * \Delta H * \delta_m * N$$

Donde:

V_{cam} : volumen de la cámara (m^3)

ΔH: variación de entalpia entre el aire exterior y en aire del interior de la cámara (KJ/kg)

δ_m : densidad media del aire entre las condiciones interiores y exteriores (kg/m^3)

N : número de renovaciones de aire por día

Volumen de la cámara

$$V_{cam} = a * b * h$$

$$V_{cam} = 20\ m * 8\ m * 4\ m$$

$$V_{cam} = 640\ m^3$$

Variación de entalpia

Los valores de las entalpías del aire exterior e interior de la cámara se pueden determinar a través de diagramas psicométricos.

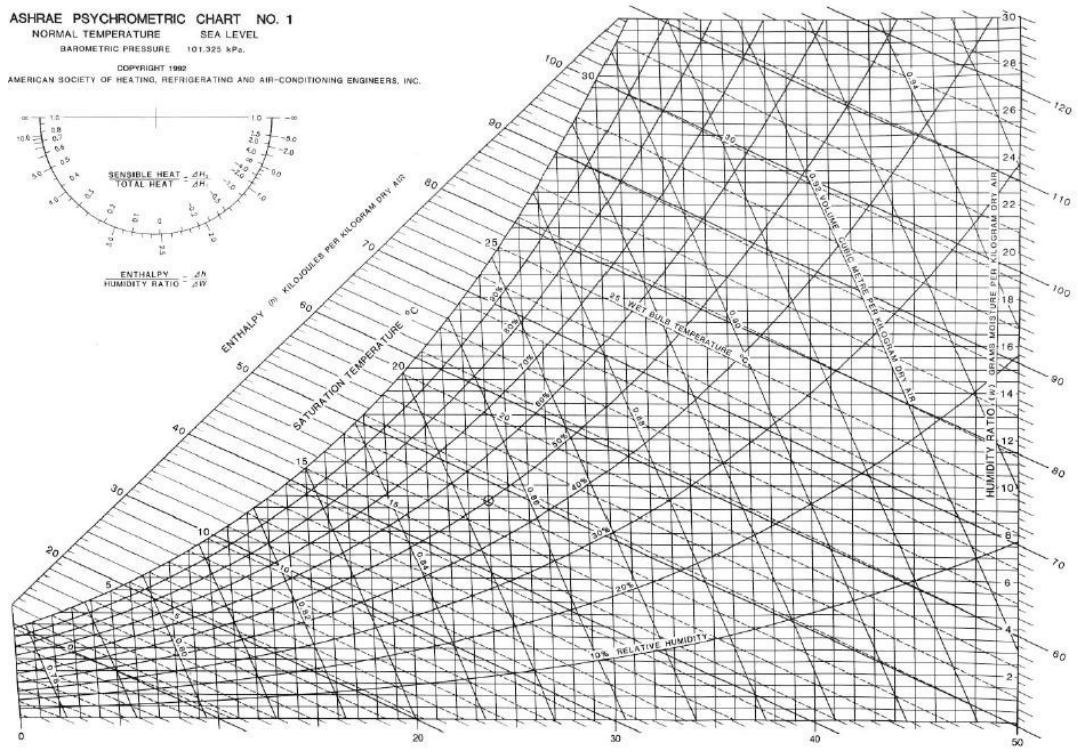


figura 3: diagrama psicométrico del aire

De aquí se pueden extraer los siguientes valores:

$$H_{int} = 2005\ \frac{KJ}{KG} * \frac{1\ Kcal}{4.18\ KJ} = 479\ \frac{Kcal}{KG}$$

$$H_{ext} = 2088{,}6\ \frac{KJ}{KG} * \frac{1\ Kcal}{4.18\ KJ} = 499{,}6\ \frac{Kcal}{KG}$$

Entonces la variación de entalpia entre el aire exterior e interior será:

$$\Delta H = 499{,}6\ \frac{Kcal}{KG} - 479\ \frac{Kcal}{KG} = 20{,}6\ \frac{Kcal}{KG}$$

Densidad media del aire

La densidad del aire se establece como un promedio entre los valores de la densidad del aire exterior y el aire en el interior de la cámara. Estos valores se obtienen de tablas o gráficos.

$$\delta_m = 1{,}22\ \frac{kg}{m^3}$$

Número de renovaciones de aire por día

Existen numerosas tablas que permiten obtener este valor, relacionándolo directamente con el volumen de la cámara.

Tabla 4: Renovaciones de aire por día en función del volumen de la cámara

Volumen (m^3)	Renovaciones por día (n/d) Temp <0ºC	Temp >0ºC	Volumen (m^3)	Renovaciones por día (n/d) Temp <0ºC	Temp >0ºC
2,5	52	70	100	6,8	9
3	47	63	150	5,4	7
4	40	53	200	4,6	6
5	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10	24	32	400	3,1	4,1
15	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	22	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13,0	17,5	1.000	1,9	2,4
40	11,5	15,0	1.500	1,5	1,95
50	10,0	13,0	2.000	1,3	1,65
60	9,0	12,0	2.500	1,1	1,45
80	7,7	10,0	3.000	1,05	1,05

En esta tabla se puede observar que para cámaras de 600 m^3 el número de renovaciones diarias es de 3,2. Para cámaras cuya temperatura interior es superior a los 0 °C.

Con todos estos datos ya se puede calcular la carga térmica por renovaciones de aire.

$$Q_{r.aire} = V_{cam} * \Delta H * \delta_m * N$$

$$Q_{r.aire} = 640\ \underline{m^3} * 20{,}6\ \frac{Kcal}{\cancel{KG}} * 1{,}22\ \frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^3}} * 3{,}2$$

$$Q_{r.aire} = 51470\ Kcal$$

Teniendo en cuenta que son renovaciones por día, se calcula la carga térmica necesaria en función de las horas de funcionamiento de la cámara:

$$Q_{r.aire} = \frac{51470\ Kcal}{16\ h}$$

$$Q_{r.aire} = 3216\ \frac{Kcal}{h}$$

Carga térmica debida al calor desprendido por ventiladores

Este cálculo pretende obtener el equivalente calorífico del trabajo realizado por los motores instalados en el evaporador (principalmente ventiladores o forzadores de aire).

Para determinar el calor desprendido por los motores de los ventiladores de los evaporadores instalados es necesario conocer su potencia y calor liberado por unidad de potencia de los mismos.

La ecuación necesaria para calcular este calor es la siguiente:

$$Q_{vent} = q_p * P_m * t$$

Donde:

q_p : calor liberado por unidad de potencia (kcal/Kw)

P_m : potencia unitaria de los motores (Kw)

t : número de horas de funcionamiento de los motores (horas)

Debido a que los valores de las variables antes mencionadas para el cálculo no son conocidas a priori, en la práctica se utiliza habitualmente (de forma bastante aproximada) tomar como equivalente calorífico del trabajo de los ventiladores un valor entre el 5 y el 8% de la suma de las tres cargas calculadas anteriormente, esto es:

$$Q_{vent} = 0{,}08 * (Q_{tr} + Q_{total\ enfr} + Q_{r.aire})$$

$$Q_{vent} = 0{,}08 * (3975 + 2741 + 774)\ \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{vent} = 599\ \frac{Kcal}{h}$$

Carga térmica debido al calor desprendido por las personas

El calor aportado por las personas dentro de la cámara dependerá básicamente del número de personas que realicen alguna actividad dentro de la cámara, de las actividades que realicen y del tiempo que permanezcan dentro de la cámara.

Esta carga térmica se puede determinar a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{pers} = N * C_{pers} * t$$

Donde:

N : número de personas

C_{pers} : calor desprendido por persona por unidad de tiempo (kcal/h)

t : tiempo que cada persona permanece en el interior de la cámara

Teniendo en cuenta que dentro de la cámara se realizarán actividades de ingreso del producto terminado desde la sala de proceso, tanto yogur como queso, y del egreso o despacho de los mismos; se considerará un tiempo estimado de la residencia de trabajadores de 4 horas, donde una sola persona será la encargada de realizar estas actividades.

La potencia calorífica liberada por persona por unidad de tiempo se puede obtener de tablas, como la siguiente:

Tabla 5: potencia calorífica liberada por persona

Temperatura de la cámara (˚C)	Potencia calorífica liberada por persona (Kcal/h)
15	154,3
10	180,3
4	206,2
0	232,3
-5	258,3
-10	283,4
-15	309,5
-20	335,6
-25	362,6

Con estos datos se puede calcular la carga térmica debida a las personas:

$$Q_{pers} = N * C_{pers} * t$$

$$Q_{pers} = 1 * 206{,}2 \frac{Kcal}{\cancel{h}} * 4 \cancel{h}$$

$$Q_{pers} = 824\ Kcal$$

Carga por iluminación

Todas las fuentes luminosas eléctricas utilizan solo una parte de la energía eléctrica suministrada para producir luz, y para producir luz en el espectro visible más puntualmente. Donde parte de esa energía eléctrica consumida por la fuente luminosa es consumida para la generación de calor o radiación infrarroja.

Un claro ejemplo de este hecho son las clásicas lámparas incandescentes, este tipo de fuente luminosa utiliza solamente el 10 % de la energía suministrada en la generación de luz, donde el resto se pierde como calor y radiación IR. Esto se debe a que la incandescencia es la producción de luz por medio de calor cuando se utiliza energía eléctrica para calentar un metal y producir radiación térmica en el rango de la luz visible.

Teniendo en cuenta esto, es claro que las lámparas incandescentes son muy ineficientes a la hora de transformar energía eléctrica en luz; y que generan gran cantidad del calor, esto último muy inconveniente para la iluminación de cámaras frigoríficas.

Sin embargo, actualmente existen diversas tecnologías utilizadas para transformar energía eléctrica en luz; donde se pueden mencionar las lámparas fluorescentes y la tecnología led.

La tecnología led posee características excepcionales en lo que a eficiencia lumínica se refiere, es decir que la mayor parte de la energía eléctrica es transformada en luz.

A continuación, se presenta una tabla donde se puede observar los antes descripto.

Tabla 6: eficiencia energética de las diferentes fuentes luminosas

	Luz generada	calor generado	Radiación IR generada
Led	70-80%	20-30%	0%
Fluorescente	20%	40%	40%
Incandescente	10%	20%	70%

La elección del tipo de luminaria y su dimensionamiento se realizará de manera detallada en el capítulo siguiente, de allí se obtiene que se utilizaran lámparas led para la iluminación de la planta en general y de la cámara frigorífica en particular; donde se adoptará el modelo ECOGLIX 50, que posee un flujo luminoso de 5500 lúmenes y una potencia de 50 W, donde para cumplir con la demanda lumínica de la cámara se necesitan 2 lámparas de este tipo.

Conociendo la potencia eléctrica consumida por las lámparas, el número de ellas presentes en la cámara y su eficiencia energética en términos de calor, es decir, la proporción de energía eléctrica que se transforman en luz y en calor, se puede calcular la carga térmica provocada por estas lámparas dentro de la cámara.

$$Q_{luminaria} = \in * N_L * P_L$$

$\in$: eficiencia energética de la luminaria (proporción de energía transformada en calor)

N_L : número de luminarias

P_L : potencia de la luminaria (W)

$$Q_{luminaria} = 0{,}3 * 2 * 50W$$

$$Q_{luminaria} = 30\ W = 30\ \frac{\cancel{Kj}}{h} * \frac{1\ Kcal}{4{,}18\ \cancel{Kj}} = 7{,}17\ \frac{Kcal}{h}$$

Carga térmica total

La carga térmica total será igual a la sumatoria de las cargas térmicas individuales anteriormente calculadas.

$$Q_{total} = \sum Q_i = Q_{tr} + Q_{prod} + Q_{r.aire} + Q_{vent} + Q_{pers} + Q_{luminaria}$$

$$Q_{total} = (3975 + 2741 + 3216 + 599 + 824 + 7{,}17)\ \frac{Kcal}{h} = 11362{,}17\ \frac{Kcal}{h}$$

Se debe tener en cuenta que las cargas térmicas antes calculadas están referidas al calor producido por cada uno de los factores considerados durante todo el día, es decir, el calor producido en 24 horas. Sin embargo, el equipo frigorífico no trabajara de manera continua las 24 horas del día, sino que el equipo tendrá ciclos con periodos donde se encontrará funcionando y periodos donde se estará en reposo; por este motivo, al tener un tiempo de funcionamiento menor, el equipo frigorífico deberá retirar el calor correspondiente a la carga térmica total calculada en un menor tiempo, por lo que se requerirá una mayor capacidad frigorífica por parte del equipo (mayor potencia). Para calcular el poder frigorífico necesario entonces, lo primero que se debe saber es el tiempo de funcionamiento del equipo durante el día, con este dato se puede calcular un factor de funcionamiento al cual al aplicarlo a la carga térmica total nos dará la potencia necesaria para el equipo frigorífico a emplear.

Para nuestro caso se estima un tiempo de funcionamiento de 16 horas al día, con esto se calcula el factor de funcionamiento:

$$f = \frac{16\ h}{24\ h} = 0{,}66$$

De aquí se calcula la nueva carga térmica:

$$Q_{total} = \frac{11362{,}17\ \frac{Kcal}{h}}{0{,}66} = 17215\ \frac{\cancel{Kcal}}{\cancel{h}} * \frac{4{,}184KJ}{1\ \cancel{Kcal}} * \frac{1\ \cancel{h}}{3600\ seg} = 20\ KW$$

En conclusión, se debe adoptar un equipo frigorífico con una capacidad suficiente para poder absorber del sistema un calor de 17215 kcal/h:

$$P = 20\ KW * \frac{1{,}34\ HP}{1\ KW} = 27\ HP$$

Uno de los proveedores consultados[i] ofrece centrales de frío para cámaras frigoríficas de 30 HP por un valor de U$D 13.700.

Método de calefacción

Aquí se realizará un análisis comparativo de los dos métodos de calefacción que pueden ser utilizados en las etapas que requieren incorporación de calor al sistema. Como ya se mencionó anteriormente el vapor de agua es el medio de calefacción ampliamente utilizado en las queserías; sin embargo, a raíz de la oferta dentro de las alternativas de equipos por parte de uno de los proveedores, de un equipo que presenta resistencias eléctricas dentro de la camisa que cumplirían la función de medio calefactor es que se presenta la necesidad de realizar un análisis comparativo entre estas dos alternativas para determinar cuál sería la opción más conveniente para este proyecto en particular.

Consumo de energía requerida

Lo que es independiente al medio de calefacción es la cantidad de energía térmica o calor que deberán entregar al sistema para realizar cada uno de los procesos de calentamiento necesarios en las etapas de producción que así lo requieran. Por lo que en primer lugar se realizará una descripción de cada una de las etapas del proceso que requieren una incorporación de calor y la cantidad que necesita cada una de ellas; para luego poder determinar la cantidad de energía eléctrica y vapor necesarios para cumplir con esta demanda de calor y el costo que cada una de estas alternativas representaría.

Una vez obtenido el costo de cada una de las alternativas más la evaluación de otros aspectos importantes a tener en cuenta se podrá decidir cuál es el más conveniente a adoptar.

Etapa del proceso	Calor requerido		Tiempo medio de calentamiento necesario (min)	Potencia calorica requerida	
	Kcal	Kwh		(Kcal/h)	KW
Pasteurizacion Queso Pategras	24552	28,5	25	58925	68
Pasteurizacion Queso Reggianito	0	0,0	0	0	0
Holding Queso Pategras	3682,5	4,3	30	7365	9
Holding Queso Reggianito	0	0,0	0	0	0
Coocion Queso Pategras (45˚C)	3692,1	4,3	8	27691	32
Coocion Queso Reggianito (48˚C)	4061,3	4,7	11	22153	26
Pasteurizacion del Yogur	45908	53,3	35	78699	91
(*) estos requerimientos de energía representan el calor requerido por tinas de 500 litros.					

Costos de generación de calor

Una vez determinados los requerimientos de calor restaría calcular el costo que implicaría cubrir estas necesidades de energía con las diferentes alternativas antes planteadas, es decir, calcular el costo de la energía eléctrica y del combustible de caldera, necesarios para cubrir estos requerimientos de energía térmica por parte del proceso. A continuación, se muestran las propiedades energéticas y costos de las diferentes alternativas para la generación de calor:

Tabla 7: propiedades térmicas y costos de las diferentes alternativas de fuentes de calor

FUENTES DE CALOR	Poder calorífico	Costo	Costo/ unidad de energía	Eficiencia energética
Energía eléctrica	862 Kcal/Kwh	7 $/Kwh	0,0081 $/Kcal	85%
Gas natural	8300 Kcal/m3	12,42 $/m3	0,00150 $/Kcal	60%
Leña	3800 Kcal/kg	2 $/kg	0,00053 $/Kcal	60%

Tabla 8: costo energético de cada una de las alternativas de fuente de calor

Etapa del proceso	Calor requerido		Costo energético por etapa del proceso ($) Fuente de energía		
	Kcal	Kwh	Energía eléctrica	Gas Natural	Leña
Pasteurización Queso Pategrás	24552	28,5	234,56	61,23	21,54
Pasteurización Queso Reggianito	0	0,0	0,00	0,00	0,00
Holding Queso Pategrás	3682,5	4,3	35,18	9,18	3,23
Holding Queso Reggianito	0	0,0	0,00	0,00	0,00
Cocción Queso Pategrás (45 ˚C)	3692,1	4,3	35,27	9,21	3,24
Cocción Queso Reggianito (48 ˚C)	4061,3	4,7	38,80	10,13	3,56
Pasteurización del Yogur	45908	53,3	438,59	114,49	40,27

En la tabla 9 se puede observar que la electricidad es la fuente de energía que representa un mayor costo a la hora de producir energía en forma de calor, debido a que presenta el mayor costo por unidad de calor ($/Kcal) esto se ve reflejado además en la tabla 10, donde se observa que resulta más costoso suministrarle calor a cada una de las etapas del proceso mediante energía eléctrica; en esta última tabla la diferencia de costos se ve reducida en relación a la tabla 9 debido a que se incorpora en el cálculo la eficiencia energética de cada una de las fuentes de energía; si bien la electricidad presenta una mayor eficiencia a la hora de transmitir el calor que genera hacia el sistema, esto no es suficiente para compensar su mayor costo de suministro.

Costo de inversión inicial

Hasta el momento solo se analizó el costo variable para cada una de las alternativas, es decir, el precio del kwh de la electricidad, del costo de cada m^3 de gas o el costo de comprar leña para alimentar la caldera. Otro aspecto importante a tener en cuenta además es el costo de la inversión inicial, en el caso la calefacción a través de la generación de vapor de agua por medio de una caldera, por ejemplo, este método representaría una mayor inversión inicial; ya sea que la misma sea calefaccionada por

gas natural o por leña se deberá realizar la instalación de una caldera y de las líneas de vapor con la correspondiente aislación de la tubería y accesorios, si se optara además por una alimentación con gas natural se debería solicitar la conexión a la red debido a que actualmente el tambo no cuenta con este servicio; en el caso de la opción de leña como combustible se necesitaría un depósito para la misma que puede estar cercano a la planta dentro del campo. En cambio, la alternativa de la energía eléctrica como fuente de calefacción no representaría un incremento significativo en la inversión inicial del proyecto, ya que la diferencia en el costo entre un equipo con una doble camisa solo adaptada para la calefacción con vapor y una que tenga incorporadas resistencias eléctricas para utilizarlas en la generación de calor no es sustancial, aunque si se generaría un costo superior en la red eléctrica debido a que serán necesarios conductores para conducir la corriente eléctrica hacia los equipos.

La estructura edilicia es otra variable que se debe considerar, ya que en el caso de la calefacción a través de vapor de agua se requiere una sala para la caldera, y un depósito fuera de la planta en el caso de utilizar leña como combustible; mientras que para la alternativa de energía eléctrica esto no es necesario.

Tabla 9: inversión inicial necesaria para las diferentes alternativas de calefacción

Método de calefacción	Inversión en equipos (U$D)	Inversión edilicia (U$D)	Inversión en instalaciones (U$D)	Total (U$D)	Amortización de la inversión
Vapor con gas natural como combustible	17900	2900	1900	22700	2270
Vapor con leña como combustible	17900	3100	400	21400	2140
Resistencias eléctricas	400	0	325	725	72,5

Vapor de agua con gas natural como combustible

- **Inversión en equipo de calefacción:** se considera el costo de adquisición de una caldera humutubular con quemador a gas natural.
- **Inversión edilicia:** costo de la estructura para la sala de caldera.
- **Inversión en instalaciones:** se considera el costo de instalación a la red de gas natural más el costo de la cañería de vapor para conectar la caldera con los equipos.

Vapor de agua con leña como combustible

- **Inversión en equipo de calefacción:** se considera el costo de adquisición de una caldera humutubular con hogar para combustibles sólidos.
- **Inversión edilicia:** costo de la estructura de la sala de caldera más un depósito para la leña.
- **Inversión en instalaciones:** se considera el costo de la cañería de vapor para conectar la caldera con los equipos.

Calefacción con resistencias eléctricas

- **Inversión en equipo de calefacción:** se considera la diferencia entre el costo de los equipos con camisa de vapor y los equipos con camisa de vapor y resistencias eléctricas.
- **Inversión edilicia:** la utilización de este medio de calefacción no requiere de un espacio físico especial adicional.
- **Inversión en instalaciones:** se consideran los costos de cables, bandejas y accesorios necesarios para la línea eléctrica que conecta los equipos.

Las amortizaciones de las inversiones a realizar para cada una de las alternativas de calefacción se plantean a 10 años.

Costos de funcionamiento

Aquí se hará referencia a la mano de obra necesaria para el funcionamiento de cada una de las alternativas de calefacción. La utilización de vapor de agua como medio de calefacción requerirá de un operario que manipule, controle y de mantenimiento a la caldera, donde, para el caso de una caldera que utiliza leña como combustible el trabajo será mayor, ya que el operario debe estar pendiente y realizar la alimentación de la caldera de manera manual, además deberá trasladar la leña desde el depósito hacia la sala de caldera, controlar las condiciones de la leña dentro del depósito; siendo necesario un operario dedicado exclusivamente a estas tareas; para el caso de la caldera con gas natural como combustible las tareas de un operario para su control se reducen (alimentación estaría automatizada), en este caso el operario podría tener asignadas la función de control de caldera, pero también puede alternar esta función con tareas de producción, de esta manera el costo del sueldo de dicho operario se prorratearía entre el costo de generación de calor a través de este medio y la producción.

Si en cambio se considera la calefacción a través de resistencias eléctricas no será necesario personal adicional, ya que el mismo maestro quesero controlará las resistencias eléctricas desde el tablero de los equipos, ya sea la tina quesera o el fermentador.

Tabla 10: Costos de funcionamiento para cada alternativa de método de calefacción

Método de calefacción	Gastos de funcionamiento (U$D/año)	Descripción
Vapor con gas natural como combustible	6890	Asignación de un operario como calderista, el cual se ocupará de manera exclusiva a las funciones que demanda la generación de calor a través de esta vía. Desde la alimentación y mantenimiento de la caldera, hasta la gestión y traslado del combustible del depósito a la sala de caldera.
Vapor con leña como combustible	4134	Asignación a un operario la función de control y mantenimiento de la caldera, este operario también tendrá asignadas tareas de producción; ya que el control de la caldera no es una actividad que lo demande toda la jornada laboral.
Resistencias eléctricas	0	Este método de calefacción no requiere de la asignación de un operario adicional.

Adopción del método de calefacción

Tomando estos tres componentes de los costos de generación de calor que se han analizado, anualizando cada uno de ellos y determinando la cantidad de calor que será demandada por los procesos (también en valores anualizados) se podrá calcular el costo que representaría la generación de calor a través de cada una de las tres alternativas consideradas (ahora teniendo en cuenta gastos fijos y variables).

Con estos datos realizar un análisis que permita comparar el costo anual que representaría cada una de las opciones de calefacción.

En la siguiente tabla se puede ver la demanda de energía requerida por día para los procesos, se suma además la energía necesaria para el proceso de lavado de los equipos al final de cada jornada laboral; finalmente se presenta tanto la energía total demandada anualmente como el costo de su generación.

Tabla 11: Gastos de energía para calefacción de procesos y costos de los mismos.

Etapa del proceso	Calor requerido		costo energético x día ($ARS)		
	Kcal	Kwh	Energía eléctrica	Gas Natural	Leña
Pasteurización Queso Pategrás	24552	28,5	469	109	43
Pasteurización Queso Reggianito	0	0,0	0	0	0
Holding Queso Pategrás	3682,5	4,3	70	16	6
Holding Queso Reggianito	0	0,0	0	0	0
cocción Queso Pategrás (45°C)	3692,1	4,3	71	16	6
coacción Queso Reggianito (48°C)	4061,3	4,7	78	18	7
Pasteurización del Yogur	45908	53,3	439	102	40
TOTAL X DIA (PROCESOS)	**117884**	**137**	**1126**	**294**	**103**
TOTAL ANUAL (PROCESOS)	**43027587**	**49960**	**411073**	**107310**	**37743**
TOTAL ANUAL (PROCESOS + ETAPAS DE LAVADO)	**86055174**	**99920**	**822146**	**214620**	**75487**

Sumando este costo variable más los costos de amortización de la inversión inicial y los costos de funcionamiento se puede calcular el costo total de la generación de calor para cada una de las alternativas, esto permitirá comparar los costos asociados a cumplir con el requerimiento de calor para los niveles de producción establecidos.

Pero además de realizar esta comparación, se presentará un cuadro adicional donde se determina la función del costo total anual para la generación de calor, en esta ecuación los costos fijos representarán la ordenada al origen de la misma, mientras que el costo variable de la energía ($/kcal) será la pendiente de la curva, la variable independiente será el calor requerido por los procesos y la variable dependiente a calcular será el costo total de producir dicho calor para cada alternativa.

Tabla 12: Determinación de la función del costo total para la generación de calor

Método de calefacción	COSTOS FIJOS		TOTAL COSTOS FIJOS ($/año)	COSTO VARIABLE		función del costo total	
	amortización de la inversión ($/año)	Gastos de funcionamiento ($/año)		$/Kcal	$/Kwh	x=kcal	x=kwh
Gas natural como combustible	174498	323486	497983	0,0025	2,15	497983+0,0025*X	497983+2,15*X
Leña como combustible	167455	539142,5	706598	0,00088	0,76	706598+0,00088*X	706598+0,76*X
Resistencias eléctricas	5673	0	5673	0,00955	8,23	5673+0,0095*X	5673+8,23*X

Tabla 13: Evolución del costo total de generación de calor con el aumento de las necesidades de energía.

Relación con el consumo normal estimado	valor de x		Gas natural como combustible		Leña como combustible		Electricidad	
			COSTO TOTAL ($/año)		COSTO TOTAL ($/año)		COSTO TOTAL ($/año)	
			x=kcal	x=kwh	x=kcal	x=kwh	x=kcal	x=kwh
	Kcal	Kwh	497983+0,0025*x	497983+2,15*x	706598+0,00088*x	706598+0,76*x	5673+0,0095*x	5673+8,23*x
0,0	0	0	497983	497983	706598	706598	5693	5673
0,5	21513794	24980	551767	551690	725530	725583	210074	210508
0,75	43027587	49960	605552	605397	744462	744567	414455	415343
1	86055174	99920	**730332**	712810	**781466**	781038	**823217**	825014
1,25	107568968	124900	766905	766517	801259	801522	1027598	1029849
1,5	129082761	149879	820690	820224	820191	820506	1231979	1234684
2	172110348	199839	928259	927637	858055	858476	1640741	1644355
2,25	193624142	224819	982043	981344	876987	877461	1845122	1849190
2,5	215137935	249799	1035828	1035051	895919	896445	2049503	2054025

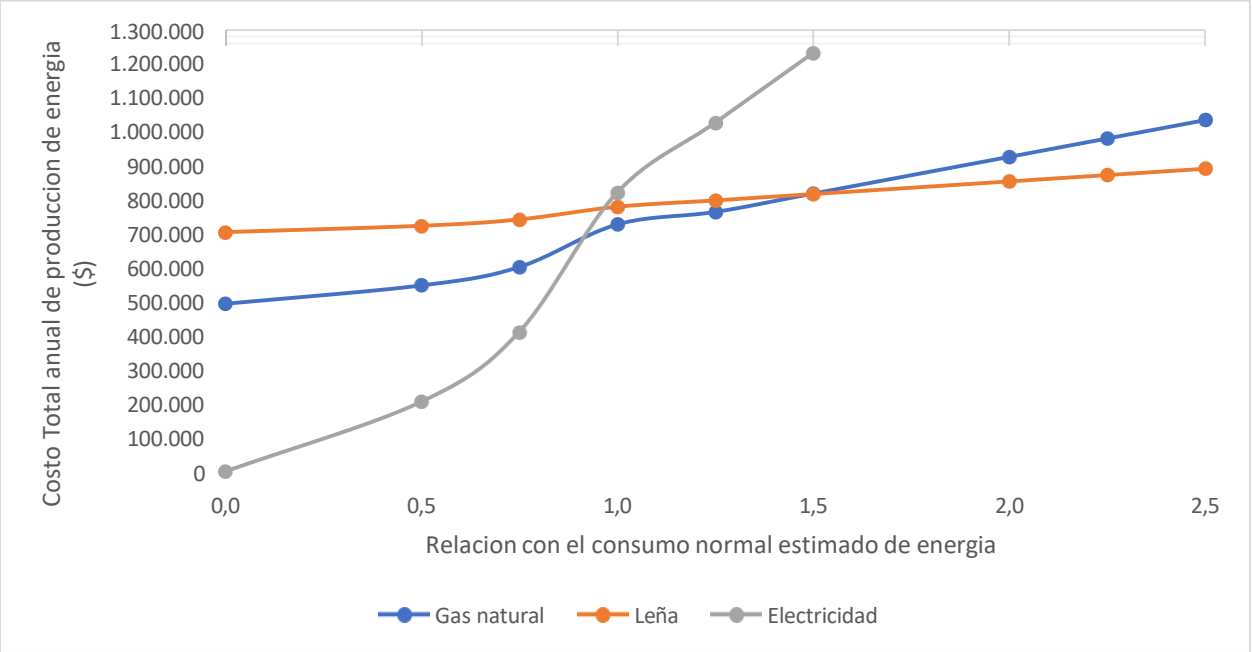


figura 4: Representación gráfica de la evolución del costo total de la generación de calor

La tabla 15 muestra la evolución del costo total de generación de calor para diferentes consumos de energía térmica por parte del proceso, para las tres alternativas de generación, esto se representa gráficamente en la figura 4; tanto en la tabla como en la figura se pueden sacar varias conclusiones en relación al costo de generación para cada una de las alternativas analizadas. En primer lugar, se puede observar que existe una relación inversa entre los costos fijos y los costos variables; es decir, que la alternativa que posee menores costos fijos es la que mayores costos variables presenta, este es el caso de la energía eléctrica. Aquí se puede observar con claridad que la electricidad es una buena alternativa para la calefacción de procesos para productores pequeños que tienen bajos requerimientos en la demanda de calor, pero que esto deja de ser favorable a medida que el volumen de producción aumenta y la participación del costo variable comienza a tomar mayor peso en su participación en el costo total; el gas natural se encuentra en segundo lugar si se sigue el mismo razonamiento; y por último la generación de vapor a través de una caldera alimentada con leña como combustible es la alternativa que presenta mayores costos fijos y menores costos variables; siendo esta última alternativa la mejor opción cuando mayores son los requerimientos de energía, en esta opción la necesidad de un operario exclusivo para la manipulación y control de la caldera y el combustible tiene un peso importante, el cual explica en gran medida el mayor costo fijo para esta alternativa.

Si se analiza puntualmente los requerimientos de energía calculados anteriormente para los procesos tal cual los plantea este proyecto (consumo de energía normal estimado) se puede observar que la alternativa de calefacción utilizando vapor de agua con gas natural como combustible resulta la más económica; sin embargo, las diferencias para este caso con las demás alternativas no son significativas. Si se mirara esta situación de manera aislada lo más correcto sería optar por la alternativa del gas natural como medio de generación de calor; pero sería importante además contemplar los escenarios futuros más probables en relación a la producción y sus requerimientos de energía. En este sentido, todo proyecto tiene perspectivas de crecimiento futuro luego de su consolidación en el mercado, y pensando en mayores volúmenes de producción en el futuro la alternativa de leña como combustible de caldera sería la opción más adecuada; además no solo un aumento en el volumen de producción aumentaría los requerimientos de energia por parte del proceso, si se optara en algún momento por aumentar la proporción de queso semiduro o yogur a producir disminuyendo la proporción de queso duro, esto a pesar de que no implica un aumento en el volumen leche a procesar, si representaría un aumento en la cantidad de calor demandada por el proceso; ya que se producirían mayor proporción de productos con mayores demandas de energía. Lo mismo ocurriría si se trabajara con una mayor proporción de leche refrigerada, recordando que la mitad de la leche utilizada para el queso no es refrigerada antes de su procesado, si esto cambiara la cantidad de calor requerida también aumentaría.

Otra cuestión a considerar es la evolución estimada de los costos variables, es decir, la evolución en el precio de la electricidad, el gas y la leña; si se tiene en cuenta que las tarifas de gas y electricidad han permanecido congeladas en el último tiempo es de esperar que las mismas sufran una corrección en el futuro, que haga que suba el costo para estas alternativas. Para el caso de la leña el productor tiene mayor poder de negociación y control sobre el precio.

En conclusión, teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados es que se optará por la opción de generación de vapor con leña como combustible; también se optará por la compra de la tina quesera y fermentador con resistencias eléctricas para poder tener un método alternativo de calefacción para estos dos equipos al que se pueda acudir en caso de presentarse algún problema en el método de calefacción principal. Esto no representaría un gran gasto adicional debido al bajo costo fijo de esta opción.

Generación y consumo de vapor

Ya definido el vapor de agua como medio calefactor se debe determinar en primer lugar la potencia calórica máxima demandada por el sistema para así poder determinar la capacidad que deberá poseer la caldera a adoptar. En la Tabla 8 se encuentran las etapas del proceso que requieren la incorporación de calor al sistema, el tiempo en el que se debe realizar la operación y por lo tanto la potencia calorífica requerida por cada etapa; la mayoría de estas etapas no se presentan en simultáneo, como escenario de pico de demanda de calor se planteará la realización de la pasteurización del queso Pategrás y Yogur en simultáneo; según los valores de la tabla 8 entonces se tendrá la siguiente demanda de energía térmica:

$$Q_{max} = Q_{Pategras} + Q_{Yogur}$$

$$Q_{max} = 58925 \frac{Kcal}{h} + 78699 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{max} = 137624 \frac{Kcal}{h}$$

El vapor será suministrado a $2\ Kg_f/cm^2$.

Adopción de la caldera

En función de la demanda máxima de calor requerida por el sistema se puede calcular la capacidad de la caldera, que deberá suministrar un caudal de vapor de agua suficiente para satisfacer estos requerimientos.

Considerando la utilización de vapor a $2\ Kg_f/cm^2$ con un calor latente de vaporización de 526,36 (kcal/kg vapor) se puede calcular el caudal de vapor requerido:

$$m_v = \frac{Q_{max}}{\lambda_v} = \frac{137624 \frac{\cancel{Kcal}}{h}}{526{,}36 \frac{\cancel{Kcal}}{Kg\ vapor}} = 261{,}46 \frac{Kg\ vapor}{h}$$

Se considerará una capacidad un 15% superior contemplando otras demandas que se puedan dar en este pico y posibles aumentos futuros en la producción. Por lo cual el consumo de vapor pasaría a ser de:

$$m_v = 300 \frac{Kg\ vapor}{h}$$

Generalmente los proveedores dentro de sus especificaciones detallan la capacidad de producción de vapor de sus calderas, pero esta capacidad en kg de vapor por hora, se suele tomar como la masa de vapor producido a partir de agua de alimentación en estado líquido a 100 °C, en cambio el agua de alimentación de la caldera para nuestro caso (y en general) presentará una temperatura inferior, debiendo la caldera en primer lugar entregar al agua calor sensible para elevar su temperatura hasta los 100 °C para luego entregar el calor latente de vaporización para producir el cambio de estado de agua líquida a vapor saturado.

Los proveedores suelen colocar en sus fichas técnicas las capacidades térmicas de sus equipos (Kcal/h); por lo que existen dos opciones para poder hacer comparables los requerimientos de nuestra planta con las especificaciones técnicas de los proveedores, se puede calcular los requerimientos de calor necesarios para producir el caudal de vapor necesario o bien se puede calcular un factor de corrección a aplicar en las capacidades de los proveedores que contemple la menor temperatura del agua de alimentación. A continuación, se calcularán ambas alternativas, a partir de agua de alimentación a una temperatura de 25 °C (se utilizará para alimentar la caldera el agua utilizada para el enfriamiento de la pasteurización del queso y el yogur).

Cálculo de la capacidad térmica de la caldera

Aquí se calcula la capacidad térmica que deberá tener la caldera para poder abastecer al sistema de 300 kg de vapor por hora a partir de un agua de alimentación a 25 °C.

$$C_T = m_{H_2O} * \Delta H$$

C_T : Capacidad térmica total de la caldera (Kcal/h)

m_{H_2O} : caudal de agua a convertir en vapor (kg/h)

ΔH : variación de entalpia entre el agua de alimentación y el vapor saturado (Kcal/kg)

$$C_T = 300 \frac{\cancel{Kg\ vapor}}{h} * (646 - 25) \frac{Kcal}{\cancel{Kg}}$$

$$C_T = 186721 \frac{Kcal}{h}$$

Cálculo del factor de corrección

Aquí se calculará un factor de corrección que permitirá determinar la capacidad real de la caldera a partir de un agua de alimentación a una temperatura inferior al del punto de ebullición.

Este factor de corrección será igual al calor latente de vaporización a la presión atmosférica dividido por la diferencia de entalpia entre el agua de alimentación de la caldera (25 °C) y la entalpia del vapor que sale de ella a la presión de trabajo.

$$f = \frac{\lambda}{H_V - H_l} = \frac{540 \ {}^{kcal}/_{kg}}{(646 - 25) \ {}^{kcal}/_{kg}} = 0{,}87$$

De este modo, a la capacidad descripta por los proveedores la debemos afectar a este factor de corrección para calcular la capacidad real de la caldera, donde el valor obtenido debe ser mayor o igual a los 300 kg/h demandados por el sistema.

Caldera adoptada

En las calderas alimentadas con combustibles sólidos, el hogar está formado por dos compartimentos superpuestos, cada uno con su puerta correspondiente. En el compartimento superior, el brasero, se coloca el combustible sobre una parrilla. El inferior, cenicero, recibe las cenizas generadas por el combustible. Por la puerta del compartimiento inferior entra el aire necesario para la combustión y los humos salen por un conducto vertical (humero o chimenea), por tiro térmico, este conducto parte desde el brasero. El propio tiro térmico crea en el hogar una disminución de la presión, la cual genera que se aspire el aire desde el exterior necesario para la combustión; el caudal de aire puede regularse con el nivel de apertura de la puerta del cenicero.

Por otro lado, hay que agregar a la salida de gases de la caldera un filtro de humo, para no liberar sustancias como hollín que contaminen el aire cerca de la planta. Los ciclones son instrumentos utilices para este fin, ya que ofrecen baja resistencia al tiraje (baja perdida de carga) e impide que partículas de tamaño superior a 10 micrones sean expulsadas a la atmosfera.

Se optará por una caldera de tipo humotubular de dos pasos con sus equipos auxiliares incorporados, el proveedor es la marca Fontanet, el cual presenta las siguientes opciones para calderas alimentadas a leña:

Tabla 14: Modelos de calderas alimentadas a leña

Modelo E	Producción vapor (Kg/h)	Capacidad térmica (BHP)	Capacidad térmica (Kcal/h x 1000)	A Largo total (mm)	B Ancho total (mm)	C Alto total c/domo (mm)	C' Alto total s/domo (mm)	D Distancia entre patas (mm)	E Distancia entre patas (mm)
6	144	9	77.8	1900	1460	1600	1400	800	650
8	192	12	103.7	2100	1460	1600	1400	1000	650
10	240	15	129.6	2300	1620	1800	1600	1200	900
15	360	23	194.4	2700	1750	2000	1700	1490	1000
20	480	31	259.2	3100	1780	2050	1750	1730	1100
25	600	38	324	3200	1880	2150	1850	1830	1150
30	720	46	388.8	3700	1880	2150	1850	2230	1150

El “Modelo E 15” resulta el más adecuado para este proyecto, se puede ver en esta tabla que este modelo presenta una capacidad térmica de 194400 Kcal/h; suficiente para satisfacer la demanda de energía calculada anteriormente de 186721 kcal/h; además se puede utilizar el factor de corrección para verificar esto, según la tabla este modelo tiene una capacidad de producción de vapor de 360 kg/h, entonces:

$$0{,}87 * 360\ \frac{kg}{h} \geq 300\ \frac{kg}{h}$$

$$313{,}2\ \frac{kg}{h} \geq 300\ \frac{kg}{h}$$

Por lo que aquí también se verifica que este modelo es adecuado para satisfacer las demandas de vapor de la planta.

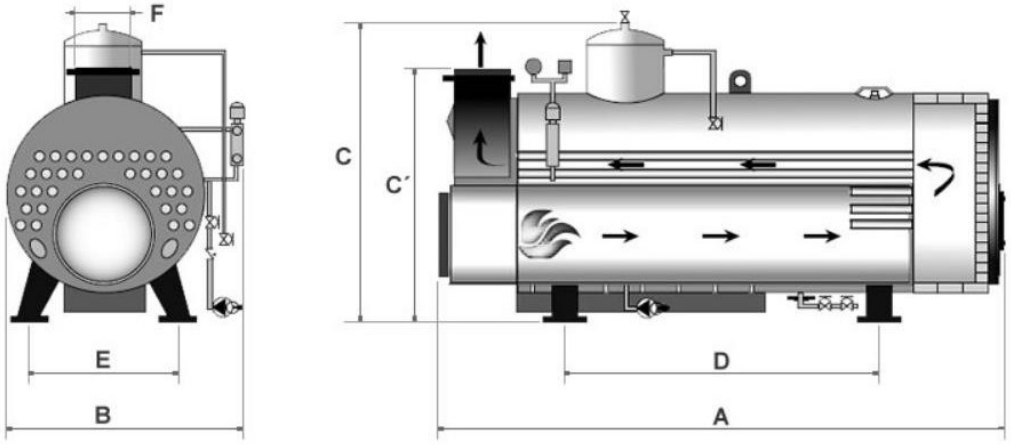


figura 5: Croquis sobre caldera humutubular de dos pasos



figura 6: Caldera Modelo E 15, Fontanet.

El proveedor presupuestó este equipo en un valor de U$D 17900.

A continuación, se muestran las especificaciones técnicas detalladas por el proveedor:

Tabla 15: Especificaciones técnicas de caldera humutubular de dos pasos Modelo E-15

	Modelo	**E-15**
	Superficie de Calefacción	15 m²
	Capacidad Térmica	194.400 Kcal/h
Producción de Vapor	Agua de Alimentación a/desde 100ºC	360 kg/h
	Agua de Alimentación a 60ºC	323 kg/h
	Agua de Alimentación a 20ºC	**302 kg/h**
	Presión Máxima de Trabajo	**8 kg/cm²**
	Presión de Diseño	9 kg/cm²
	Presión de Prueba Hidráulica	13,5 kg/cm²
	Rendimiento Térmico	**72%**
	Consumo Aproximado de Leña	**108 kg/h ((PCI: 2.500 Kcal/Kg – 40 % de humedad)**
	Dimensiones Generales	Largo 2.300 mm
		Ancho 1.620 mm
		Alto 1.600 mm
	Peso Aproximado de Transporte	2.700 kg

Distribución de vapor

Para llevar el vapor a cada uno de los puntos de consumo de la planta es conveniente hacerlo a una presión mayor a la de condensación en los equipos, debido a que se debe garantizar una presión adecuada a la entrada de los equipos; además deben considerarse que en el recorrido del vapor desde la caldera hacia los puntos de consumo se producen caídas de presión.

Transportar el vapor a una presión mayor ofrece una serie de ventajas:

- Ocupa un volumen menor, por lo tanto, permite reducir los diámetros de las cañerías.
- Se disminuyen las pérdidas de calor debido a presentar una menor superficie de contacto.
- A mayor presión las burbujas de vapor generadas en la superficie del líquido son de menor diámetro por lo que arrastran menor cantidad de líquido al desprenderse del mismo.

También debe tenerse en cuenta que es recomendable que el vapor condense a baja presión en los equipos, ya que de esta manera entregan mayor calor latente.

Teniendo estos aspectos en cuenta es que el vapor será generado a una presión de 2 kgf/cm^2 en la caldera, será transportado por la línea de vapor y su presión será reducida a 1 kgf/cm^2 en los puntos de consumo. Esto se logra con la incorporación de válvulas reductoras de presión a la entrada de los equipos que serán calefaccionados.

La línea de vapor además debe contar con una serie de elementos que le brindan seguridad y operatividad a la instalación, algunos de ellos son:

- Separadores de gotas
- Sistemas de purgas (elimina el condensado)
- Filtros (impide que impurezas lleguen a los equipos)
- Válvulas de seguridad (en caso de sobrepresión por fallas en la válvula de reducción, la válvula de seguridad se acciona liberando la presión para evitar daños en los equipos).
- Manómetros
- Trampas de vapor (permiten la eliminación del condensado generado en los equipos).

Dimensionamiento de las cañerías de vapor

Existen diferentes métodos para realizar el cálculo del dimensionamiento de las cañerías de vapor, aquí se utilizará el método de la velocidad del fluido. La velocidad del fluido se debe delimitar entre 25 a 40 m/s, esto para que puedan caer las gotas de líquido arrastradas. Una vez definida la velocidad, se puede determinar la sección más adecuada para las cañerías.

Velocidad del fluido calefactor: 30 m/s

Presión del vapor vivo: 2 kgf/cm^2

$Vol_{espec.\ vapor}$= 0.9020 m^3/kg

El caudal de vapor en m^3/h se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$Q = m * V_{especifico} = 300\ \frac{\cancel{kg}}{h} * 0.9020\ \frac{m^3}{\cancel{kg}} = 270{,}6\ \frac{m^3}{h}$$

$$S = \frac{Q}{velc_{fluido}} = \frac{270{,}6\ \frac{m^3}{\cancel{h}} * \frac{1\cancel{h}}{3600\cancel{s}}}{30\ \frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}} = 2{,}5 * 10^{-3} m^2$$

$$S = \pi . r^2$$

$$D = 2 * \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2 * \sqrt{\frac{2{,}5 * 10^{-3} m^2}{\pi}} = 0.056\ \cancel{m} * \frac{1\ pulgada}{0{,}0254\ \cancel{m}} = 2{,}2\ pulg$$

En función estos cálculos se adoptará una tubería de 2,5 pulgadas de diámetro nominal, Schedule 40, con un diámetro exterior de 2,85 pulgadas y un espesor de pared de 0,203 pulgadas. Son tuberías de hierro negro, sin costuras, con aislamiento de 70 mm de espesor y recubiertas con chapa de aluminio.

Todas las cañerías serán aéreas, apoyadas sobre patines, ménsulas, patines con abrazaderas y con los accesorios de dilatación necesarios para protegerlas de los esfuerzos provocados por la dilatación.

Consumo de combustible

En función de los tipos de leña que se encuentran en la zona donde se ubicará la planta se considerará un poder calorífico de este combustible de 3800 Kcal/kg. La humedad es uno de los factores más importantes a controlar en este tipo de

combustibles, esta debe ser lo más baja posible para alcanzar el máximo poder calorífico, además de evitar las altas concentraciones de hidrocarburos aromáticos y depósitos en la chimenea que se generan cuando la humedad es elevada (35-60%).

Para un óptimo rendimiento la humedad de la leña debe estar comprendida entre 20-30%. Un buen almacenamiento de la leña es esencial para conseguir niveles adecuados de humedad, lo correcto es tenerla almacenada en un lugar bien aireado y techado que la proteja de la lluvia.

Si se considera todo el calor requerido por el proceso que se detallan en la tabla 10, se obtiene que en total se requieren 81896 Kcal por día de trabajo, se considerará el doble de este valor para contemplar las etapas de limpieza. Teniendo en cuenta el poder calorífico considerado en la tabla 9 se puede calcular la cantidad de leña necesaria por día para satisfacer esta demanda de energía; se considerará un rendimiento global de calefacción del 60%, aquí se contempla un valor de rendimiento relativamente bajo, ya que se engloba el rendimiento térmico de la caldera (que es del 72% según lo detallado por el proveedor) más perdidas de calor que se puedan dar en el transporte del vapor hacia los equipos y por la utilización eventual de leña con mayores niveles de humedad y por lo tanto con menor poder calorífico.

Este escenario asegura no subestimar la demanda de combustible.

$$M_{leña} = \frac{Q_{\ total\ diario}}{PCI_{leña} * 0{,}60} = \frac{81896 \frac{\cancel{Kcal}}{dia} * 2}{3800 \frac{\cancel{Kcal}}{Kg} * 0{,}60} = 72 \frac{kg_{\ leña}}{dia}$$

[i] https://www.refrigeracionnuma.com.ar/product/central-de-frio-30hp-r404-r22-media-temp-copeland-scroll-digital/

Capítulo VIII
Instalaciones eléctricas

Índice

Introducción 3
Distribución de la red 3
Sistema radial 3
Sistema anillo 4
Sistema de red o malla 5
Tendido de la red 6
Descripción de las cargas 6
Criterios para el cálculo de la sección de los conductores 8
Criterio térmico 8
Criterio de la caída de tensión 9
Cálculo de la sección de los conductores 9
Conductores del tablero seccional 10
Conductores del circuito seccional 16
Conductores del circuito principal 18
Iluminación 20
Niveles de iluminación 20
Tipos de iluminación 21
Cálculo luminotécnico 22
Cálculo por el método de los lúmenes 22
Elementos de seguridad 29
Puesta a tierra 29
Interruptores diferenciales 29
Interruptores termomagnéticos 31

Introducción

La energía eléctrica que será utilizada por la planta se tomará de la red de distribución de baja tensión (voltaje = 3 x 380 volts). Esta es la forma en la que actualmente el tambo abastece su equipamiento y taller de trabajo; por lo que se realizara del mismo modo una red independiente para la planta de procesado.

En este capítulo se describirá en primer lugar la distribución a adoptar más conveniente para nuestra planta; el método de tendido de la red. Posteriormente se describirán las cargas o maquinas a alimentar con energía eléctrica para luego en función de la demanda calculada poder dimensionar conductores a utilizar.

Se realizará además el cálculo y la adopción de la luminaria adecuada para cada una de las zonas de trabajo.

Distribución de la red

El sistema de distribución eléctrico representa la manera en que se disponen o conectan el punto de alimentación con las diferentes cargas o consumo del sistema.

A la hora de realizar la elección de sistema de distribución a adoptar se deben considerar aspectos de diseño, construcción, operación y mantención del mismo con el objetivo de que la decisión nos lleve a la adopción del sistema más eficiente y adecuado para nuestra actividad.

De forma ideal el sistema de distribución elegido deberá proveer de energía eléctrica con un mínimo de variaciones de tensión, debe ser flexible para permitir pequeñas expansiones, así como para adaptarse a cambios en las condiciones de carga con un mínimo de modificaciones e inversiones.

Existen tres tipos de sistemas básicos comúnmente utilizados de distribución:

- Sistema radial
- Sistema de anillo
- Sistema en malla o mallado

Sistema radial

El sistema radial es aquel que tiene una trayectoria simple y única entre la fuente y la carga, un camino sin regreso sobre el cual pasa la corriente, el cual parte desde la subestación o conexión a la red de alimentación y se distribuye en forma de “rama”.

Esta distribución se puede observar en la siguiente figura:

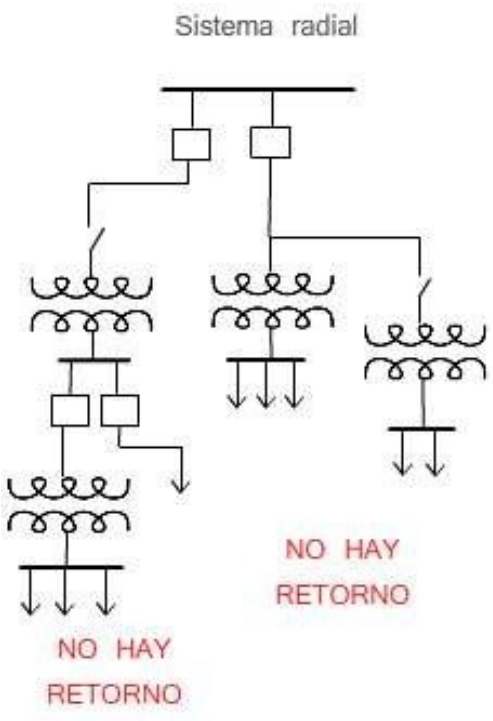


figura 1: Sistema de distribución radial

Este tipo de sistema es el más simple y el más económico debido a que utiliza menor cantidad de materiales.

Sistema anillo

Es aquel sistema que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente y las cargas para proporcionar el servicio de energía eléctrica.

Este sistema comienza en la red de alimentación y hace un "ciclo" completo por el área a abastecer, regresando luego al punto desde donde partió. Lo cual provoca que el área sea abastecida de ambos extremos, permitiendo aislar ciertas secciones en caso de alguna falla.

Este sistema en muy utilizado para abastecer grandes masas de cargas donde es de gran importancia la continuidad del servicio eléctrico.

En general, la continuidad del servicio y la regulación de tensión que ofrece este sistema son mejores; sin embargo, tiene un costo inicial mayor y presenta mayores dificultades para ampliaciones de la red.

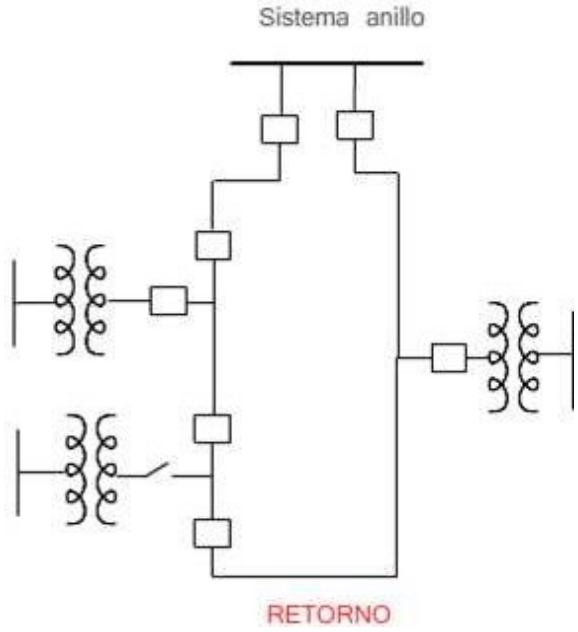


figura 2: sistema anillo de distribución

Sistema de red o malla

Este sistema provee una mayor confiabilidad en cuanto a la continuidad del servicio respecto a los sistemas anteriores, ya que se le da alimentación al sistema desde dos plantas lo que permite la alimentación desde cualquiera de ellas a las subestaciones y a las cargas.

Este sistema es utilizado donde la energía eléctrica tiene que estar presente sin interrupciones.

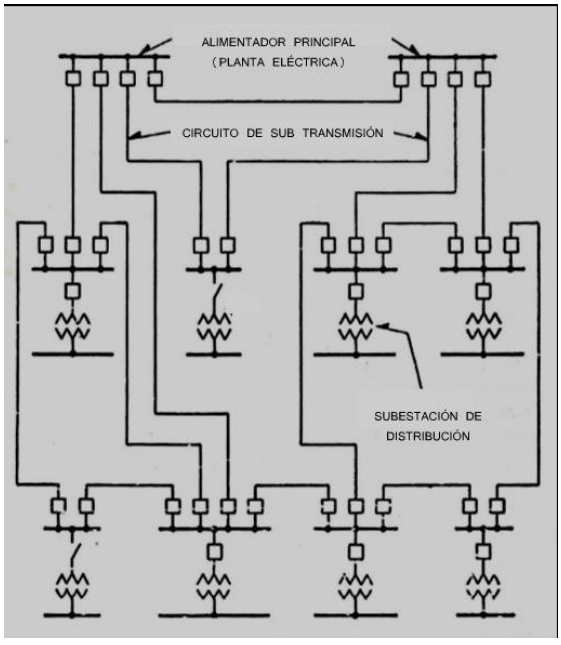


figura 3: Sistemas de distribución radial

Teniendo en cuenta las características de cada uno de los sistemas se optará para este proyecto el sistema de distribución radial, la elección se basa principalmente a su sencillo diseño, reducido costo y debido a que garantiza resolver de forma rápida situaciones de fallas.

Tendido de la red

El tendido de los conductores se realizará a través de bandejas portacables del tipo perforadas galvanizadas, presentando curvas de 90 °, tanto para la disposición vertical como la horizontal, además de ménsulas y todos sus accesorios.

Dichas bandejas poseen 150 mm de ancho.

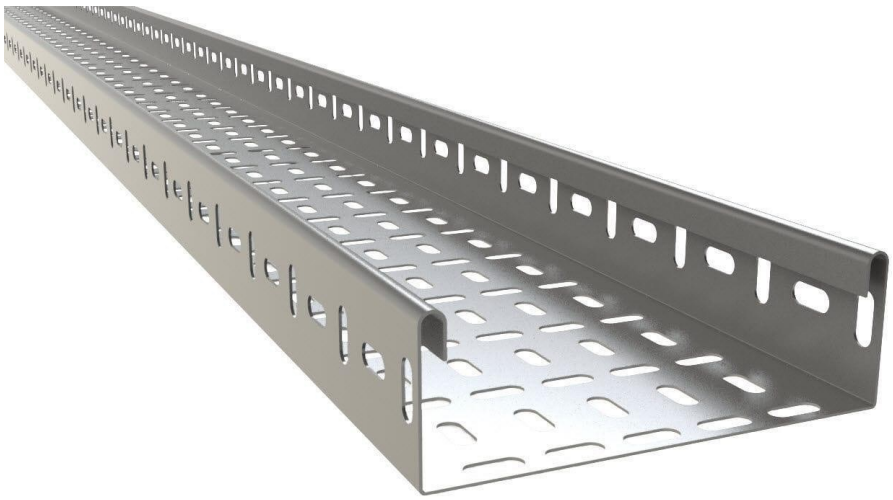


figura 4: bandejas perforadas portacables

Descripción de las cargas

Aquí se describirán cada una de las cargas, es decir cada uno de los equipos que deben ser abastecidos de energía eléctrica para su funcionamiento, donde el parámetro principal que nos interesa de cada uno de ellos es la potencia de energía eléctrica que consumen.

Esta información permitirá calcular luego la sección del conductor a utilizar para cada carga y para cada una de las secciones de la planta.

Tabla 1: principales cargas eléctricas en la planta

TABLERO SECCIONAL	CARGAS ELECTRICAS		COMPONENTES	CANTIDAD	POTENCIA
TABLERO SECCIONAL A	BOMBA CENTRIFUGA		Motor de la bomba	2	0,5 HP
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		Equipo de refrigereación	1	10 KW
			Agitador	1	0,75 KW
	TINA QUESERA		Resistencia térmica	1	60 KW
			Agitador	1	1,1 KW
	TANQUE DE FERMENTACION		Resistencia térmica	1	60 KW
			Agitador	1	1,1 KW
	DESNATADORA CENTRIFUGA		Motor de accion mecanica	1	1,1 KW
TABLERO SECCIONAL B	TROZADORA		TROZADORA	1	1 KW
	ENVASADORA AL VACIO		ENVASADORA AL VACIO	1	1,2 KW
	BATEA DE TERMOCONTRACCION		Resistencia termica	1	5 KW
	CAMARA DE REFRIGERACION		Motor del equipo de refrigeración	1	20 KW
			forzadores de aire	1	1,1 KW

Criterios para el cálculo de la sección de los conductores

El área de los conductores que forman parte de la red eléctrica dentro de la planta es uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta, es importante realizar un cálculo lo más preciso posible de la misma, ya que conductores con secciones muy pequeñas en relación a la intensidad de corriente que van a transportar implica un serio riesgo de accidentes; mientras que una excesiva sobredimensión de los mismos implicaría un gasto excesivo. Atendiendo a esto es que a continuación se realizarán los cálculos sobre la sección de los conductores más adecuada para cada una de las cargas de la red eléctrica de la planta.

Existen dos criterios importantes que el conductor debe satisfacer para considerarse como adecuado para una conexión eléctrica; estos son:

- Criterio térmico
- Criterio de la caída de tensión

Criterio térmico

Este criterio se basa en hecho de que la circulación de corriente eléctrica a través de un conductor genera la liberación de calor, y aquí la densidad de corriente es el factor determinante (unidad de corriente eléctrica por unidad de área del conductor), en este sentido la densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. Este criterio fija la máxima intensidad de corriente que debe circular para un área del conductor dada, esta se conoce como la corriente tolerable, cuando la corriente se mantiene de forma permanente, y el conductor no supera los 70 °C, siendo la temperatura ambiente inferior a 40 °C o la que especifique el fabricante.

Para que se verifique este criterio se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_{term} = I_{adm}$$

I_{term} : corriente térmica = $1{,}2 * I_N$

I_N : corriente nominal

I_{adm} : corriente admisible (surge del catálogo de los proveedores)

Donde la corriente nominal (I_n) se puede calcular de la siguiente manera:

$$I_n = \frac{P}{K * U * Cos\ \varphi}$$

P : potencia consumida por la carga eléctrica

U : tensión de la línea

$Cos\ \varphi$: 0.85 (controlado automáticamente en el tablero principal)

$K = \sqrt{3}$ para sistemas trifásicos

Criterio de la caída de tensión

Este criterio se basa en el hecho de que se produce una caída en la tensión de la corriente eléctrica a medida que la misma avanza en su recorrido por los conductores en su camino desde la fuente a la carga.

La caída de tensión producida en un conductor se calcula a través de la siguiente expresión:

$$\Delta U = K * I_n * L * (R * Cos\ \varphi + X * Sen\ \varphi)$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión (V)

$K = \sqrt{3}$ para sistemas trifásicos

I_n : corriente nominal (A)

L : longitud del conductor

R : resistencia del conductor (Ω/km)

X : reactancia del conductor (Ω/km)

Para que este criterio se cumpla se debe dar que: $\Delta U \leq 5\%$

Cálculo de la sección de los conductores

Si bien se va a realizar el cálculo de la sección del conductor adecuada para cada una de las cargas siguiendo los criterios antes citados; debe tenerse en cuenta además las normativas del ente regulador en argentina, es decir la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), la cual establece secciones mínimas en los conductores para las diferentes instalaciones.

Teniendo en cuenta esto, se realizará el cálculo de los conductores para alimentar cada una de las cargas y el resultado se comparará con la normativa establecida por la AEA, en el caso de que la sección calculada sea menor a la de la normativa se optará por adoptar esta última.

Tabla 2: Secciones mínimas de conductores exigidas por la AEA (AEA 90364-7-771)

<table>
<tr><th>TIPO</th><th colspan="2">CARACTERISTICAS</th><th>$S_{mín}$ (mm²)</th></tr>
<tr><td>Líneas principales</td><td colspan="2">Vinculan los bornes de salida del medidor con los bornes de entrada del tablero principal</td><td>4,0</td></tr>
<tr><td>Líneas seccionales</td><td colspan="2">Vinculan los bornes de salida del tablero Ppal. con los bornes de entrada del tablero siguiente</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td>Líneas de circuitos de uso general</td><td>Ej: toma corriente de uso gral.</td><td rowspan="3">Vinculan los bornes del último tablero con los puntos de utilización</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>Líneas de circuitos de uso especial</td><td>Ej: toma corriente para A.A.</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td>Líneas de circuitos de conexión fija</td><td>Ej: equipos/maquinas fijas</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td>Derivación/retorno de interruptores</td><td colspan="2">Posibilitan interrumpir el conductor de fase en los circuitos de iluminación</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>Cond. de protección</td><td colspan="2">Vinculan a tierra las corrientes de falla</td><td>2,5</td></tr>
</table>

Conductores del tablero seccional

Bomba centrifuga

1. En primer lugar, se calcula la corriente nominal (I_N):

$$I_n = \frac{P}{K * U * Cos\,\varphi}$$

$$I_n = \frac{0{,}5\ Hp * 746\ (\frac{W}{Hp})}{\sqrt{3} * 380\ V * 0{,}85}$$

$$I_n = 0.66\ A$$

2. Posteriormente se calcula la corriente térmica (I_{term}):

$$I_{term} = 1{,}2 * I_N$$

$$I_{term} = 1{,}2 * 0.66\ A$$

$$I_{term} = 0{,}8\ A$$

3. El paso siguiente consiste en adoptar un conductor que cumpla con el criterio térmico, es decir, que su corriente admisible (I_{adm}) sea mayor o igual a la corriente térmica calculada (I_{term}).

Para ello se debe elegir un proveedor y buscar el conductor adecuado dentro de sus catálogos.

En este caso se adoptará el proveedor PRYSMIAN CABLES & SYSTEMS, puntualmente el modelo VV-K / VV-R, los cuales son conductores de cobre para instalaciones fijas de baja tensión, de forma redonda, compactos y flexibles, y cumplen con la norma IRAM 2178.

Tabla 3: intensidad de corriente admisible en amperes (A) para conductores de cobre

Datos Eléctricos

Sección nominal	Método B1 y B2 Caño Embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido		Método E Bandeja perforada	
						
mm²	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	-	103	146	125	157	133
70	-	130	185	160	202	170
95	-	156	224	194	245	207
120	-	179	260	225	285	240
150	-	-	299	260	330	278
185	-	-	341	297	378	317

Considerando el MÉTODO E (método de bandeja perforada) y como se puede ver en esta tabla, ya el primer conductor que aquí figura (1,5 mm^2) cumple ampliamente con el criterio térmico, ya que la corriente admisible (I_{adm}= 16 A) es ampliamente superior a la corriente térmica (I_{term} = 0,8 A) anteriormente calculada.

Sin embargo, para cumplir con la normativa de la AEA se optará por el conductor de 2,5 mm^2 de sección, lo que otorga un mayor margen de seguridad a la instalación, desde el punto de vista térmico por lo menos.

4. Una vez adoptado el conductor siguiendo el criterio térmico, se debe verificar que el mismo además cumpla con el criterio de la caída de tensión.

Tabla 4: Características técnicas de los conductores de cobre

Características técnicas- Cables con conductores de cobre

Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz.	Reactancia a 50 Hz.
mm²	**mm**	**mm**	**mm**		**kg/km**	**ohm/km**	**ohm/km**
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2 0,	8	1,8	11	195	9,55	0,09995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	28,5	1630	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2075	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	30	2365	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3208	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3910	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4806	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	5956	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7729	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	54	9636	0,0730	0,0714

En esta tabla se pueden obtener los valores de resistencia y reactancia del conductor adoptado para poder realizar el cálculo de la caída de tensión.

Para poder determinar el valor de ΔU que se produce en cada una de las cargas es necesario conocer la distancia existente entre el tablero seccional y el lugar donde se ubica el equipo. Para ello a continuación se muestran por un lado de manera ilustrativa la posición de cada uno de los equipos en la planta a través del plano de distribución de la red de electricidad, donde se pueden observar tanto el tablero principal (TP) y tableros seccionales (TSA y TSB) así como cada una de las cargas.

También se muestra una tabla donde figuran las distancias existentes de cada una de las cargas consideradas al tablero seccional correspondiente.

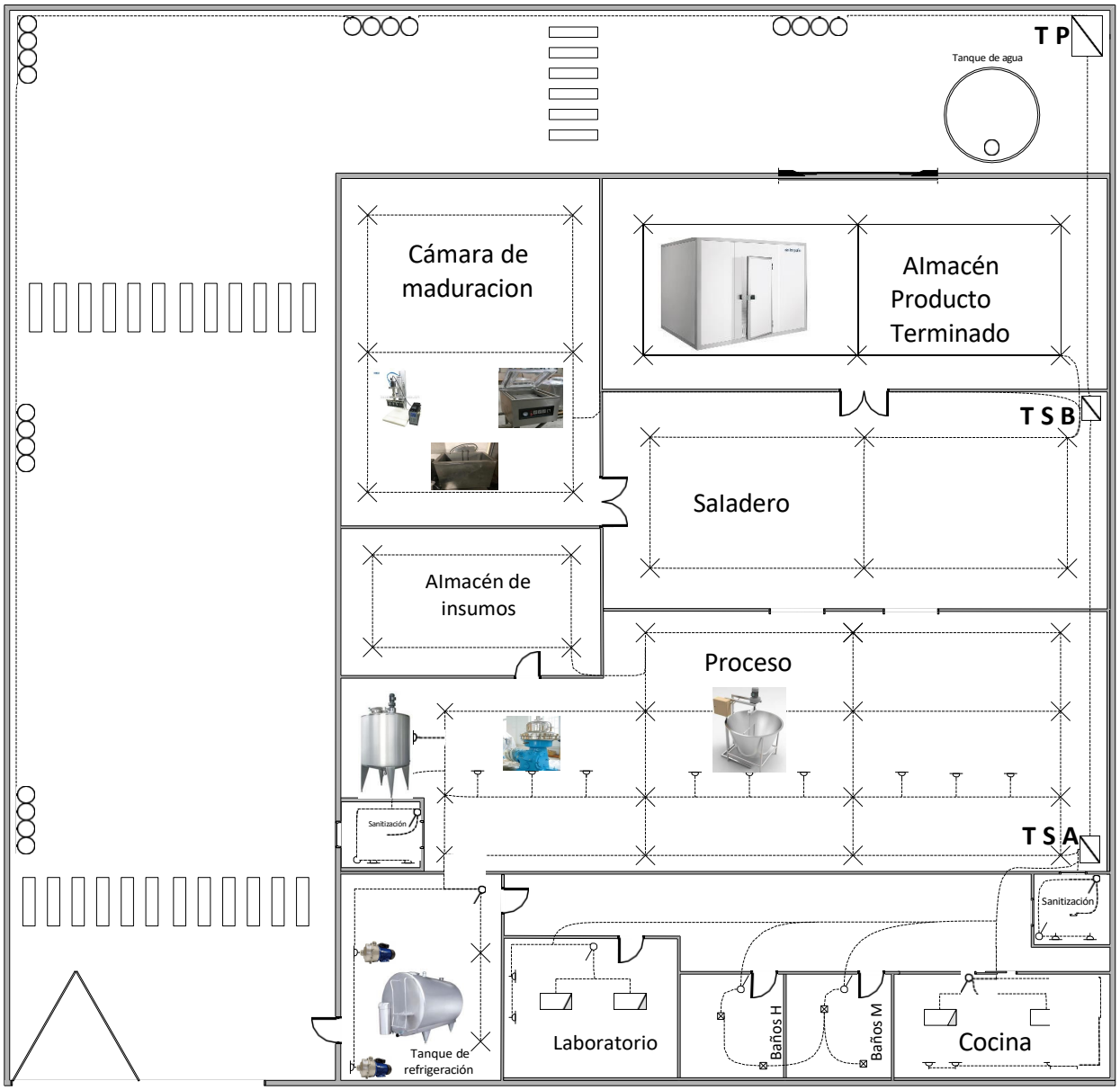


figura 5: posición de las cargas eléctricas y tableros en la planta

Tabla 5: Distancia entre cargas eléctricas y tableros seccionales

TABLERO SECCIONAL	CARGAS ELECTRICAS		COMPONENTES	POTENCIA	DISTANCIA AL TABLERO SECCIONAL
TABLERO SECCIONAL A	BOMBA CENTRIFUGA 1		Motor de la bomba	0,5 HP	31 m = 0,031 km
	BOMBA CENTRIFUGA 2		Motor de la bomba	0,5 HP	35 m = 0,035 km
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		Equipo de refrigereación	10 KW	33 m = 0,033 km
			Agitador	0,75 KW	33 m = 0,033 km
	TINA QUESERA		Resistencia térmica	60 KW	18 m = 0,018 km
			Agitador	1,1 KW	18 m = 0,018 km
	TANQUE DE FERMENTACION		Resistencia térmica	60 KW	34 m = 0,034 km
			Agitador	1,1 KW	34 m = 0,034 km
	DESNATADORA CENTRIFUGA		Motor de accion mecanica	1,1 KW	29 m = 0,029 km
TABLERO SECCIONAL B	TROZADORA		TROZADORA	1 KW	30 m = 0,03 km
	ENVASADORA AL VACIO		ENVASADORA AL VACIO	1,2 KW	22 m = 0,02 km
	BATEA DE TERMOCONTRACCION		Resistencia termica	5 KW	26 m = 0,026 km
	CAMARA DE REFRIGERACION		Motor del equipo de refrigeración	20 KW	24 m = 0,024 km
			forzadores de aire	1,1 KW	24 m = 0,024 km

Con estos datos ya se puede realizar el cálculo de la caída de tensión para cada una de las cargas. A continuación, se procede al cálculo de la caída de tensión para la bomba centrífuga 1:

$$\Delta U = K * I_n * L * (R * Cos\ \varphi + X * Sen\ \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 0{,}66\ A * 0{,}031\ km * (9{,}55\ \Omega/km * 0{,}85 + 0{,}09995\ \Omega/km * 0{,}53)$$

$$\Delta U = 0{,}29\ V$$

$$\frac{\Delta U}{U} * 100 = \frac{0{,}29\ V}{380\ V} * 100 = 0{,}08\ \%$$

Debido a que se cumple que $\Delta U \leq 5\%$ se verifica el criterio de la caída de tensión y el conductor seleccionado es apto para ser utilizado.

Este mismo procedimiento se debe aplicar para cada una de las cargas, de esta manera se determinará entonces la sección de los conductores que conectaran los tableros seccionales con las cargas correspondientes. A continuación, se muestran tablas resúmenes con las secciones de las diferentes cargas antes descriptas.

Tabla 6: resumen de características técnicas de las cargas y dimensionamiento de los conductores del tablero seccional A

TABLERO SECCIONAL	CARGAS ELECTRICAS		COMPONENTE	POTENCIA W	DISTANCIA AL TABLERO SECCIONAL (Km)	I_n (A)	$I_{termica}$ (A)	Sección adoptada (mm2)	% ΔU (V)
TABLERO SECCIONAL A	BOMBA CENTRIFUGA 1		Motor de la bomba	373	0,031	0,7	0,8	2,5	0,08
	BOMBA CENTRIFUGA 2		Motor de la bomba	373	0,035	0,7	0,8	2,5	0,09
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		Equipo de refrigereación	10000	0,033	17,9	21,4	4	1,37
			Agitador	750	0,033	1,3	1,6	2,5	0,16
	TINA QUESERA		Resistencia térmica	60000	0,018	107,2	128,7	70	0,27
			Agitador	1100	0,018	2,0	2,4	2,5	0,13
	TANQUE DE FERMENTACION		Resistencia térmica	60000	0,034	107,2	128,7	70	0,52
			Agitador	1100	0,034	2,0	2,4	2,5	0,25
	DESNATADORA CENTRIFUGA		Motor de accion mecanica	1100	0,029	2,0	2,4	2,5	0,21
Sumatoria de las corrientes del T S A $\sum I_N$				**240,9 A**					

Tabla 7: resumen de características técnicas de las cargas y dimensionamiento de los conductores del tablero seccional B

TABLERO SECCIONAL	CARGAS ELECTRICAS		COMPONENTE	POTENCIA W	DISTANCIA AL TABLERO SECCIONAL (Km)	I_n (A)	$I_{termica}$ (A)	Sección adoptada (mm2)	% ΔU (V)
TABLERO SECCIONAL B	TROZADORA		TROZADORA	1000	0,03	1,8	2,1	2,5	0,20
	ENVASADORA AL VACIO		ENVASADORA AL VACIO	1200	0,02	2,1	2,6	2,5	0,16
	BATEA DE TERMO CONTRACCION		Resistencia termica	5000	0,026	8,9	10,7	2,5	0,87
	CAMARA DE REFRIGERACION		Motor del equipo de refrigeración	20000	0,024	35,7	42,9	10	1,99
			forzadores de aire	1100	0,024	2,0	2,4	2,5	0,18
Sumatoria de las corrientes del T S B $\sum I_N$				**50,6 A**					

Conductores del circuito seccional

Anteriormente se realizó el cálculo para el dimensionamiento del circuito terminal de la red (que vincula los bornes de un tablero seccional con los equipos o cargas); ahora se realizará el dimensionamiento de los conductores del ***circuito seccional o de distribución***, es decir, el circuito que vincula los bornes del tablero principal con los de los tableros secundarios.

Para esto se debe calcular la corriente que entregara el tablero principal a cada uno de los tableros seccionales. Donde esta intensidad de corriente será igual a la sumatoria de las cargas conectadas a cada uno de estos tableros.

$$I_{TS} = \sum_{i=1}^{i=n} I_{N_i} = corriente\ a\ circular\ por\ el\ tablero\ seccional\ X$$

I_{N_i} : intensidad de corriente nominal consumida por la carga i

Este valor se encuentra calculado al final de las tablas 6 y 7 para los tableros seccionales A y B respectivamente.

Habitualmente para realizar este cálculo se introducen además factores de utilización y simultaneidad, ya que se supone que difícilmente todas las cargas estén trabajando juntas, aquí no se considerarán estos factores como una manera de sobredimensionar y darle mayor seguridad a la instalación, además de tener un mayor margen para futuras ampliaciones.

En este punto se tiene entonces las corrientes nominales que circulan desde el tablero principal hacia los tableros seccionales, lo que queda entonces es aplicar los criterios térmicos y de la caída de tensión para determinar cuál es la sección del conductor adecuado para conectarlos.

Tablero seccional A

Según la tabla 7, la intensidad de corriente que circula por este tablero seccional es:

$$I_{TS} = \sum_{i=1}^{i=n} I_{N_i} = 241\ A$$

La corriente térmica para este caso será:

$$I_{term} = 1{,}2 * 241A = 289{,}2\ A$$

Para satisfacer esta demanda se debería utilizar un conductor de 185 mm^2, que posee una corriente admisible de 317 A (datos de la tabla 3).

Ahora se debe verificar que se cumpla el criterio de la caída de tensión:

$$\Delta U = K * I_n * L * (R * Cos\ \varphi + X * Sen\ \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 289{,}2\ A * 0{,}031\ km * (0{,}121\ \Omega/km * 0{,}85 + 0{,}0720\ \Omega/km * 0{,}53)$$

$$\Delta U = 2{,}2\ V$$

$$\frac{\Delta U}{U} * 100 = \frac{2{,}2\ V}{380\ V} * 100 = 0{,}58\ \%$$

Se verifica el criterio de la caída de tensión.

Tablero seccional B

Según la tabla 6, la intensidad de corriente que circula por este tablero seccional es:

$$I_{TS} = \sum_{i=1}^{i=n} I_{N_i} = 50{,}6\ A$$

La corriente térmica para este caso será:

$$I_{term} = 1{,}2 * 50{,}6A = 60{,}72\ A$$

Para satisfacer esta demanda se debería utilizar un conductor de 16 mm^2, que posee una corriente admisible de 70 A (datos de la tabla 3).

Ahora se debe verificar que se cumpla el criterio de la caída de tensión:

$$\Delta U = K * I_n * L * (R * Cos\ \varphi + X * Sen\ \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 60{,}72\ A * 0{,}015\ km * (1{,}45\ \Omega/km * 0{,}85 + 0{,}0813\ \Omega/km * 0{,}53)$$

$$\Delta U = 2{,}01\ V$$

$$\frac{\Delta U}{U} * 100 = \frac{2{,}01\ V}{380\ V} * 100 = 0{,}53\ \%$$

Se verifica el criterio de la caída de tensión.

Conductores del circuito principal

El circuito principal es el que vincula los bornes de salida del medidor de energía con los bornes de entrada del tablero principal. El cálculo de la sección del conductor necesario para este circuito se calcula de igual manera que para el circuito seccional, es decir, sumando las corrientes nominales de los circuitos seccionales y encontrando un conductor con una corriente admisible superior a la corriente térmica calculada.

$$I_{TP} = \sum_{i=1}^{i=n} I_{N_i} = 241\ A + 60{,}72\ A = 301{,}72\ A$$

Donde la corriente térmica será:

$$I_{term} = 1{,}2 * 301{,}72\ A = 362\ A$$

Para satisfacer esta demanda se debería utilizar un conductor de 240 mm^2, que posee una corriente admisible de 374 A (datos de la tabla 3).

Ahora se debe verificar que se cumpla el criterio de la caída de tensión:

$$\Delta U = K * I_n * L * (R * Cos\ \varphi + X * Sen\ \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 362{,}7\ A * 0{,}02\ km * (\ 0{,}0911\ \Omega/km * 0{,}85 + 0{,}0716\ \Omega/km * 0{,}53)$$

$$\Delta U = 1{,}45\ V$$

$$\frac{\Delta U}{U} * 100 = \frac{1{,}45\ V}{380\ V} * 100 = 0{,}38\ \%$$

Se verifica el criterio de la caída de tensión.

Con esto ya quedaría dimensionada la red eléctrica de la planta, a continuación, se muestra un diagrama representativo de su distribución.

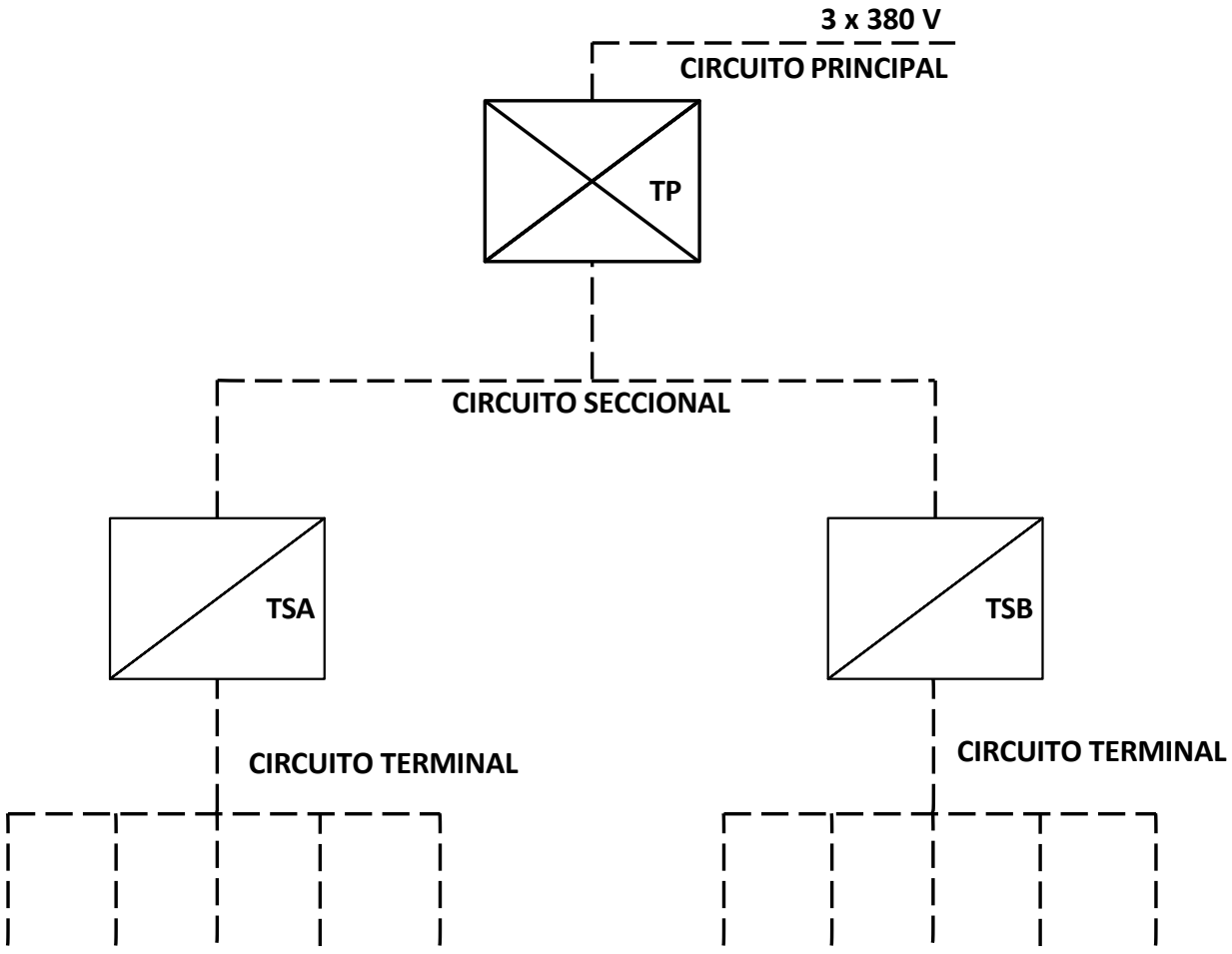


figura 6: diagrama de distribución de red eléctrica en planta

Iluminación

La iluminación en las plantas industriales es un factor clave para garantizar la seguridad y la comodidad de los empleados, así como para garantizar la eficiencia de la tarea asignada; en este sentido es esencial que el nivel de iluminación se adapte perfectamente a las tareas a realizar, la iluminación debe ser uniforme y vertical para permitir una distribución adecuada en los equipos en planta, de manera de reducir los niveles de fatiga visual en los operarios y lograr un mejor rendimiento y máxima economía de la instalación.

Niveles de iluminación

Existen normativas que regulan todo lo referido a la iluminación en las áreas de trabajo en Argentina; en la página del Ministerio de Justicia de la nación se pueden encontrar estas legislaciones.

Clase de Tarea	Iluminación sobre el plano de trabajo (lux)	ejemplos de tareas visuales
Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

Esta tabla está basada en el decreto N° 351/79 que legisla sobre el tema y se basa en la Norma IRAM-AADL J 20-06, en la cual se establece la intensidad media de iluminación necesaria para diversas tareas.

Además, esta legislación ofrece medidas de la iluminación media por industria, dentro de la industria de procesado de lácteos y sus derivados recomienda los siguientes niveles de iluminación por sectores de la planta:

Tabla 8: Niveles de iluminación para industria láctea

FABRICA DE LÁCTEOS Y DERIVADOS	
Sector	**Iluminación sobre el plano de trabajo (lux)**
Elaboración	300
Cámaras frías	50
Sala de Maquinas	150
Depósitos de quesos	100
Envasado	300

Tipos de iluminación

Existen diferentes tipos de iluminación:

- **Iluminación directa:** la fuente luminosa está directamente dirigida al área de trabajo o al área a ser iluminada.
- **Iluminación semi-directa:** la proyección del flujo luminoso que sale al área de trabajo proviene de la combinación de la luz directa de la fuente de luz y una parte del flujo luminoso que se refleja en las paredes y techos del mobiliario.
- **Iluminación indirecta:** la fuente luminosa está dirigida a una pared, techo o a un mobiliario que reflejan el flujo luminoso a la zona a iluminarse.
- **Iluminación semi-indirecta:** el manantial emite flujos luminosos, unos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo y otras traspasan superficies opacas y se distribuyen en la zona de trabajo en todas las direcciones y de manera uniforme.
- **Iluminación difusa:** la fuente luminosa emite rayos de luz que se dirigen directamente a una superficie opaca y al traspasarla se reparten, de manera uniforme, en todas las direcciones del área de trabajo.

Cálculo luminotécnico

Como se mencionó y como se puede observar en la tabla 9, el nivel de iluminación depende de la tarea a realizar y por lo tanto esto variará en los diferentes sectores de la planta.

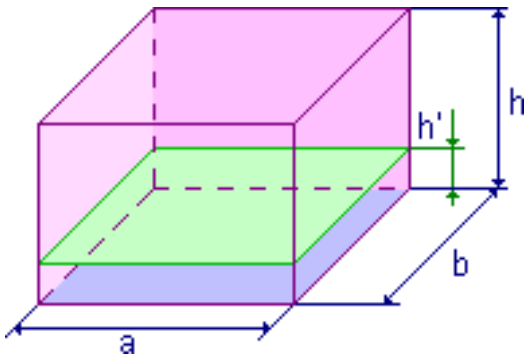
A continuación, se presentará el método de cálculo para el dimensionamiento de la luminaria de un espacio de trabajo, tomando como ejemplo uno de los sectores de la planta, la sala de proceso puntualmente, luego se extrapolará este método de cálculo a los demás sectores y se presentará finalmente los resultados para cada uno de ellos en un cuadro resumen.

Existen diferentes métodos para el cálculo de la luminaria, aquí se hará uso del método conocido como “Método de los Lúmenes”.

Cálculo por el método de los lúmenes

Para realizar el cálculo de la luminaria a través de este método es aconsejable seguir la siguiente metodología:

1. **Dimensionamiento del lugar a iluminar**
   Lógicamente para determinar la cantidad y tipo de luminarias a emplear para iluminar una zona lo primero que se debe conocer son sus dimensiones.



Donde:

- a: ancho de la sala
- b: largo de la sala
- h: altura de la luminaria
- h´: altura de la zona de trabajo

La sala de procesos de nuestra planta posee las siguientes dimensiones:

Tabla 9: dimensiones de la sala de proceso

Dimensiones	
a	29 m
b	10 m
h	4 m
h´	0,85 m

2. **Nivel de luminancia media (E_m)**

Como ya se mencionó anteriormente el nivel de iluminación requerido para un lugar dependerá de la tarea a realizar, por lo que en los diferentes sectores de la zona se requerirán diferentes niveles de iluminancia, cuyos valores se encuentran en la tabla 9.

Para la zona de proceso que se toma como ejemplo para el desarrollo del cálculo su nivel de luminancia es de 300 lúmenes (lux).

Luminancia (E_m): es la medida de la cantidad de luz incidente en un área dada. Su unidad en el Sistema Internacional es el Lumen/m^2=lux.

3. **Cálculo del índice del local**

El índice del local (K) es un factor que surge de la geometría del lugar a iluminar, el cual depende además del sistema de iluminación a utilizar, es decir, si será iluminación directa, semidirecta o difusa.

Para la iluminación de esta planta se utilizará iluminación directa en todos los sectores de la misma, donde la ecuación para calcular este factor para el caso de sistemas de iluminación directa es la siguiente:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{29m * 10m}{4m * (29m + 10m)} = 1{,}85$$

4. **Determinación de los coeficientes de reflexión de superficies**

La reflexión de la luz depende del tipo de material o de la superficie sobre la que incide. Los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acodado.

La norma IRAM-AADL j 20-06 establece valores de referencia de coeficientes de reflexión, los mismos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10: coeficientes de reflexión de superficies

	Color	Factor de Reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Para nuestra planta corresponde los siguientes valores:

Techo: 0,7

Paredes: 0,5

Suelo: 0,3

5. Determinación del coeficiente de utilización (C_u)

El coeficiente de utilización se determina de tablas y depende de los valores del índice del local (K) y de los coeficientes de reflexión antes determinados.

Tabla 11: coeficientes de utilización de luminaria

		Coeficientes de reflexión				
Techo		0,70	0,70	0,70	0,50	0
Pared		0,70	0,50	0,20	0,20	0
Suelo		0,50	0,30	0,20	0,10	0
K	0,60	0,77	0,58	0,49	0,48	0,45
	1,00	1,00	0,77	0,69	0,67	0,63
	1,50	1,16	0,91	0,84	0,80	0,77
	2,50	1,29	1,00	0,95	0,90	0,86
	3,00	1,33	1,03	0,99	0,93	0,89
		Coeficiente de utilización				

Debido a que el valor del índice del local (K=1.85) no se encuentra en la tabla se debe interpolar entre los valores de K=1,5 y K=2,5; obteniendo así un valor para el coeficiente de utilización de 0,94 (C_u= 0,94).

6. **Coeficiente de mantenimiento (C_m)**

   Este coeficiente hace referencia a la influencia que tiene en el flujo que emiten las lámparas el grado de limpieza de la luminaria. Dependerá, por consiguiente, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del lugar.

   Debido a que todas las áreas de la planta se mantendrán limpias su coeficiente de mantenimiento es de 0.8.

7. **Cálculo del flujo luminoso (φ_T)**

   Con todos los datos obtenidos hasta aquí se puede realizar el cálculo del flujo luminoso requerido para la sala de proceso en este caso. Esto se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$\varphi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m}$$

$$\varphi_T = \frac{300\ (lumen/m^2) * 290m^2}{0{,}94 * 0{,}8}$$

$$\boldsymbol{\varphi_T = 115691\ lumenes}$$

8. **Selección de luminarias**

   Para la iluminación de todos los sectores internos de la planta se adoptarán luminarias de tecnología LED de la marca GLIXLEDS; puntualmente por el modelo FACTOR ECOGLIX 100.

   Estas lámparas están compuestas por agrupaciones de leds, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa que se desea alcanzar. Los diodos funcionan con corriente continua, por lo que las lámparas led deben incluir circuitos internos para operar con corriente alterna.

   Las lámparas led tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética, pero poseen costos iniciales más altos.



figura 7: lámpara led FACTOR ECOGLIX 100

Este modelo presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 12: datos eléctricos de las lámparas FACTOR ECOGLIX 100

Datos eléctricos

Potencia nominal	100W
Flujo luminoso	11000 lm
Cantidad de LEDs	24
Rendimiento lumínico	110 lm/W
Tensión de entrada	220 VAC
Factor de potencia	> 0,95

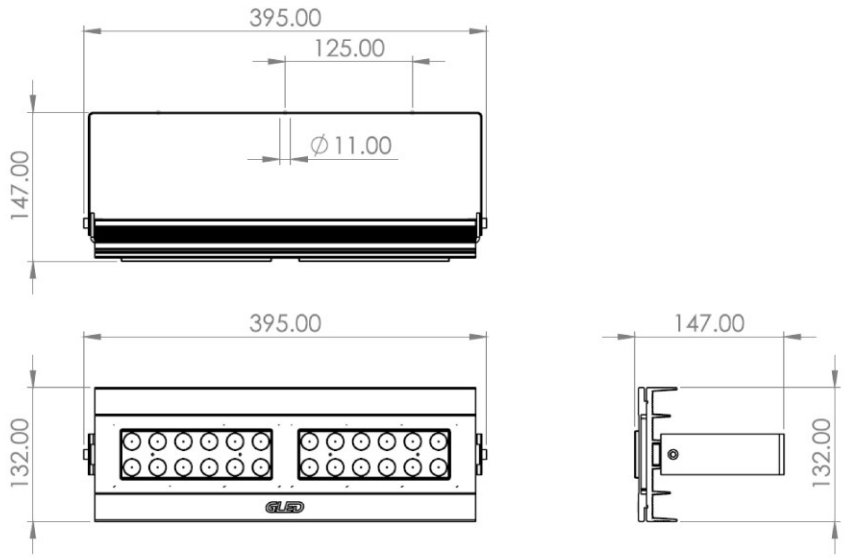


figura 8: Dimensiones de las lámparas FACTOR ECOGLIX 100

9. Cálculo del número de luminarias

Una vez escogido el tipo de luminaria a utilizar se debe calcular en número de ellas necesario para satisfacer la demanda del flujo luminoso en la sala, esto se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$NL = \frac{\varphi_T}{n * \varphi_L}$$

Donde:

NL : número de luminarias

φ_T : flujo luminoso total

n : número de lámparas por luminaria (en este caso n = 1)

φ_L : flujo luminoso por lámpara

$$NL = \frac{115691\ lumenes}{1 * 11000\ lumenes} = 11$$

En conclusión, se necesitan 11 lámparas de este modelo para satisfacer las necesidades de iluminación para la sala de proceso.

Por último, se presentará una tabla con todos los datos y cálculos para el dimensionamiento de la luminaria de todas las áreas de la planta. Los resultados que se presentan en este cuadro resumen fueron obtenidos siguiendo los pasos del procedimiento de cálculo descriptos anteriormente. En este cuadro también aparecen otros modelos de luminarias adoptados para espacios interiores y para los espacios exteriores, estos modelos se muestran a continuación.

Tabla 13: Otras luminarias adoptadas

MODELO		Flujo luminoso (ΦL)
ECOGLIX 50 (iluminación interior)		5500 lúmenes
STREET LED SOLAR 120 (iluminación exterior)		9800 lúmenes

Tabla 14: Cálculos de luminarias para las diferentes áreas de la planta

Sector	Dimensiones (m)				Luminancia (Em)	Índice del local (K)	Coeficiente de utilización (Cu)	Coeficiente de mantenimiento (Cm)	Flujo luminoso (Φt) (lúmenes)	Luminaria adoptada	Flujo luminoso de la luminaria (ΦL)	Numero de luminarias
	a	b	h	h´								
Laboratorio	7	5	4	0,85	300	0,73	0,58	0,8	22629	ECOGLIX 100	11000	2
Tanque de refrigeración	6	7	4	0	50	0,81	0,7	0,8	3750	ECOGLIX 50	5500	1
Baño H	4	4	4	0,85	150	0,50	0,58	0,8	5172	ECOGLIX 50	5500	1
Baño H	4	4	4	0,85	150	0,50	0,58	0,8	5172	ECOGLIX 50	5500	1
Cocina	8	4	4	0,85	150	0,67	0,6	0,8	10000	ECOGLIX 50	5500	2
Pasillo	23	4	4	0	100	0,85	0,7	0,8	16429	ECOGLIX 50	5500	3
Sanitización 1	3	3	4	0,85	300	0,38	0,4	0,8	8438	ECOGLIX 50	5500	2
Sanitización 2	3	3	4	0,85	300	0,38	0,4	0,8	8438	ECOGLIX 50	5500	2
Almacén	8	10	4	0,85	150	1,11	0,77	0,8	19481	ECOGLIX 50	5500	4
Saladero	20	8	4	0	50	1,43	0,9	0,8	10989	ECOGLIX 50	5500	2
Cámara de maduración	10	11	4	0,85	300	1,31	0,8	0,8	51563	ECOGLIX 100	11000	5
Almacén PT	20	8	4	0,85	50	1,43	0,91	0,8	10989	ECOGLIX 50	5500	2
Playa de carga PT	30	6	4	0	50	1,25	0,75	0,3	40000	STREET LED SOLAR 120	9800	4
Calle interna	40	13	4	0	50	2,45	0,86	0,3	100775	STREET LED SOLAR 120	9800	10

Elementos de seguridad

Puesta a tierra

Los equipos eléctricos se conectan a tierra para evitar que sus carcasas o cubiertas metálicas puedan adquirir un potencial respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario o usuario del equipo.

Una eficiente conexión a tierra tiene mucha importancia por ser responsable de la preservación de la vida humana, maquinaria, aparatos y líneas de gran valor.

La puesta a tierra generalmente se utiliza para conectar a tierra a todos los elementos de la instalación que en condiciones normales de operación no están sujetos a tensiones, pero que pueden tener una diferencia de potencial con respecto a tierra a causa de fallas accidentales en los circuitos eléctricos, así como a ciertos los puntos de las instalaciones eléctricas para dar mayor seguridad y mejor funcionamiento.

Una conexión a tierra debe ofrecer una trayectoria continua y permanente, debe tener una capacidad de transporte suficiente como para tolerar la corriente de falla más alta que se pueda producir en un punto protegido y debe tener una impedancia lo suficientemente baja como para limitar los potenciales respecto a tierra dentro de límites de seguridad y facilitar el accionamiento de los elementos de protección.

La puesta a tierra se puede realizar a través de un conductor tendido junto con los conductores del circuito; este conductor puede ser desnudo, pero si está aislado, el aislamiento debe ser de color verde. En este proyecto se utilizará este método de puesta a tierra, donde todos los conductores de puesta a tierra se dirigirán hacia el tablero seccional y desde allí a la jabalina.

La jabalina debe cumplir con todos los requisitos establecidos por la empresa proveedora del servicio eléctrico. Luego de su instalación se debe verificar que su resistencia sea menor de 10 Ohm, valor recomendado por la AEA. La jabalina debe ser de acero al carbono revestido de cobre.

Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales son dispositivos de protección muy importantes en una instalación eléctrica, estos actúan conjuntamente con la puesta a tierra de los equipos y tomacorrientes.

El interruptor diferencial desconectará el circuito en cuanto exista una desviación a tierra de la corriente, mayor que su sensibilidad. Si un equipo no tiene conexión a tierra y se produce un contacto de un cable o elemento activo con la carcasa de una máquina, el elemento de protección no lo detectará hasta que una persona no aislada de tierra toque esta masa, entonces la corriente recorrerá su cuerpo hacia tierra provocando una desviación de la corriente eléctrica hacia tierra, si la corriente es suficiente superará la sensibilidad del disyuntor, el cual abrirá el circuito protegiendo así a la persona.

Es necesario incorporar a cada instalación, una conexión a tierra que garantice un óptimo funcionamiento de los interruptores diferenciales.

Para la instalación eléctrica de este proyecto se colocarán interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30 mA en cada uno de los tableros seccionales.

Para el tablero seccional A se adopta un disyuntor de la firma comercial Schneider, el modelo Acti 9 xID, que posee una corriente nominal de 125 A y una sensibilidad de 30mA.

Para el tablero seccional A y el tablero principal que poseen una mayor demanda de corriente se adoptaran interruptores diferenciales modelo NS400NA, también de la firma comercial Schneider, los cuales son trifásicos de tres polos, con corriente nominal de 400 A 60 °C, poseen una sensibilidad de 300 mA.



figura 9: interruptores diferenciales Acti 9 Xid 125 A y NS400NA de 400 A.

Interruptores termomagnéticos

Un interruptor termomagnético es un dispositivo que combina dos efectos, el magnetismo y el calor, para interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando se detectan valores mayores a ciertos límites establecidos como seguros para el circuito, entonces estos dispositivos sirven para proteger un circuito eléctrico de sobrecargas y cortocircuitos.

El funcionamiento de un interruptor termomagnético se basa en la dilatación de un metal por el calor generado por la circulación de corriente y en las fuerzas de atracción que generan los campos magnéticos.

Por un lado, se tiene un bimetal por el cual circula corriente, al aumentar la intensidad de esta, este metal comienza a disipar calor y a dilatarse, provocando así la apertura del circuito.

Por otra parte, se tiene una bobina por la cual circula una corriente y genera un campo magnético. Al aumentar la intensidad de la corriente, aumenta la intensidad del campo magnético, generando una fuerza de atracción con un núcleo que se encuentra en su interior, cuando el campo magnético es lo suficientemente grande para atraer todo el núcleo (corriente eléctrica en exceso) se genera el corte del circuito.

A la hora de adoptar interruptores termomagnéticos para una instalación se debe verificar que los mismos cumplan con las siguientes condiciones:

$$I_{nc} \leq I_{nI} \leq I_{admC}$$

$$I_{displ} \leq 1{,}45 * I_{admC}$$

$$I_{displ} = 1{,}3 * I_{nI}$$

Donde:

I_{nc} : corriente nominal que circula por el conductor del circuito (A)

I_{nI} : corriente nominal del interruptor termomagnético (A)

I_{admC} : corriente admisible del conductor (A)

I_{displ} : corriente de disparo del interruptor termomagnético (A)

En la instalación eléctrica del presente proyecto se colocaran interruptores termomagnéticos en cada tablero seccional, pero se colocaran también estos elementos de protección a los equipos que poseen mayor demanda de energía eléctrica de manera individual; esto es, la tina quesera, el fermentador y la cámara de producto terminado contaran con su propio interruptor termomagnético individual y separado; los demás equipos de cada tablero seccional si serán protegidos por el interruptor colocado en dicho tablero seccional.

A continuación, se presentan los modelos elegidos de interruptores para cada elemento a proteger.

Tabla 15: Interruptores termomagnéticos adoptados para equipos del tablero seccional A

TABLERO SECCIONAL	CARGAS ELECTRICAS		POTENCIA W	I_{nc} (A)	Sección adoptada (mm2)	I_{adm} (A)	INTERRUPTOR TM MODELO	I_{nl} (A)
INTERRUPTOR TM TABLERO SECCIONAL A	BOMBA CENTRIFUGA 1		373	22,5	185	317,0	 SCHNEIDER ACTI 9 NG 125N 3x25A	25
	BOMBA CENTRIFUGA 2		373					
	DESNATADORA CENTRIFUGA		1100					
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		10000					
			750					
INTERRUPTOR TM TINA QUESERA	TINA QUESERA		60000	109,2	70	170,0	 SCHNEIDER ACTI 9 NG 125N 3x125A	125
INTERRUPTOR TM FERMENTADOR	TANQUE DE FERMENTACION		60000	109,2	70	170,0	 SCHNEIDER ACTI 9 NG 125N 3x125A	125

Tabla 16: Interruptores termomagnéticos adoptados para equipos del tablero seccional B

TABLERO SECCIONAL	CARGAS ELECTRICAS		POTENCIA W	I_{nc} (A)	Sección adoptada (mm2)	I_{adm} (A)	INTERRUPTOR TM MODELO	I_{nl} (A)
INTERRUPTOR TM TABLERO SECCIONAL B	TROZADORA		1000	13,0	10	52,0	 SCHNEIDER ACTI 9 NG 125N 3x60A	60
	ENVASADORA AL VACIO		1200					
	BATEA DE TERMO CONTRACCION		5000					
INTERRUPTOR TM CAMARA PT	CAMARA DE REFRIGERACION		13100	23,4	4	30,0	 SCHNEIDER ACTI 9 NG 125N 3x32A	32

Capítulo IX

Obras Civiles

Índice

Introducción 3

Terreno 6

Cerco perimetral 8

Estructura edilicia 8

Condiciones higiénico sanitarias de la planta 9

- Pisos 9
- Paredes 9
- Techos 10
- Ventanas y aberturas 10
- Filtros sanitarios 10
- Cámara de almacenamiento 10

Costos de las obras civiles 11

Introducción

Para poder producir y comercializar alimentos todo establecimiento debe cumplir con una serie de requisitos generales cuyo objetivo es garantizar la producción de alimentos seguros e inocuos para el consumidor.

En Argentina, el Código Alimentario Argentino (C.A.A) en su Capítulo II: "CONDICIONES GENERALES DE LAS FÁBRICAS Y COMERCIOS DE ALIMENTOS"[i]; establece las condiciones que todo establecimiento debe tener para poder obtener la habilitación correspondiente y poder realizar la producción y comercialización de alimentos.

De cumplir con los lineamientos requeridos por esta legislación la planta elaboradora podrá obtener su Registro Nacional de Establecimiento (RNE) el cual la habilitará para la producción de alimentos y su comercialización en todo el territorio nacional.

En relación a la provincia de Entre Ríos, años atrás se presentaba una situación particular, donde existían una gran cantidad de pequeños establecimientos elaboradores de alimentos, que en su conjunto representaban una parte importante de la oferta de ciertos alimentos en la zona y que debido a su tamaño y condición de microemprendimientos no llegaban a cumplir con las exigencias del Código alimentario y que por lo tanto no se encontraban regulados por ninguna entidad. En esta situación se encontraban particularmente los pequeños establecimientos elaboradores de quesos, donde muchos de ellos eran plantas anexas al tambo.

En vista de esta situación el Instituto de Control de Alimentación y Bromatología (I.C.A.B), que es la autoridad sanitaria jurisdiccional y que tiene encomendada la tarea de ser el órgano de aplicación del código alimentario argentino de la provincia de Entre Ríos; decidió a través de su resolución 034 crear un marco normativo especial para este tipo de modelos productivos.

En dicha resolución I.C.A.B expresa lo siguiente:

"*la aludida resolución refleja claramente la decisión del I.C.A.B. de fomentar la actuación de los microemprendimientos, reduciendo las exigencias, en la medida que la garantía de salud y la inocuidad del alimento lo permita, pero además alentándolos a progresar, gradualmente y así lograr atraerlos al sistema formal de elaboración y comercialización de alimentos, fomentando un mayor grado de seguridad para quien*

produce y/o consume dichos productos alimenticios, asimismo generando condiciones óptimas que le permitan acceder al mercado nacional y/o internacional"[ii].

Como se puede ver en este fragmento de la resolución el espíritu de la misma es generar una reglamentación con menores exigencias y mayor flexibilidad para que este tipo de emprendimientos puedan cumplirlas e ingresen al sistema formal de producción de alimentos; sin embargo, todo esto sin comprometer la inocuidad del alimento producido y con el objetivo de que una vez dentro del sistema formal y con el acompañamiento y asesoramiento de profesionales de dicho organismo se pueda dar el mejoramiento de las condiciones de los establecimientos de manera tal que en el futuro puedan cumplir con las exigencias establecidas por el código alimentario argentino y entrar de lleno en el mercado nacional.

El cumplimiento de los requisitos exigidos en la reglamentación del I.C.A.B habilitará al establecimiento a obtener un su Registro Provincial de Establecimiento y producto y a su comercialización solo dentro de la provincia de Entre Ríos.

Dentro de esta resolución, en su Anexo II puntualmente, se encuentra el apartado de:

Reglamento técnico de normas específicas para:

a) *Microenprendimientos de queserías lindantes al tambo*

Aquí se establece una normativa muy específica, desarrollada puntualmente para los tambos fábricas de la provincia, cubriendo de esta manera muchos detalles sobre las condiciones a cumplir y una guía muy clara a seguir.

Para el caso puntual de este proyecto se presentarían entonces dos caminos a seguir, dos alternativas perfectamente viables donde cualquiera de ellas alcanzaría el objetivo final del proyecto que es la comercialización de productos lácteos orgánicos en el país.

Una de ellas consiste en realizar el diseño del establecimiento y procesos productivos basados íntegramente en la normativa del código alimentario argentino para obtener los registros nacionales de establecimiento y productos y poder comercializar lo producido en todo el territorio nacional desde el primer momento.

La otra alternativa consiste en realizar el diseño del establecimiento y procesos productivos con base en el cumplimiento de la normativa del I.C.A.B para poder

obtener de esta manera los certificados de registros de establecimiento y productos provinciales, lo que permitiría comercializarlos solo dentro de la provincia.

Habiendo leído detenidamente ambas normativas uno no encuentra grandes diferencias en sus lineamientos y observa que las condiciones exigidas por ambas normativas son muy similares, de hecho, en varias ocasiones la normativa de I.C.A.B remite a al código alimentario argentino; donde también la normativa del organismo nacional (C.A.A) deja la definición de ciertos requisitos a criterio de "el organismo jurisdiccional correspondiente" (para nuestro caso I.C.A.B). Entendiendo entonces, que la diferencia puede presentarse en una mayor flexibilidad ante los requisitos por parte de las autoridades competentes a la hora de otorgar la aprobación de la habilitación provincial en relación a la habilitación nacional.

Habiendo considerado todo esto es que se cree que una buena estrategia a seguir para este proyecto sería diseñar tanto el establecimiento como los procesos productivos de manera de cumplir con la normativa de I.C.A.B y así poder obtener la habilitación provincial inicialmente, pero mirando además la normativa nacional e intentando cumplir con todos los requisitos posibles de la misma también; el objetivo de esto último es facilitar la obtención de una futura habilitación nacional del establecimiento.

En esta primera etapa proyectada de vida del proyecto se comercializaría los productos en el mercado interno de la provincia; donde la misma servirá para afinar y estandarizar la calidad de los productos y procesos productivos; etapa en la cual se realizará la transición por parte del tambo desde el modelo de producción convencional al modelo de producción orgánico. De manera que luego de los primeros años se aspiraría a la obtención de las habilitaciones nacionales de establecimiento y productos, así como la certificación orgánica de los mismos, teniendo en este punto aceitados y estandarizados los procesos y calidad de los productos ofrecidos de cara al mercado nacional, como resultado del trabajo y la experiencia de los primeros años en el mercado provincial.

Terreno

La macro y micro localización de la planta fueron establecidas anteriormente en el capítulo III; aquí se estableció que la planta estará ubicada dentro del predio de un tambo de la localidad de Villa Ángela, Antelo; sobre la ruta provincial N° 26.



figura 1: ubicación y delimitación de las tierras pertenecientes al tambo

Ahora resta definir en qué lugar exacto del predio del tambo se ubicará la planta; para esto se debe tener en cuenta lo que dice la normativa; este detalle debe ser tenido en cuenta en este caso particular debido a que la planta se ubicara dentro de un predio donde se realiza además una actividad con animales; lo cual pudiera ser una fuente de contaminación si no se tienen los cuidados necesarios.

En relación a la ubicación la normativa establece que la planta elaboradora no se puede encontrar a una distancia inferior a 50 m de criaderos de animales; por lo que la planta se colocara alejada de la zona donde los animales pastan y son alimentados y a más de 50 m de la sala de ordeñe. La normativa también hace referencia a la orientación de la planta, donde establece que deberán ser orientadas de forma tal, que las emanaciones que pudieran ser producidas por la actividad de los animales no sean percibidas en el establecimiento; y que a tal efecto se tendrá en cuenta la dirección de los vientos predominantes en esa zona en épocas de verano.

Los vientos predominantes en la zona sur de Entre Ríos son los provenientes del NE y SE, como se puede observar en el siguiente gráfico:

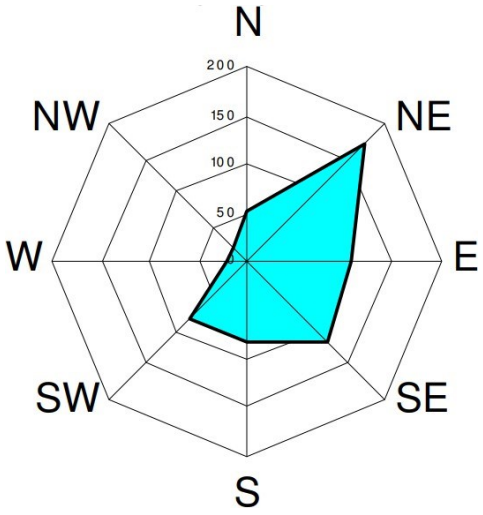


figura 2: dirección de los vientos predominantes en Entre Ríos

Teniendo en cuenta esto se ubicará la planta de forma tal que su entrada y aberturas estén orientadas mirando hacia el oeste, ya que desde esa dirección los vientos poseen menor frecuencia e intensidad.

A continuación, se muestra la zona que será asignada para la planta dentro del predio del tambo:



figura 3: ubicación de la planta dentro del predio del tambo

Cerco perimetral

El cerco perimetral será del tipo olímpico, realizado con alambre galvanizado, construido con tejido romboidal tipo industrial de malla 50/63, con una altura de 3 metros, con tres hilos de refuerzo, sostenidos y anclados a postes de hormigón en línea continua a una distancia de 5 metros entre ellos, con tres hileras de púas en su coronamiento.

El cerco perimetral tendrá una dimensión de 60 metros de largo por unos 60 metros de ancho.

Estructura edilicia

La planta se compone básicamente de unos 1680 m^2 de los cuales 1020 m^2 se encuentran cubiertos y corresponden a las diferentes áreas del proceso, el área restante corresponde a vías de circulación. Toda esta área estará separada y delimitada en parte por las paredes del edificio de la planta y el resto por un cerco perimetral o medianera de hormigón premoldeado.

Esta superficie a su vez está contenida por el área delimitada por el cerco perimetral olímpico de 3600 m^2, donde el área restante son espacios verdes parquizados, el cual ofrece un cambio gradual entre el campo del tambo y la planta de procesos propiamente dicha.

Dentro de la superficie cubierta se encuentran las siguientes áreas:

- Cuarto que almacenamiento de materia prima
- Laboratorio
- Baño de hombres
- Baño de mujeres
- Filtros sanitarios
- Sala de proceso
- Almacén de insumos y materiales
- saladero
- Cámara de maduración
- Almacén de producto terminado

Condiciones higiénico sanitarias de la planta

Ya se mencionó anteriormente que el establecimiento debe cumplir con una serie de requisitos para ser considerada como una planta sanitariamente segura capaz de producir alimentos inocuos.

En esta parte se realizará una descripción sobre las condiciones de diseño a seguir para lograr este objetivo, características basadas en los lineamientos establecidos por las normativas vigentes anteriormente mencionadas.

De manera general se deberá lograr estructuras que estén construidas de manera tal que no permitan la acumulación de suciedad, microorganismos, etc. a la vez, que sean de fácil limpieza y desinfección, con el fin de garantizar su eficiencia y reducir el tiempo y esfuerzo dedicados a esta tarea.

El edificio debe ser diseñado de forma que no permita el ingreso de insectos, roedores y/o plagas, así como tampoco permita el ingreso de polvo, humo, vapor u otros contaminantes externos.

Pisos

Los pisos deben ser de materiales resistentes capaces de soportar el tránsito, impermeables, lavables y antideslizantes, no deben presentar grietas y serán fáciles de limpiar y desinfectar.

El piso estará construido con una pendiente tal que permita a los líquidos escurrir hacia las bocas de los sumideros evitando su acumulación.

Los pisos de la zona de producción serán de hormigón armado endurecido con cuarzo y cemento, con alisado antideslizante, para evitar accidentes de los operarios.

Paredes

Las paredes estarán construidas con mampostería de 0,3 m de espesor, para las paredes que separan la planta del exterior y de mampostería de 0,15 m para las paredes internas de la planta; las mismas serán revestidas con material no absorbente (pintura epoxi), liso, lavable y de color claro para identificar fácilmente la presencia de suciedad. Las mismas estarán impermeabilizadas, los ángulos entre paredes y entre las paredes y el piso serán redondeadas para facilitar la limpieza.

Techos

La planta tendrá un techo a una sola agua con una pendiente de 20° hacia atrás. Serán construidos de forma tal que sean de fácil limpieza, para evitar la acumulación de suciedad y reducir al mínimo la condensación. Los ángulos entre las paredes y el techo serán redondeados para facilitar la limpieza.

Serán construidos de chapa trapezoidal Cincalum C-25 Siderar X.

Ventanas y aberturas

Las ventanas se ubicarán en la zona alta de las paredes para favorecer la ventilación, iluminación y ahorro energético. Contarán con mosquiteros para evitar el acceso de plagas y trozos de suciedad del exterior, debe tenerse en cuenta aquí también la orientación de los vientos predominantes en verano que puedan traer malos olores desde el tambo, por lo que las ventanas y ventilación se colocarán predominantemente en la parte oeste de la planta.

Las puertas estarán construidas con material no absorbente, lisos y de fácil limpieza, es importante que las mismas se abran hacia el interior y cuenten con mecanismos de cierres automáticos, de manera de minimizar el tiempo que estas permanecen abiertas.

Filtros sanitarios

Los filtros sanitarios están dispuestos de tal manera que sean un paso obligado si se quiere ir hacia las zonas de proceso; los mismos estarán bien iluminados, provistos de piletas para el lavado de manos y botas con agua potable, jabón líquido y toallas de papel para el secado de las manos, así como cestos de basura donde desecharlas. Se colocarán carteles que les indiquen al personal que deben lavarse las manos y botas antes de entrar a la zona de proceso, así como un instructivo con la manera apropiada de hacerlo.

Cámara de almacenamiento

Como se describió oportunamente en el capítulo VII para la construcción de la cámara se utilizarán paneles prefabricados conformados por núcleos de poliuretano expandido de alta densidad (42 kg/m^3) y dos caras exteriores de chapa pre-pintada blanca; para este proyecto se escogieron paneles de 60 mm de espesor, las cuales presentan un costo de 35 U$D por m^2.

Para la construcción del piso se utilizarán dos capas de paneles frigoríficos entre capas de hormigón armado de 10 cm de espesor, de manera de garantizar que el suelo no sufra fisuras ni levantamientos por dilatación de la tierra. Estos paneles son fabricados para industrias alimenticias por lo que cumplen con todos los requisitos higiénicos-sanitarios exigidos por la normativa y garantizan la inocuidad de los productos.

Costos de las obras civiles

Existen diferentes fuentes donde se pueden obtener los costos promedio de construcción de viviendas, galpones y plantas industriales. Esta información se puede obtener a través de la consulta a un proveedor particular o a través de los informes mensuales presentados por las cámaras de la construcción que nuclean empresarios del sector, así como informes de consultoras en general.

Para este proyecto la información de los costos de construcción fue obtenida a través de fuentes de la segunda opción antes mencionada[iii], en el siguiente cuadro se puede observar los mismos:

Tabla 1: costos de obras civiles para la planta

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo (U$D)
Cerco perimetral	240 m lineales	9 U$D/ m lineal	2160
Medianera premoldeada	90 m lineales	20 U$D/ m lineal	1800
Pisos	1020 m2	14 U$D/m2	14280
Ripio (10 cm de espesor del piso)	70 m3	10 U$D/m3	700
Mampostería 0,3 m	512 m2	25 U$D/m2	12800
Mampostería 0,15 m	644 m2	19 U$D/m2	12236
Cimiento	13 m3	90 U$D/m3	1170
Aberturas	15	175 U$D/unidad	2625
Puertas	15	225 U$D/unidad	3375
Pintura epoxi	230 litros	9 U$D/litro	2070
Techo	1020 m2	30 U$D/m2	30600
Portón	1	350 U$D/unidad	350
Baños	2	450 U$D/unidad	900
Filtro sanitario	2	225 U$D/unidad	450
COSTO TOTAL:		**85516 U$D**	

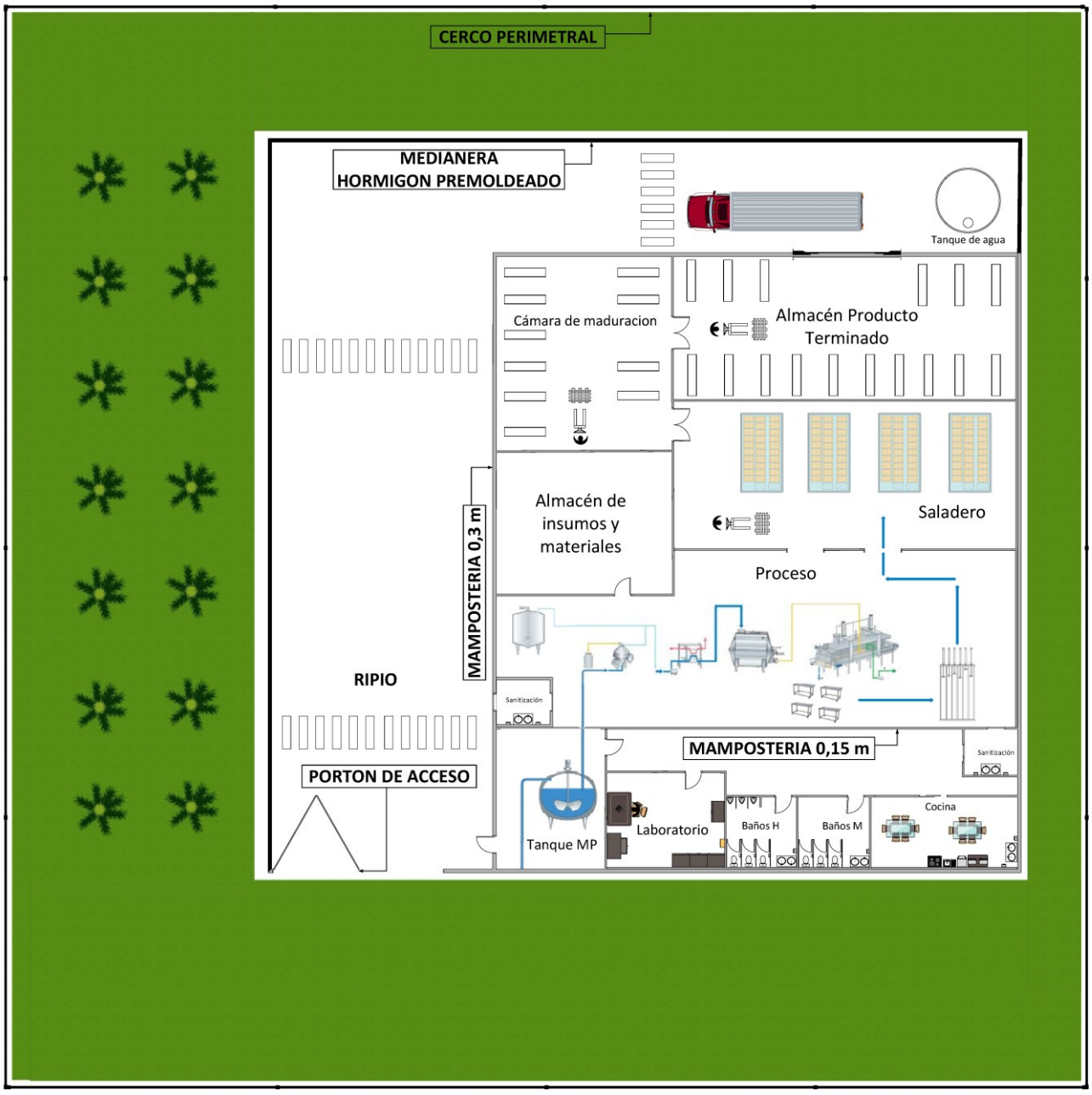


figura 4: Representación grafica de la estructura edilicia general de la planta

[i] Código Alimentario Argentino, Capitulo II: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_ii_establecactualiz_2020-04-07.pdf

[ii] https://www.entrerios.gov.ar/icab/userfiles/files/Resoluciones/Res%20034%20-%2016.pdf

[iii] https://www.cifrasonline.com.ar/costos/

Capítulo X

Tratamiento de efluentes

Índice

Introducción 3
La industria láctea y el medio ambiente 4
Producción orgánica y el medio ambiente 5
Modelo de tambo fabrica y generación de residuos 6
Descripción de los efluentes generados por la planta 10
Selección del método de tratamiento 18
Normativa para la provincia de Entre Ríos 19
Análisis de los sistemas de tratamiento existentes 23
Pretratamiento 23
Ecualización: tanque de compensación 28
Tratamiento primario 32
Tratamiento secundario 39
Elección del tratamiento secundario 48
Dimensionamiento del sistema de lagunaje 49

Introducción

Toda actividad industrial, incluida la industria láctea, supone la producción indirecta de una serie de subproductos como resultado de los procesos productivos utilizados para transformar las materias primas.

Estos subproductos, en cualquiera de sus formas (sólido, líquido o gas) son emitidos hacia el medio ambiente de modo directo o bien luego de una serie de tratamientos previos. Si se permitiera la emisión indiscriminada de estas corrientes, la descomposición de la materia orgánica que contienen puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes, además de la frecuente presencia de numerosos microorganismos patógenos y causante de enfermedades en los residuos industriales. Los efluentes industriales líquidos también suelen contener nutrientes, que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas no autóctonas que modifican el ecosistema natural del medio, además pueden incluir también compuestos tóxicos. Es por todo esto que la evacuación inmediata de los efluentes residuales de sus fuentes de generación, seguida de un tratamiento adecuado y eliminación, es no solo deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada.

El saneamiento e higiene industrial se encarga de aplicar los principios básicos de la ciencia y de la ingeniería a los problemas generados por los residuos provenientes de la actividad industrial. El objetivo final de la gestión de residuos industriales es la protección del medio ambiente empleando medidas conformes a las posibilidades e inquietudes económicas, sociales y políticas de una región.

En Argentina la actividad industrial ha ido modificando severamente al medio ambiente, relacionándose cada vez más como una de las principales causas de contaminación ambiental, debido a la degradación ambiental originada especialmente durante los grandes periodos de desarrollo industrial, sumado a la mayor conciencia y exigencia de los consumidores por el cuidado del medio ambiente, la variable ambiental ha comenzado a interiorizarse paulatinamente en los distintos procesos productivos con la finalidad de evitar o minimizar los impactos ambientales de tales actividades.

Si bien la situación ha mejorado, también se debe señalar que los empresarios industriales argentinos, sobre todo los de pequeñas y medianas empresas, ven a la gestión responsable de los residuos que generan más como un gasto que como una

inversión; sumado a esto las recurrentes crisis económicas (con caídas del consumo) que ha sufrido nuestro país en las últimas décadas hace que hayan sido escasas las inversiones en esta área; y más aún, la gestión ambiental es la primera variable de ajuste para las empresas a la hora de enfrentar dificultades económicas. Donde las empresas que más han invertido y mejores tratamientos de residuos poseen es debido más a una exigencia de mercados internacionales de países desarrollados que a una franca conciencia ambiental por parte de las mismas.

El sector de procesamiento industrial de alimentos es muy variado y desempeña un papel de suma importancia en el desarrollo económico del país. Sin embargo, la producción industrial de alimentos tiene un impacto sobre el medio natural a través de todo el ciclo, desde la explotación y transformación de las materias primas hasta el uso y eliminación por parte de los consumidores finales. Los principales y más directos son la generación de residuos, el uso del agua, la generación de efluentes y el uso de energía.

La industria láctea y el medio ambiente

En muchos países la industria de productos lácteos está considerada como la fuente más grande de aguas residuales dentro del rubro de procesado de alimentos.

En el caso de las industrias lácteas la contaminación se caracteriza por ser de tipo orgánica y biodegradable con una generación de efluentes líquidos que tienen una rápida tendencia a la fermentación por la conversión por parte de bacterias lácticas de la lactosa en ácido láctico. Este proceso de biodegradación está directamente relacionado con la cantidad de leche o suero que va a parar al efluente, por lo que, en principio, el control de los procesos es el primer paso hacia mejorar la calidad de los efluentes.

En general los efluentes lácteos contienen altas concentraciones de material orgánico (proteínas, hidratos de carbono y lípidos), medias a altas concentraciones de sólidos en suspensión, alta demanda biológica de oxigeno (DBO), alta demanda química de oxigeno (DQO), altas concentraciones de Nitrógeno, altos contenidos de aceite y grasa en suspensión y grandes variaciones de pH, por lo que necesitan de un tratamiento especial para evitar o minimizar problemas ambientales.

Si bien la industria láctea tiene impactos sobre el ambiente por sus emisiones gaseosas, por la generación de residuos sólidos, el problema ambiental más

importante la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por carga contaminante fundamentalmente de carácter orgánico, estos efluentes si no son tratados adecuadamente ocasionan problemas de contaminación de suelos o cuerpos de aguas.

Cabe destacar que el vertido del efluente más problemático por parte de la industria láctea (el suero de quesería) ha disminuido considerablemente en los últimos años, esto se debe a que la industria ha comenzado realizar el procesado y agregado de valor de este subproducto, obteniendo múltiples productos de importante valor comercial (suero de leche en polvo, proteínas séricas en polvo, lactosa, compuestos de interés biológico a través de su fermentación e incluso bioplásticos); donde hasta no hace muchos años el suero era simplemente desechado al medio ambiente; sin embargo, poder procesar este subproducto requiere de una inversión inicial importante y un volumen de suero a procesar grande, lo que hace que las pequeñas empresas lácteas no tengan la posibilidad de acceder a esta opción de agregado de valor de este subproducto tan importante.

Producción orgánica y el medio ambiente

En el ideario popular se asocian a los productos orgánicos principalmente con productos “naturales” o “libres de compuestos químicos sintéticos” como residuos de fertilizantes y pesticidas en los productos frescos o conservantes químicos en los productos elaborados, sin embargo, la producción orgánica es mucho más que eso; no solo restringe la utilización de estos compuestos químicos sintéticos, sino que también tiene como ejes el bienestar ambiental y animal y la creación de modelos de producción sustentables y amigables con el medio ambiente.

Argentina está dentro de los países que cuanta con un “ley orgánica”, donde la Resolución 374 de SENASA[i] describe a la producción orgánica como:

“*un sistema general de manejo agrícola y de producción de alimentos que combina las mejores prácticas de gestión ambiental, conservando un elevado nivel de biodiversidad, preservando los recursos naturales, atendiendo las normas de bienestar animal y las preferencias de determinados consumidores por productos obtenidos a partir de materias primas, sustancias y procesos naturales”.*

“Que, por dicho motivo, los métodos de producción orgánicos desempeñan un papel social doble, aportando, por un lado, productos orgánicos a un mercado específico

que responde a la demanda de los consumidores y, por otro, bienes públicos que contribuyen a la protección del ambiente, al bienestar animal y al desarrollo rural".

De aquí se concluye que un modelo productivo para obtener la certificación y poder ser considerado como "orgánico" no puede de ninguna manera producir residuos industriales, de ningún tipo, que alteren el medio ambiente; siendo en este sentido el tratamiento de efluentes una etapa más del modelo productivo que debe cumplirse de manera efectiva.

Según varios estudios científicos señalados por organizaciones internacionales como IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica) y la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) ***"los sistemas de producción orgánicos no solo no afectan de manera negativa el medio ambiente, sino que ayudan a mejorarlo"***.

Modelo de tambo fabrica y generación de residuos

El modelo productivo planteado en este proyecto es el de un Tambo Fabrica, el cual presenta la particularidad que tanto la obtención de la materia prima (leche cruda) así como su procesamiento para la obtención de diferentes productos procesados (quesos y yogur) se realizan bajo las normas de producción orgánicas vigentes, pudiendo obtener de esta manera productos orgánicos certificados.

Tanto el tambo como el edificio destinado al procesado de la leche se encuentran dentro del mismo predio, pero respetando la normativa vigente del Instituto de Control de Alimentación y Bromatología de la provincia de Entre Ríos (ICAB) para este tipo de establecimientos, la cual establece que la zona de ordeñe y la planta procesadora de leche se deben encontrar a una distancia mínima de 50 metros.

Toda la leche producida durante el día en el tambo será procesada de manera inmediata en la planta, destinando de manera aproximada unos 2000 litros de leche cruda a la producción de quesos y unos 500 litros a la producción de yogur.

A continuación, se muestran diagramas de flujo para los procesos de elaboración de queso y yogur y los respectivos efluentes generados durante los mismos:

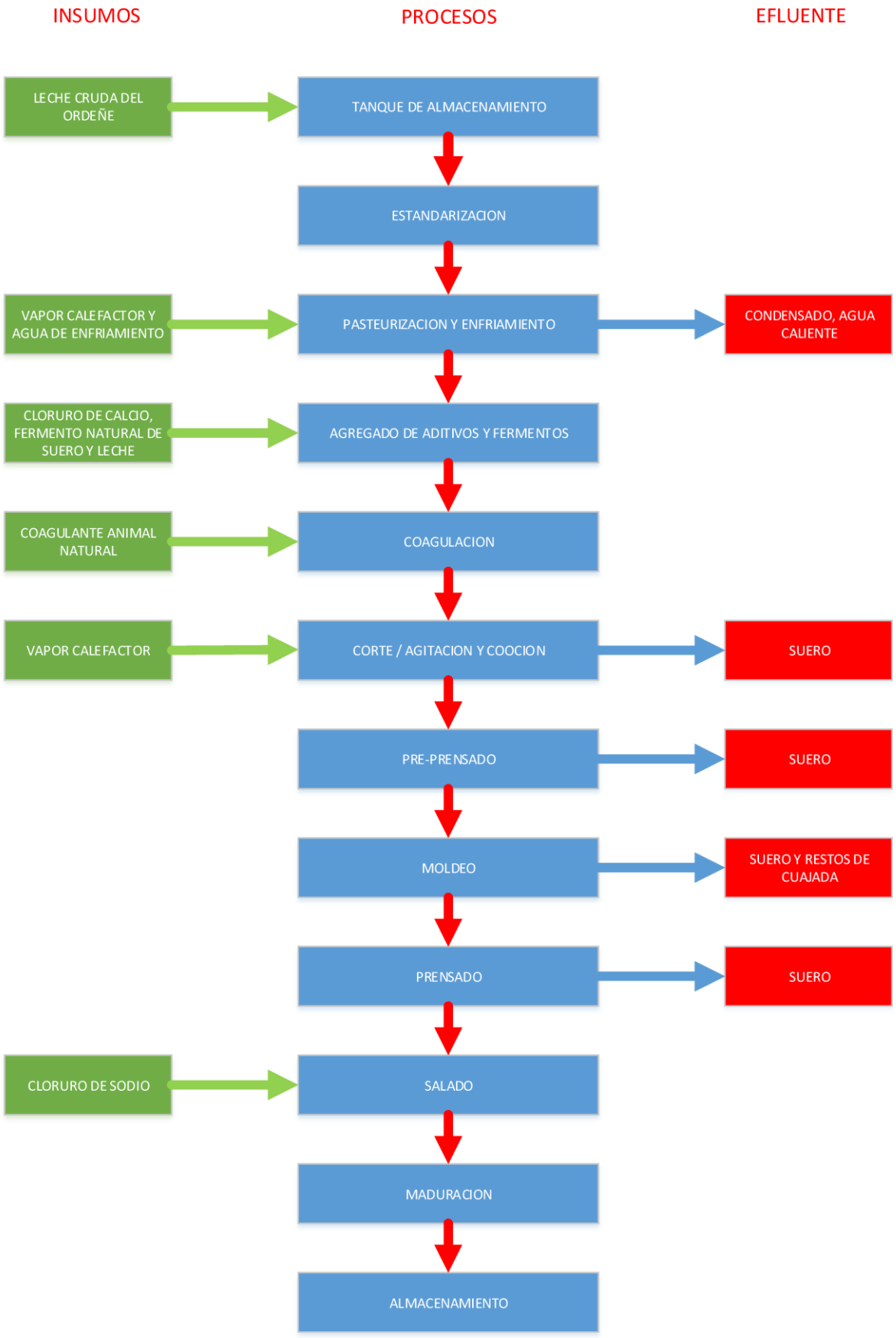


figura 1: Diagrama de flujo con corrientes de efluentes para la elaboración de quesos



figura 2: Diagrama de flujo con corrientes de efluentes para la elaboración de yogur

Tanto la elaboración de queso como la de yogur presentan ciertas diferencias con respecto al sistema de producción convencional, estas diferencias se deben a las limitaciones que establece la legislación orgánica, como, por ejemplo, todos los aditivos e ingredientes deben ser orgánicos de ser posible, los conservantes químicos, los organismos genéticamente modificados (OGMs) así como sus derivados son incompatibles con la producción orgánica. Además de estos aspectos tecnológicos vinculados meramente con la etapa productiva, la legislación orgánica también establece limitaciones para las operaciones de limpieza, desinfección y tratamientos de efluentes posteriores. A continuación, se muestra la tabla del Anexo XI de la resolución 374 de SENASA:

ANEXO XI

Productos Autorizados para la Limpieza y Desinfección de Locales, Instalaciones, Maquinarias y Equipos Utilizados en la Producción, Elaboración, Almacenamiento, Transporte, Distribución y Comercialización de Productos Orgánicos de Origen Vegetal y Animal

(a que hacen referencia los Artículos 32, 61, 62, 70, 112 y 120 del Anexo I)

- Jabón de potasa y sosa
- Agua y vapor
- Lechada de cal
- Cal
-Cal viva
- Hipoclorito de sodio (por ejemplo, como solución acuosa)
- Soda cáustica
- Potasa cáustica
- Peróxido de hidrógeno
- Esencias naturales de plantas, excepto terpenos de naranja para frigoríficos
- Ácido cítrico, peracético, ácido fórmico, láctico, oxálico y acético
- Alcohol
- Ácido nítrico (equipos de lechería)
- Ácido fosfórico (equipos de lechería)
- Productos de limpieza y desinfección de pezones e instalaciones de ordeñe
- Bicarbonato de sódio
- Carbonato de sódio

figura 3: productos de limpieza autorizados por la legislación orgánica.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente el modelo productivo planteado en este proyecto presentas ciertas diferencias con los modelos de producción convencionales de productos lácteos, tanto a nivel de los procesos productivos, así como a la generación de efluentes y sus características, así como la manera en que pueden tratarse dichos efluentes generados.

Descripción de los efluentes generados por la planta

En primer lugar, cabe destacar que el modelo productivo de pequeña escala planteado permite tener un riguroso cuidado a la hora de la prevención en la generación de residuos innecesarios, tales como, el volcado de leche debido a malas manipulaciones o llenado excesivo de equipamiento, recuperación de los trozos de cuajada y finos perdidos durante los procesos de moldeado y desuerado, etc.



figura 4: volcado de leche por mala manipulación.

Por lo que el efluente generado durante el día estará compuesto principalmente por:

- Suero generado durante la elaboración de queso.
- Condensado del vapor calefactor utilizado para tratamientos térmicos y mantención de temperaturas de los procesos.
- Corriente de salida del agua de enfriamiento de los intercambiadores de calor y equipos.
- Vertidos de limpieza pre-operacionales y post-operacionales de equipos.
- Vertidos de limpieza del lavado de espacios y superficies.
- Aguas sanitarias provenientes de los servicios sanitarios del personal que trabaja en la planta.

A continuación, se presenta una tabla que detalla los efluentes generados durante el día por la actividad en la planta, así como los parámetros más relevantes de cada uno de ellos desde el punto de vista de su posterior tratamiento.

Tabla 1: Descripción de los efluentes generados diariamente en la planta de producción

Nombre corriente	Efluente	Origen	Volumen generado (l/dia)	DBO (mg O_2/l)	Temp. (˚C)	pH	Solidos precipitables
A	Ac. Peracetico 1 %	Descarga del liquido desinfectante correspondiente a la etapa de limpieza pre−operacional de la tina quesera	1000	NS	15	3	NS
B	Ac. Peracetico 1 %	Descarga del liquido desinfectante correspondiente a la etapa de limpieza pre−operacional del fermentador de yogur	500	NS	15	3	NS
C	Condensado de vapor calefactor	Calentamiento y mantenimiento de la pasteurizacion del queso semiduro	112	NS	80	7	NS
D	Condensado de vapor calefactor	Calentamiento y mantenimiento de la pasteurizacion del queso de pasta dura	112	NS	80	7	NS
E	Condensado de vapor calefactor	Calentamiento y mantenimiento de la pasteurizacion del yogur	100	NS	80	7	NS
F	Agua de enfriamiento	Enfriamiento desde la temperatura de pasteurizacion hasta la de fermentacion del queso semiduro	2500	NS	20	7	NS
G	Agua de enfriamiento	Enfriamiento desde la temperatura de pasteurizacion hasta la de fermentacion del queso de pasta dura	2500	NS	20	7	NS
H	Agua de enfriamiento	Enfriamiento desde la temperatura de pasteurizacion hasta la de fermentacion del yogur	3000	NS	20	7	NS
I	Suero	Desuerado del queso semiduro	904	35000	37	6,4	NS
J	Suero	Desuerado del queso semiduro	904	35000	37	6,4	NS
K	Sc NaOH 2 %	Agente de limpieza para linea de quesos	1000	NS	110	13	NS
M	Sc NaOH 2 %	Agente de limpieza para linea de yogur	500	NS	110	13	NS
N	Agua de lavado	Agua potable utilizada para el lavado fisico y enjuague de la linea de quesos	3500	NS	15	7	NS
Ñ	Agua de lavado	Agua potable utilizada para el lavado fisico y enjuague de la linea de yogur	1600	NS	15	7	15 ml/l de efluente
O	Agua de enjuague	Agua potable para destruir la espuma generada en el fermentador de yogur	50	30000	20	5	500 ml/l de efluente

La mayoría de los parámetros que figuran en la tabla 1 para los efluentes generados por la elaboración de yogur fueron determinados en la práctica, durante las producciones de yogur probiótico en la planta piloto de la Facultad de Ciencias de la Alimentación, donde se producen batch de yogur bebible de 500 litros, debido a la similitud con el proceso productivo planteado para este proyecto final se pueden utilizar estos datos para los cálculos necesarios.

Para mencionar algunos, tanto los volúmenes y temperaturas de aguas de enjuague, aguas de lavados (NaOH) y desinfección, temperatura de los condensados, así como los sólidos sedimentables de los efluentes fueron medidos en la planta piloto.



figura 5: espuma y costra generadas en el fermentador de yogur

Las figuras anteriores muestran tanto la espuma como la costra que se genera en el fermentador de yogur una vez terminado el proceso de elaboración, en primer lugar la espuma es destruida incorporando agua al equipo a través de una manguera, posteriormente se prosigue con un lavado físico para eliminar la costra de las paredes, un enjuague para arrastrar todo los sólidos desprendidos y materia orgánica no adherida y por último se realiza el lavado químico con una solución de NaOH caliente y desinfección con Ácido Peracético.

De los efluentes generados se tomaron muestras para realizar la determinación de los parámetros que se encuentran en la tabla 1; para determinar los sólidos sedimentables, se realizó un ensayo introduciendo un litro de muestra del efluente generado en un cono de Imhoff. Los sólidos separados al cabo de un tiempo (10 minutos y 2 horas) se denominan sólidos sedimentables.

Para la determinación de sólidos sedimentables se tomaron dos efluentes, en primer lugar, el efluente compuesto por el agua y la espuma degradada y en segundo lugar con el agua que contiene toda la costra eliminada de las paredes del fermentador.



figura 6: Determinación de solidos sedimentables para los efluentes de yogur

A partir de estos datos se pueden realizar balances de materia con el fin de determinar el valor de cada uno de estos parámetros para el efluente total, suponiendo que todas estas corrientes de efluentes generadas en la planta durante el día se mezclarán posteriormente en la planta de tratamientos, para poder de esta manera hacer una adecuada selección de los métodos de tratamiento a utilizar y para el dimensionamiento de cada una de las unidades de tratamiento.

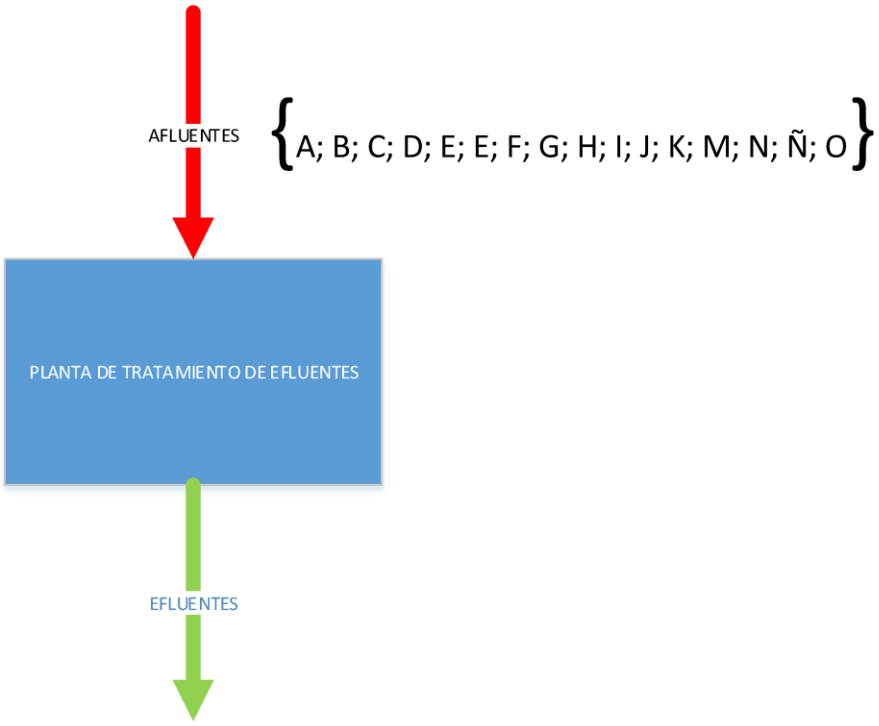


figura 7: Diagrama esquemático del tratamiento de efluentes

Balance de materia global del proceso:

$$\boldsymbol{T = A + B + C + D + E + F + G + H + I + J + K + M + N + \tilde{N} + O}$$

$$T = (1000 + 500 + 112 + 112 + 80 + 2350 + 2350 + 2500 + 904 + 904 + 1000 + 500 + 1000 + 500 + 50)\ litros/dia$$

$$\boldsymbol{T = 23.340\ litros/dia}$$

Balance de materia para el DBO:

$$T{*}DBO_T = A * DBO_A + B * DBO_B + C * DBO_C + D * DBO_D + E * DBO_E + F * DBO_F + G * DBO_G + H * DBO_H + I * DBO_I + J * DBO_J + K * DBO_K + M * DBO_M + N * DBO_N + \tilde{N} * DBO_{\tilde{N}} + O * DBO_O$$

Donde:

DBO_i : la carga orgánica de la corriente i-esima

$$T{*}DBO_T = 64780000\ mg\ O_2$$

$$DBO_T = \frac{64780000\ mg\ O_2}{T}$$

$$DBO_T = \mathbf{3000}\ mg\ O_2/l$$

Balances de materia para solidos sedimentables:

$$T*SP_T = \boldsymbol{A} * \boldsymbol{SP_A} + \boldsymbol{B} * \boldsymbol{SP_B} + \boldsymbol{C} * \boldsymbol{SP_C} + \boldsymbol{D} * \boldsymbol{SP_D} + \boldsymbol{E} * \boldsymbol{SP_E} + \boldsymbol{F} * \boldsymbol{SP_F} + \boldsymbol{G} * \boldsymbol{SP_G} + \boldsymbol{H} * \boldsymbol{SP_H} + \boldsymbol{I} * \boldsymbol{SP_I} + \boldsymbol{J} * \boldsymbol{SP_J} + \boldsymbol{K} * \boldsymbol{SP_K} + \boldsymbol{M} * \boldsymbol{SP_M} + \boldsymbol{N} * \boldsymbol{SP_N} + Ñ * \boldsymbol{SP_Ñ} + \boldsymbol{O} * \boldsymbol{SP_O}$$

Donde:

SP_i: solidos sedimentables en la corriente i-esima.

$T*SP_T = 49000 \text{ ml SP}$

$$SP_T = \frac{49000 \text{ ml}}{T}$$

$$SP_T = 2{,}68 \text{ ml SP/l}$$

Balances energía para la temperatura del efluente:

Para poder determinar la temperatura del efluente final se considerará el supuesto de que todas las corrientes poseen el mismo calor especifico (Cp), esta consideración puede realizarse sin cometer grandes errores debido a que todas las corrientes están formadas en gran proporción por agua.

$$\boldsymbol{T} * \boldsymbol{Cp_T} * \boldsymbol{t_T} = \boldsymbol{A} * \boldsymbol{Cp_A} * \boldsymbol{t_A} + \boldsymbol{B} * \boldsymbol{Cp_B} * \boldsymbol{t_B} + \boldsymbol{C} * \boldsymbol{Cp_C} * \boldsymbol{t_C} + \boldsymbol{D} * \boldsymbol{Cp_D} * \boldsymbol{t_D} + \boldsymbol{E} * \boldsymbol{Cp_E} * \boldsymbol{t_E} + \boldsymbol{F} * \boldsymbol{Cp_F} * \boldsymbol{t_F} + \boldsymbol{G} * \boldsymbol{Cp_G} * \boldsymbol{t_G} + \boldsymbol{H} * \boldsymbol{Cp_H} * \boldsymbol{t_H} + \boldsymbol{I} * \boldsymbol{Cp_I} * \boldsymbol{t_I} + \boldsymbol{J} * \boldsymbol{Cp_J} * \boldsymbol{t_J} + \boldsymbol{K} * \boldsymbol{Cp_K} * \boldsymbol{t_K} + \boldsymbol{M} * \boldsymbol{Cp_M} * \boldsymbol{t_M} + \boldsymbol{N} * \boldsymbol{Cp_N} * \boldsymbol{t_N} + Ñ * \boldsymbol{Cp_Ñ} * \boldsymbol{t_Ñ} + \boldsymbol{O} * \boldsymbol{Cp_O} * \boldsymbol{t_O}$$

Donde:

Cp_i: calor especifico de la corriente i-esima

.ti: temperatura de la corriente i-esima

Debido a que se consideran los calores específicos iguales para todas las corrientes este término será igual para todas las corrientes, por lo que se puede hacer factor común del mismo y termina simplificándose en la ecuación. Por lo que queda:

$$\boldsymbol{T} * \cancel{\boldsymbol{Cp}} * \boldsymbol{t_T} = \cancel{\boldsymbol{Cp}}(\boldsymbol{A} * \boldsymbol{t_A} + \boldsymbol{B} * \boldsymbol{t_B} + \boldsymbol{C} * \boldsymbol{t_C} + \boldsymbol{D} * \boldsymbol{t_D} + \boldsymbol{E} * \boldsymbol{t_E} + \boldsymbol{F} * \boldsymbol{t_F} + \boldsymbol{G} * \boldsymbol{t_G} + \boldsymbol{H} * \boldsymbol{t_H} + \boldsymbol{I} * \boldsymbol{t_I} + \boldsymbol{J} * \boldsymbol{t_J} + \boldsymbol{K} * \boldsymbol{t_K} + \boldsymbol{M} * \boldsymbol{t_M} + \boldsymbol{N} * \boldsymbol{t_N} + Ñ * \boldsymbol{t_Ñ} + \boldsymbol{O} * \boldsymbol{t_O})$$

$$\boldsymbol{t_T} = \boldsymbol{28{,}3\ °C}$$

Balance de materia para el pH:

Para poder calcular el pH final de la mezcla de los efluentes se realizará un balance de materia planteado en términos de las concentraciones de protones o hidrogeniones [H^+] de cada corriente:

Donde [H^+] se calculará a través de la siguiente fórmula:

$[H^+]_i = 10^{-pH}$ (concentración de hidrogeniones en la corriente i-esima)

Por lo que el balance de materia queda:

$$\boldsymbol{T} * [\boldsymbol{H}^+]_T = \boldsymbol{A} * [\boldsymbol{H}^+]_A + \boldsymbol{B} * [\boldsymbol{H}^+]_B + \boldsymbol{C} * [\boldsymbol{H}^+]_C + \boldsymbol{D} * [\boldsymbol{H}^+]_D + \boldsymbol{E} * [\boldsymbol{H}^+]_E + \boldsymbol{F} * [\boldsymbol{H}^+]_F + \boldsymbol{G} * [\boldsymbol{H}^+]_G + \boldsymbol{H} * [\boldsymbol{H}^+]_H + \boldsymbol{I} * [\boldsymbol{H}^+]_I + \boldsymbol{J} * [\boldsymbol{H}^+]_J + \boldsymbol{K} * [\boldsymbol{H}^+]_K + \boldsymbol{M} * [\boldsymbol{H}^+]_M + \boldsymbol{N} * [\boldsymbol{H}^+]_N + \tilde{\mathrm{N}} * [\boldsymbol{H}^+]_{\tilde{\mathrm{N}}} + \boldsymbol{O} * [\boldsymbol{H}^+]_O$$

Con respecto a este parámetro hay algunas consideraciones que se deben hacer; en primer lugar, se puede observar que la mayoría de los efluentes presentan un pH neutro, con lo cual solo aportarían un efecto de dilución o amortiguador del efecto de los efluentes con características ácidas o alcalinas; como lo son las aguas de lavado y desinfección.

Otro efluente que posee valores diferentes a la neutralidad y que generalmente es un problema para la industria láctea a la hora del tratamiento de efluentes es el suero; el cual debido a que las bacterias lácticas pueden seguir actuando con la generación de ácido láctico como consecuencia de su metabolismo y con la consecuente disminución del pH y aumento de la acidez, lo cual si no es controlado puede generar problemas para el tratamiento de los efluentes si se desarrolla una acidez excesivamente alta.

En este modelo productivo esto no solo se tendrá en cuenta, sino que además se utilizara como una herramienta para lograr la neutralización del efluente total; es decir que se realizara un balance de materia considerando todas las corrientes excepto las de suero; donde a través del balance se calculara el aporte de iones H^+ necesarios para lograr la neutralización del efluente total, y posteriormente se calculara cuál es la acidez y pH que debe desarrollar el suero para lograr aportar los H^+ necesarios antes calculados; una vez alcanzada dicha acidez el suero debería ser sometido a una inactivación térmica y posteriormente mezclado con el resto del efluente, logrando de esta manera un efluente total con pH muy cercano a la neutralidad.

Se debe tener en cuenta además que los iones H^+ que pueda aportar el suero no está directamente relacionada con su pH, sino que esto representa solo una parte, y es la correspondiente a la llamada "acidez desarrollada" que es debida al ácido láctico y a otros ácidos producidos por la degradación de lactosa por parte de microorganismos; sino que además se encuentra lo que se conoce como la "acidez natural" de la leche, que es la acidez debida a la caseína, acidez debida a sustancias minerales y acidez debida a los fosfatos. Teniendo en cuenta esto, el valor de pH que se presenta para el suero es el valor equivalente a una solución que aportaría la cantidad de iones H^+ necesarios y la cual puede convertirse como acidez en grados Dornic para el suero.

Tabla 2: valores de p H y concentraciones de iones H^+ y OH^- para cada efluente

Nombre corriente	**Efluente**	**Volumen** (l/dia)	**pH**	**[H+]** en Moles/litro	**[OH-]** en Moles/litro	**[H+]* corriente** (n° moles de H+ en la corriente)	**[OH-]* corriente** (n° moles de H+ en la corriente)
A	Ac. Peracetico 1 %	1000	2	1,00E−02		1,00E+01	
B	Ac. Peracetico 1 %	500	2	1,00E−02		5,00E+00	
C	Condensado de vapor calefactor	112	7	1,00E−07		1,12E−05	
D	Condensado de vapor calefactor	112	7	1,00E−07		1,12E−05	
E	Condensado de vapor calefactor	100	7	1,00E−07		1,00E−05	
F	Agua de enfriamiento	2500	7	1,00E−07		2,50E−04	
G	Agua de enfriamiento	2500	7	1,00E−07		2,50E−04	
H	Agua de enfriamiento	3000	7	1,00E−07		3,00E−04	
I (*)	Suero	904	6	1,00E−06		9,04E−04	
J (*)	Suero	904	6	1,00E−06		9,04E−04	
K	Sc NaOH 2 %	1000	12		1,0E−02		1,00E+01
M	Sc NaOH 2 %	500	12		1,0E−02		5,00E+00
N	Agua de lavado	3500	7	1,00E−07		3,50E−04	
Ñ	Agua de lavado	1600	7	1,00E−07		1,60E−04	
O	Agua de enjuague	50	5	1,00E−05		5,00E−04	
TOTAL (n° moles de H+ en la corriente T)						15,00	
TOTAL (n° moles de OH− en la corriente T)							15,00

En la tabla anterior se puede observar que los efluentes “ácidos” producen un aporte total de 15 moles de iones H^+ al efluente total, a su vez también el efluente de limpieza de NaOH produce un aporte también de 15 moles de iones OH^- al efluente total; debido a estas contribuciones en igual cantidad de estos iones el efluente total tendrá un pH igual a la neutralidad (7) lo cual es un valor propicio para los posteriores tratamientos biológicos que el efluente pueda sufrir.

Selección del método de tratamiento

Los factores determinantes en la selección de un sistema de tratamiento de aguas residuales son:

- La naturaleza del agua residual
- Los requerimientos de uso o disposición del efluente

Para poder obtener un sistema que se ajuste lo mejor posible a los requerimientos y posibilidades de cada sistema productivo particular se aconseja seguir el siguiente procedimiento:

1. Caracterización del agua residual cruda
2. Definición de las normas de vertimiento
3. Análisis y estudio conceptual de los sistemas de tratamiento existentes
4. Selección de los sistemas que se consideren que mejor se ajustan a las posibilidades de la planta (y que cumplan con los requerimientos de vertidos establecidos por la normativa vigente)
5. Diseño conceptual de los sistemas propuestos, incluyendo los parámetros de diseño y operativos
6. Construcción
7. Operación y mantenimiento del sistema construido

Los principales factores de importancia en la selección de procesos y operaciones de tratamiento son:

- **Factibilidad.** El proceso debe ser factible y, por consiguiente, compatible con el dinero disponible, el terreno existente, y la aceptabilidad del cliente o de la comunidad propietaria.

- **Aplicabilidad.** El proceso debe ser capaz de proveer el rendimiento solicitado; es decir, estar en capacidad de producir un efluente con la calidad requerida, para el rango de caudales previsto.
- **Confiabilidad.** El proceso debe ser lo más confiable posible; esto es, contar con condiciones óptimas de trabajo que sean difíciles de alterar, tener capacidad de soporte de cargas y caudales extremos, y mínima dependencia de tecnología u operación completa.
- **Costos.** El proceso debe ser de costo mínimo. La comunidad o el propietario deben ser capaces de costear todos los compuestos de sistema de tratamiento, así como su operación y su mantenimiento.

Las características del efluente, por su parte, determinan la necesidad de un pretratamiento particular, de uno primario o de un tratamiento secundario, así como el tipo de tratamiento (físico, químico, biológico o combinado), la necesidad de neutralización y el tipo de tratamiento biológico.

La cantidad y la calidad del lodo producido determinan la complejidad del tratamiento requerido para su disposición adecuada (La mejor opción es un proceso sin problemas de tratamiento y disposición de lodos. Los procesos sencillos requieren menos personal, menor adiestramiento profesional y, por tanto, son más ventajosos).

Teniendo en consideración el procedimiento descripto anteriormente, el primer punto del mismo ya ha sido cumplido, dado que ya se ha realizado una descripción tanto del sistema productivo como de los efluentes generados por el mismo. Por consiguiente, a continuación, se procederá a determinar lo establecido por el segundo punto de dicho procedimiento, en este sentido se detallará la normativa vigente para el vertido de efluentes en la provincia de Entre Ríos, que es donde se encontrara situada la planta.

Normativa para la provincia de Entre Ríos

La Ley 6260, de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, es la que deben tomar en cuenta las industrias radicadas o a radicarse en la Provincia de Entre Ríos, la misma tiene como objeto establecer criterios y exigencias sobre la localización, construcción, instalación, equipamiento y funcionamiento a reunir por los establecimientos industriales para prevenir la contaminación del medio ambiente, garantizando la preservación del mismo y el control por parte del Estado.

Es de cumplimiento **OBLIGATORIO** por parte de las industrias radicadas o a radicarse en el territorio provincial.

Así mismo, el decreto reglamentario N° 5837 MBSCE, de acuerdo a los lineamientos de la ley 6260, establece las disposiciones comunes, tanto en lo que hace a obligaciones como a procedimientos a que deberán adecuarse todos los establecimientos industriales a instalarse y los ya instalados en la Provincia de Entre Ríos, con el fin de prevenir y controlar la contaminación ambiental.

Esta reglamentación presenta las siguientes definiciones:

"Se entiende por "efluente industrial" o "efluente" a todo material sólido, líquido o gaseoso que sea derivado a un medio receptor final. También se consideran efluentes industriales los ruidos y vibraciones que se detecten fuera de los límites del establecimiento industrial. Se entiende por "medio receptor final" o "medio receptor" o "cuerpo receptor", al suelo, el aire y el agua, los que se constituirán en medio de transmisión o depósitos de los efluentes".

Este decreto presenta además en su Anexo I la fijación de valores máximos en las bocas de descarga al medio receptor final de diferentes parámetros de importancia desde el punto de vista de la contaminación que el efluente puede generar, los valores de dicho anexo se presentan en el siguiente cuadro.

Referencias del cuadro:

SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 hs. Referenciadas *(1) y *(2):

(1) Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del Servicio de Cloacas, de existir normas locales, deberá ser menor de 10 mg/lt.

(2) Para cursos de agua se determinará: MATERIALES EN SUSPENSIÓN, TOTAL

- Descargas al Río Paraná: < 200 mg/lt –
- Descargas al Río Uruguay: < 100 mg/lt –
- Descargas a ríos, arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de 10 veces el caudal de descarga de la industria: < 30 mg/lt.
- En ningún caso deberán presentarse deterioros ambientales como consecuencia de sedimentaciones, acumulaciones o descomposición del material sedimentable, etc.

SÓLIDOS FLOTANTES, referencia *(3):

(3) Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del servicio de cloacas.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, referencias *(4) y *(5):

(4) Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del servicio de cloacas, de no existir normas locales, deberá ser menor de 250 mg O2/lt.

(5) Para cursos de agua se determinará:

- Descargas al Río Paraná: < 400 mg O2/lt.
- Descargas al Río Uruguay: <250 mg O2/lt.
- Descargas a ríos y arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de 10 veces el caudal de descarga de la industria: <50 mg O2/lt.
- En ningún caso deberán producirse deterioros ambientales, tales como olores molestos, aspecto desagradable, etc.

OXÍGENO CONSUMIDO, referencias *(6) y *(7):

Solo se efectuará este ensayo cuando no sea posible hacer la demanda bioquímica de oxígeno.

(6) Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del servicio de cloacas, de no existir normas locales deberá ser menor de 100 mg/lt.

(7) Para cursos de agua se determinará:

- Descargas al Río Paraná: < 160 mg/lt.
- Descargas al río Uruguay: < 100 mg/lt.
- Descargas a ríos y arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de 10 veces el caudal de la industria: < 20 mg/lt.

DEMANDA DE CLORO, referencia *(8):

(8) Cuando por la naturaleza del origen del líquido residual se lo considere necesario, se podrá exigir la cloración hasta satisfacer la demanda de cloro. A pedido del interesado y justificando disponer de otro tratamiento para reducir el contenido microbiológico que no sea la cloración, podrá obviarse esta exigencia; en ese caso la descarga deberá tener menos de 5000 bacterias coliformes totales por cada (100) mililitros.

Tabla 3: valores máximos de distintos parámetros de contaminación en efluentes líquidos

ANEXO I		
DECRETO REGLAMENTARIO DE LA LEY 6260		
NORMA COMPLEMENTARIA SOBRE EFLUENTES LIQUIDOS		
Esta norma detalla, de acuerdo a lo estipulado por el articulo 20˚ del decreto reglamentario de la ley 6260, los valores maximos de los distintos parametros de contaminacion que se admitiran en los efluentes liquidos de establecimientos industriales.		
PARAMETROS	LIMITES PERMITIDOS	
	A COLECTORA CLOACAL	A CURSO DE AGUA
1. pH	5,5 a 10	5,5 a 10
2.Sustancia soluble en eter etilico	< 100 mg/l	< 100 mg/l
3. Aceites minerales	< 10 mg/l	< 10 mg/l
4. Sulfuros	< 1 mg/l	< 1 mg/l
5. Solidos sedimentables en 10 min	< 0,5 mg/l	< 0,5 mg/l
6. solidos sedimentables en 2 hs	*(1)	*(2)
7. Solidos flotantes	*(3)	NO DEBE CONTENER
8. Temperatura	< 45˚C	< 45˚C
9. Demanda Bioquimica de Oxigeno	*(4)	*(5)
10. Oxigeno consumido	*(6)	*(7)
11. Demanda de cloro	*(8)	*(8)
12. Cianuros	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l
13. Cromo hexavalente	< 0,2 mg/l	< 0,2 mg/l
14. Cromo trivalente	< 2 mg/l	< 2 mg/l
15. Sustancia reactiva al azul de ortotoluidina	< 2 mg/l	< 2 mg/l
16. Cadmio	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l
17. Plomo	< 0,5 mg/l	< 0,5 mg/l
18. Mercurio	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
19. Arsenico	< 0,5 mg/l	< 0,5 mg/l
20. Sustancias fenolicas	< 0,5 mg/l	< 0,5 mg/l
21. Otros contaminantes		

Para el caso puntual de este proyecto, los efluentes previamente tratados serán vertidos en el cauce de un arroyo que se encuentra dentro del terreno correspondiente al tambo, por lo que en cuanto a la normativa antes mencionada este caso correspondería a "*descargas a ríos y arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de 10 veces el caudal de la industria*"; por lo que, para citar a modo de ejemplo a algunos de los parámetros a cumplir, el efluente tratado deberá contener una DBO_5 <50 mg O2/lt y sólidos sedimentables en 2 horas < 30 mg/lt.

Análisis de los sistemas de tratamiento existentes

En esta sección se describirá en primer lugar las etapas básicas utilizadas en las plantas de tratamiento de efluentes; posteriormente se describirán las operaciones unitarias mayormente utilizadas en cada una de estas etapas y por último se seleccionará la operación más adecuada en cada etapa para el modelo productivo del presente proyecto, siguiendo los criterios citados anteriormente.

En general, la bibliografía divide a los sistemas de tratamientos de efluentes en las siguientes etapas:

1. Pretratamiento
2. Tratamiento primario
3. Tratamiento secundario (biológico)
4. Tratamiento terciario

Pretratamiento

En toda planta depuradora se realiza un pretratamiento que permite eliminar los sólidos gruesos y los elementos de grandes dimensiones; éste se realiza mediante rejas gruesas y finas. Tiene como objetivo remover del agua residual aquellos componentes que pueden causar dificultades de operación y mantenimiento en los procesos posteriores. Los sólidos –arenas, tierra y otros sólidos de naturaleza mineral- se separan mediante unidades llamadas desarenadores. En algunos casos y según las características del afluente, se realiza la separación de las grasas mediante desengrasadores.

En este punto se harán ciertas consideraciones, debido a que con el objetivo de "preparar" parte del efluente que ingresa a la planta de tratamiento este será sometido antes de salir de la planta de elaboración a algunas operaciones destinadas a elevar la eficiencia del tratamiento posterior. Y se realiza esta aclaración debido a que estas operaciones no son parte estrictamente de la planta de tratamiento, ya que se realizaran dentro de la planta de elaboraciones y con equipamiento propio de las operaciones productivas de los productos elaborados a comercializar.

Estas operaciones están destinadas puntualmente al suero de quesería obtenido como subproducto diariamente, el cual tendrá este tratamiento especial debido a que es el efluente que aporta prácticamente la totalidad de la carga orgánica a tratar.

En este sentido se realizarán las siguientes operaciones al suero antes de ser enviado a la planta de tratamiento:

- **Acidificación del suero:** esta operación fue mencionada en el balance de materia del efluente final para el pH, este procedimiento se justifica debido a que el efluente de limpieza tiene un carácter fuertemente alcalino (solución de NaOH 2%) el cual eleva el pH del efluente total por encima de la neutralidad, efecto que es amortiguado en parte por la corriente del desinfectante, pero que no es suficiente para contrarrestarlo, de modo que para neutralizar el efluente final se utilizara al suero.

  Esta operación consiste simplemente en dejar al suero obtenido en la elaboración en reposo en la tina hasta que este alcance una acidez total suficiente para neutralizar el efluente total; esto se logra debido a que las bacterias lácticas siguen metabolizando parte de la lactosa que queda en el suero. Una vez alcanzado el valor de acidez deseado en el suero se debería inactivar el desarrollo de dichas bacterias para evitar una sobreacidificación.

- **Desnatado del suero:** esta operación consiste en hacer pasar el suero por las centrífugas utilizadas para la estandarización de la leche en la producción de queso y yogur. De esta manera se eliminaría la materia grasa del suero y se evitaría la necesidad de contar con una pileta desengrasadora en el tratamiento posterior.
- **Reducción del contenido proteico del suero:** el suero de quesería es el efluente que produce una gran proporción del aporte de carga orgánica al efluente total, por lo que determina en gran medida las características y dimensiones necesarias de la etapa secundaria o biológica del tratamiento (destinada a reducir la carga orgánica del efluente). En este sentido cualquier operación previa que logre reducir la carga orgánica de dicho efluente cobra importancia. Existen diferentes maneras de poder lograr este objetivo, aquí se plantearán 2 alternativas de las que cuáles se puede optar.

  1. **Producción de ricota:** Este tipo de queso representa una alternativa interesante de aprovechamiento del suero dulce, sin requerir grandes instalaciones o equipos, ni gastos de elaboración.

Su proceso de fabricación se basa en la precipitación de las proteínas del suero mediante el uso de calor y ácidos orgánicos, entre los que pueden mencionarse el ácido acético, láctico, tartárico y/o cítrico.

El queso Ricota es un precipitado de proteínas séricas, albúmina y lacto globulina que atrapan en su estructura a la lactosa y a la materia grasa remanente en el suero de quesería, obteniéndose por cada 100 kg de suero unos 5 kg del producto.

De esta manera se estaría logrando la reducción del contenido de materia orgánica de este efluente, además de generar un subproducto con valor comercial.

2. **Filtración por membrana del suero:** este proceso consiste en hacer pasar al suero de quesería previamente desgrasado y pasteurizado por módulos de membranas filtrantes, cuya apertura de poro y material retenido dependerá de la tecnología elegida (microfiltración, ultrafiltración o nano filtración); al pasar el suero por dichas membranas se generan dos corrientes, el Filtrado que corresponde al líquido que logra pasar por los poros de las membranas (agua, lactosa y sales minerales principalmente) y el permeado que consiste en una corriente compuesta por parte del agua más todas aquellas moléculas orgánicas cuyo tamaño no pueden atravesar los poros de la membrana (proteínas, lípidos, etc.).

   La ventaja de esta operación es que retiene una gran cantidad de compuestos orgánicos, lo que disminuye de manera importante la carga orgánica del efluente a tratar; las desventajas que presenta son su elevada inversión inicial, sus requerimientos operacionales y de mantenimiento y que el subproducto obtenido (retenido es de mayor volumen aprovechamiento).

Para el dimensionamiento posterior de las operaciones de tratamiento se considerará una reducción de la DBO del efluente como resultado de estas operaciones preliminares de 50 % (se considera la reducción correspondiente a la elaboración de ricota, opción menos favorable desde el punto de vista de la carga orgánica) de manera que en caso de adoptarse la filtración con membrana la planta pueda sobre cumplir con las exigencias de las normativas y producir un efluente de buena calidad.

A continuación, se describirán las operaciones de correspondientes a pretratamientos tradicionalmente usados.

Entre los tratamientos preliminares podemos nombrar:

- Rejas
- Tamices
- Desarenadores

Tanto las operaciones preliminares antes detalladas como las propiedades de los efluentes generados (muy baja presencia de sólidos groseros y arena) hacen que un sistema de rejas sea suficiente para el pretratamiento.

Las rejas son construidas con barras metálicas, distribuidas paralelamente, colocadas verticalmente e igualmente espaciadas. El espaciamiento está dado por la clase de material que se quiere remover y por la forma en que se va a retirar el material retenido.

Las rejas se clasifican:

1. Según su inclinación:
    - Horizontales
    - Verticales
    - Inclinadas
2. Según su forma:
    - Rectas
    - Curvas
    - Tipo canasto
3. Según la separación entre las barras:
    - Gruesas: con espaciamientos entre 5 a 15 cm
    - Medias: con espaciamientos entre 1.5 a 5 cm
    - Finas: con espaciamientos entre 1 a 2 cm
4. Según la forma de limpieza:
    - Manual
    - Mecánica

Debido a las características de los efluentes a tratar, los cuales presentan poco contenido de sólidos groseros, se optará por la utilización de rejas inclinadas, con forma recta, separación entre las barras finas y de limpieza manual.

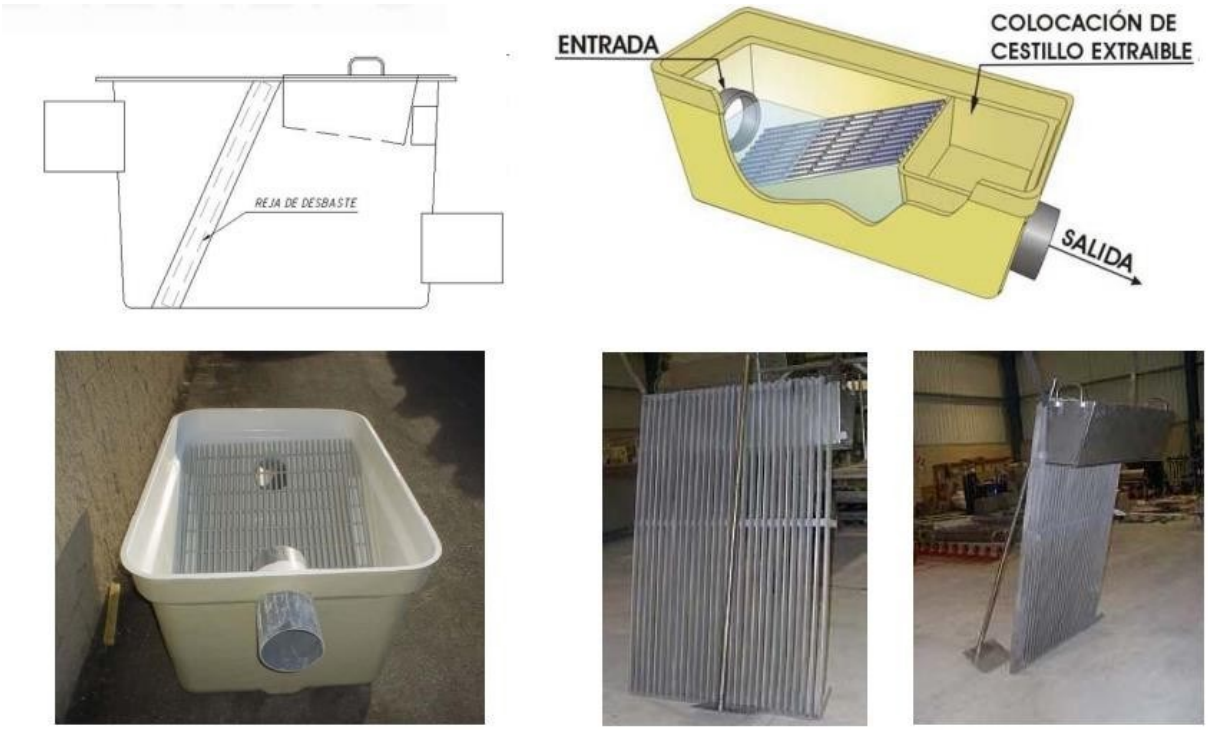


figura 8: sistema de rejas inclinadas de limpieza manual

El factor más importante en el cálculo de este equipo es la velocidad de paso del agua a través del mismo, ya que una velocidad excesivamente alta daría lugar a una menor retención de los sólidos a eliminar debido a las turbulencias generadas. Sin embargo, una velocidad demasiado lenta provocaría decantaciones de sólidos en suspensión de densidad elevada. La velocidad del efluente en el mismo deberá ser superior a 0,3 m/s. En términos generales el pretratamiento de cribado por rejas reduce en un 30 % la carga orgánica del efluente.

Condiciones de operación:

- Caudal máximo ($Q_{máx}$): 400 l/min= 7 *10^{-3} m^3/s
- La altura del líquido por encima de la reja no debe sobrepasar los 40 cm, por lo que h=40cm=0.4 m
- Separación entre barras (S_1) =1 mm=0,01 m
- Espesor de las barras (e)= 1 cm= 0.01m
- Velocidad de aproximación del efluente a la reja (v)=0,3 m/s

A partir de estos parámetros se calculan ciertos factores de importancia para la operación:

Superficie libre de la reja (S):

Se calcula a partir de la relación entre el caudal máximo y la velocidad de aproximación

$$S = \frac{\text{Qmáx}}{v} = \frac{7 * 10^{-3}\ \text{m3/s}}{0{,}3\ m/s} = 0{,}023\ m^2$$

Ancho libre de la reja (b):

$$b = \frac{\text{S}}{h} = \frac{0{,}023\ m^2}{0{,}4\ m} = 0{,}06\ m$$

Numero de barras (n_b):

$$n_b = \frac{\text{b}}{S_1} = \frac{0{,}06\ m}{0{,}01\ m} = 6\ barras$$

Ancho del canal (bc):

$$b_c = b + n_b * e = 0{,}06\ m + 6 * 0{,}01\ m = 0{,}12m$$

Cuando la limpieza de las rejas se hace manualmente, es necesario contar con espacio para el almacenamiento del material removido; éste no debe dejarse acumular por más de tres horas, por ningún motivo.

Ecualización: tanque de compensación

En las industrias lácteas suelen producirse cambios en el caudal de manera intermitente a lo largo de la jornada de trabajo, sobre todo al finalizar la etapa de elaboración de los diferentes productos, debido a que se lleva a cabo el lavado de máquinas, tuberías, recipientes, etc. Esto no solo produce variaciones de caudal de efluente, sino que se producen variaciones en los diferentes parámetros del mismo (como, temperatura, pH, DBO_5, sólidos suspendidos, etc.), estas variaciones pueden ser muy importantes, a tal punto que pueden provocar un funcionamiento incorrecto de la planta de tratamiento o bien un inadecuado dimensionamiento de la misma.

Por tales motivos resulta útil llevar a cabo una regulación del caudal o la homogeneización de la composición del efluente. La utilización de ecualizadores tiene como objetivo:

- Homogeneizar caudales del efluente a la planta de tratamiento
- Homogeneizar la DBO del efluente a la planta de tratamiento

- En esta etapa se puede regular el pH (en caso de tener efluentes con valores de pH alejados del rango de valores necesarios para un buen funcionamiento de los tratamientos biológicos posteriores).

Para el dimensionamiento del tanque ecualizador existen los siguientes métodos:

- Método gráfico
- Método de balances de masas

Se utilizará el método de balance de masas, en primer lugar, se deben establecer las variaciones de caudal de afluente que genera la planta durante el día, en la siguiente tabla se muestran los caudales de afluentes instantáneos generados durante cada hora de trabajo, comenzando la medición desde las 00:00 hs hasta las 23:00 hs, además se describe la actividad dentro de la planta que está generando el afluente.

Tabla 4: variaciones de caudales instantáneos durante el día

HORA	CAUDAL (l/h)	DESCRIPCION AFLUENTE GENERADO EN L A PLANTA
00:00	0	Planta sin actividad
01:00	0	Planta sin actividad
02:00	0	Planta sin actividad
03:00	0	Planta sin actividad
04:00	0	Planta sin actividad
05:00	0	Planta sin actividad
06:00	0	Planta sin actividad
07:00	0	Planta sin actividad
08:00	1000	Descarga del líquido desinfectante de la tina quesera (Queso I)
09:00	120	Descarga del condensado de la pasteurización de la leche (Queso I)
10:00	2500	Agua de enfriamiento (Queso I)
11:00	900	Volcado del suero (Queso I)
12:00	3000	Limpieza de la tina (lavado, desinfección y enjuague.(Queso I))
13:00	500	Descarga del líquido desinfectante del fermentador de yogur
14:00	100	Condensado pasteurización del leche para yogur
15:00	3000	Enfriamiento hasta T de inoculación (yogur)
16:00	1000	Descarga del líquido desinfectante de la tina quesera (Queso II)
17:00	120	Descarga del líquido desinfectante de la tina quesera (Queso II)
18:00	2500	Agua de enfriamiento (Queso II)
19:00	2900	Volcado del suero (Queso II) + agua de enfriamiento del yogur
20:00	5700	Limpieza del fermentador y tina (limpieza física, química y enjuague)
21:00	0	Planta sin actividad
22:00	0	Planta sin actividad
23:00	0	Planta sin actividad

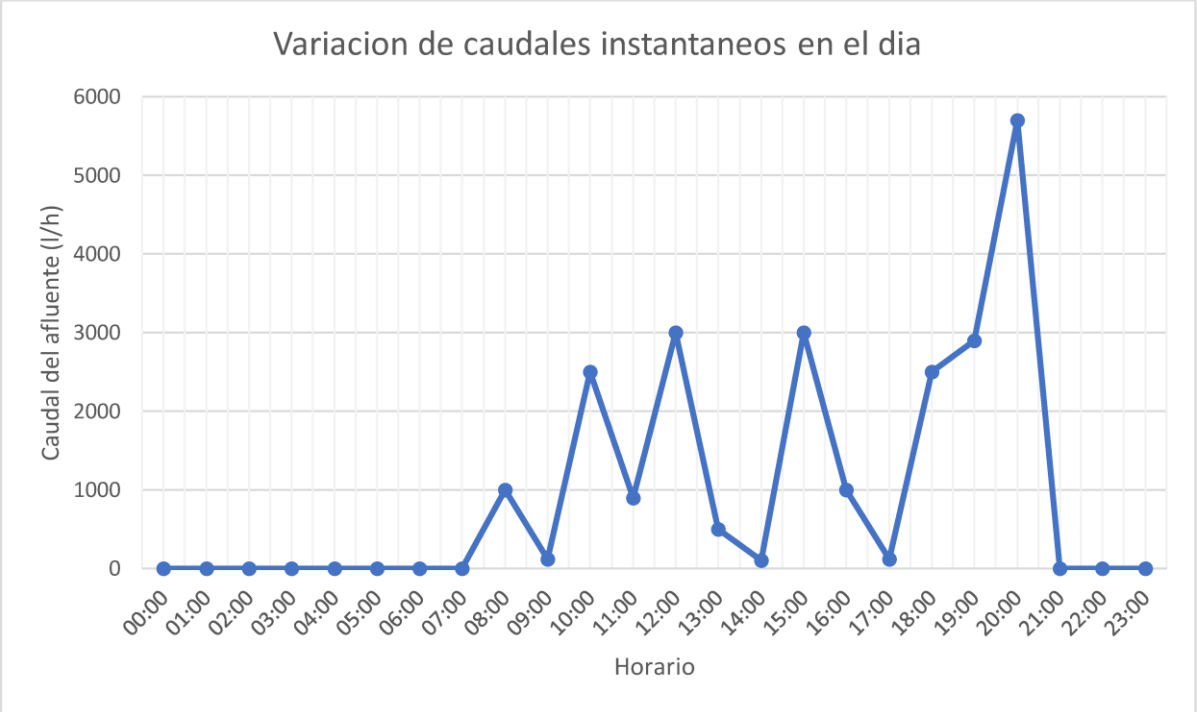


figura 9: representación gráfica de la variación de los caudales instantáneos durante el día

Una vez obtenidas las variaciones de caudal de afluente a lo largo del día se debe realizar la siguiente tabla:

Tiempo (h)	A_i (m^3)	Volumen acumulado de entrada al tanque (ii) (m^3)	Volumen acumulado de salida homogéneo (i) (m^3)	(i) – (ii)	Contenido del tanque (iii) (m^3)

Donde:

Ai: es el área bajo la curva para cada intervalo de tiempo (tomado cada 1 hora)

(ii): volumen acumulado que ha entrado al tanque desde el inicio hasta el tiempo t

(i): volumen acumulado que ha salido del tanque desde el inicio hasta el tiempo t

El área bajo la curva de la gráfica en la figura 9 representa un volumen, ya que es el resultado de multiplicar un caudal de afluente por el intervalo de tiempo:

$$Ai = Q * t = \frac{m^3}{\cancel{h}} * \cancel{h} = m^3$$

A continuación, se presenta un cuadro con todos estos valores para intervalos de 1 hora, desde el inicio del día 00:00 hs hasta su final 23:00 hs.

Tabla 5: valores para el cálculo del ecualizador a través del método de balance de masas

HORA	CAUDAL (l/h)	Ai: Área bajo la curva (litros)	V. acumulado al ingreso (litros) [II]	V. acumulado a la salida (litros) [I]	[I] - [II] (litros)
00:00	0	0	0	972,5	972,5
01:00	0	0	0	1945	1945
02:00	0	0	0	2917,5	2917,5
03:00	0	0	0	3890	3890
04:00	0	0	0	4862,5	4862,5
05:00	0	0	0	5835	5835
06:00	0	0	0	6807,5	6807,5
07:00	0	0	0	7780	7780
08:00	1000	500	500	8752,5	8252,5
09:00	120	560	1060	9725	**8665**
10:00	2500	1310	2370	10697,5	8327,5
11:00	900	1700	4070	11670	7600
12:00	3000	1950	6020	12642,5	6622,5
13:00	500	1750	7770	13615	5845
14:00	100	300	8070	14587,5	6517,5
15:00	3000	1550	9620	15560	5940
16:00	1000	2000	11620	16532,5	4912,5
17:00	120	560	12180	17505	5325
18:00	2500	1310	13490	18477,5	4987,5
19:00	2900	2700	16190	19450	3260
20:00	5700	4300	20490	20422,5	−67,5
21:00	0	2850	23340	21395	**-1945**
22:00	0	0	23340	22367,5	−972,5
23:00	0	0	23340	23340	0
Volumen total (l):		23340			
Volumen medio (l):		972,5			

El volumen medio surge de dividir al volumen total por las 24 horas del día.

Para poder calcular el volumen del tanque ecualizador se deben sumar los valores absolutos del máximo positivo y el máximo negativo obtenidos en la última fila de la tabla 5 (valores resaltados con rojo):

$$VT = 8665\ litros + 1945\ litros = 10610\ litros$$

Además, deben considerarse un 20 % de margen por imprevistos:

$$VT = 10610\ litros * 1.2 = 12732\ litros$$

Además, debe considerarse un volumen mínimo de 0.5 m de altura del tanque, teniendo todo esto en cuenta se propone un tanque australiano con las siguientes dimensiones:

- Altura del tanque: 1,5 m
- Diámetro del tanque: 4 m



figura 10: modelo típico de tanque australiano

En conclusión, este tanque ecualizador proporcionará un caudal constante de afluente a la planta igual al caudal medio calculado de 972,5 litros durante las 24 horas del día, a pesar que la planta de procesamiento solo trabaja entre 8 y 9 horas.

Tratamiento primario

Una gran parte de las sustancias en suspensión y disolución en las aguas residuales no se puede retener en las rejas, desarenadores y desengrasadores, y tampoco por flotación. Pero, si se reduce la velocidad de la corriente por debajo de un determinado valor, es posible eliminar un 50 a 60 % de las materias en suspensión en el afluente a la planta. Porque, al sedimentar, estas partículas arrastran, en su caída, una cantidad de bacterias, con lo que generan una importante remoción de materia orgánica asociada a las partículas sedimentables, lo que provoca una reducción de DBO.

Lo normal es que la depuración primaria forme parte de un proceso con otras operaciones, para alcanzar los resultados previstos con el mejor rendimiento económico de todo el sistema. En esta hipótesis, la depuración primaria se coloca a continuación del pretratamiento y antes del proceso biológico. Su función básica es reducir la carga contaminante mejorando el rendimiento y las condiciones de funcionamiento de los procesos posteriores.

Sedimentación

La sedimentación primaria es un proceso unitario de carácter físico que tiene por objeto fundamental la retención de los sólidos suspendidos sedimentables, existentes en el agua residual.

Las variables a tener en cuenta en el proceso de sedimentación son:

- Tamaño de las partículas.
- Peso específico de las partículas.
- Concentración de sólidos en suspensión; a mayor concentración, mayor eliminación de sólidos.
- Temperatura; a mayor temperatura, menor es la densidad del líquido y más rápida la sedimentación.
- Tiempo de retención; cuanto mayor es el tiempo, mayor es la eficiencia; se debe tener en cuenta que tiene relación directa con los barros depositados en el fondo: períodos muy largos pueden ser negativos.
- Velocidad del flujo.
- Acción del viento sobre la superficie del líquido.
- Fuerzas biológicas.
- Cortocircuitos.
- Gradientes de temperatura que existen entre los diferentes puntos del líquido; si se introduce en el decantador agua más fría o más densa, se impulsa hacia arriba el agua caliente o de menor densidad que se encuentra en las capas inferiores, provocando una corriente de densidad ascendente que perjudica la sedimentación por aumentar la velocidad ascensional.

De las variables antes mencionadas una de las más importantes para el dimensionamiento del sedimentador es el tiempo de residencia del efluente en el mismo.

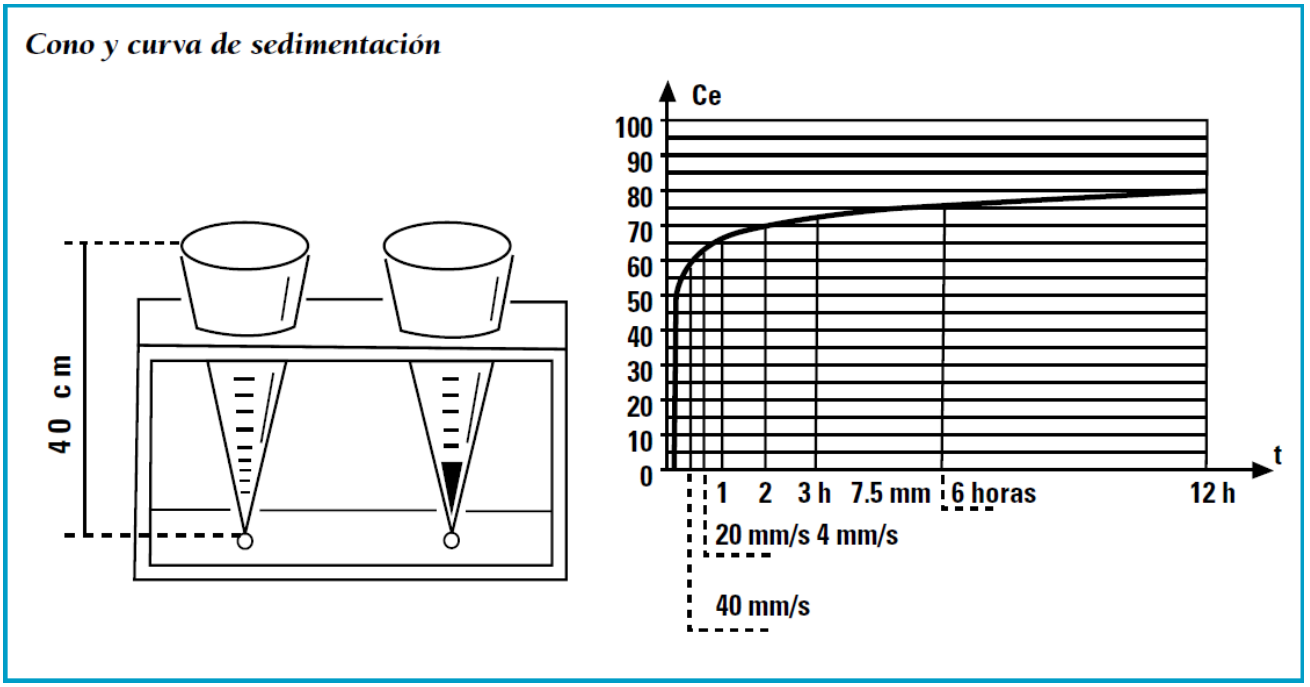


figura 11: curva de sedimentación

Esta figura muestra cómo evoluciona la cantidad de sólidos sedimentados en un cono Imhoff durante el tiempo, aquí se puede observar que luego de 2 horas la velocidad de sedimentación comienza a tomar un comportamiento asintótico, por lo que tiempos de residencias superiores a 2 horas provocarían pequeños aumentos en la cantidad de sólidos sedimentados y no se justifican desde punto de vista del rendimiento. Es por este motivo que de forma generalizada se suelen utilizar tiempos de residencias de 2 horas en los procesos de sedimentación primaria.

Existen una gran variedad de sedimentadores para el tratamiento de aguas residuales, estos se diferencian principalmente en su flujo hidráulico, a partir de este parámetro se los clasifica en:

- Sedimentadores horizontales
- Sedimentadores verticales

En los **sedimentadores de flujo horizontal**, el agua fluye en esa dirección; pueden ser circulares o rectangulares. En los **sedimentadores de flujo vertical**, el agua fluye de abajo hacia arriba; pueden ser circulares (en plantas grandes) o rectangulares (en plantas pequeñas).

Para este proyecto se optará por la utilización de un sedimentador de flujo horizontal y forma rectangular, este tipo de sedimentadores es que se adopta regularmente en plantas de tratamiento lácteas de pequeña escala, donde el caudal a tratar es bajo. Debido además a la baja proporción de sólidos sedimentables que presenta el efluente total (3 ml sólidos sedimentables / litro de efluente) no se justifica la instalación de sistemas de remoción de barros automáticos; de hecho para este tipo de sistemas se dimensiona el sedimentador con un espacio que actué de "depósito" de los sólidos sedimentables durante un periodo deseado (generalmente de 1 a 3 meses) donde transcurrido este tiempo se llena este espacio de depósito de barros y el sedimentador es desagotado para eliminar el barro acumulado durante este tiempo, luego de dicha limpieza ya está listo para su uso. Este tipo de sedimentadores con descarga de lodos discontinua o tipo "batch" presentan grandes ventajas desde el punto de vista técnico y operativo para modelos productivos de pequeña escala como el que se plantea en este proyecto.

Características:

- Caudal (Q): 0,97 m^3/h
- Sólidos sedimentables (SP): 3 ml / l
- Tiempo de retención hidráulica (T_H): 2 h
- Eficacia de la remoción de barros (R): 70 %
- Contenido de humedad del barro: 96 %
- Densidad del barro: 1300 kg/m^3

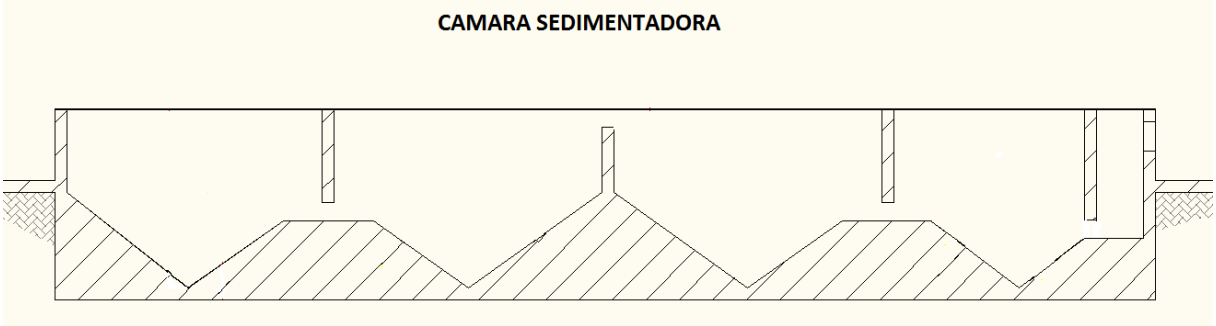


figura 12: sedimentador horizontal con descarga discontinua de barros

Para el dimensionamiento del sedimentador en primer lugar se calculará el volumen necesario para lograr un tiempo de retención hidráulico (T_H) de 2 horas para el caudal de salida del ecualizador de 0.97 m^3/h.

$$T_H = \frac{V_{sed}}{Q}$$

$$V_{sed} = T_H * Q$$

$$V_{sed} = 2h * 0{,}97\, m^3/h$$

$$V_{sed} = 2\, m^3$$

Este volumen es el que debe ocupar el fluido para que tenga un tiempo de residencia dentro del sedimentador de 2 horas, pero además se debe sumar el espacio necesario para el depósito de los lodos, para esto se tomara como tiempo de limpieza cada 3 meses; por lo que este depósito de lodos debe tener capacidad suficiente para almacenar los lodos acumulados durante este periodo de tiempo.

Cantidad de solidos acumulados por día:

$$S_{dia} = SP * Q$$

$$S_{dia} = 3\, ml\, SP/_{l\, efluente} * {}^{23\,340\, l\, efluente}/_{dia}$$

$$S_{dia} = {}^{70\, l\, SP}/_{dia}$$

Volumen necesario para 3 meses:

$$S_{3\,meses} = {}^{70\, l\, SP}/_{dia} * 90\, dias$$

$$S_{3\,meses} = 6300\, l$$

Para calcular el volumen total del sedimentador se sumarán los dos volúmenes calculados anteriormente más un sobredimensionamiento de 15 % para cubrir posibles aumentos de caudal o sólidos sedimentables en el efluente.

$$V_{Tsed} = (2m^3 + 6{,}3m^3) + 0{,}15 * (2m^3 + 6{,}3\ m^3)$$

$$V_{Tsed} = 10\ m^3$$

Para poder definir las dimensiones de largo, ancho y alto del sedimentador se debe tener en cuenta el siguiente marco conceptual:

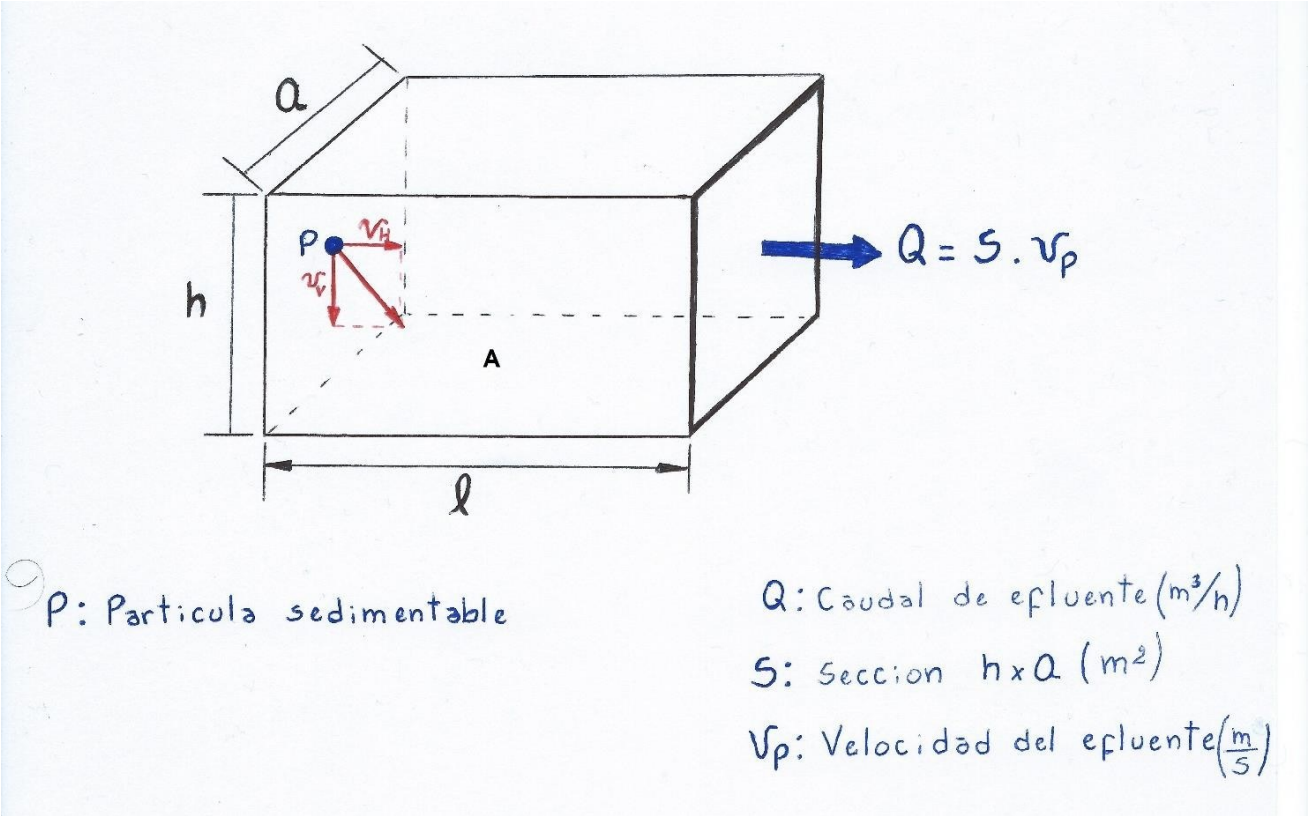


figura 13: figura esquemática de una partícula sedimentable en un sedimentador rectangular

En esta figura se muestra el comportamiento de una partícula sedimentable contenida en el efluente al entrar a un sedimentador rectangular, aquí se puede observar que la partícula tiene dos componentes de velocidad, una horizontal (v_H) debida al arrastre del flujo del efluente, y una componente vertical (v_v) debida a la diferencia de densidades entre el fluido y la partícula.

La partícula sedimentará si se cumple la siguiente condición:

Tiempo de residencia de P (Tr) ≥ Tiempo de sedimentación de P (Ts)

El tiempo de residencia se puede expresar como:

$$T_r = \frac{V}{Q} = \frac{m^3}{m^3/hs} = hs$$

A su vez el tiempo de sedimentación se puede expresar como:

$$T_s = \frac{h}{v_v} = \frac{m}{m/hs} = hs$$

Por lo que queda:

$$\frac{V}{Q} \geq \frac{h}{v_v}$$

Esta ecuación se puede seguir transformando:

$$v_v \geq \frac{h * Q}{V}$$

$$v_v \geq \frac{h * Q}{V}$$

$$v_v \geq \frac{\cancel{h} * Q}{a * \cancel{h} * l}$$

Donde *a*l* representa el área horizontal A del sedimentador, por lo que queda:

$$\boldsymbol{v_v \geq \frac{Q}{A}}$$

El factor (Q/A) es la denominada ***carga hidráulica superficial***; dicho factor es muy utilizado para el dimensionamiento de sedimentadores. En conclusión, una vez adoptadas las medidas a, h y l para el sedimentador de manera que cumplan con el volumen necesario, se debe verificar además que se cumpla con la relación obtenida anteriormente. A continuación, se muestra un cuadro con las posibles dimensiones.

Tabla 6: Diferentes posibles dimensiones del sedimentador y su carga hidráulica superficial

*Dimensiones			**Velocidad de sedimentación (m/h)	***Carga Hidráulica Superficial (m^3/m^2*h)
a (m)	l (m)	h (m)		
1	1	12	46,8	2
1	2	6	46,8	1
1,5	2	4	46,8	0,67
1,5	3	2,67	46,8	0,44
1,5	4	2	46,8	0,33
1,5	5	1,6	46,8	0,27
*** para un volumen del sedimentador de 10 m^3**				
****velocidad correspondiente a partículas de 0,15 mm de diámetro (v=0,013m/s)**				
***** Para un caudal de 1 m^3/h**				

Como se puede observar en la tabla 4, todas las dimensiones propuestas cumplen con el requisito establecido previamente ($v_v \geq Q/A$), en parte la facilidad para cumplir con este requisito se debe al bajo caudal de operación que presentara esta planta de tratamiento.

De las dimensiones establecidas en la tabla 4 se optará por un ancho de sedimentador de 1,5 m (a), un largo de 5 m (l) y una altura de 1,6 m (h); dicha elección se basa simplemente en que las mismas se asemejan a las dimensiones encontradas en la bibliografía para los sedimentadores en plantas lácteas de pequeña escala.

Luego del tratamiento primario, se considera que la sedimentación reduce la DBO_5 del líquido en un 35%.

Tratamiento secundario

Se llama tratamiento secundario al proceso de purificación por medio de procesos biológicos, que permite eliminar la materia orgánica biodegradable, y no sedimentable o disuelta, así como restos de sólidos en suspensión que no fueron eliminados por el tratamiento primario.

Durante el proceso de degradación de la materia orgánica a través de métodos biológicos se produce la generación de biomasa, es decir, el efluente disminuirá su carga contaminante (DBO_5) y aumentará la biomasa de los microorganismos, que se conoce comúnmente como lodos. Esta degradación puede realizarse por vía aeróbica, facultativa o anaeróbica.

Dentro de los tratamientos biológicos más frecuentemente utilizados en la industria láctea se encuentran:

- Lagunas de estabilización
- Sistema de lodos activados

Lagunas de estabilización

Las primeras lagunas de estabilización fueron, en realidad, embalses construidos como sistemas reguladores de agua para riegos. En estos embalses se almacenaban los excedentes de agua residual utilizada en riegos directos, sin tratamiento previo; pero, en el curso de este almacenamiento se observó que la calidad del agua mejoraba sustancialmente, por lo que empezó a estudiarse la posibilidad de utilizar las lagunas como método de tratamiento de aguas residuales.

Posteriormente se realizaron estudios sistemáticos de los procesos responsables de la depuración por lagunaje, para lo que se efectuaron seguimientos de las características físicas, químicas y microbiológicas de lagunas de estabilización.

Desde entonces, el empleo de lagunas de estabilización como sistemas de depuración de aguas residuales se ha generalizado en todo el mundo.

Ventaja del lagunaje:

- Elevada estabilización de la materia orgánica
- Desinfección del efluente
- Flexibilidad de tratamiento
- Posibilidad de tratar vertidos industriales fácilmente biodegradables (lecherías, mataderos, conserveras)
- Fácil adaptación a variaciones estacionales
- Bajo costo de instalación y de operación
- Nulo consumo energético
- Baja generación de barros

Desventajas del lagunaje:

- Elevada ocupación de terreno
- Presencia de materia en suspensión (fitoplancton) en el efluente
- Pérdidas considerables de agua por evaporación en verano.

La presencia de oxígeno disuelto en las lagunas de estabilización determina qué tipo de mecanismo va a ser responsable de la depuración (es decir, si será a través de procesos anaeróbicos, facultativos o aeróbicos); éste es uno de los criterios fundamentales en la tipología utilizada. Las variables oxígeno/profundidad están relacionadas, ya que las fuentes de oxígeno disuelto en lagunas son fenómenos de superficie; estas fuentes de oxígeno son la actividad de las algas microscópicas y la reaireación a través de la interface aire-agua.

Lagunas anaeróbicas

La depuración ocurre por la acción de bacterias anaeróbicas. En estas lagunas, como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto período de retención del agua residual, el contenido en oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año. El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de barros acumulados en el fondo, y eliminar parte de la carga orgánica.

Las lagunas anaeróbicas se utilizan, normalmente, como primera fase en el tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales con alto contenido en materia orgánica biodegradable. El objetivo primordial de estas lagunas es la reducción de contenido –en sólidos y en materia orgánica del agua residual- y no la obtención de un efluente de alta calidad. Por esta razón, las lagunas anaeróbicas operan en serie con lagunas facultativas y de maduración.

La abundante carga orgánica presente en esta primera fase del tratamiento, da lugar a que el posible oxígeno introducido en las lagunas –con el afluente o por reaireación superficial- se consuma rápidamente en la zona inmediatamente adyacente a la entrada o a la superficie. En las lagunas anaeróbicas se produce la reducción de los sulfatos –que entran con el agua residual- a sulfuros. La presencia de sulfuros en el medio disminuye la posibilidad de crecimiento de las algas.

INTERVALOS ÓPTIMOS DE TEMPERATURA Y pH EN LAGUNAS ANAERÓBICAS

Variable	Óptimo	Extremo
Temperatura	30-35 °C	15-40 °C
PH	6.8-7.4	6.2-7.8

figura 14: Condiciones óptimas de funcionamiento para lagunas anaeróbicas

Las lagunas anaeróbicas más utilizadas son las de profundidad media a alta (de 1,8 a 3,5 m de profundidad), este tipo de lagunas permiten:

- **Conservación de calor**. La superficie expuesta a intercambios de calor con la atmósfera en lagunas profundas y de pequeño tamaño es muy reducida.
- **Disminución en los requerimientos de terreno.** Cuando se usan lagunas profundas, disminuye la necesidad de superficie a ocupar para alcanzar un determinado nivel de depuración. Las lagunas anaeróbicas profundas permiten reducir la superficie ocupada total en un 40-50 %.
- **Disminución del riesgo de arrastre de sólidos.** En el diseño profundo, el barro sedimenta en el fondo y es muy poco probable que se produzca su arrastre con la salida, que tiene lugar por superficie.
- **Oxigenación restringida, al minimizar la superficie.** Por una parte, al ser inferior la superficie, la transferencia de oxígeno disminuye.
- **Disminución de los costos de mantenimiento.** El barro se va acumulando durante un período de varios años (normalmente, de 3 a 6 años), por lo que sólo es necesario el vaciado de las lagunas después de un tiempo prolongado de utilización. De esta forma, el diseño profundo no sólo facilita la acumulación de barros, sino que proporciona un lugar de almacenamiento, en el que tiene lugar su mineralización.

Lagunas facultativas

Se caracterizan por poseer una zona aeróbica, próxima a la superficie, y una zona anaeróbica en el fondo. La extensión relativa de estas dos zonas varía durante el año en función de la carga aplicada y de la eficacia de las dos fuentes de oxígeno al medio: la actividad fotosintética de las algas y la reaireación a través de la superficie.

La finalidad de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionado, principalmente, por las algas presentes.

La degradación de la materia orgánica en lagunas facultativas tiene lugar, fundamentalmente, por la actividad metabólica de bacterias heterótrofas facultativas, que pueden desarrollarse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno disuelto.

Puesto que las algas necesitan luz para generar oxígeno y la difusión de éste en el agua es lenta, las lagunas tienen poca profundidad (1-2 metros).

Uno de los signos de buen funcionamiento en las lagunas facultativas es el desarrollo de un color verde brillante, debido a la presencia de algas. Las bacterias y algas actúan en forma simbiótica, con el resultado global de la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno suministrado por las algas para metabolizar en forma aeróbica los compuestos orgánicos. En este proceso se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades, que son utilizados por las algas en su crecimiento. De esta forma, la actividad de ambas es mutuamente beneficiosa.

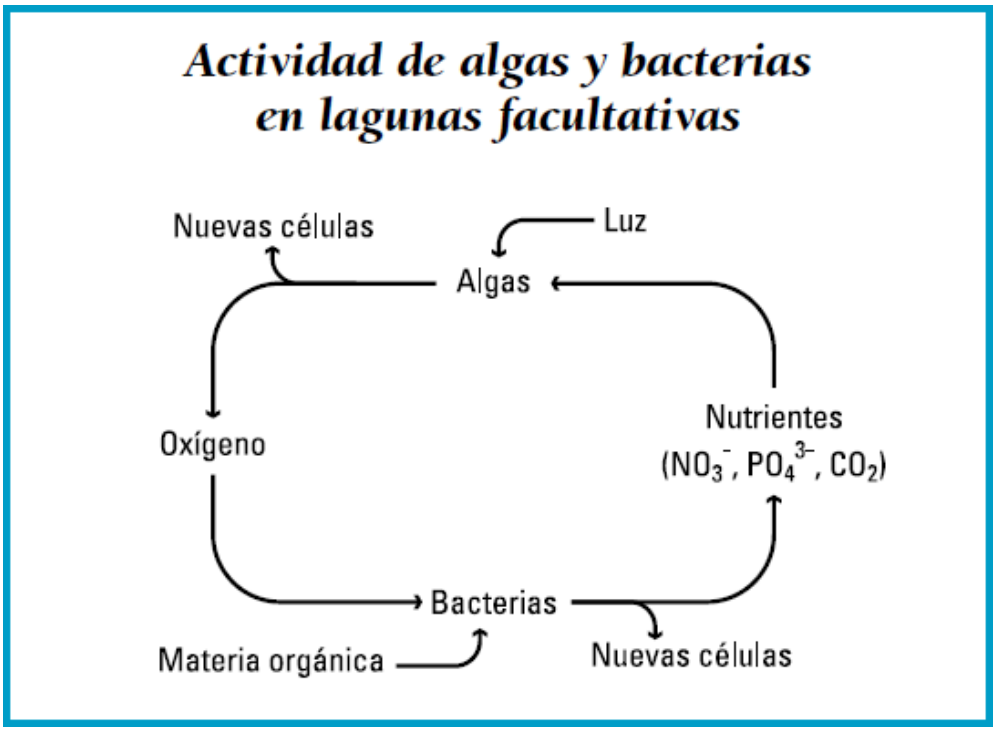


figura 15: actividad simbiótica de algas y bacterias en lagunas facultativas

La profundidad de las lagunas facultativas suele fijarse entre 1 a 2 metros. El límite inferior viene condicionado a la posibilidad de crecimiento de vegetación emergente para profundidades menores, lo cual suele desaconsejarse para evitar el desarrollo de mosquitos. En cuanto al límite superior, las profundidades inferiores a 2 metros tienen el objetivo de limitar la posibilidad de estratificación, así como favorecer un ambiente aeróbico en la mayor parte del perfil vertical (la profundidad a la cual se anula el contenido de oxígeno disuelto se llama oxipausa y varía a lo largo del día y del año).

Lagunas aeróbicas

El diseño de éstas debe tener una gran área superficial en relación con el volumen. El tirante o profundidad de estas lagunas es de 0,60 m, lo que favorece el desarrollo de algas y, por consiguiente, una adecuada producción de oxígeno; pero, además, origina el desarrollo de malezas en el fondo, lo que se evita impermeabilizándolo con revestimiento plástico o asfáltico colocado sobre el terreno previamente compactado. Las lagunas aeróbicas pueden ser:

- De maduración (que operan en forma natural)
- Aireadas mecánicamente.

Lagunas de maduración. Son un subgrupo de las lagunas de aeróbicas; tienen como objetivo primordial la eliminación de bacterias patógenas. Estas lagunas operan, al menos, como lagunas secundarias; es decir, el agua residual ha pasado, como mínimo, por otro tratamiento antes de ser introducida en ellas y, aquí, logra una elevada desinfección, así como la mineralización de los nutrientes orgánicos.

En estas lagunas de maduración se mantiene un ambiente aerobio en toda su profundidad, lo que se consigue con menores cargas aplicadas, de forma que la fotosíntesis y la reaireación son suficientes para proporcionar oxígeno disuelto a toda la columna de agua.

La secuencia habitual es la de laguna anaeróbica seguida de laguna facultativa y, por último, de laguna de maduración, si bien hay distintas variaciones sobre este esquema general, y, muy a menudo, se instala más de una laguna de maduración.

Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos: la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, la clarificación del efluente y la obtención de un efluente bien oxigenado.

Las plantas de tratamiento suelen estar constituidas por los tres tipos de lagunas operando en serie –debido a que éstas requieren niveles decrecientes de carga orgánica para funcionar correctamente– es decir, una después de la otra. De esta forma se alcanza una mayor calidad en el efluente final del sistema.

A continuación, se muestran diagramas esquemáticos de las disposiciones habitualmente utilizadas para los sistemas de lagunas antes descriptos.

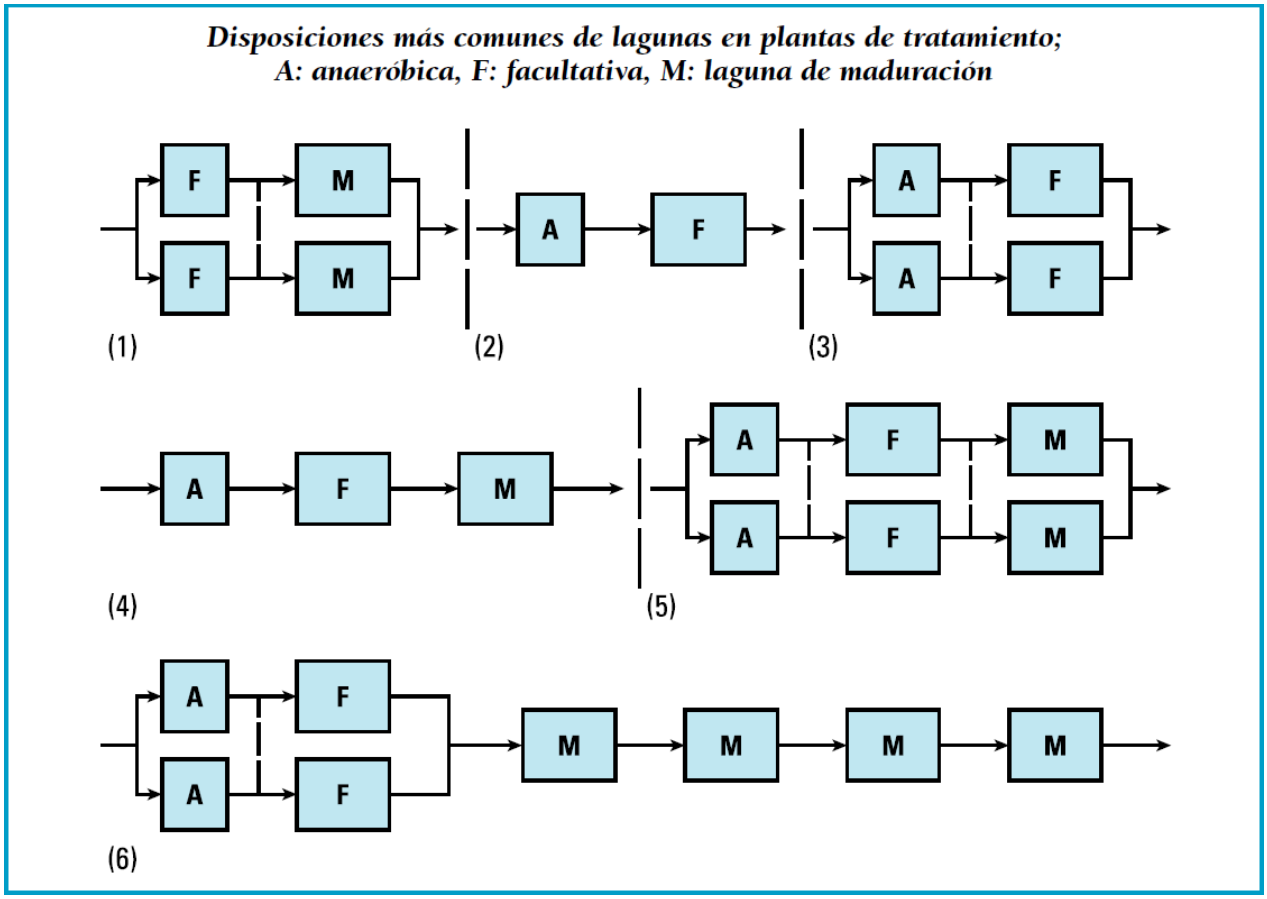


figura 16: disposiciones comúnmente utilizadas en las lagunas de tratamientos

El tipo de disposición a adoptar dependerá de varios factores, como las características del efluente a tratar, el grado de depuración que se debe lograr al final del tratamiento, la disponibilidad de espacio a destinar a las lagunas y del modelo productivo de la planta generadora de los efluentes; por lo que debe analizarse para cada caso.

Lagunas aireadas mecánicamente. Son similares a las lagunas de estabilización; su única diferencia es que están provistas de equipos de aireación cuya finalidad principal es introducir oxígeno a la masa líquida. Su profundidad varía de 3,0 a 5,0 m.

En ellas, el afluente residual es arrojado directamente en la laguna, luego de pasar por un tratamiento preliminar. Así, funcionan como un tanque de aireación en el cual la aireación artificial sustituye a la oxigenación natural que, en las lagunas de estabilización, se realiza a través de las algas.

Su área es menor que la de las lagunas de estabilización, debido a su mayor profundidad y al tiempo de retención para la estabilización de la materia orgánica, que también es menor.

Sistema de barros activados

El dispositivo para el tratamiento secundario por barro activado es un proceso biológico aeróbico de flujo continuo que consiste en la agitación de una mezcla de agua residual con 15 % o más de su volumen de lodo líquido, bacteriológicamente activo, en presencia de una amplia cantidad de oxígeno atmosférico, durante el tiempo preciso para coagular una gran proporción de sus sustancias coloidales, seguido de una sedimentación adecuada para lograr la separación del lodo floculado.

La mezcla del desecho, el líquido cloacal (alimento) y el lodo recirculado (biomasa bacteriológicamente activa) es agitada y mezclada en tanques de aireación (reactores) para formar un barro que se denomina licor. Este lodo recirculado proviene de los sólidos depositados en las tolvas de sedimentadores secundarios. En todos los casos, se considera el tanque de aireación y el sedimentador como una sola unidad operacional.

La edad de lodo o tiempo que permanecen los microorganismos activos en el sistema debe ser compatible con la reducción esperada de materia orgánica. La masa de esos microorganismos no debe ser inferior a un mínimo requerido para asimilarla, ni mayor a un máximo a partir del cual se produce la proliferación de bacterias filamentosas que son difíciles de sedimentar.

A mayor edad de lodo se tendrá una mayor eficiencia en reducción orgánica y viceversa. La edad del lodo es regulada mediante la recirculación del lodo activado depositado en el sedimentador secundario, hacia el reactor.

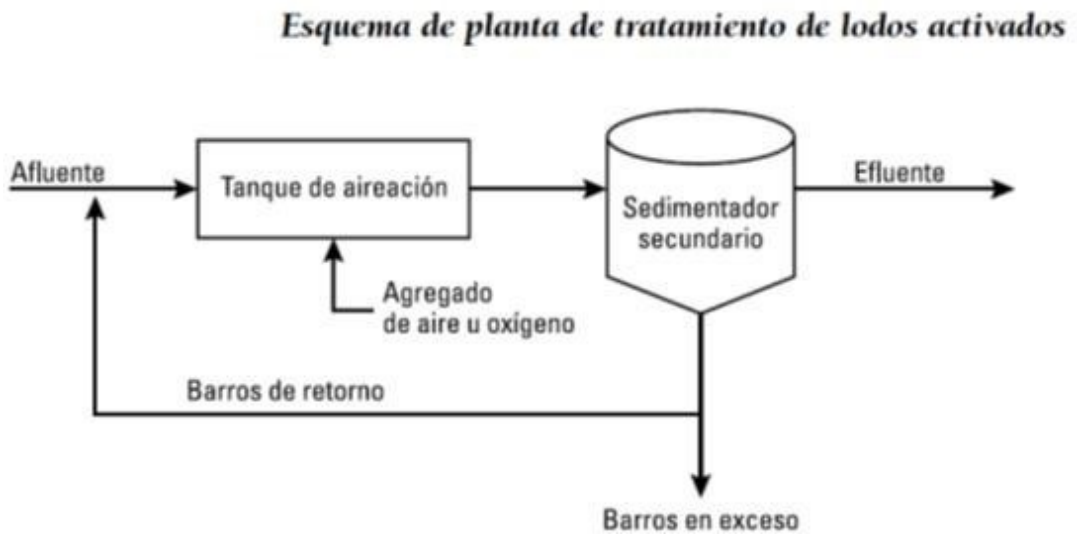


figura 17: diagrama para un sistema de lodos activados

Las etapas esenciales del proceso de lodos activados son:

1. **Etapa de contacto**, adsorción o floculación del agua residual y del lodo activado.
2. **Etapa de aireación,** que mantiene el licor-mezcla aeróbico y en suspensión. Las dos primeras etapas se realizan en forma simultánea dentro del reactor
3. **Etapa de separación** de la fase sólida (lodo activado) y la fase líquida (efluente tratado) del licor mezclado, la que se realiza en el sedimentador secundario.
4. **Etapa de recirculación**, haciendo retornar el lodo activado –depositado en la tolva del sedimentador secundario– al afluente del reactor.
5. **Etapa de disposición** del lodo activado en exceso, a fin de mantener el equilibrio de la biomasa.

Las ventajas del tratamiento por barros activados son:

- El grado de purificación es alto.
- El área requerida para la instalación de la planta es pequeña.
- El costo inicial de la construcción es bajo.
- Las pérdidas de cargas son muy pequeñas, eliminándose –por lo general– la necesidad de bombeo.
- Es inodoro.
- El barro producido tiene un alto porcentaje en nitrógeno.

Sus desventajas:

- El volumen de barros a manipular es superior al producido por otros procesos.
- El carácter del barro hace difícil su manejo.
- Los gastos de explotación son elevados.
- Hay muchos equipos electromecánicos que controlar y mantener.
- Una negligencia temporaria da como resultado un barro pobre y se requiere un tiempo considerable –de 10 a 20 días– para remediarlo, produciendo, en el ínterin, un efluente de mala calidad.
- Los desagües industriales –especialmente, los productos químicos– destruyen el ciclo de purificación.

Elección del tratamiento secundario

Las descripciones anteriores de los tratamientos secundarios más utilizados en la industria láctea tenían como fin poder compararlos, para finalmente decidir cuál se considera el sistema más adecuado para el modelo productivo del presente proyecto.

A los fines de facilitar la elección, a continuación, se muestra un cuadro donde se presentan algunos de los parámetros de importancia a considerar:

Tabla 7: aspectos importantes a considerar a la hora de elegir un tratamiento secundario

Tratamiento secundario	Reducción de la carga orgánica (%)	Requerimiento de espacio	Inversión inicial	Presencia de componentes mecánicos	Necesidad de personal capacitado	Necesidad de mantenimiento	Generación de biomasa (lodos)
Lagunas anaeróbicas	60	medio	baja	Prácticamente nula	No requiere	El mantenimiento se realiza en lapsos de años	Baja
Lagunas facultativas	42	medio	baja	Prácticamente nula	No requiere	El mantenimiento se realiza en lapsos de años	Baja
Lagunas aeróbicas	42	alto	baja	Prácticamente nula	No requiere	El mantenimiento se realiza en lapsos de años	Media
Sistema de lodos activados	85	bajo	media	Presenta componentes mecánicos	Requiere	Requiere mantenimiento y monitoreo periódico	Alta

Habiendo considerado toda la información antes expuesta, se considera que el sistema de lagunaje sería el más adecuado como tratamiento secundario para la planta de tratamiento de efluentes del modelo productivo del presente proyecto. Esta elección se debe entre otros motivos a la pequeña escala que presenta el modelo productivo analizado, con una capacidad de inversión limitada, con la posibilidad de contratar personal capacitado para el mantenimiento y manejo de la planta de tratamiento también limitados. Cabe destacar además que debido a que la planta de elaboración se encuentra dentro del predio del tambo (con aproximadamente 250 hectáreas), el espacio para la disposición de lagunas no sería un gran problema.

Dimensionamiento del sistema de lagunaje

Una vez elegido el sistema de lagunas para el tratamiento secundario se procederá al cálculo de las dimensiones de cada una de las lagunas, además de establecer los valores de DBO_5 de salida de cada uno de ellos.

Anteriormente en la figura 15 se mencionó que existen diferentes disposiciones para el sistema de lagunaje, a continuación, se muestra la disposición que se adoptara para este proyecto:

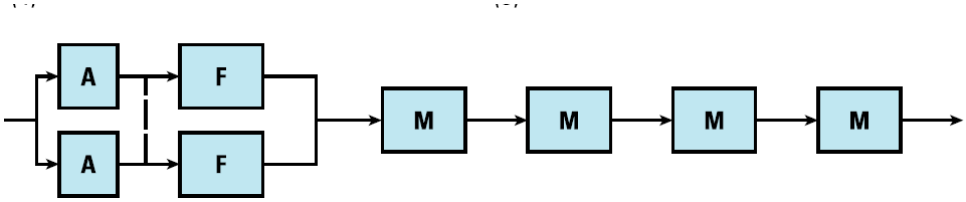


figura 18: disposición adoptada para el sistema de lagunaje

Si bien en la figura se muestran dos lagunas en paralelo tanto para la etapa anaeróbica como para la facultativa solo se encontrará trabajando una de ellas, mientras que la restante se utilizará cuando se deban realizar tareas de limpieza y mantenimiento a la primera. Además, se puede observar que se disponen varias lagunas aeróbicas en serie, esto se realiza en los casos de que luego del primer paso el efluente aun siga con una carga orgánica de vertido superior a la establecida por la legislación.

Parámetros de importancia para el dimensionamiento de las lagunas

El diseño de las lagunas de estabilización se ha llevado a cabo tradicionalmente mediante procedimientos simplificados; existen una gran variedad de métodos de diseño, debido en parte a las múltiples y diferentes condiciones en las que estos han sido deducidos (distintos tipos de alimentación, situación geográfica, condiciones climáticas, etc.).

Sin embargo, la mayoría de los métodos de cálculo para el dimensionamiento se basan en tres parámetros muy importantes:

- Carga volumétrica (kg DBO/m^3*día)
- Carga superficial (kg DBO/m^2*día)
- Tiempo de retención hidráulica (días)

A continuación, se describe el método de cálculo y los para metros más importantes para el dimensionamiento de los diferentes tipos de lagunas.

Laguna anaeróbica:

El tiempo de retención hidráulica para este tipo de lagunas se basa en el tiempo necesario para la reproducción de las bacterias metanogénicas. Donde generalmente este tiempo varía entre 3 a 6 días.

El otro parámetro utilizado en el caso de lagunas anaeróbicas es la carga volumétrica (Cv), cuyo valor varía entre 0.1 y 0.3 kg DBO/m^3*día. A partir de dicho valor se puede calcular el volumen de la laguna a través de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{V = \frac{C}{C_v}}$$

Donde:

V: volumen de la laguna (m^3)

C: carga orgánica del efluente a la entrada de la laguna (kg DBO/ día)

Cv: carga orgánica volumétrica a la entrada de la laguna (kg DBO/m^3*día)

Una vez obtenido el volumen se puede calcular el tiempo de retención hidráulica para la laguna a través de la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{t_{RH} = \frac{V}{Q}}$$

Donde:

t_{RH} : tiempo de retención hidráulica (días)

V: volumen de la laguna

Q: caudal del efluente (m^3/día)

Otro parámetro importante para estas lagunas es la profundidad, la cual suele variar entre 3,5 y 5 m, una vez calculado el volumen de la laguna y establecido el valor de profundidad de la misma se puede proceder al cálculo del área, así como las dimensiones particulares de largo y ancho de la misma.

Lagunas facultativas:

En las lagunas facultativas la capa más superficial presenta condiciones aeróbicas, para lo cual se debe asegurar que la producción de O_2 sea suficiente para cumplir con su demanda (necesaria para estabilizar la materia orgánica). Para esto se debe asegurar una determinada exposición a la luz solar, para que la fotosíntesis ocurra y el aporte de la aireación por contacto con el medio también contribuya.

Por tal motivo, la superficie de este tipo de lagunas es un parámetro de diseño muy importante, y debido a esto es que para su dimensionamiento se utiliza como parámetro la carga superficial (Cs: kg DBO/ha*día), donde generalmente este valor oscila entre 120 y 240. A partir de dicho valor se puede calcular el área superior de la laguna a través de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{A = \frac{C}{C_v}}$$

Donde:

A: área en contacto con el medio de la laguna (m^2)

C: carga orgánica del efluente a la entrada de la laguna (kg DBO/ día)

Cs: carga orgánica superficial a la entrada de la laguna (kg DBO/m^2*día)

Una vez obtenido el área se puede calcular el volumen de la laguna con la profundidad de la misma (V= A * h), donde este tipo de lagunas tienen una profundidad entre 1,3 y 3 m. Por último, obtenido el volumen de la laguna se procede a calcular el tiempo de retención hidráulica a través de la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{t_{RH} = \frac{V}{Q}}$$

Donde:

t_{RH} : tiempo de retención hidráulica (días)

V: volumen de la laguna

Q: caudal del efluente (m^3/día)

Lagunas aeróbicas:

Para el dimensionamiento de las lagunas aeróbicas se sigue el mismo procedimiento utilizado anteriormente para las lagunas facultativas. Debe tenerse en cuenta que la carga superficial para este tipo de lagunas es de 75 % del valor establecido para la laguna facultativa. Además, las lagunas aeróbicas se diseñan con poca profundidad para favorecer la remoción de patógenos (debido a la alta radiación solar y a la alta concentración de oxígeno disuelto), para lo cual generalmente se establecen profundidades de 0,8 a 1,5 m para este tipo de lagunas.

A continuación, se muestra un cuadro donde se presentan los parámetros establecidos para cada una de las lagunas del tratamiento, así como los valores calculados de volumen, área y tiempos de retención hidráulicas para cada una de ellas; además de la carga orgánica en la salida de cada una de las etapas del tratamiento, así como cuantas etapas aeróbicas son necesarias para alcanzar el nivel establecido por la normativa para el caso en estudio.

Tabla 8: dimensiones necesarias para cada una de las lagunas

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAJE								
TIPO DE LAGUNA	Caudal (m_3/día)	Carga volumétrica (Kg DBO/m^3*día)	Carga superficial (Kg DBO/ha*día)	TRH (días)	Volumen (m_3)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Largo (m)
LAGUNA ANAEROBICA	23	0,15	_____	5	104	4	4	6,5
LAGUNA FACULTATIVA	23	_____	200	24	550	1,8	15	20,4
LAGUNA AEROBICA 1	23	_____	150	10	233	1	20	33,8
LAGUNA AEROBICA 2	23	_____	150	10	233	1	20	33,8

Tabla 9: carga orgánica del efluente antes y después de cada etapa del tratamiento

ETAPA DE TRATAMIENTO	DBO_5 ENTRADA (mg O_2/l)	REDUCCION DE CARGA ORGANICA (%)	DBO_5 SALIDA (mg O2/l)
TRATAMIENTOS PRELIMIRARES	3000,0	50	1487
PRETRATAMIENTO	1486,8	30	1034
TRATAMIENTO PRIMARIO	1034,2	35	668
LAGUNA ANAEROBICA	668,1	60	264
LAGUNA FACULTATIVA	264,3	40	152
LAGUNA AEROBICA 1	152,2	40	88
LAGUNA AEROBICA 2	87,6	40	50

[i] Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. (2016). RESOLUCIÓN-374-2016. Recuperado de: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/normativas/archivos/r_senasa_374-2016_con_anexos.pdf

Capítulo X

Estructura Jurídica

Índice

Introducción 3

Tipos de sociedades 4

Sociedad Anónima (S.A.) 4

Sociedad de responsabilidad limitada (S.R.L.) 5

Sociedad por Acciones Simplificadas (S.A.S.) 5

Tipo de sociedad adoptada 6

Introducción

Existen diferentes tipos de sociedades comerciales en Argentina, asimismo, existen diferentes formas jurídicas previstas en el régimen legal para operar comercialmente.

Donde es posible que una persona física opere en nombre y por cuenta propia. Esta opción, si bien es la más económica y rápida para comenzar, ya que no requiere montar una estructura legal que ampare la actividad de la persona, resulta la más riesgosa para el patrimonio personal de quien la realice, ya que el empresario responde ante sus acreedores con todos sus bienes presentes y futuros, no existiendo limitación de la responsabilidad ni diferenciación entre el patrimonio personal o comercial.

A los fines de limitar la responsabilidad y salvaguardar el patrimonio personal, es posible adoptar alguno de los tipos de sociedades previstos en la Ley 19.550[i], de Sociedades Comerciales.

Esta ley presenta la siguiente definición para las sociedades comerciales:

"Habrá sociedad si una o más personas en forma organizada conforme a uno de los tipos previstos en esta ley, se obligan a realizar aportes para aplicarlos a la producción o intercambio de bienes o servicios, participando de los beneficios y soportando las pérdidas".

Para que una sociedad se encuentre debidamente constituida, es necesario inscribirla en el Registro Público de Comercio correspondiente a su zona de actividad, según el procedimiento establecido para ello.

La Ley de Sociedades prevé varios tipos distintos de sociedades, cada uno con sus características particulares, sin embargo, los tipos de entidades en Argentina más utilizados en la práctica son la **Sociedad Anónima (S.A.)**, la **Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L.)**, y la recientemente implementada **Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.)**.

Este último tipo de sociedades en realidad no se encuentra contenida dentro de la ley de sociedades antes citadas, sino que fue creada recientemente en la sanción de la Ley de Emprendedores.

Tipos de sociedades

A continuación, se realiza una breve descripción de las características principales de cada una de las sociedades antes citadas para lograr seleccionar la más adecuada para el presente proyecto.

Sociedad Anónima (S.A.)

Se requieren como mínimo dos accionistas y no presenta un número máximo para los mismos, los cuales pueden ser personas físicas o jurídicas donde cada uno debe poseer una parte importante del capital de la sociedad.

Capital: el capital social mínimo para cualquier S.A es de ARS$ 100.000, debiendo suscribir al menos el 25% del mismo al momento de la constitución de la sociedad, debiendo suscribir el capital restante dentro de los próximos dos años siguientes. A su vez, el capital está dividido en acciones, de las cuales podrá elegirse distintos tipos, pero que serán de libre transmisión. Las sociedades anónimas podrán hacer ofertas públicas de sus acciones.

Administración: el órgano encargado será el directorio, el cual deberá estar integrado por una o más personas físicas, designadas por los accionistas, los integrantes del directorio pueden ser nacionales o extranjeros, sin embargo, la mayoría absoluta deben tener su domicilio real en Argentina. Durarán en su cargo un máximo de tres ejercicios y deberán reunirse al menos una vez cada tres meses.

Gobierno: el gobierno de las sociedades anónimas es llevado a cabo por los accionistas, los cuales deben reunirse al menos una vez al año para determinar la aprobación de los estados contables, la elección de los directores, etc.

Obligaciones: las sociedades anónimas deben llevar un registro de las decisiones tomadas por sus directores y por los socios y de sus registros contables, por lo cual deben contar con los libros societarios de Directorio, Actas de Asamblea, Depósito de Acciones, Registro de asistencia a asambleas y Registros de accionistas, etc.

De manera simplificada, las sociedades anónimas suponen más requisitos para su constitución, los gastos de conformación son mayores y tienen más controles por parte de los organismos reguladores.

Sociedad de responsabilidad limitada (S.R.L.)

Para este tipo de sociedades se requieren al menos dos socios, con un número máximo de cincuenta. Si bien no requiere un capital mínimo, se concluye que el capital debe ir de acuerdo a la actividad a realizar por la sociedad. En este tipo de sociedades los socios limitan su responsabilidad a las cuotas que haya suscripto.

Capital: el capital social se divide en cuotas de igual valor que deben ser de $10 o múltiplos de $10. Deben estar inscriptas en los libros de la sociedad y en el registro público de comercio. Las cuotas no pueden ser cedidas a menos que el resto de los socios estén de acuerdo.

No podrán realizarse ofertas públicas de sus cuotas sociales en los mercados abiertos.

Administración: las sociedades de responsabilidad limitada son manejadas por uno o más gerentes, los cuales representan a la sociedad. No tienen obligación de reunirse periódicamente y pueden ser designados por término indefinido.

Obligaciones: solamente las sociedades de responsabilidad limitadas cuyo capital social supere los $10.000.000 tienen la obligación de aprobar y presentar sus estados contables.

Sociedad por Acciones Simplificadas (S.A.S.)

Este tipo societario fue aprobado recientemente, con el objeto de facilitar la inversión y fomentar los emprendimientos. La constitución se realiza digitalmente y en caso de optar por el estatuto modelo, se aprobará en 24 horas.

Puede estar conformada por uno o más socios, los cuales pueden ser personas físicas o jurídicas sin máximos, y la responsabilidad se limita a las acciones suscriptas por los mismos.

Capital: el capital mínimo requerido es equivalente a la suma de dos veces el salario mínimo vital y móvil, el cual podrá ser dividido en las clases de acciones que los socios elijan para ello, manteniendo la libre transmisibilidad, y podrá ser integrado en un 25% al momento de su formación, debiendo integrarse el capital restante dentro de los dos años siguientes.

Administración: la administración de las sociedades de acciones simplificadas será llevada a cabo por uno o más administradores, debiendo contar además con un administrador suplente, los cuales deben ser personas físicas, nacionales o extranjeros, y al menos uno debe tener su domicilio real en el país. Las reuniones de directorio podrán ser celebradas por medios electrónicos, sin necesidad de reunirse físicamente.

Gobierno: la reunión de socios en asamblea es el órgano de gobierno de la sociedad, las cuales siguen las mismas reglas que las reuniones de directorio.

Obligaciones: las S.A.S. deben llevar los libros societarios y contables, con la ventaja de que estos podrán ser llevados de forma digital, y no deben ser presentados periódicamente.

Tipo de sociedad adoptada

Luego de revisar las características de los diferentes tipos de sociedades existentes se optará por la adopción del tipo societario de Sociedad de Acciones Simplificadas (S.A.S.) para este proyecto.

Las S.A.S. son consideradas por los especialistas en el área como un traje legal a medida para pequeñas y medianas empresas, fueron pensadas para emprendedores para brindarles una herramienta simple para desarrollar sus proyectos de manera rápida. En el último tiempo fueron el tipo societario ampliamente preferido por las nuevas pymes, incluso otras pymes que presentaban la forma societaria de S.R.L o S.A migraron a este nuevo tipo de sociedad.

Dentro de sus principales ventajas que la han llevado a su amplia adopción se pueden destacar:

- De fácil y rápida constitución: las S.A.S son más sencillas y rápidas de constituir para emprendedores e incluso para empresas que ya existen como S.R.L o S.A y que desean migrar a esta nueva figura societaria.
  El trámite debe hacerse a través de la plataforma de trámites a distancia (TAD) y se resuelven hasta en 24 horas.
- Presentan un costo menor de constitución y mantenimiento.
- Pueden ser constituidas por un solo socio

- Permiten el financiamiento a través de sistemas financiero colectivo (crowdfunding).
- Establece la posibilidad de realizar las asambleas y otros actos formales a través de medios electrónicos que permita a los integrantes comunicarse de forma simultánea.
- Posee gran libertad para las reuniones de socios, en relación a la libertad de establecer los requisitos de quórum y mayorías; las reuniones pueden ser fuera de la sede social; se admite la citación por medios electrónicos; entre otras ventajas.
- Las S.A.S no pagan la tasa anual que exige la IGJ.
- En cuanto al término de duración y al objeto social mientras que en los otros tipos de sociedad es obligatorio especificar el tiempo de duración y el objeto social, y para modificarlos se requiere reformar los estatutos mediante escritura pública, en las sociedades por acciones simplificadas no se requiere precisar el número de años que durará la sociedad, ni tampoco determinar la actividad a la que se dedicará la empresa, a menos que así lo quieran los accionistas. De modo que cuando la empresa pretenda dedicarse a actividades distintas a las contempladas inicialmente, no se requerirá reforma estatutaria.

Todas estas características hacen a las Sociedades de Acciones Simplificadas la mejor alternativa de tipo societario a adoptar para este proyecto puntual.

[i] http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25553/texact.htm. Ley 19.550 de Sociedades Comerciales.

Capítulo XII

Estructura Organizativa

Índice

Introducción 3

Misión, Visión y Valores de la empresa 4

Misión 4

Visión 5

Valores y Principios 5

Organigrama de la empresa 5

Funciones de los integrantes del organigrama 6

Junta de socios 6

Gerente general 7

Gerente de producción primaria 7

Gerente de planta 7

Maestro quesero 8

Asistente de producción 8

Analista de calidad 8

Calderista 9

Gerente administrativo y comercial 9

Operarios de producción primaria 9

Personal 9

Introducción

Definir como se organizará una empresa y sus trabajadores es clave para que la misma pueda alcanzar sus objetivos. Cada empresa es única y por tal motivo exige una estructura organizacional única y hecha a medida.

La estructura organizacional es el sistema jerárquico escogido para gestionar el personal y los medios de una organización. Se podría decir que la estructura organizacional de una empresa es el modo de planificar su trabajo y repartir formalmente las responsabilidades entre los actores que la integran.

Una estructura organizacional bien planificada servirá para enfocar esfuerzos hacia los objetivos de la empresa, pudiendo alcanzarlos de una manera más eficiente. Si la misma no se ha desarrollado convenientemente, los empleados pueden tener confusión ante la falta de una autoridad clara a la cual obedecer, pueden darse fallas de coordinación y la toma de decisiones se torna más lenta; todo esto podría afectar de manera negativa el rendimiento económico de la empresa en el largo plazo.

La adecuada confección de la estructura organizacional y la aplicación de buenas herramientas de gestión facilitan que cada empleado identifique y entienda su papel dentro de la empresa rápidamente.

Cada entidad empresarial teniendo como guía su ***VISIÓN*** diseña y sigue un sistema organizacional el cual la llevará a cumplir con su ***MISIÓN*** y objetivos respetando siempre en el camino los ***VALORES*** establecidos por la empresa.

Hasta aquí se definió la importancia y funciones de las estructuras organizacionales para las empresas en general, considerando el caso puntual de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) muchas veces se observa que las mismas no presentan una estructura formal y bien definida dentro de su empresa, esto se debe a que se suele considerar que esto es un aspecto propio de las grandes empresas; y si bien muchas de las pymes que trabajan sin una estructura organizacional definida se han desarrollado y perdurado a lo largo del tiempo hay que tener en cuenta que como se mencionó antes no contar con este tipo de estructuras le quita eficiencia y competitividad a la empresa; donde aquellas empresas que si lo apliquen desde un principio presentarán mayores ventajas competitivas y perspectivas de crecimiento a futuro.

Misión, Visión y Valores de la empresa

La misión, visión y valores de una empresa son elementos intangibles que constituyen la base de la cultura y el modo de actuar de la misma. Son esenciales para definir la identidad corporativa y sirven como guía a la hora de tomar decisiones. La simple manifestación de estos elementos en el día a día de la empresa sirve para crear sentido de pertenencia en los empleados y que sientan la importancia de su trabajo y se sientan motivados a realizar las tareas que sus puestos requieren. Por esto es importante que los empleados participen de la redacción de la Visión, Misión y Valores de la empresa.

En general los empleados tienden a esforzarse más si sienten que la empresa para la cual trabajan tiene un fin más noble que el simple hecho de ganar dinero, esto se logra cuando los empleados pueden ser parte en la elección de los valores, lo que asegura que se sientan identificados con los mismos y con el conjunto de la empresa.

Estos parámetros también son muy importantes para los clientes, ya que si una empresa y su marca logran empatizar con sus clientes a través de mensajes transmitidos por su misión y visión logrará obtener una ventaja en relación a sus competidores que ofrezcan productos de calidad y precios similares.

Si a través de la misión, visión y valores se logra transmitir a los clientes metas de mediano y largo plazo que trascienden en el tiempo y con las cuales el cliente logra empatizar, se logrará que ellos sientan que están contribuyendo a alcanzarlas al comprar los productos, y con esto seguramente la empresa obtendrá clientes fieles.

Misión

"Tomar lo mejor de la naturaleza y llevarlo a la mesa de los clientes".

Obteniendo materia prima de excelente calidad a través de prácticas responsables y amigables con el medio ambiente, cuidando minuciosamente las características de inocuidad y nutricionales durante el procesamiento para así producir alimentos nutritivos de alta calidad que promuevan un cuidado preventivo de la salud y del bienestar.

Se tomará además esta frase inicial como el eslogan de la empresa y la marca, sobre todo para fines publicitarios y marketing de la empresa.

Visión

Lograr un modelo productivo sustentable financiera y ambientalmente, integrado desde la obtención de la materia prima hasta su comercialización, que logre una alta eficiencia en la utilización de recursos, de manera de poder lograr un producto de elevada calidad al menor costo posible.

Valores y Principios

- Sostener y promover la salud del suelo, plantas, animales, personas y del planeta.
- Producción basada en procesos ecológicos
- Explotación y aprovechamiento de los sistemas ajustados a los ciclos y equilibrios ecológicos de la naturaleza.
- Manejo eficiente de materiales y energía para así mantener y mejorar la calidad ambiental y la conservación de recursos.
- Otorgar a los animales condiciones de vida que sean acordes con su fisiología, comportamiento natural y bienestar.
- Trabajo en equipo
- Innovación sustentable

Organigrama de la empresa

Cuando se habla de una empresa necesariamente se tiene que hablar de organización empresarial, que gira en torno a una estructura que le permite cumplir sus objetivos.

Algunos autores definen a la estructura de una empresa como "*el conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en distintas tareas, consiguiendo luego la coordinación de las mismas*". Aquí se puede apreciar como la organización exige, por un lado, la división de las tareas, y por otro, la coordinación de las mismas.

A la hora de estudiar los elementos que intervienen en el proceso de diseño de la estructura de cualquier organización, se debe tener en cuenta la siguiente premisa:

La estructura de la empresa tiene que servir para poder lograr los objetivos que se hayan marcado, de la manera más eficiente posible, con los recursos disponibles.

Para ello los organizadores tienen que tener en cuenta:

- ¿Qué hay que hacer?, es decir, ¿Qué funciones son esenciales?
- ¿Cómo hay que hacerlo?
- ¿Quién tiene que hacer cada cosa?

El organigrama es el instrumento que se utiliza en una empresa para plasmar de forma gráfica la estructura que tendrá la organización.

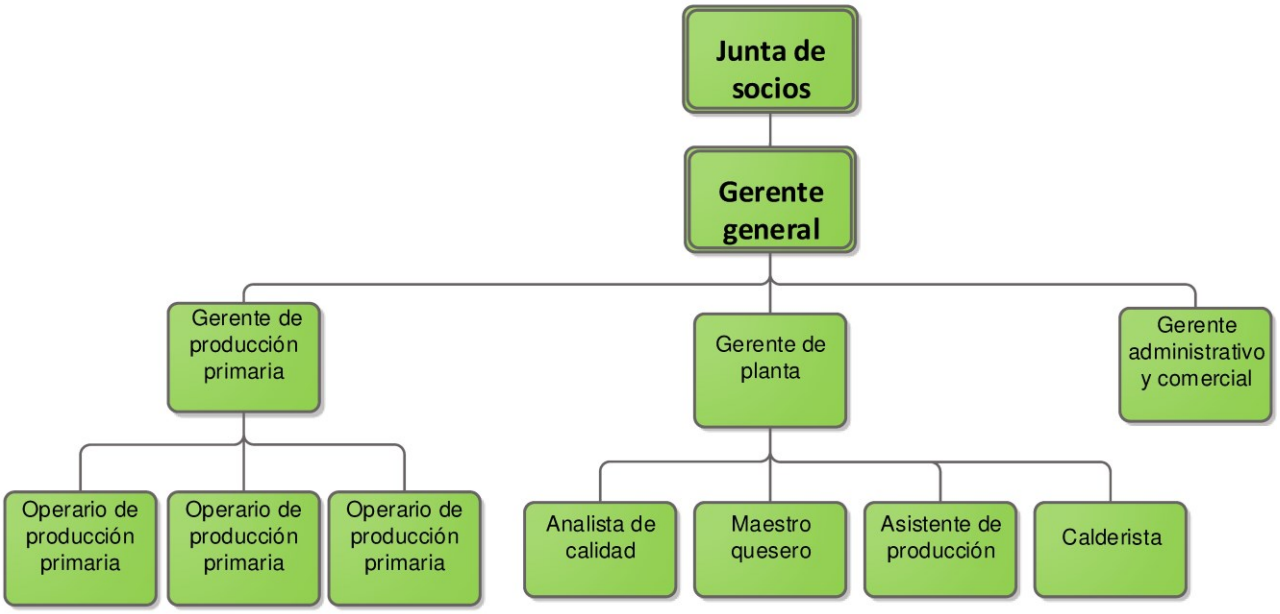


figura 1: organigrama de la empresa

Funciones de los integrantes del organigrama

Junta de socios

Está constituida por los socios inversionistas, donde para este tipo de modelos productivos de pequeña escala los socios trabajaran activamente en las actividades diarias de la empresa ocupando los puestos de conducción y toma de decisiones.

La junta de socios tiene las siguientes funciones:

- Dirección y representación legal de la empresa
- Determinar los objetivos y políticas de la empresa
- Desarrollar las estrategias a llevar a cabo para alcanzar los objetivos planteados
- Determinar los requerimientos de personal y gestionar las contrataciones
- Evaluar el desempeño de las diferentes áreas de la empresa

Gerente general

Es el encargado de dirigir y coordinar las distintas áreas de manera de asegurar la rentabilidad, competitividad y sustentabilidad de la empresa, cumpliendo con los lineamientos estratégicos establecidos por la junta de socios y la normativa y reglamentos establecidos para la sociedad empresarial.

La persona en este puesto deberá desarrollar los planes y programas de corto y largo plazo que permitan alcanzar los objetivos generales de la empresa, y que aprovechen las potencialidades de desarrollo y crecimiento del negocio.

Debe cuidar que se desarrollen y mantengan planes inteligentes de organización y que los programas de producción, calidad, ventas y logística se lleven a cabo de manera eficaz, cumpliendo de manera satisfactoria con los compromisos asumidos.

Gerente de producción primaria

Tiene la función de administrar la producción primaria, es decir el manejo del tambo. Debe encargarse de que se cumplan todos los lineamientos y requisitos que las normativas de producción orgánicas demandan para obtener la certificación de los campos y tambo.

Gerente de planta

Debe garantizar que se cumpla con el programa de producción, gestionar el mantenimiento de la planta y equipos. Tendrá a su cargo los operarios encargados de la producción, mantenimiento y limpieza. Verificará el buen funcionamiento del proceso productivo, realizará ajustes en el mismo de ser necesario, planteará mejoras con el fin de aumentar al máximo la eficiencia y rendimiento de los procesos; realizará informes de desempeño de la producción y los operarios para detectar posibles defectos a mejorar. También tendrá a su cargo la coordinación de despachos y logística de la empresa.

Deberá ser un profesional de la rama de la ingeniería, preferentemente un ingeniero en alimentos.

Maestro quesero

Será el encargado de realizar las operaciones en tina para el proceso de transformación de la leche en queso (pasteurización, agregado de fermento y cuajo, establecer el punto final de la coagulación y comienzo del lirado, etc.). También trabajará junto con el asistente de producción en trabajar la cuajada (pre-prensado, moldeado, prensado, etc.).

En igual sentido será el responsable de la producción de yogur.

Asistente de producción

Este operario de producción ayudará al maestro quesero en las operaciones de tratamiento de la cuajada, esto implica entre otras actividades, la realización del pre-prensado, corte y moldeo de la cuajada, volteo y prensado.

Deberá realizar el movimiento de materiales dentro de la planta, ya sea la recepción y almacenamiento de insumos, los productos intermedios durante la elaboración (transportes de las hormas posterior al prensado hacia el saladero, transporte posterior del saladero a las cámaras de maduración y de allí a la cámara de producto terminado) embalaje de producto final, transporte y almacenamiento en cámara y despacho de los mismos.

Limpieza de equipos, lugar de trabajo.

Analista de calidad

Será responsable de llevar registro de cada uno de los parámetros relevantes para cada etapa del proceso (temperaturas, tiempos, pHs, etc.) así como las cantidades de materias primas, insumos utilizados.

Hacer el seguimiento del cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura, asegurar que se cumplan con los lineamientos necesarios para cumplir con la certificación orgánica; realizar muestreo y análisis de materia prima, insumos, producto intermedio y producto terminado. Debiendo ser capaz de detectar las causas de no conformidades cuando las mismas se presenten de manera de poder recomendar las acciones correctivas necesarias y reducir los defectos en el producto terminado. Debiendo evitar que los productos no conformes no lleguen al consumidor.

Calderista

Este operario será el encargado de manipular, controlar y dar mantenimiento a la caldera, deberá estar pendiente del nivel de combustible dentro del hogar de la caldera y realizar la alimentación de la caldera de manera manual cuando sea necesario, además deberá trasladar la leña desde el deposito hacia la sala de caldera y controlar las condiciones de la leña dentro del mismo.

Gerente administrativo y comercial

Tendrá a cargo las funciones administrativas de la empresa; debiendo cumplir con todos los trámites administrativos, contables y burocráticos de la empresa, como el pago de impuestos, gestión de inscripción de personal, liquidación de sueldos, etc.

Será el encargado de la compra de materia prima, equipos e insumos de producción, también se encargará de las relaciones con los clientes y gestiones de las ventas de los productos fabricados. Deberá diseñar y promover acciones de marketing destinadas a mejorar las ventas e ingresos de la empresa.

Operarios de producción primaria

Tendrán asignadas todas las tareas referentes al tambo, desde el cuidado de los animales, su alimentación diaria, ordeñe, limpieza y mantenimiento de la sala de ordeñe; trabajar en la producción de pasturas y granos, etc.

Personal

Los convenios colectivos de trabajo son un contrato entre los sindicatos de un determinado sector de actividad y el empleador, los mismos regulan las condiciones de trabajo (salario, jornada, descansos, vacaciones, licencias, capacitación profesional, etc.) y establece reglas sobre la relación entre los sindicatos y la parte empleadora.

La Federación Trabajadores de Industrias de la Alimentación (FTIA) y la Federación de Industrias de Productos Alimenticios y Afines (FIPAA) a través del convenio colectivo de trabajo CCT 224/94[i], establecen entre otros temas: una categorización del personal según las tareas que realiza y sus capacidades y aptitudes, estableciendo los salarios correspondientes para dichas categorías, las condiciones generales de trabajo, régimen vacacional y representación gremial.

El convenio colectivo de trabajo se utilizará para realizar la categorización y correspondiente asignación de la remuneración a los operarios contratados por la empresa, no así para el personal jerárquico (gerente general, gerente de producción primaria y gerente planta), ya que los mismos no se encuentran contemplados dentro del convenio colectivo de trabajo; por tal motivo las condiciones laborales y de remuneración para estos empleados serán establecidas por la junta de socios; la cual negociará las condiciones de contratación con dichos empleados al incorpóralos dentro de la empresa como así también periódicamente para establecer las actualizaciones salariales de los mismos; para actuar de manera equitativa con todos los empleados estas actualizaciones se realizaran en el mismo periodo que se dé la actualización salarial para el CCT 244/94 que aplica para los operarios.

A continuación, se establecerá la relación o equivalencia que existe entre los cargos descriptos en el organigrama de la empresa para los operarios y la categoría correspondiente según el convenio colectivo de trabajo antes citado:

Tabla 1: Categorización de los puestos del organigrama según CCT 224/94

Puesto en el Organigrama	Categoría según CCT 244/94	Descripción de la categoría según CCT 224/94
Operarios de producción primaria	**OPERARIO**	Es el trabajador que se emplea en tareas generales que no demandan especialidades categorizadas en el convenio.
Maestro quesero	**OPERARIO CALIFICADO**	Son los que tienen a su cargo una tarea de responsabilidad en el proceso de Elaboración y se encuentran en condiciones de asistir al oficial en sus tareas, pero no reemplazarlo en ella.
Analista de calidad	**OPERARIO CALIFICADO**	Son los que tienen a su cargo una tarea de responsabilidad en el proceso de Elaboración y se encuentran en condiciones de asistir al oficial en sus tareas, pero no reemplazarlo en ella.
Calderista	**OPERARIO**	Es el trabajador que se emplea en tareas generales que no demandan especialidades categorizadas en el convenio.
Asistente de producción	**OPERARIO**	Es el trabajador que se emplea en tareas generales que no demandan especialidades categorizadas en el convenio.

Este convenio colectivo de trabajo además de la categorización de los operarios en función de las tareas a realizar, sus aptitudes y conocimientos, presenta también una escala salarial que establece los montos a abonar por el trabajo realizado para cada una de las categorías establecidas.

A continuación, se presenta la escala salarial actualizada al 16 de julio del 2020; a través de la misma y teniendo en cuenta las horas de trabajo por jornada de cada uno de los empleados de la empresa, así como de la cantidad de días laborales por semana se calculará el sueldo promedio a abonar por parte de la empresa a cada uno de sus operarios.

Tabla 2: Escala salarial acordada para el CCT 244/94, a los 16 días del mes de julio

CCT 244/94 PLANILLA DE SALARIO BASICOS	ESCALA CONFORME REVISION PARITARIA 2019-2020	AGOSTO 2020	SEPTIEMBRE 2020
ELABORACION, ENVASADOS Y VARIOS			
OPERARIO	203,75	215,98	216,99
OPERARIO GENERAL	211,73	224,43	225,49
OPERARIO CALIFICADO	219,43	232,60	233,69
MEDIO OFICIAL	229,51	243,28	244,43
OFICIAL	250,29	265,31	266,56
OFICIAL GENERAL	265,19	281,10	282,43
OFICIAL CALIFICADO	277,56	294,21	295,60
MANTENIMIENTO			
OPERARIO CALIFICADO	219,43	232,60	233,69
MEDIO OFICIAL GENERAL	265,19	281,10	282,43
OFICIAL DE OFICIOS VARIOS	271,53	287,82	289,18
OFICIAL DE OFICIOS GENERALES	290,17	307,58	309,03
OFI CIAL CALIFICADO	305,13	323,44	324,97
ADMINISTRACION			
CATEGORIA I	40.787,29	43.234,53	43.438,46
CATEGORIA II	43.117,40	45.704,44	45.920,03
CATEGORIA III	47.124,52	49.951,99	50.187,61
CATEGORIA IV	51.331,94	54.411,86	54.668,52
CATEGORIA V	53.856,54	57.087,93	57.357,22
CATEGORIA VI	58.695,23	62.216,94	62.510,42
2DO FEFE DE SECCION	67.951,68	72.028,78	72.368,54
PERSONAL OBRERO MENSUALIZADO			
CELADORES, CUIDADORES Y CAMARERAS DE COMEDOR	40.750,22	43.195,23	43.398,98
ENCARGADAS, AYUDANTE DE COCINA COMERDOR PERSONAL	41.175,52	43.646,05	43.851,93
PORTEROS Y SERENOS	42.729,19	45.292,94	45.506,59
AYUDANTE REPARTIDOR	41.175,52	43.646,05	43.851,93
COCINERO COMEDOR PERSONAL	43.505,93	46.116,29	46.333,82
CHOFER Y CHOFER REPARTIDOR	44.671,07	47.351,33	47.574,69

Se establecerán jornadas laborales de 8 horas, de lunes a sábados; cabe mencionar que los días domingos será necesario que uno de los 3 operarios de producción primaria deba asistir a trabajar para realizar el ordeñe de ese día; esta actividad será rotativa entre los 3 operarios de producción primaria, abonándose el triple por asistir los días domingos.

A continuación, se presenta un cuadro con los sueldos mensuales promedio para cada uno de los trabajadores contemplados en el organigrama, donde los sueldos correspondientes a los operarios serán calculados a partir de lo establecido en el convenio colectivo de trabajo CCT 244/94, mientras que la remuneración para personal jerárquico se toma según valores promedio actuales en el mercado laboral pyme para este tipo de cargos (a septiembre del 2020).

Tabla 3: Sueldos mensuales promedio por categoría

Puesto	Categoría según CCT 244/94	Cantidad de empleados	Sueldo base/hora ($)	horas de trabajo/ jornada ($)	Sueldo mensual promedio ($)	Total por categoría ($)
Gerente general	NA	1	394,23	8	82.000	82.000
Gerente de producción primaria	NA	1	360,58	8	75.000	75.000
Gerente de planta	NA	1	360,58	8	75.000	75.000
Gerente administrativo y comercial	NA	1	360,58	8	75.000	75.000
Operarios de producción primaria (*)	OPERARIO	3	216,99	8	50.342	151.025
Maestro quesero	OPERARIO CALIFICADO	1	233,69	8	48.608	48.608
Analista de calidad	OPERARIO CALIFICADO	1	233,69	8	48.608	48.608
Calderista	OPERARIO	1	216,99	8	45.134	45.134
Asistente de producción	OPERARIO	1	216,99	8	45.134	45.134
				TOTAL ($)	**645.508**	
(*) TOTAL POR CATEGORÍA incluye el adicional por el trabajo de un operario los domingos.						

[i] Convenio Colectivo de Trabajo (CCT) para los trabajadores de la industria de la alimentación http://www.ftiasistema.com.ar/uploads/descargas/1b6e68d95d42d6b0941afbb9a7382297296d3263.pdf

Capítulo XIII
Análisis de inversiones

Índice

Análisis de inversiones 3
Activos fijos 4
Inversión en obras civiles 4
Inversión en máquinas y equipos 5
Inversión en servicios auxiliares 5
Inversión en mobiliario y herramientas 6
Resumen de inversión en activos fijos 6
Activos diferidos 7
Gastos de estudios, investigaciones y proyecto 7
Dirección de obras civiles 7
Instalación de equipos y servicios auxiliares 7
Puesta en marcha 7
Imprevistos 7
Resumen de inversión en activos diferidos 8

Análisis de inversiones

En el contexto empresarial, la inversión se refiere a la utilización de un capital financiero en algún tipo de actividad económica con el objetivo de incrementarlo en el futuro. La inversión inicial está definida como el monto de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, los cuales comprenden:

- **Activos fijos**: son bienes tangibles de naturaleza permanente, estable, no están disponibles para la venta y poseen un carácter operativo para la empresa, ya que se utilizan para el proceso de transformación de las materias primas o servirán de apoyo para la operación normal del proyecto, por ejemplo, la maquinaria, el edificio, mobiliario, herramientas, etc.
- **Activos diferidos**: también llamados intangibles, son los gastos que se realizan para adquirir servicios o derechos, que permitan iniciar las operaciones del proyecto. Forman parte de esta categoría de inversión: los gastos de instalación, patentes, marcas, diseños comerciales e industriales, asistencia técnica, costos de contratos de servicios, capacitación del personal, etc.
- **Capital de trabajo**: es el stock de dinero que las empresas necesitan inmovilizar para poder realizar sus operaciones. En este sentido el capital de trabajo es lo que comúnmente se conoce como activo corriente (efectivo, inversiones a corto plazo, cartera e inventarios, mano de obra, materia prima, etc). Estos recursos deben estar disponibles en el corto plazo, de manera de poder cubrir las necesidades de la empresa a tiempo.

Tabla 1: Activos que integran la inversión inicial

Activos Fijos	Capital de Trabajo	Activos diferidos
Maquinarias y equipos	Materia prima	Gastos de estudios y evaluación del proyecto
Instalaciones auxiliares	Mano de Obra	Dirección de Obras Civiles
Obras Civiles	Insumos	Instalación de equipos, cañerías, instalaciones auxiliares
Muebles y herramientas	Energía	Gastos de puesta en marcha e imprevistos

Activos fijos

Inversión en obras civiles

Tabla 2: Costos de inversión en Obras Civiles

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo (U$D)
Cerco perimetral	240 m lineales	9 U$D/ m lineal	2160
Medianera premoldeada	90 m lineales	20 U$D/ m lineal	1800
Pisos	1020 m2	14 U$D/m2	14280
Ripio (10 cm de espesor del piso)	70 m3	10 U$D/m3	700
Mampostería 0,3 m	512 m2	25 U$D/m2	12800
Mampostería 0,15 m	644 m2	19 U$D/m2	12236
Cimiento	13 m3	90 U$D/m3	1170
Aberturas	15	175 U$D/unidad	2625
Puertas	15	225 U$D/unidad	3375
Pintura epoxi	230 litros	9 U$D/litro	2070
Techo	1020 m2	30 U$D/m2	30600
Portón	1	350 U$D/unidad	350
Baños	2	450 U$D/unidad	900
Filtro sanitario	2	225 U$D/unidad	450
COSTO TOTAL: 85516 USD			

(*) Los precios suministrados por los proveedores fueron convertidos a dólares al tipo de cambio del día 3/08/2020.

Inversión en máquinas y equipos

Tabla 3: Costo de inversión en máquinas y equipos

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (U$D)	Precio total (U$D)
ELABORACION DE QUESO			
Mini Planta Quesera (tina, pre-prensa, moldes, mesa y utensilios, prensa)	1	16000	16000
Piletas de salado	2	1300	2600
Trozadora	1	2500	2500
Envasadora al vacío	1	500	500
Batea de termocontracción	1	400	400
Bandejas plásticas	100	5	500
ELABORACION DE YOGUR			
Fermentador	1	2000	2000
Equipos Comunes (QUESO y YOGUR)			
Desnatadora Centrifuga	1	2200	2200
Caldera	1	17900	17900
Bomba centrifuga	2	500	1000
Equipo de refrigeración	1	13700	13700
COSTO TOTAL: 59300 U$D			

(*) Los precios suministrados por los proveedores fueron convertidos a dólares al tipo de cambio del día 3/08/2020.

Inversión en servicios auxiliares

Tabla 4: Costo de inversión en servicios auxiliares

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (U$D)	Precio total (U$D)
SERVICIO DE AGUA			
Tanque de almacenamiento	2	1500	3000
Torre para el tanque	2	250	500
SERVICIO DE ELECTRICIDAD			
Se considera para conductores e instalación un 5% del costo de las obras civiles	1	4200	4200
ILUMINACIÓN			
ECOGLIX 100	7	60	420
ECOGLIX 50	20	45	900
STREET LED SOLAR 120	14	80	1120
COSTO TOTAL: 10140 U$D			

Inversión en mobiliario y herramientas

Tabla 5: Costo de inversión en mobiliario y herramientas

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (U$D)	Precio total (U$D)
LABORATORIO			
Kit materiales básicos	1	60	60
Balanza digital	1	45	45
pHmetro	1	350	350
Refractómetro digital	1	200	200
HERRAMIENTAS			
Zorra hidráulica	1	300	300
Hidrolavadora de alta presión	1	160	160
Pallets de plástico	5	100	500
MUEBLES Y UTILES			
Muebles	-	300	300
Computadoras, impresoras, útiles de oficina y laboratorio	-	1140	1140
COSTO TOTAL: 3055 U$D			

(*) Los precios suministrados por los proveedores fueron convertidos a dólares al tipo de cambio del día 3/08/2020.

Resumen de inversión en activos fijos

A continuación, se presenta un resumen del costo de los gastos fijos a realizar en la inversión inicial del proyecto.

Tabla 6: Resumen de la inversión inicial en activos fijos

ACTIVOS FIJOS	COSTO U$D
Obras civiles	85516
Máquinas y equipos	59300
Servicios auxiliares	10140
Mobiliario y herramientas	3055
TOTAL 158011 U$D	

Activos diferidos

Gastos de estudios, investigaciones y proyecto

Se refiere a gastos relacionados con inversiones en estudio y proyecto de ingeniería, se consideran un 2% del costo de la inversión en máquinas, equipos e instalaciones auxiliares.

Dirección de obras civiles

La inversión destinada a la dirección de obras civiles se estima en un 5% de la totalidad del costo de la obra civil. El responsable a cargo deberá ser un profesional en el área, pudiendo ser un ingeniero civil o arquitecto, quien deberá tener una relación estrecha con el ingeniero a cargo del proyecto.

Instalación de equipos y servicios auxiliares

Aquí se considera la instalación de los equipos de producción, cañerías, red eléctrica y todas las instalaciones auxiliares e instrumentos necesarios para proveer los servicios que requiere cada uno de los equipos de la planta. Esta inversión se estima en un 10 % del costo de equipos e instalaciones auxiliares.

Puesta en marcha

Existe un periodo entre la finalización de las obras y la producción en régimen normal, donde se deben realizar pruebas de puesta a punto de los equipos, el balanceo de la línea, conexiones de los servicios auxiliares y ajustes necesarios con el fin de contar con servicios que sean estables a la hora de la producción que permitan obtener productos de calidad homogénea. En este caso se estima esta inversión del 1% del costo de los equipos.

Imprevistos

Durante las instalaciones de equipos, servicios auxiliares y la puesta en marcha de la planta se suelen realizar cambios de último momento en relación a las ubicaciones de los equipos e instalaciones, o surgen situaciones no contempladas en el proyecto inicial que requieren de fondos no asignados, etc. que se traducen en un costo extra. Debido a esto, los imprevistos se pueden estimar calculando un porcentaje de la inversión en activos fijos, aquí se estimarán como un 5% de los mismos.

Resumen de inversión en activos diferidos

Tabla 7: Resumen de inversiones en activos diferidos

INVERSION EN ACTIVOS DIFERIDOS O INTANGIBLES			
Concepto	**Inversión referida al costo de**	**Proporción (%)**	**Costo Total (U$D)**
Estudios, investigaciones y proyecto	Inversión en máquinas y equipos e instalaciones auxiliares	2%	711
Dirección de obras civiles	Inversión en obra civil	5%	4276
Instalación de equipos y servicios auxiliares	Inversión en equipos y servicios auxiliares	10%	3554
Puesta en marcha	Inversión en equipos	1%	254
Imprevistos	Inversión en activos fijos	5%	6206
	TOTAL:	**15000 U$D**	

Capítulo XIV

Análisis de costos del proyecto

Índice

Análisis de costos 3
Costos de producción 3
Costos directos 4
Gastos de fabricación 7
Amortizaciones y depreciaciones 12
Otros gastos 15
Resumen de los costos de producción 16
Costos de administración 16
Mano de obra administrativa 16
Otros gastos de administración 17
Costos de comercialización 18
Mano de obra comercial 18
Costo logístico de transporte del producto terminado 18
Costos de certificación 20
Costos financieros 20
Resumen de costos 22
Determinación del costo unitario de producción 24
Inversión en capital de trabajo 25
Cálculo del capital de trabajo 26

Análisis de costos

El análisis de costos es una herramienta importante para poder organizar la información económica y financiera de la empresa, con el objetivo de hacer más eficiente la planeación, el control y la toma de decisiones, permite determinar los márgenes de ganancias de los productos y de la empresa, este análisis es muy importante realizarlo de la manera más precisa posible, ya que esto permitirá realizar modificaciones y correcciones que aumenten la rentabilidad y competitividad de la empresa.

El costo es toda erogación de dinero que una empresa realiza o destina para un fin específico (elaborar un producto o prestar un servicio).

Existen diversas metodologías para realizar un análisis de costos en una actividad productiva, una de las más utilizadas consiste en seguir una de las diversas clasificaciones existentes para los costos e ir estableciendo cada uno de los elementos de esa clasificación para el proyecto en estudio.

Para el análisis de costo del presente proyecto se identificarán y desarrollarán cuatro clases de costos:

- Costos de producción
- Costos administrativos
- Costos de comercialización
- Costos financieros

Para realizar el análisis de costos se debe establecer un periodo acotado de tiempo de la actividad en la cual se definirán los mismos, de esta manera una vez conocido el costo total de la actividad en dicho periodo, y determinando previamente el total de lo producido se puede realizar el cálculo del costo unitario del producto.

Costos de producción

Los costos de producción comprenden todas aquellas erogaciones destinadas a la adquisición de factores directamente vinculados con la elaboración del producto o la prestación del servicio. Dentro de los costos de producción se encuentran los costos directos, gastos de fabricación y otros gastos.

Costos directos

Está constituido por la materia prima, los insumos o materiales directos y la mano de obra directa.

Costo de materia prima

La principal materia prima para la producción tanto del yogur como de los quesos pategrás y reggianito es la leche cruda, si bien el presente proyecto plantea al tambo y a la planta de producción como un modelo de negocios integrado; debido a que no está en los fines del proyecto realizar un análisis del sistema productivo del tambo (producción primaria) se establecerá un precio para la leche cruda proveniente del tambo cuyo valor representará el costo de la materia prima, donde este precio soportará los costos correspondientes a las actividades relacionadas por el tambo.

En este sentido, como ya se mencionó en capítulos anteriores debido a las particularidades que presenta la producción orgánica, esta modalidad presenta una productividad menor en relación al modelo de producción convencional, asociado con mayores costos en los insumos y mano de obra, donde estos dos factores elevan el costo de producción de la leche cruda orgánica. Debido que, al igual que en el sistema de producción convencional, hay múltiples factores que afectan el costo de producir leche, lo conveniente es evaluar cada caso en particular antes de tomar la decisión de adoptar el modelo orgánico; habiendo hecho esta aclaración, existen diferentes estudios que comparan productividad y costos en la producción de leche tanto para el modelo de producción convencional como el modelo orgánico; basado en los resultados de estos estudios científicos más la consulta a un productor de la región que se encuentra trabajando en la conversión del sistema de producción de su tambo desde el sistema convencional al orgánico, es que se tomará al costo de producción de leche orgánica como un 50% superior al costo de producción de la misma por el método convencional.

Según el Observatorio de la Cadena Láctea Argentina (OCLA) el costo de la producción primaria de la leche tiene un valor de 17,79 $/litro de leche cruda (dato actualizado a julio del 2020); considerando que la producción orgánica posee un costo un 50% superior en promedio, se puede estimar un costo de producción de la leche orgánica de 27.7 $/litro de leche cruda, este valor representará el costo de la principal materia prima para la producción en planta.

En el siguiente cuadro se detallará el costo anualizado de la materia prima:

Tabla 1: Costo de materia prima

Producto	Cantidad (litros/día)	Cantidad (litros/año)	Costo unitario ($ARS/litro)	Costo unitario (U$D/litro)	Costo Total (U$D/año)
Yogur	500	182500	27,7	0,39	70732
Queso Pategrás	1000	365000	27,7	0,39	141465
Queso Reggianito	1000	365000	27,7	0,39	141465
(*)tipo de cambio oficial a julio del 2020: 71,47 $/U$D					

Costos de insumos

Aquí se considerará el costo de los insumos necesarios para la producción:

Tabla 2: Costos de insumos de producción

COSTOS DE INSUMOS					
Producto	**Insumo**	**Cantidad por**	**Costo unitario**	**Consumo anual**	**Costo anual**
YOGUR	Azúcar organica	50 Kg	1,35 U$D/Kg	18250 Kg	24637,5 U$D
	Leche entera en polvo	10 Kg	2,96 U$D/Kg	3650 Kg	10804 U$D
	Gelatina	1,5 Kg	15,33 U$D/Kg	547,5 Kg	8393,175 U$D
	Almidón	2,5 Kg	0,82 U$D/Kg	912,5 Kg	748,25 U$D
	Fermento liofilizado	0,1 Kg	19 U$D/sobre	36,5 Kg	693,5 U$D
	Saborizante	0,125 l	16 U$D/l	45,625 l	730 U$D
	Envases	550 unidad	0,5 U$D/U	200750 u	100375 U$D
	COSTO TOTAL INSUMOS YOGUR			146381,4 U$D	
QUESO PATEGRAS	Fermento YHL 092 F	0,5 sobre	8,3 U$D/sobre	365 sobre	3029,5 U$D
	Fermento PB1	0,5 sobre	3,3 U$D/sobre	365 sobre	1204,5 U$D
	Cloruro de calcio	0,1 Kg	0,7 U$D/Kg	73 Kg	51,1 U$D
	Cuajo	0,1 Kg	4,8 U$D/l	73 Kg	350,4 U$D
	COSTO TOTAL INSUMOS			4635,5 U$D	
QUESO REGGIANITO	Fermento YH 092E	0,5 sobre	8,3 U$D/sobre	365 sobre	3029,5 U$D
	Cloruro de calcio	0,1 Kg	0,7 U$D/Kg	73 Kg	51,1 U$D
	Cuajo	0,1 Kg	4,8 U$D/l	73 Kg	350,4 U$D
	COSTO TOTAL INSUMOS			3431,0 U$D	
(*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020					

Costo de mano de obra directa

Aquí se considera el personal que interviene en el proceso productivo, se refiere específicamente a los operarios y encargados del área de producción. El costo considerado serán los sueldos a pagar a este personal, según lo establecido anteriormente en el capítulo XII del presente proyecto.

A continuación, se presenta una tabla que contempla los salarios del personal considerado como mano de obra directa en la producción:

Tabla 3: Costos de mano de obra directa

Puesto	Categoría según CCT 244/94	Cantidad de empleados	Sueldo base/hora ($)	horas de trabajo/ jornada ($)	Total mensual por categoría ($)	Total anual por categoría ($)	Total anual por categoría (U$D)
Gerente general	NA	1	394,23	8	82.000	532999	6811
Gerente de planta	NA	1	360,58	8	75.000	975000	12460
Maestro quesero	OPERARIO CALIFICADO	1	233,69	8	48.608	631898	8075
Analista de calidad	OPERARIO CALIFICADO	1	233,69	8	48.608	631898	8075
Calderista	OPERARIO	1	216,99	8	45.134	586741	7498
Asistente de producción	OPERARIO	1	216,99	8	45.134	586741	7498
TOTAL (U$D): 50.419							
(*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020							

El sueldo del gerente general está prorrateado entre la producción en planta y la producción primaria, ya que esta persona es encargada de gestionar y dirigir ambas áreas, debido a esto el costo que implica el sueldo de esta persona estará dividido para ser soportado por ambos sectores.

Gastos de fabricación

Costo de generación de calor

Aquí se considerará el consumo de combustible (leña) para la generación de vapor en la caldera.

Aprovechando el análisis realizado en el capítulo VII del consumo de energía térmica por parte de los procesos que requieren incorporación de calor al sistema, se presentan los consumos de calor requeridos por estos procesos, primeramente, y se calcula luego, en función del costo de la leña, el costo de incorporar calor a cada etapa del proceso.

Tabla 4: Costos de generación de calor

Producto	Etapa del proceso	Calor requerido		Costo unitario ($/Kcal)	Eficiencia energética	Costo por etapa del proceso ($)	Costo anual por proceso (U$D)
		Kcal	Kwh				
Pategrás	Pasteurización	24552	28,5	0.00053	60%	21,54	200,92
	Holding	3682,5	4,3	0.00053	60%	3,23	30,14
	Cocción (45˚C)	3692,1	4,3	0.00053	60%	3,24	30,21
	COSTO TOTAL ANUAL (U$D) 261,27						
Reggianito	Pasteurización	0	0,0	0.00053	60%	0,00	0,00
	Holding	0	0,0	0.00053	60%	0,00	0,00
	Cocción (48˚C)	4061,3	4,7	0.00053	60%	3,56	33,24
	COSTO TOTAL ANUAL (U$D) 33,24						
Yogur	Pasteurización	45908	53,3	0.00053	85%	40,27	187,84
	COSTO TOTAL ANUAL (U$D) 187,84						
(*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020							

En esta tabla solo se considera el costo del combustible para la generación de vapor, ya que los demás costos asociados a la generación de calor para los procesos son contemplados en diferentes puntos durante este capítulo; el costo de la mano de obra por ejemplo (calderista) ya fue considerado en el punto anterior, y el costo de adquisición de la caldera será considerado más adelante; al igual que todos los demás componentes que hacen al costo total de la generación de calor para los procesos.

Costo de energía eléctrica

Se consideran los consumos eléctricos demandados por cada uno de los equipos.

El análisis se realizará por producto, ya que es necesario determinar el costo asociado para cada producto individual, para poder luego poder calcular el costo total de producción de cada producto por separado. Debido a esto hay equipos que se repetirán, ya que son utilizados para la elaboración de más de un producto.

Tabla 5: consumo eléctrico de los equipos en elaboración de yogurt

CARGAS ELÉCTRICAS		Componente	Potencia KW	Tpo estimado de uso /batch (horas)	Costo unitario ($/Kwh)	Costo total anual (U$D)
BOMBA CENTRIFUGA		Motor de la bomba	0,37	0,50	7	6,041
TANQUE DE FERMENTACIÓN		Agitador	1,10	0,75	7	26,938
DESNATADORA CENTRIFUGA		Motor de acción mecánica	1,10	0,5	7	17,958
COSTO TOTAL ANUAL (U$D) 50,94						

El costo de energía eléctrica de los equipos se calcula teniendo en cuenta la potencia de cada uno de ellos, el tiempo estimado de funcionamiento de los equipos para cada uno de los productos (el tiempo a su vez se estimará en función de la capacidad del equipo y del volumen a procesar o bien del tiempo estimado de funcionamiento) y del costo de la energía eléctrica, todo esto por batch o lote, jornada de trabajo y finalmente se obtiene el costo anualizado.

Tabla 6: consumo eléctrico de los equipos en la elaboración de queso Pategrás

CARGAS ELÉCTRICAS		Componente	Potencia KW	Tpo estimado de uso /batch (horas)	Costo unitario ($/Kwh)	Costo total anual (U$D)
BOMBA CENTRIFUGA		Motor de la bomba	0,37	0,5	7	12,08
TINA QUESERA		Agitador	1,1	3	7	215,50
DESNATADORA CENTRIFUGA		Motor de acción mecánica	1,1	0,5	7	35,92
TROZADORA		Trozadora	1	1,5	7	97,96
ENVASADORA AL VACIO		Envasadora al vacío	1,2	2	7	156,73
BATEA DE TERMOCONTRACCIÓN		Resistencia térmica	5	2	7	653,04
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)				**844,70**		

(*) Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020

Tabla 7: Consumo eléctrico de los equipos para la elaboración de queso Reggianito

CARGAS ELÉCTRICAS		Componente	Potencia KW	Tpo estimado de uso /batch (horas)	Costo unitario ($/Kwh)	Costo total anual (U$D)
BOMBA CENTRIFUGA		Motor de la bomba	0,37	0,5	7	12,08
TINA QUESERA		Agitador	1,1	3	7	215,50
DESNATADORA CENTRIFUGA		Motor de acción mecánica	1,1	0,5	7	35,92
TROZADORA		Trozadora	1	1,75	7	114,18
ENVASADORA AL VACIO		Envasadora al vacío	1,2	2	7	156,73
BATEA DE TERMOCONTRACCION		Resistencia térmica	5	2	7	326,52
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)			**861,03**			

(*) Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020

Hasta ahora se determinó el costo en energía eléctrica por parte de los equipos que intervienen directamente en la producción de cada uno de los productos por separado; además hay algunos equipos que son necesarios en el proceso de producción y que son utilizados en simultáneo, como es el caso de la cámara de producto terminado que almacena tanto los quesos como el yogur a la vez, o el tanque de almacenamiento refrigerado que contiene la leche cruda refrigerada para la producción del yogur y queso pategrás.

Para estos casos se determinará en primer lugar el consumo estimado total diario y anualizado y luego se realizará un prorrateo teniendo en cuenta algún factor que permita distribuir el consumo de la manera más justa posible entre los diferentes productos.

Tabla 8: Costo anual de electricidad para equipos comunes

CARGAS ELECTRICAS		Componente	Potencia KW	Tpo estimado de uso por día	Costo unitario ($/Kwh)	Costo total anual (U$D)
TANQUE DE ALM. REFRIGERADO		Equipo de refrigeración	10	10	7	3265,2
		Agitador	0,75	4	7	98,0
CAMARA DE REFRIGERACION		equipo de refrigeración	20	16	7	10448,6
		forzadores de aire	1,1	16	7	574,7

(*) Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020

Para el caso del tanque de almacenamiento refrigerado el prorrateo se realizará en función del volumen que mantiene refrigerado este equipo para cada producto, como se describió en capítulos anteriores solo se refrigerará la leche proveniente del primer ordeñe (1250 litros) de los cuales 500 litros son destinados a yogur y los restantes 750 litros son destinados a la producción de queso pategrás, la leche necesaria para la producción del queso reggianito no será refrigerada, ya que se coordina la producción para que la leche proveniente del segundo ordeñe sea utilizada inmediatamente luego de su obtención.

Para el caso de la cámara de almacenamiento de producto terminado el prorrateo se realizará en función de carga térmica aportada por cada producto en sus ingresos diarios de producto terminado a la cámara (se utilizan los valores de carga térmica calculados para cada producto en el capítulo de servicios auxiliares, en la sección de cámara de refrigeración).

Tabla 9: Costos de electricidad para equipos comunes prorrateados por productos

CARGAS ELÉCTRICAS		Componente	Costo anual (U$D)	Prorrateo					
				Pategrás		Reggianito		Yogur	
				%	CA (U$D)	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)
TANQUE DE ALM. REFRIGERADO		Equipo de refrigeración	3265	60	1959,1	0	0	40	1306,1
		Agitador	98,0	60	58,8	0	0	40	39,2
CÁMARA DE REFRIGERACIÓN		equipo de refrigeración	10448	11	1149,3	11	1149,3	78	8149,9
		forzadores de aire	574	11	63,2	11	63,2	78	448,2
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)				**3230,4**		**1212,6**		**9943,4**	
CA: Costo Anual. (*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020									

A continuación, se presenta un resumen de los costos de energía eléctrica como costo directo para cada uno de los productos:

Tabla 10: Resumen costos de electricidad

concepto	Costo anual (U$D)		
	Pategrás	Reggianito	Yogur
Equipos de proceso	844,7	861,03	50,9
Equipos comunes	3230	1213	9943
COSTO TOTAL ANUAL DE ELECTRICIDAD	**4075**	**2074**	**9994**

Amortizaciones y depreciaciones

Depreciación y amortización reflejan la pérdida de valor que sufren los activos. La depreciación se aplica a los activos fijos (obras civiles y equipos) y refleja el valor del activo a lo largo de su vida útil. Este concepto se utiliza para mostrar que las inversiones permanentes de la planta van disminuyendo su valor y utilidad a lo largo del tiempo. Los activos se deprecian basándose en criterios económicos, uno de los más utilizados es el criterio que considera el plazo de utilidad productiva o vida útil del bien, calculándose una deducción anual de una porción del valor de la propiedad y/o equipamiento.

La amortización es la distribución del valor de los activos intangibles a lo largo de un periodo estipulado por la empresa.

Tabla 11: Costos por depreciaciones y amortizaciones

Concepto	Valor inicial del activo (U$D)	Vida útil	Depreciación anual (%)	Costo de la depreciación/amortización anual (U$D)
Obras civiles	85516	30	3	2565,48
Instalaciones auxiliares	10140	10	10	1014
Máquinas y equipos	59300	10	10	5930
Mobiliario	3055	10	10	305,5
Estudio y proyecto	711	4	25	347,2
Dirección de obra	4276	4	25	1069
Puesta en marcha	254	4	25	148,25
Imprevistos	6206	4	25	1975

En esta tabla se pudieron establecer los costos que se deberán afrontar anualmente en concepto de depreciaciones y amortizaciones, sin embargo, aquí se obtiene los montos totales de cada una de las categorías. Para completar la correcta asignación de estos costos a cada uno de los productos se deben establecer criterios de prorrateo para cada concepto de manera de distribuir los costos en cada uno de los productos de la manera más justa posible en relación a la generación de los mismos.

Por ejemplo, a la hora de distribuir el costo de depreciación de las obras civiles se debe tener en cuenta el espacio que requiere la elaboración de cada producto dentro de la planta, los quesos por ejemplo, requieren mayor superficie debido a la necesidad instalaciones como el saladero y cámara de maduración, instalaciones que la producción de yogur no requiere, para este caso se utilizará, la superficie demandada por el proceso de elaboración de cada uno de los productos como criterio de prorrateo.

En el caso de los equipos sucede algo similar, ya que hay equipos específicos para cada producto y algunos compartidos, para este caso el criterio de prorrateo será el costo de los equipos que requiere la elaboración de cada producto. En algunos casos el costo total de la amortización o depreciación se distribuirá de manera homogénea

en los tres productos, en la siguiente tabla se define el criterio de prorrateo adoptado en cada caso, la proporción del costo de amortización que le corresponde a cada producto y finalmente el valor monetario que se le asignará a cada uno como producto de esta distribución.

Tabla 12: Distribución del costo de las depreciaciones y amortizaciones en cada uno de los productos

Concepto	Costo de la depreciación anual (U$D)	Prorrateo						
		Criterio de prorrateo	Pategrás		Reggianito		Yogur	
			%	CA (U$D)	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)
Obras civiles	2565	Superficie ocupada por las áreas necesarias para el proceso	37,3	956,9	37,3	956,9	25,5	654,2
Instalaciones auxiliares	1014	Distribución homogénea	33,3	337,7	33,3	337,7	33,3	337,7
Máquinas y equipos	5930	Costo de la inversión en equipos para cada producto	39	2312,7	39	2312,7	23	1363,9
Mobiliario	306	Distribución homogénea	33,3	101,7	33,3	101,7	33,3	101,7
Estudio y proyecto	347	Distribución homogénea	33,3	115,6	33,3	115,6	33,3	115,6
Dirección de obra	1069	Distribución homogénea	33,3	356,0	33,3	356,0	33,3	356,0
Puesta en marcha	148	Distribución homogénea	33,3	49,4	33,3	49,4	33,3	49,4
Imprevistos	1975	Distribución homogénea	33,3	657,7	33,3	657,7	33,3	657,7
COSTO TOTAL ANUAL POR PRODUCTO (U$D)			**4887,7**		**4887,7**		**3636**	
CA: Costo Anual. (*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020								

Tabla 13: Prorrateo para obras civiles

Prorrateo para obras civiles							
superficie necesaria (m^2)			superficie total (m^2)	superficie común (m^2)	Proporción requerida (%)		
pategrás	reggianito	yogur			pategrás	reggianito	yogur
380	380	260	1020	780	37,3	37,3	25,5

Tabla 14: Prorrateo para Máquinas y equipos

Prorrateo para Máquinas y equipos							
Inversión necesaria por producto (U$D)			inversión total (U$D)	Inversión en equipos comunes (U$D)	porción requerida (%)		
pategrás	reggianito	yogur			pategrás	reggianito	yogur
22850	22850	13600	59300	34800	39	39	23

Otros gastos

Aquí se considerarán erogaciones que no están directamente vinculadas al proceso productivo.

Tabla 15: Costos de otros gastos

Concepto	Detalle	Costo Anual (U$D)
Productos de Limpieza	Limpieza y desinfección de equipos (detergente alcalino clorado, ac. Peracético, etc.) e instalaciones en general.	730
Internet y telefonía	Planes de telefonía y servicio de internet	570
Papelería y materiales de oficina	Hojas y tinta para impresiones, bibliográtos y archiveros, etc.	130
Mantenimiento de equipos	3% del costo de los equipos	1242
Seguro de la planta	0,5% de la inversión en obras civiles y equipos	724
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)		**3307**

Estos gastos se distribuirán de manera homogénea en cada uno de los productos, a continuación, se establecen los valores del costo que absorberá cada producto.

Tabla 16: Distribución de los costos de otros gastos en los productos

COSTO TOTAL ANUAL DE OTROS GASTOS (U$D)	Prorrateo					
	Pategrás		Reggianito		Yogur	
	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)
3307	33,3	**1101,2**	33,3	**1101,2**	33,3	**1101,2**
CA: Costo Anual. (*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020						

Resumen de los costos de producción

Tabla 17: Resumen de los costos de producción para cada producto

Concepto	COSTO ANUAL (U$D)		
	Pategrás	Reggianito	Yogur
Materia prima	141465,0	141465,0	70732,5
Insumos	4635,5	3431,0	146381,4
Mano de obra directa	16806	16806	16806
Costo suministro de calor	261,27	33,24	187,84
Costo de electricidad	4075	2074	9994
Amortizaciones y depreciaciones	4887,7	4887,7	3636,2
Otros gastos	1101,231	1101,231	1101,231
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)	**173.232**	**169.798**	**248.840**

Costos de administración

Mano de obra administrativa

Este costo se refiere a los sueldos del personal destinado a realizar las tareas administrativas.

Como en el caso de la mano de obra directa, el sueldo del personal administrativo se fija en función de lo establecido anteriormente en el capítulo XII del presente proyecto.

Tabla 18: Costo de la mano de obra administrativa

Puesto	Categoría según CCT 244/94	Cantidad de empleados	Sueldo base por hora ($)	horas de trabajo/ jornada ($)	Total mensual ($)	Total anual ($)	Total anual (U$D)
Jefe administrativo y comercial	NA	1	360,58	8	75000	975000	12460
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)					**12.460**		
(*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020							

Estos gastos se distribuirán de manera homogénea en cada uno de los productos, a continuación, se establecen los valores del costo que absorberá cada producto.

Tabla 19: Distribución del costo de mano de obra administrativa en los productos

COSTO TOTAL ANUAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS (U$D)	Prorrateo					
	Pategrás		Reggianito		Yogur	
	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)
9586,3	33,3	3830	33,3	3830	33,3	3830
CA: Costo Anual. (*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020						

Otros gastos de administración

Tabla 20: Costos de otros gastos de administración

Concepto	Detalle	Costo Anual (U$D)
Desarrollo de marca	Publicidad y marketing	3000
Gastos comerciales	Herramientas para el personal de ventas (celulares, movilidad y estadía para visita a clientes)	1500
Gatos bancarios	Mantenimiento de cuentas bancarias y comisiones	2000
Gastos en certificación orgánica	Gastos asociados a las visitas de auditoria	10000
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)		**16500**

Tabla 21: Prorrateo de otros gastos administrativos

COSTO TOTAL ANUAL DE OTROS GASTOS ADMINISTRATIVOS (U$D)	Prorrateo de otros gastos administrativos					
	Pategrás		Reggianito		Yogur	
	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)	%	CA (U$D)
16500	33%	5495	33%	5495	33%	5495

Tabla 22: Resumen de costos administrativos

RESUMEN COSTOS ADMINISTRATIVOS			
Concepto	**COSTO ANUAL (U$D)**		
	Pategrás	**Reggianito**	**Yogur**
Mano de obra administrativa	4149	4149	4149
Otros gastos administrativos	5495	5495	5495
COSTO TOTAL ANUAL (U$D)	**9.644**	**9.644**	**9.644**

Costos de comercialización

Mano de obra comercial

El jefe administrativo y comercial tiene dentro de sus funciones y responsabilidades los temas comerciales también, por lo que el gasto en la mano de obra comercial ya se encuentra contemplado en el sueldo determinado anteriormente.

Costo logístico de transporte del producto terminado

Aquí se considerarán los costos en los que se incurrirá para transportar el producto terminado desde la planta hasta la Ciudad de Buenos Aires que será el mercado principal; dentro de CABA los puntos de ventas serán tiendas físicas especializadas en el rubro (productos naturales, orgánicos, biodinámicos, agroecológicos, entre otros); y centro de distribución de las tiendas online especializadas que ofrecen este tipo de productos con envíos a toda la ciudad.

En primer lugar, se diagramarán los despachos; se pretende realizar tres viajes por semana; distribuyendo entonces la producción de la semana tanto para yogur como para quesos en 3 partes iguales que serán transportadas en cada traslado. De esta manera quedarían las siguientes cantidades de productos a despachar, cada vez:

- Yogur: 1330 litros
- Queso pategrás: 240 kg
- Queso Reggianito: 230 Kg

Ya diagramados los despachos, se pidieron presupuestos a pequeñas empresas que ofrecen el servicio de transporte refrigerado, para las cargas antes descriptas; dentro de las respuestas recibidas el siguiente proveedor fue considerado más conveniente:

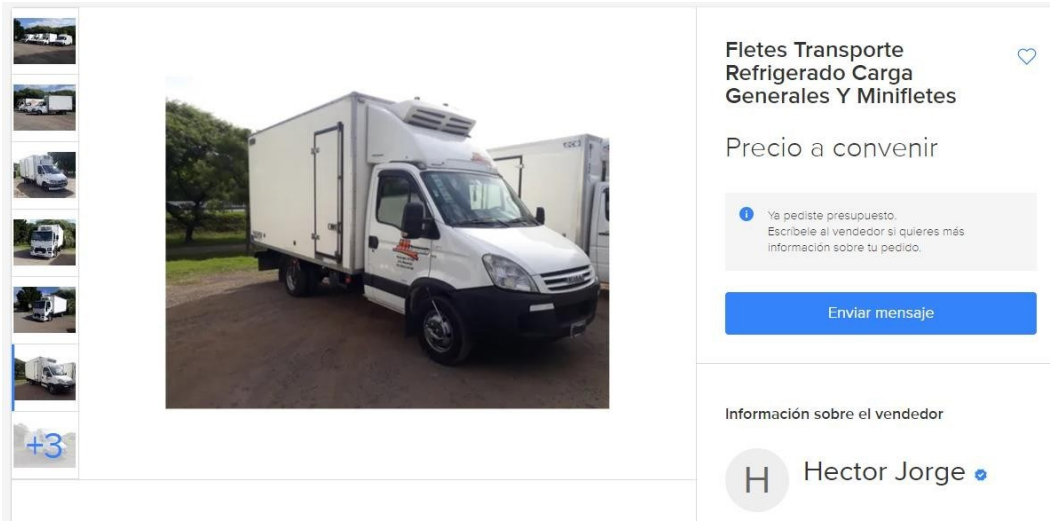


figura 1: Proveedor de servicio de transporte refrigerado

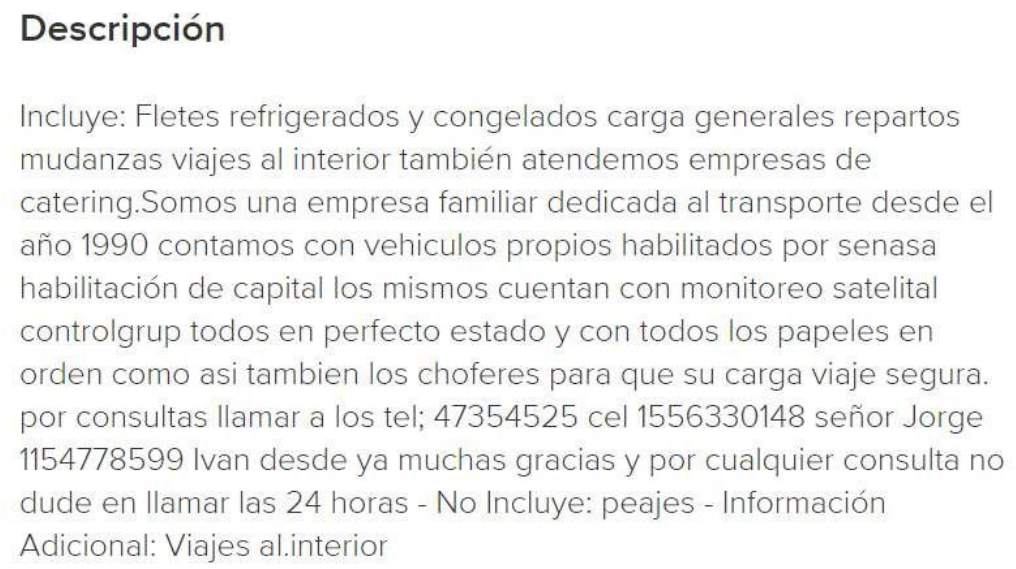


figura 2: descripción del servicio ofrecido

Este proveedor paso un presupuesto de $24500 por viaje realizado.

Debido a que la tarifa de transporte es establecida en términos de $ por kg de producto transportado por km recorrido. Por lo que se realizará un prorrateo en función de los kg transportados de cada producto.

Tabla 23: Distribución del costo logístico en los productos

COSTO LOGÍSTICO TOTAL ANUAL (U$D)	**Prorrateo**					
	Pategrás		**Reggianito**		**Yogur**	
	%	**CLA (U$D)**	**%**	**CL (U$D)**	**%**	**CL (U$D)**
45086	13,3	6.012	12,78	5761	73,8	33.314
CLA: costo logístico anual. (*)Tipo de cambio oficial a septiembre 2020.						

Costos de certificación

Para poder tener un producto orgánico certificado se debe contratar los servicios de alguna de las empresas certificadoras que trabajan en el país; el costo de la certificación incluye una suma fija, independiente del volumen de producción, aquí se consideran aspectos como costo de papelería, costos de inspección, viáticos de auditores, etc.

Y de un costo variable que es proporcional al precio de venta del producto certificado (en general es de 1%). El costo fijo de certificación antes mencionado ya fue considerado anteriormente en "otros gastos de administración", mientras que el costo que resulta del precio final de venta será considerado mas adelante.

Costos financieros

Son los costos que se generan ante la necesidad de solicitar dinero a entidades financieras. Los costos financieros surgen del interés que se les debe retribuir a la entidad financiera por el crédito tomado, necesario para cubrir parte de la inversión inicial. Para este proyecto se recurrirá a un préstamo financiero para afrontar los costos de la inversión inicial en activos fijos y activos diferidos; y el dinero necesario para afrontar la inversión en capital de trabajo será asumido por los socios del proyecto.

Tabla 24: Costos a cubrir por el préstamo financiero

Concepto	Costo ($)	Costo (U$D)
Inversión en activos fijos	12.364.361	158.011
Inversión en activos diferidos	1.651.243	21.102
INVERSIÓN TOTAL	**14.015.604**	**179.113**
(*)Tipo de cambio oficial a septiembre del 2020		

Después de haber realizado un análisis de las líneas de créditos ofrecidas por diferentes entidades financieras, la que resulta más conveniente en términos de tasa de interés, plazos y requisitos de adquisición son los créditos ofrecidos por el Banco Nación para pequeñas y medianas empresas (PyMES); el cual ofrece créditos con una tasa de interés de 38% anual en pesos para un pazo de 10 años y 1 año como periodo de gracia. Donde el monto total del crédito a solicitar se dispondrá a través de un único desembolso.

La amortización del crédito se realizará a través del método francés, este método tiene la ventaja de que las cuotas iniciales son más bajas en relación al valor de las cuotas si se utilizara el método de amortización alemán; lo que otorga una menor presión financiera al inicio del proyecto, otra característica del método francés es que las cuotas a pagar serán fijas durante el periodo que dure el crédito. A continuación, se presenta una tabla con los valores de amortización para el crédito a tomar:

Tabla 25: Cuadro de amortización del crédito a solicitar

Institución financiera	**B.N.A**
Monto (pesos)	**$14.015.604**
Tasa de interés anual	**38,00%**
Periodos (años)	**10**
Cuota	**$ 5.547.391**

N° Periodo (años)	Cuota	Interés	Amortización	Saldo de capital
0	-	-	-	$ 14.015.604
1	$ 5.547.391	$ 5.325.930	$ 221.461	$ 13.794.143
2	$ 5.547.391	$ 5.241.774	$ 305.617	$ 13.488.526
3	$ 5.547.391	$ 5.125.640	$ 421.751	$ 13.066.775
4	$ 5.547.391	$ 4.965.375	$ 582.016	$ 12.484.759
5	$ 5.547.391	$ 4.744.208	$ 803.183	$ 11.681.576
6	$ 5.547.391	$ 4.438.999	$ 1.108.392	$ 10.573.184
7	$ 5.547.391	$ 4.017.810	$ 1.529.581	$ 9.043.604
8	$ 5.547.391	$ 3.436.569	$ 2.110.821	$ 6.932.782
9	$ 5.547.391	$ 2.634.457	$ 2.912.934	$ 4.019.848
10	$ 5.547.391	$ 1.527.542	$ 4.019.848	$ 0

Resumen de costos

Tabla 26: Resumen de costos

Concepto	COSTO ANUAL ($ARS)		
	Pategrás	Reggianito	Yogur
COSTOS DE PRODUCCIÓN	13.555.408	13.286.691	19.471.709
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	754.643	754.643	754.643
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	470.377	450.777	2.606.777
COSTOS FINANCIEROS	1.847.281	1.847.281	1.847.281
COSTO TOTAL ANUAL ($ARS)	**16.627.709**	**16.339.392**	**24.680.410**

A continuación, se presentan unos gráficos que ilustran las componentes de los costos para cada uno de los productos:

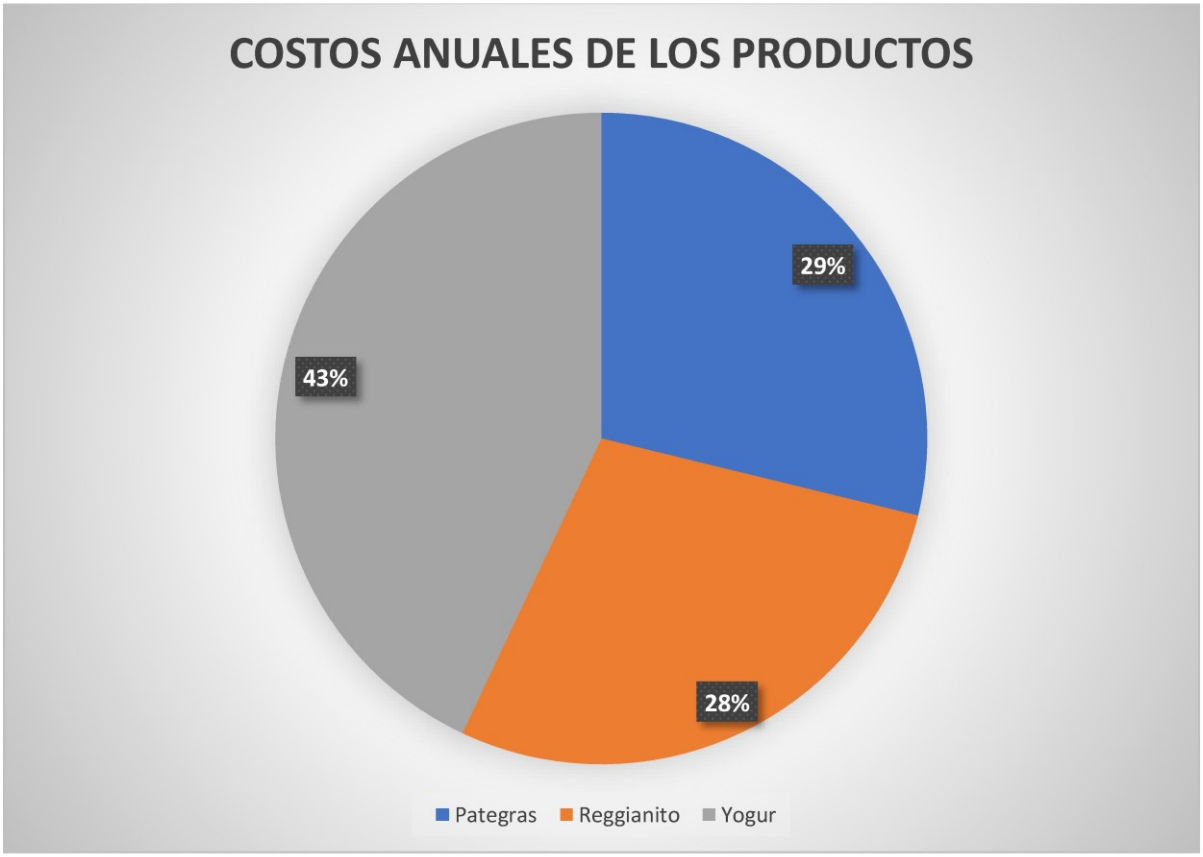


figura 3: Comparación del nivel de costos por producto

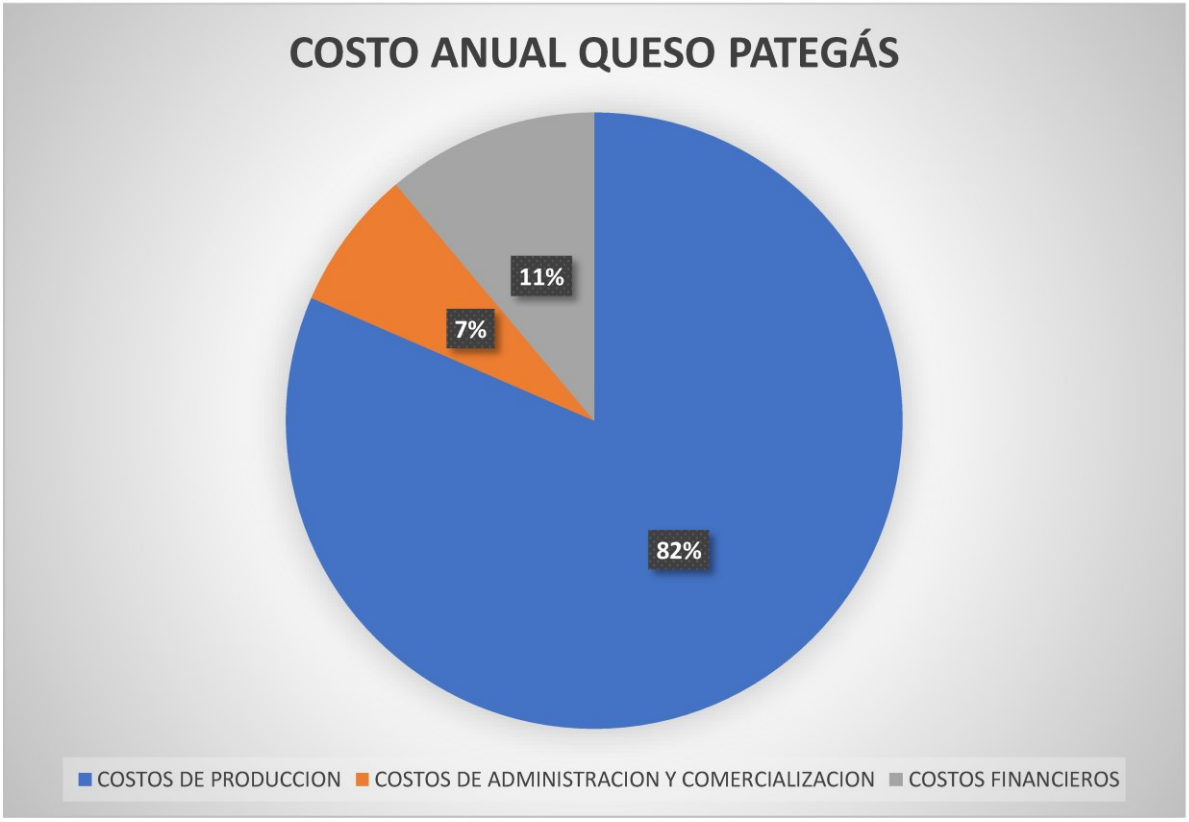


figura 4: Distribución de costos para el queso pategrás

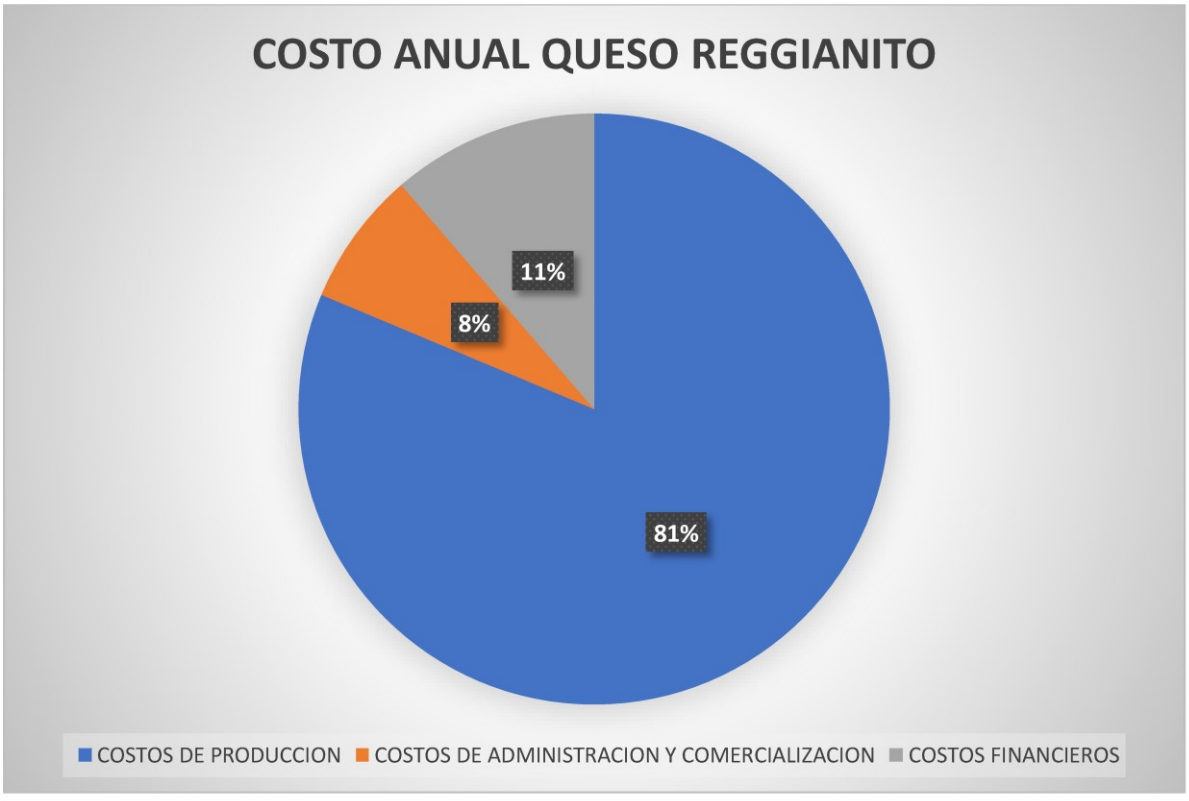


figura 5: Distribución de costos para el queso Reggianito

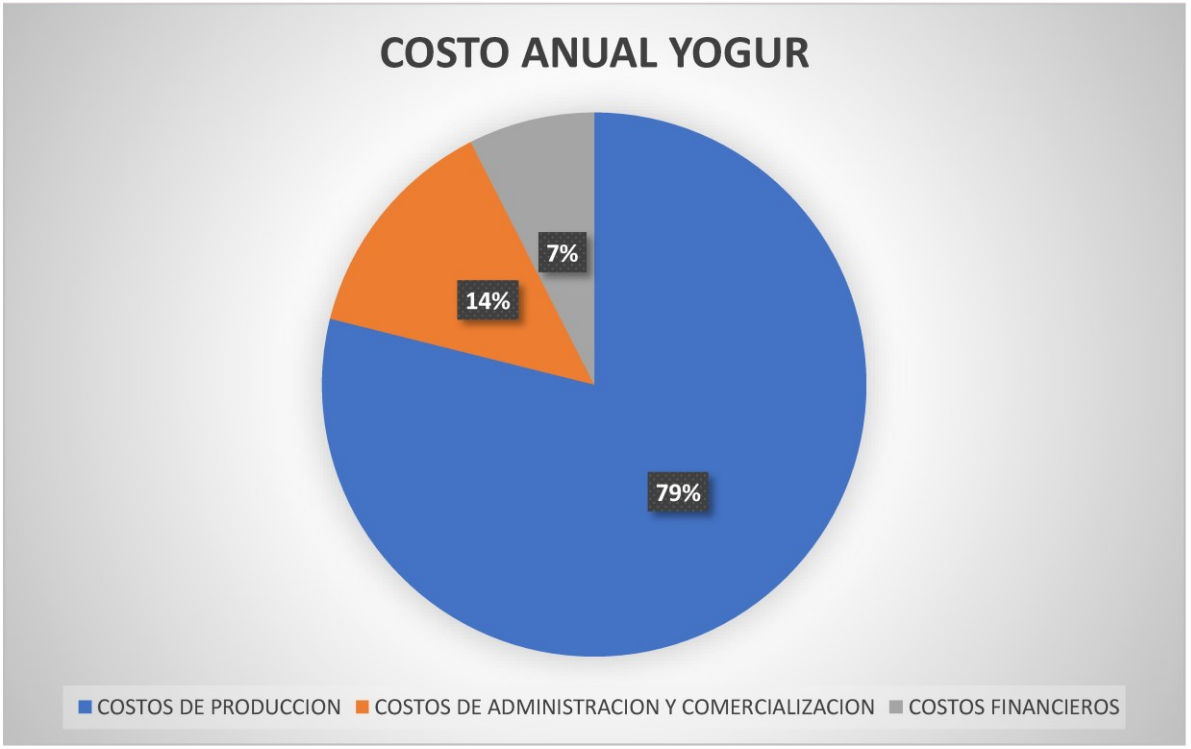


figura 6: Distribución de costos para el yogur

Determinación del costo unitario de producción

Si se relacionan todos los costos asociados a la actividad productiva antes calculados con el volumen de producción obtenido a partir de dicha actividad se obtiene el costo unitario de producción para cada uno de los productos. Cabe aclarar que para el queso Reggianito, al valor que resulta de la suma de los costos antes mencionados se le agregará un 10% adicional debido al costo implícito que conlleva una mayor inmovilización de capital debido a la mayor duración de la etapa de maduración para este producto (6 meses de maduración).

A continuación, se presenta un cuadro que contiene el costo total anual, el volumen de producto generado y el costo unitario para cada uno de los productos:

Tabla 27: Costo unitario por producto.

	Pategrás	Reggianito	Yogur
Costo total anual ($ARS)	16.627.709 $ARS	18.790.301 $ARS	24.680.410 $ARS
Producción anual	40.150 Kg	34.675 Kg	20.0750 litros
Costo unitario	**414 $ARS/Kg**	**542 $ARS/Kg**	**123 $ARS/l**

Inversión en capital de trabajo

El capital de trabajo es el stock de dinero que las empresas necesitan inmovilizar para poder realizar sus operaciones. Generalmente este término está integrado por:

- Stock de producto terminado
- Stock de producto en proceso de producción
- Materias primas y materiales
- Deudas a cobrar por ventas
- Efectivo mínimo
- Gastos pagados por anticipado

Si bien el capital de trabajo está integrado con fondos que deben estar disponibles para poder ser liberados rápidamente cuando se los requiera, este es un concepto de largo plazo, es decir, se trata de recursos que se inmovilizan cuando la empresa comienza a operar, y permanecen en esa condición mientras el negocio exista. En resumen, el capital de trabajo es un stock, pero se integra con dinero que fluye o circula continuamente, pero que sin embargo el capital de trabajo es permanente (de largo plazo) y solo se recupera cuando el negocio finaliza y los activos de la empresa son vendidos.

Existen varias formas de calcular el capital de trabajo, algunas de las más conocidas y utilizadas son las siguientes:

I. ***Utilizando el periodo promedio de desfase:*** se designa con este nombre al periodo promedio que transcurre entre el momento que se realiza el primer gasto para generar el producto y el momento que el mismo se recupera por la venta y cobro de dicho producto.
   Una vez obtenido dicho periodo de desfase se lo utiliza junto con el costo total anual de operaciones para obtener una estimación del capital de trabajo, tal como muestra la siguiente fórmula.

$$CaTr = \frac{CTA}{365} * DPD$$

   Donde:
   $CaTr$: Capital de trabajo
   CTA : Costo total anual
   DPD : Días promedio de desfase

II. ***Computo independiente de sus componentes***: este método consiste en desagregar el capital de trabajo en sus componentes (stock de producto terminado y en proceso, cuentas por cobrar, etc.) para luego, estimar de manera independiente la magnitud que se inmoviliza en cada uno de ellos, de forma tal que el capital de trabajo surgirá como la suma de todos estos componentes individuales.

III. ***Calculando el déficit acumulado máximo***: lo que en este método se hace es simular todo el ciclo de operaciones para poder determinar cómo evoluciona en el tiempo el monto de dinero inmovilizado debido a que, primero se compra y paga los insumos, para después vender y cobrar los productos. El valor máximo de fondos inmovilizados que resulte de este proceso de simulación será el capital de trabajo.

Cálculo del capital de trabajo

El cálculo del capital de trabajo que será necesario para este proyecto se realizará a través del método del periodo de desfase; el costo total anual en el que incurre la empresa para elaborar cada uno de los productos (CTA) ya se ha calculado anteriormente; por lo que restaría determinar el periodo promedio de desfase (DPD) para cada producto, entendiéndose como periodo de desfase al tiempo que transcurre, en días, entre momento que se realiza el primer gasto para generar el producto y el momento que el mismo se recupera por la venta y cobro de dicho producto.

Este periodo de desfase a su vez estará formado básicamente por dos componentes, en primer lugar, por la duración del ciclo de producción de cada producto, esto es el tiempo transcurrido entre el momento que ingresa la materia prima a la planta y comienza a procesarse hasta que se obtiene el producto terminado listo para ser comercializado; el segundo componente se refiere al tiempo que transcurre entre que el producto es entregado al cliente hasta que el mismo realiza el pago a la empresa por los productos adquiridos.

En relación al ciclo de producción, los tres productos a elaborar en este proyecto presentan grandes diferencias en este parámetro; esta diferencia se debe a los diferentes tiempos de maduración que presentan los dos tipos de quesos a elaborar; donde al queso semiduro se le dará un tiempo de maduración total promedio de 90 días, mientras que el queso de pasta dura posee el doble de maduración, es decir, 180 días; para el caso del yogur el ciclo de producción es mucho más acotado, se establecerá un ciclo de producción de 3 días para el yogur.

En cuanto al tiempo de cobro por los productos, debido al tipo de clientes con los que se pretende trabajar se estima este tiempo como un periodo de 30 días.

De este modo se obtienen los siguientes periodos de desfase para cada uno de los productos:

DPD_{YOGUR} = 33 días

$DPD_{PATEGRAS}$ = 120 días

$DPD_{REGGIANITO}$ = 210 días

Para realizar el cálculo del capital de trabajo total debido a los 3 productos se puede de aplicar la ecuación antes citada estableciendo un promedio de los periodos de desfase de los 3 productos, tomando la suma de los costos anuales de los mismos; o bien realizarlo a través de la suma del producto entre los costos anuales y periodo de desfase individuales.

A continuación, se presenta el cálculo a través de la segunda opción mencionada:

$$CaTr = \left(\frac{CTA_{yogur}}{365} * DPD_{yogur}\right) + \left(\frac{CTA_{pategras}}{365} * DPD_{pategras}\right) + \left(\frac{CTA_{reggianito}}{365} * DPD_{reggianito}\right)$$

$$CaTr = \left(\frac{15.400.506\ \$ARS}{365\ \cancel{dias}} * 33\ \cancel{dias}\right) + \left(\frac{14.866.067\ \$ARS}{365\ \cancel{dias}} * 120\ \cancel{dias}\right) + \left(\frac{14.529.973\ \$ARS}{365\ \cancel{dias}} * 210\ \cancel{dias}\right)$$

$$CaTr = 1.392.374\ \$ARS + 4.887.474\ \$ARS + 8.359.710\ \$ARS$$

$$CaTr = 14.639.559\ \$ARS$$

Este método de cálculo aprovecha los valores de los costos anuales para cada producto antes determinado, y permite visualizar el aporte de cada uno de ellos al capital de trabajo total; donde se puede observar que el yogur es el producto que menor requerimiento de capital de trabajo presenta, mientras que el queso duro reggianito es el producto que aporta la mayor proporción del capital de trabajo total. Esto es importante tenerlo en cuenta sobre todo si en algún momento de la vida de la empresa se desea cambiar la proporción de productos a elaborar, ya que esto afectaría el flujo de fondos de la empresa; si por ejemplo se decide aumentar el nivel de yogur a producir reduciendo en igual proporción la producción de queso, esto disminuirá la necesidad de capital de trabajo de la empresa, en caso de no contemplar esta situación se tendría capital inmovilizado innecesariamente; al contrario, si lo que se quisiera aumentar es la producción del queso reggianito el capital de trabajo necesario aumentaría, si esto no se tiene en cuenta llegará un momento en el que la empresa se quedara sin fondos para cubrir parte de sus gastos de funcionamiento; debiendo salir en busca de fondos de forma rápida, donde estos fondos muchas veces se consiguen a través de préstamos bancarios con tasas de interés muy elevadas.

Capítulo XV

Evaluación del proyecto

Índice

Introducción 3

Precio de venta e ingresos 5

Análisis de la competencia 6

Precio de venta de los productos 9

Punto de equilibrio 10

Flujo de fondos 14

Indicadores financieros de rentabilidad 16

Tasa Interna de Retorno (TIR) 16

Valor Actual Neto (VAN) 17

Introducción

Existe una amplia y variada bibliografía que explica que las inversiones en activos reales deben estar precedidas de un análisis racional que justifique su ejecución. Sin embargo, la aceptación de su utilidad no es unánime. Muchos empresarios de pequeñas y medianas empresas, y también los profesionales que los asesoran en sus negocios, ponen en duda su utilidad para tomar las decisiones de inversión.

Las inversiones pymes pocas veces se evalúan siguiendo los métodos propuestos por la bibliografía disponible. A primera vista, pareciera que esta es una forma de proceder poco profesional del empresario emprendedor, justificada por una supuesta mentalidad práctica y espíritu de aventura.

Esta situación es de larga data, en el año 1958, en el Manual de Proyectos de Desarrollo Económico publicado por las Naciones Unidas se destacaba la falta de interés que existía entre los empresarios en evaluar las inversiones.

En esta obra se señala que a medida que el desarrollo se acentúa surgen voluntades de gente con iniciativa que instalan una y otra empresa "*sin realizar estudios económicos, guiadas por una especie de instinto económico y el conocimiento empírico del mercado*". Y continúa diciendo, "*algunas veces este proceder da buenos resultados, pero muchas veces falla. El método de llegar a la verdad por tentativas sucesivas logra finalmente generar empresas exitosas, pero pagando el alto costo de muchos fracasos previos.* ***Muchos de esos fracasos se hubieran podido evitar con estudios adecuados***"

En relación a este tema el autor del libro "Formulación y Evaluación de Proyectos de inversión de Pymes" realizó una investigación sobre esta situación en la región, este estudio "*Conducta de los Empresarios pymes frente a la evaluación racional de sus inversiones en activos reales. Grado de aceptación de la metodología y análisis de las causas de su comportamiento*" arrojo algunas de las siguientes conclusiones, que confirman lo antes mencionado:

I. Los empresarios pymes evalúan sus decisiones de inversión, pero no utilizando la clásica evaluación financiera.
II. Los empresarios invierten por impulso, muchas veces lo hacen para imitar al que le va bien, la única evaluación que realizan es la intuitiva.

III. Realizan la clásica evaluación financiera cuando se la piden los bancos, y el 95% es dibujada.
IV. La mayoría de los empresarios pymes no les hacen caso a los libros, porque están hechos para las grandes empresas y no describen la realidad pyme.
V. Algunos empresarios pyme solo invierten, otros realizan algún tipo de evaluación, que varía entre análisis intuitivos a otros más formales, pero sin mucho rigor técnico, dependiendo de la formación y experiencia del empresario.
VI. Entre los empresarios pymes hay espíritu de aventura, pero eso no los transforma en irracionales a la mayoría.

Las conclusiones obtenidas de esta investigación parecen poco razonables, sobre todo teniendo en cuenta que aquella persona que pretende realizar un proyecto destinará al mismo una serie de recursos escasos y de mucho valor, como lo son el tiempo, dinero y esfuerzo para intentar lograr el objetivo; los proyectos deberían evaluarse porque de esa manera se aumenta la probabilidad de éxito de los mismos.

La experiencia nos muestra que, de no mediar evaluaciones de las inversiones, el objetivo de lograr empresas exitosas se logra pagando el alto costo de muchos fracasos previos, donde un buen número de esos fracasos podría haberse evitado con estudios adecuados que hubieran anticipado las dificultades que la empresa habría de encontrar en la práctica o que, simplemente, habría llevado a descartar la idea. Donde además se debe mencionar que existen gran cantidad de emprendedores que luego de un fracaso y de la frustración que esto genera decide no volver a intentarlo sin poder llegar entonces a concretar un proyecto exitoso a raíz del conocimiento generado por la suma de las experiencias fallidas.

El objetivo de esta introducción es por un lado realizar una descripción general del contexto que relaciona la evaluación y estudio de las inversiones de un proyecto Pyme en la región y por otro lado de establecer la importancia que esto tiene para lograr el existo del proyecto en cuestión, donde un adecuado estudio y evaluación del mismo nos dirá con un grado de incertidumbre razonable las probabilidades de éxito del proyecto, y en el caso que dicha evaluación arroje como conclusión que el proyecto no es viable nos indicará cuáles son las variables que así lo establecen y qué condiciones se deberían dar en un futuro para que esta conclusión cambie.

Precio de venta e ingresos

Los precios a los que se venderán los productos, junto con las cantidades demandadas de los mismos, son las dos variables cuantitativas más importantes en la evaluación financiera de un proyecto. Dado que ambas variables les dan forma a los ingresos de la empresa, en muchas ocasiones una aparentemente insignificante modificación de cualquiera de estas variables puede transformar un proyecto no rentable en rentable y viceversa. Por lo que, es muy importante prestarle especial atención a la tarea de fijar precios.

En un mundo competitivo, muy pocas veces los precios son fijados unilateralmente por la empresa, sino que la misma enfrenta ciertos condicionamientos al realizar esa tarea, los cuales no deben ignorarse, porque si se lo hace se puede provocar graves consecuencias en la rentabilidad del negocio.

Una de las teorías más aceptadas para este tema señala que hay tres factores fundamentales que determinan el precio de un producto, estos factores son:

- Los compradores o clientes
- Los costos
- La competencia

Donde los compradores ponen un techo al precio, los costos definen el piso y la competencia define cuál será el valor intermedio, entre ambos extremos, que finalmente prevalecerá.

Existen dos maneras básicas para que una empresa pueda fijar los precios de sus productos; el primer método consiste en realizar una investigación y análisis inicial de sus competidores, evaluando principalmente los precios y calidad de sus productos, para realizar posteriormente una comparación de estas características para nuestros productos, de manera de tener un punto de referencia claro; luego en torno a ese precio de referencia la empresa puede decidir colocar un precio inferior si decide competir e intentar ganar clientes a través del factor precio; o bien puede definir un precio superior al de referencia si cree que su producto posee una diferenciación que es apreciada por los consumidores y que le daría una ventaja competitiva sobre los mismos.

Una vez definido el precio de los productos restaría realizar el cálculo de los márgenes de ganancias que la empresa obtendría a través de la comercialización de sus productos a los precios ya fijados.

El segundo método de fijación de precios es conocido como markup, este método propone fijar el precio de los productos en función de los costos y mediante la siguiente formula general:

$$P = CMeT * (1 + margen)$$

Esta fórmula señala que el precio del producto (P) será el resultado de sumarle a los costos unitarios del producto (CMeT) un margen de utilidad. Este método de pronosticar precios suele ser criticado argumentado que sólo tiene en cuenta los costos, ignorando los otros dos determinantes del precio, es decir, los clientes y la competencia, tal como se explicó anteriormente.

Sin embargo, si el margen que se aplica al utilizar este método surge de un análisis a conciencia, producto de estudiar el margen que aplica la competencia, considerando además otros factores como la elasticidad de la demanda y la diferenciación del producto fabricado, entonces estas críticas no aplicarían. Y este método representaría una alternativa práctica para determinar precios.

Con esta alternativa una vez fijado el margen de ganancias pretendido y determinado el precio de venta, se debe realizar un análisis comparativo con los precios de los competidores para poder establecer si este es un precio adecuado. Para finalmente calcular los indicadores financieros que definen la rentabilidad del proyecto.

Análisis de la competencia

Sea cual sea el método a utilizar para establecer los precios de los productos a comercializar, se deberá realizar un análisis de la competencia, donde se deberá identificar como puntos importantes precio y calidad de los productos ofrecidos por la competencia. Tener una idea clara sobre lo que ofrece la competencia es de suma importancia, esto dará un marco de referencia sobre las características mínimas que se deben cumplir el producto a comercializar, además permitirá establecer diferenciaciones con los mismos que permita lograr una ventaja competitiva.

Como ya se mencionó en el análisis de mercado del capítulo II del presente proyecto, actualmente solo existe en el país un productor que elabora quesos orgánicos

certificados, este productor se encuentra ubicado en Tandil, Buenos Aires; además en Lujan también en Buenos Aires, se encuentra una empresa que elabora productos lácteos llamados biodinámicas o ecológicos, pero que no presentan certificación orgánica para sus productos elaborados (productos sustitutos) este último comercializa principalmente leche pasteurizada y yogures.

A continuación, se presenta un cuadro donde se pueden observar los precios de venta (consumidor final) de los productores antes mencionados, además de algunos productos también ofrecidos en las "tiendas naturales" de venta online más conocidas en el país.

Tabla 1: oferta de quesos orgánicos en puntos de ventas online (a octubre del 2020).

 **QUESO PATEGRAS OREGANO** Envase de 300 g. $ 465	 Gouda Santo Padre 280 gr. Disponibilidad: en stock Productor: SIN ASIGNAR $525 Queso gouda, elaborado por Tresanto, Tandil prov. de Buenos Aires
 **QUESO PATEGRAS ALBAHACA** Envase de 300 g. $ 465	 Parmesano Santo Padre 300 gr. (4 meses) Disponibilidad: en stock Productor: SIN ASIGNAR $700 Queso parmesano, elaborado por Tresanto, Tandil prov. de Buenos Aires
 **QUESO PATEGRAS** Envase de 300 g. $ 465	 Pategrás c/Oregano 280 g. Pategrás Disponibilidad: en stock Productor: SIN ASIGNAR $384.3 En la elaboración del queso no se utlizan químicos, colorantes ni conservantes para no alterar el sabor del producto. Tampoco se usan fermentos lácticos de cepas de bacteria en laboratorio, sino que preparan su propio fermento. El cuajo utilizado es de origen vegetal, No se agrega a la masa ningún polvo ni aditivo químico

Tabla 2: oferta de quesos orgánicos en puntos de ventas online (a octubre del 2020).



QUESO PARMESANO
Envase de 300 g.
$ 590



Pategrás c/Pimienta
280 grs aprox.
Disponibilidad: en stock
Productor: SIN ASIGNAR
$367.5
En la elaboración del queso no se utlizan químicos, colorantes ni conservantes para no alterar el sabor del producto. Tampoco se usan fermentos lácticos de cepas de bacteria en laboratorio, sino que preparan su propio fermento. El cuajo utilizado es de origen vegetal,
No se agrega a la masa ningún polvo ni aditivo químico



Queso Gouda Natural
300 Gr
$392,50
IVA Inc.
1
AÑADIR



Queso Provolone
300 Gr
$448,50
IVA Inc.
1
AÑADIR



Queso Parmesano
300 Gr
$667,50
IVA Inc.
1
AÑADIR

Queso Parmesano Organico Santo Padre 300G
$519.26
Queso Parmesano Organico.



Queso Gouda "SANTO PADRE" X 250 Grs
$ 360,00



Descripción corta
Orgánico Certificado - Tandil



Queso Gouda Orgánico x 250gr - Santo Padre
$351,90

Queso Parmesano "SANTO PADRE" X 300 Grs
$ 555,00
Descripción corta
Organico Certificado - Tandil - ESTACIONADOS 8 meses



Tabla 3: Venta online de yogur Biodinámica (a octubre del 2020).



En estas tablas se muestran precios de quesos y yogures orgánicos ofrecidos en las diferentes tiendas de ventas online donde los competidores comercializan sus productos.

Como se observan diferentes precios para productos similares en las diferentes páginas de las tiendas, se realizará un promedio, de manera de obtener un valor único que se tomará como punto de referencia para el precio de venta de la competencia. A partir de los valores de las tablas se obtienen los siguientes valores promedios, expresados en pesos argentinos ($ARS) por kilogramo de producto y por litro para el caso del yogur (precios a octubre del 2020).

- Precio promedio de los quesos semiduros orgánicos: 1502 ($ARS/kg)
- Precio promedio de los quesos duros orgánicos: 1850 ($ARS/kg)
- Precio promedio del yogur orgánico: 340 ($ARS/kg)

Precio de venta de los productos

Para establecer el precio de venta de los productos a comercializar en este proyecto se utilizará el método Markup, donde en base a los costos unitario establecido para cada uno de los productos se le aplicará el margen de ganancias que la empresa pretende ganar por su actividad productiva, que en este caso será del 50%. A continuación, entonces, se realiza este cálculo para cada uno de los productos:

- Precio de venta queso semiduro: $414 + $228 = 642 $ARS/Kg
- Precio de venta queso duro: $542 + $298 = 840 $ARS/Kg
- Precio de venta del yogur: $123 + $67 = 190 $ARS/Kg

Los precios antes calculados están establecidos por el costo unitario de cada uno de los productos más un 50% que corresponde al margen de ganancias que la empresa desea obtener como resultado de su actividad. Estos valores representan el valor que la empresa percibirá por la venta de sus productos, y que por lo tanto definirán los ingresos; sin embargo, si se desea realizar un análisis comparativo con respecto a la competencia se debe obtener el precio de venta al consumidor final de cada uno de los productos, ya que este es el dato que se tiene para los productos de la competencia. Para calcular el precio de venta al consumidor se debe añadir al precio de venta en boca de fábrica antes calculado el margen de ganancias de los eslabones sucesivos de la cadena productiva más las cargas impositivas correspondientes, para tener un valor aproximado a los fines de la comparación, se tomarán el margen de ganancias que obtendrían las tiendas físicas y tiendas virtuales a los que se pretende vender el producto, que se estima del 35% más el impuesto al valor agregado (IVA), el cual es un impuesto al consumo cuya alícuota en Argentina es del 21%.

De esta manera se obtendrán los siguientes valores para los precios de venta al consumidor final:

- Precio de venta queso semiduro= 1250 $ARS/Kg
- Precio de venta queso duro= 1640 $ARS/Kg
- Precio de venta del yogur= 310 $ARS/Kg

Como se puede observar, estos precios de ventas al consumidor estimados son inferiores al precio de los productos ofrecidos por la competencia.

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es una herramienta útil para estudiar las relaciones existentes entre costos fijos, costos variables y utilidades. El punto de equilibrio representa el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables.

El conocimiento del punto de equilibrio nos permite saber el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas.

De la definición antes dada del punto de equilibrio se desprende que será necesario para su cálculo conocer los costos fijos y variables además del costo unitario de cada uno de los productos a analizar.

En la tabla 17 del capítulo XIV se muestra por separado los diferentes componentes que integran el costo total de producción de cada uno de los productos a elaborar, categorizando cada uno de estos componentes en costos fijos y variables se puede calcular el valor de cada uno de estos parámetros para cada alimento en particular, además con el volumen de producción estimado se puede calcular los costos unitarios de cada producto. Todos estos indicadores se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 4: Costos fijos y variables para cada uno de los productos a comercializar

Concepto	clasificación	Monto (COSTO ANUAL $ARS)		
		Pategrás	Reggianito	Yogur
Materia prima	COSTO VARIABLE	$ 11.069.632	$ 11.069.632	$ 5.534.816
Insumos	COSTO VARIABLE	$ 362.728	$ 268.476	$ 11.454.347
Mano de obra directa	COSTO VARIABLE	$ 1.315.092	$ 1.315.092	$ 1.315.092
Costo suministro de calor	COSTO VARIABLE	$ 20.444	$ 2.601	$ 14.699
Costo de electricidad	COSTO VARIABLE	$ 318.879	$ 162.258	$ 782.055
Amortizaciones y depreciaciones	COSTO FIJO	$ 382.461	$ 382.461	$ 284.529
Otros gastos	COSTO FIJO	$ 86.171	$ 86.171	$ 86.171
Costos financieros	COSTO FIJO	$ 1.847.281	$ 1.847.281	$ 1.847.281
Mano de obra administrativa	COSTO FIJO	$ 324.675	$ 324.675	$ 324.675
Costo logístico	COSTO VARIABLE	$ 470.400	$ 450.800	$ 2.606.800
Otros gastos administrativos	COSTO FIJO	$ 429.945	$ 429.945	$ 429.945
COSTO VARIABLE TOTAL ($ARS)		**$ 13.557.176**	**$ 13.268.859**	**$ 21.707.808**
COSTO FIJO TOTAL ($ARS)		**$ 3.070.533**	**$ 3.070.533**	**$ 2.972.601**
COSTO VARIABLE UNITARIO ($ARS/Kg)		**$ 338**	**$ 440**	**$ 108**
COSTO FIJO UNITARIO ($ARS/Kg)		**$ 76**	**$ 102**	**$ 15**
COSTO UNITARIO TOTAL ($ARS/Kg)		**$ 414**	**$ 542**	**$ 123**

El punto de equilibrio se puede determinar de forma analítica y de forma gráfica. El cálculo analítico de su valor se puede realizar a través de la siguiente ecuación:

$$PE = \frac{CF}{Pv - CVU}$$

PE: punto de equilibrio

CF: costos fijos totales

Pv: precio de venta del producto

CVU: Costo variable unitario

Tabla 5: Valores del punto de equilibrio para cada producto

Calculo del PE por método analítico		
Pategrás	**Reggianito**	**Yogur**
10.092	7.679	36.064

Esta tabla muestra los valores de punto de equilibrio para cada uno de los productos, calculados a través de la ecuación anteriormente planteada. A continuación, se presentan los gráficos donde se puede determinar el punto de equilibrio, el cual corresponderá a la intersección entre las líneas de ingresos y la de costos totales.

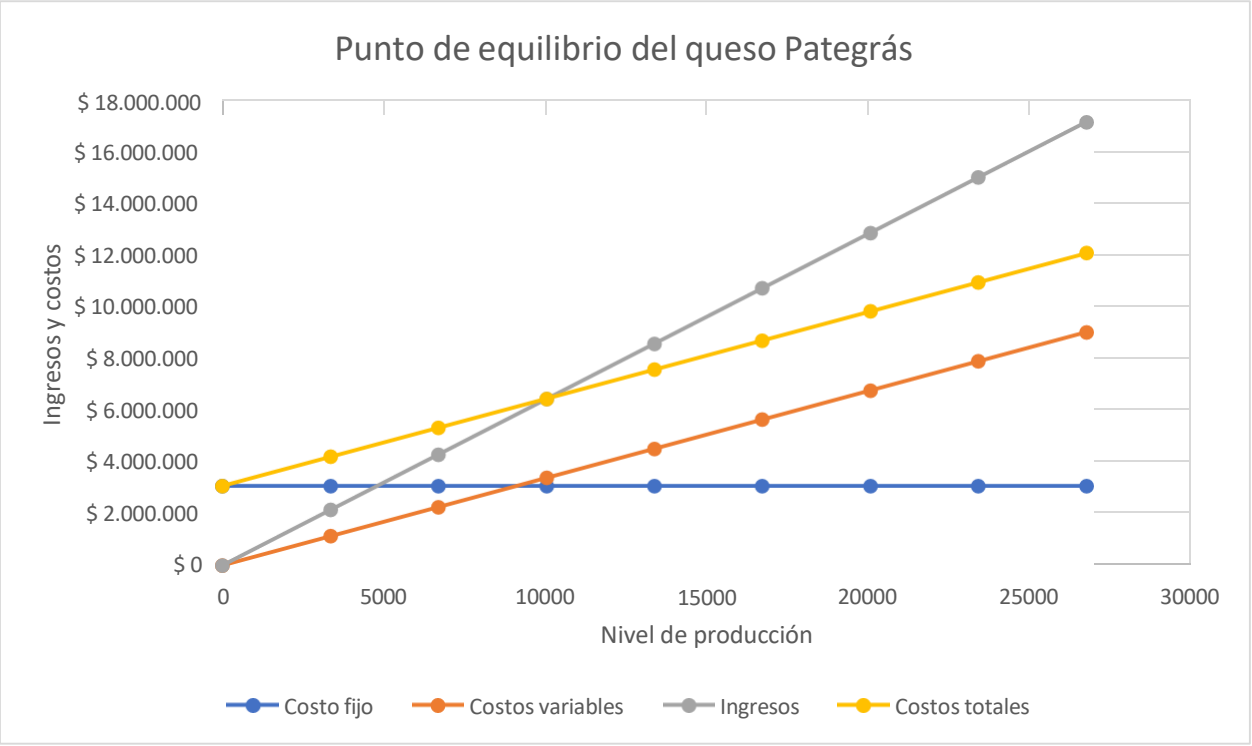


figura 1: Determinación del PE por método grafico para el queso Pategrás

Para los tres casos se puede observar que los valores del PE determinados a través del método analítico y gráfico coinciden.

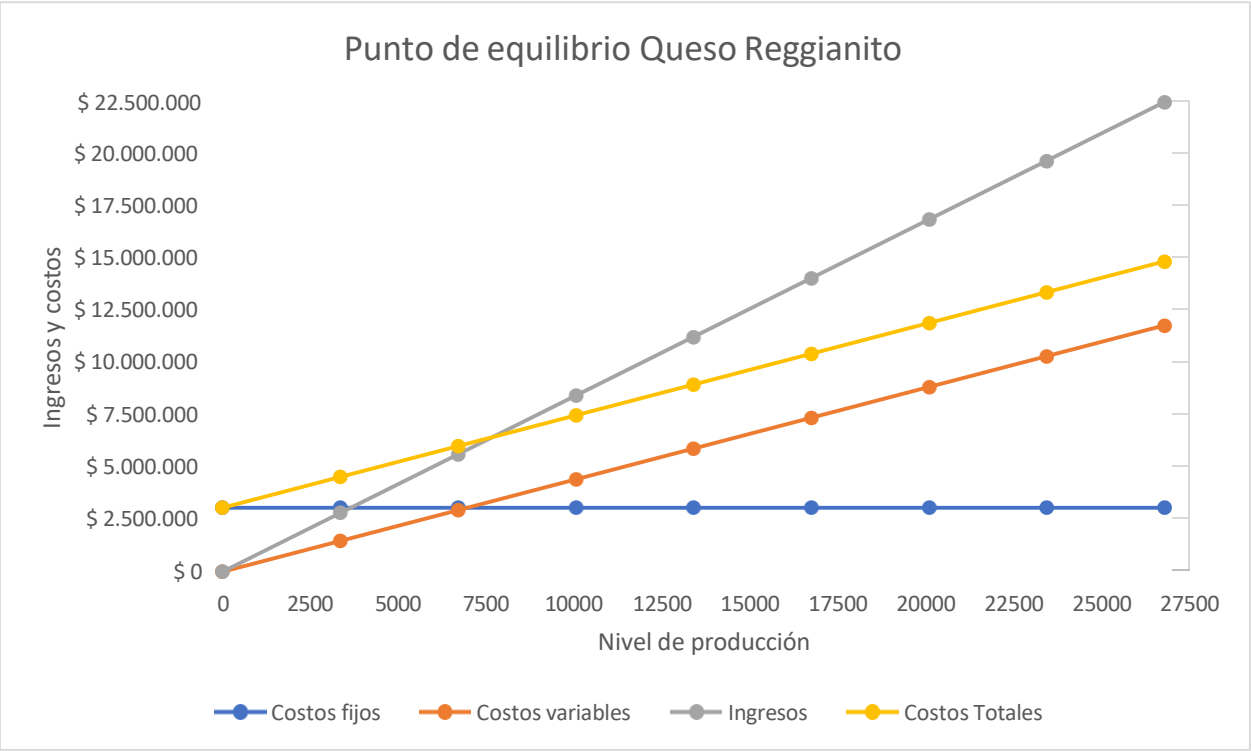


figura 2: Determinación del PE por método grafico para el queso Reggianito

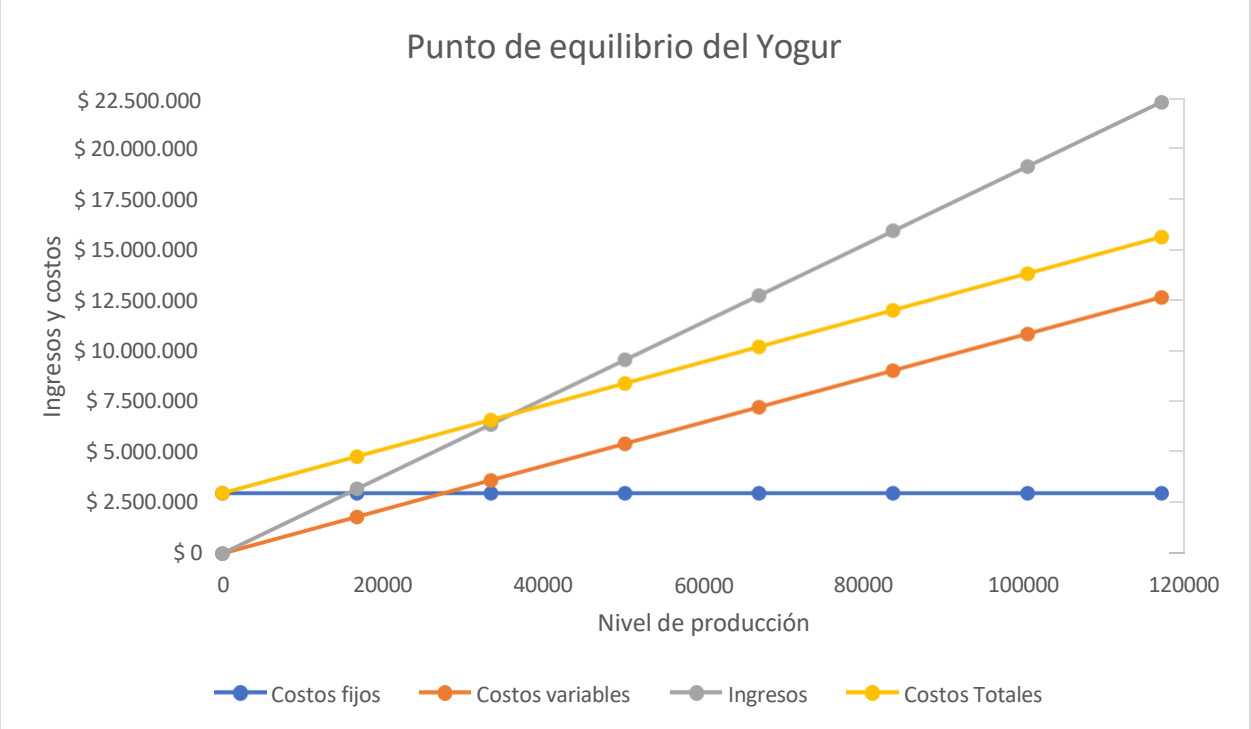


figura 3: : Determinación del PE por método grafico para el Yogur

Flujo de fondos

El flujo de fondos o flujo de caja es una herramienta contable que permite visualizar la situación financiera de la empresa. Dentro de esta herramienta se mostrarán los ingresos y egresos a realizar durante un periodo de tiempo definido, generalmente en años. Esta herramienta es de utilidad en muchos aspectos, sirve entre otras cosas como base para el cálculo de los indicadores financieros de rentabilidad del proyecto.

El flujo de fondos para este proyecto estará compuesto por los ingresos por las ventas de cada uno de los productos, que surge de la suma del producto entre el volumen de producción y el precio de venta de cada uno de ellos (el precio considerado es neto de IVA, es decir el precio de cada uno de los productos antes de imputarle el impuesto, esto se debe a que este impuesto lo termina absorbiendo el consumidor, lo cual no efecta al flujo de fondos neto de la empresa, es decir que se considera el precio que la empresa recibe por unidad de cada producto vendido). Los costos de producción surgen de los costos unitarios de los productos por los niveles de producción estimados; de la diferencia entre ingresos por ventas y costos surge el resultado operativo o utilidades brutas sobre la cual se aplicara el impuesto a las ganancias, cuya alícuota en nuestro país es del 35%; posteriormente solo resta considerar las erogaciones por inversiones para así obtener el flujo de caja neto del periodo en cuestión; valor que será considerado para el cálculo posterior de los indicadores financieros de rentabilidad. Esto sumado a algunos elementos contables que se agregan al flujo de fondos, como la suma posterior de las amortizaciones, entre otros.

Todo esto se encuentra a continuación, en la siguiente tabla, donde se presenta el flujo de fondos del proyecto para un periodo de 10 años, el intervalo de tiempo utilizado para el análisis será de un año.

Tabla 6: Flujo de fondo operativo de la empresa

Flujo de Fondos/ año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	PERPETUIDAD
Ingresos por ventas	-	$ 63.294.054	$ 63.294.054	$ 63.294.054	$ 93.152.550	$ 93.152.550	$ 93.152.550	$ 93.152.550	$ 93.152.550	$ 93.152.550	$ 93.152.550	-
Costos de producción	-	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-$ 46.313.809	-
Margen bruto	-	$ 16.980.245	$ 16.980.245	$ 16.980.245	$ 46.838.742	$ 46.838.742	$ 46.838.742	$ 46.838.742	$ 46.838.742	$ 46.838.742	$ 46.838.742	-
Gastos administrativos y comerciales	-	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-$ 5.791.859	-
Margen operativo	-	$ 11.188.386	$ 11.188.386	$ 11.188.386	$ 41.046.883	$ 41.046.883	$ 41.046.883	$ 41.046.883	$ 41.046.883	$ 41.046.883	$ 41.046.883	-
Intereses	-	-$ 5.325.930	-$ 5.241.774	-$ 5.125.640	-$ 4.965.375	-$ 4.744.208	-$ 4.438.999	-$ 4.017.810	-$ 3.436.569	-$ 2.634.457	-$ 1.527.542	-
Comisión certificadora	-	$ -	$ -	$ -	-$ 931.526	-$ 931.526	-$ 931.526	-$ 931.526	-$ 931.526	-$ 931.526	-$ 931.526	-
Resultado imponible	-	$ 5.862.457	$ 5.946.612	$ 6.062.746	$ 34.989.718	$ 35.149.983	$ 35.371.149	$ 35.676.359	$ 36.097.548	$ 36.678.788	$ 37.480.900	-
Impuesto a las ganancias	-	-$ 2.051.860	-$ 2.081.314	-$ 2.121.961	-$ 12.246.401	-$ 12.302.494	-$ 12.379.902	-$ 12.486.726	-$ 12.634.142	-$ 12.837.576	-$ 13.118.315	-
resultado neto	-	$ 3.810.597	$ 3.865.298	$ 3.940.785	$ 22.743.316	$ 22.847.489	$ 22.991.247	$ 23.189.633	$ 23.463.406	$ 23.841.212	$ 24.362.585	-
Inversiones	-$14.015.604	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	-
Capital trabajo	-$ 4.639.558	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Amortizaciones y depreciaciones	-	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	$ 1.049.452	-
interés * 0,65	-	$ 3.461.854	$ 3.407.153	$ 3.331.666	$ 3.331.666	$ 3.227.493	$ 3.083.735	$ 2.885.349	$ 2.611.577	$ 2.233.770	$ 1.712.397	-
Flujo neto de efectivo	**-$ 8.655.162**	**$ 8.321.903**	**$ 8.321.903**	**$ 8.321.903**	**$ 27.124.434**	**$ 27.124.434**	**$ 27.124.434**	**$ 27.124.434**	**$ 27.124.434**	**$ 27.124.434**	**$ 27.124.434**	**$ 74.313.518**

Indicadores financieros de rentabilidad

Si recordamos la definición de inversión vemos que la misma se refiere a ella como *"como la inmovilización o aplicación de recursos financieros líquidos que un agente económico realiza con la expectativa de obtener retornos financieros futuros de mayor magnitud. Toda inversión refleja la idea de que se sacrifica algo en el presente para poder obtener algo más en el futuro".*

Aquí básicamente se indica que uno de los principales objetivos de los proyectos de inversión es el de obtener beneficios financieros a partir de la actividad productiva, buscando obtener la viabilidad financiera como primera medida y la maximización de los beneficios a largo plazo.

Evaluar un proyecto básicamente consiste en determinar si su realización cumplirá con los objetivos por los cuales fue creado; en este sentido uno de los métodos más utilizados para estimar los beneficios financieros que se pueden obtener de un proyecto es a través de los indicadores financieros. Dentro de los cuales la Tasa de Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) son los indicadores financieros más utilizados. En términos generales, estos indicadores estos indicadores relacionan el sacrificio que se realiza (la inversión) con lo producido como resultado (los retornos). En términos más coloquiales, estos indicadores nos ayudarán a evaluar si vale la pena realizar el sacrificio que esta inversión requiere.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Una de las formas más elaboradas y utilizadas para calcular la tasa de rentabilidad de un proyecto es la tasa interna de retorno. Este popular indicador propone calcular la rentabilidad de un proyecto mediante la siguiente expresión:

$$I_0 = \sum_{t=0}^{T} \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$$

Donde:

I_0: inversión inicial

F_t: flujo de fondos que genera el proyecto en los diferentes periodos t

T: horizonte temporal del proyecto considerado para el análisis

Realizando el cálculo de este indicador en una hoja de cálculo de Excel arroja el siguiente valor:

$$TIR = 49\,\%$$

Valor Actual Neto (VAN)

Afortunadamente, no sólo con el cálculo de tasas de rentabilidad se puede medir la viabilidad financiera de las inversiones. Existe una forma alternativa que consiste en valorar lo que se crea con la inversión, y compararlo con lo que se gasta para crearlo, es decir, con la propia inversión. El indicador que surge de este procedimiento alternativo es el Valor Actual Neto (VAN), también llamado Valor Presente Neto (VPN). Financieramente, el VAN expresa lo siguiente:

VAN= valor de lo creado – inversión requerida

Como se puede ver en esta expresión, el VAN es la diferencia entre el valor de lo que se ha creado medido a un determinado tiempo desde su creación (valor del proyecto de inversión luego de un tiempo determinado, para este proyecto se considerara un periodo de 10 años) y el gasto en inversión que se requiere para crearlo. Por lo tanto, para evaluar el resultado que arroja dicho indicador se debe proceder de la siguiente manera:

- Si **VAN>0**, esto indicara que el valor de lo creado es mayor que el gasto que demanda crearlo, por lo tanto, la inversión crea valor, es decir que es rentable.
- Si **VAN<0**, se deberá rechazar el proyecto, al menos en los términos establecidos inicialmente, ya que el proyecto cuesta más de lo que vale.

Este indicador puede ser calculado a través de la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{t=1}^{T} \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0$$

I_0: gasto en inversión inicial requerida por el proyecto.

r: es la rentabilidad del sistema financiero para inversiones a un año, que los analistas denominan costo de capital

Ft: son los flujos de fondo futuros que se estiman para el proyecto en cada periodo t.

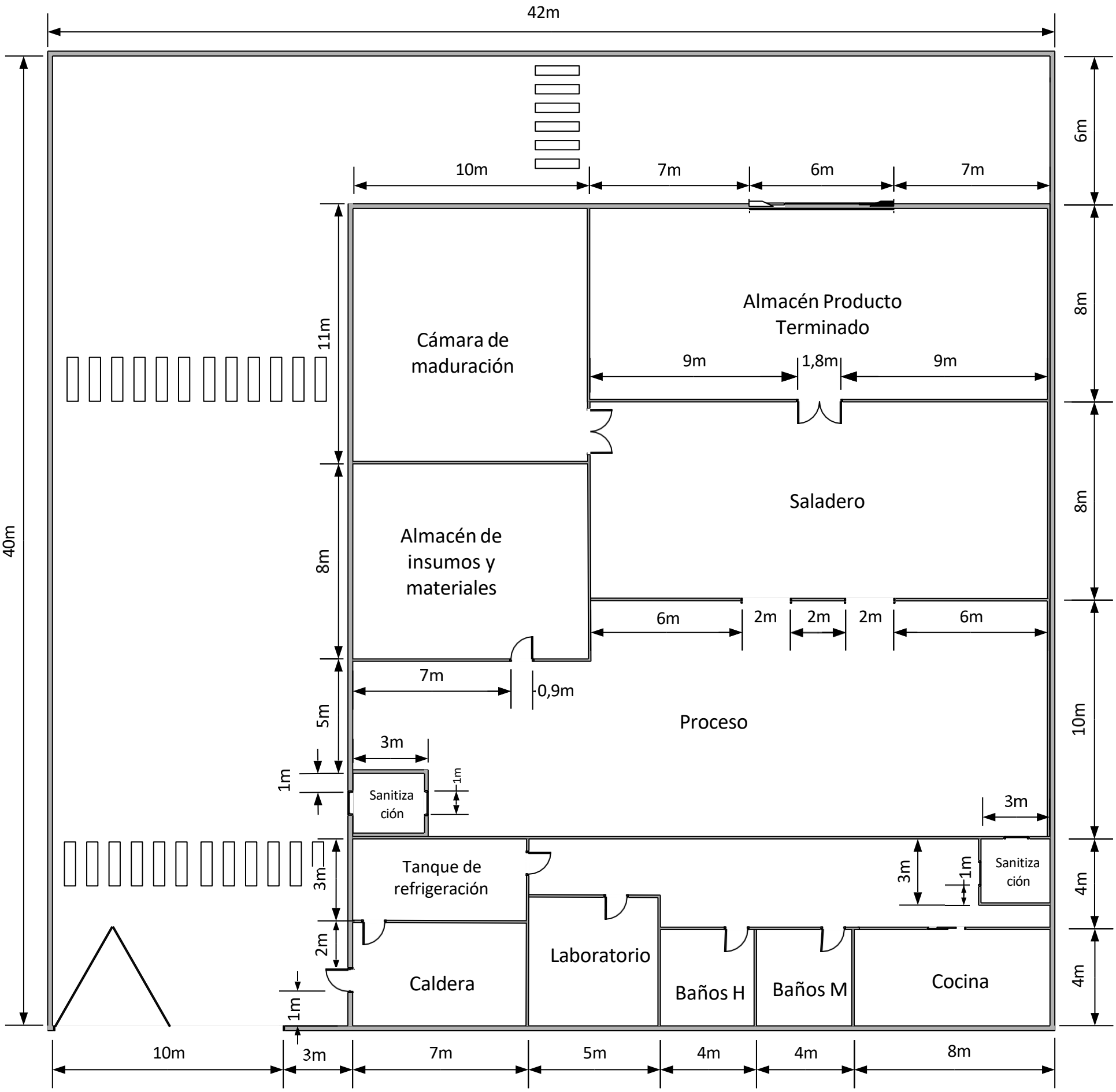
T: horizonte temporal durante el cual se desea evaluar el proyecto.

Realizando el cálculo de este indicador en una hoja de cálculo de Excel arroja el siguiente valor:

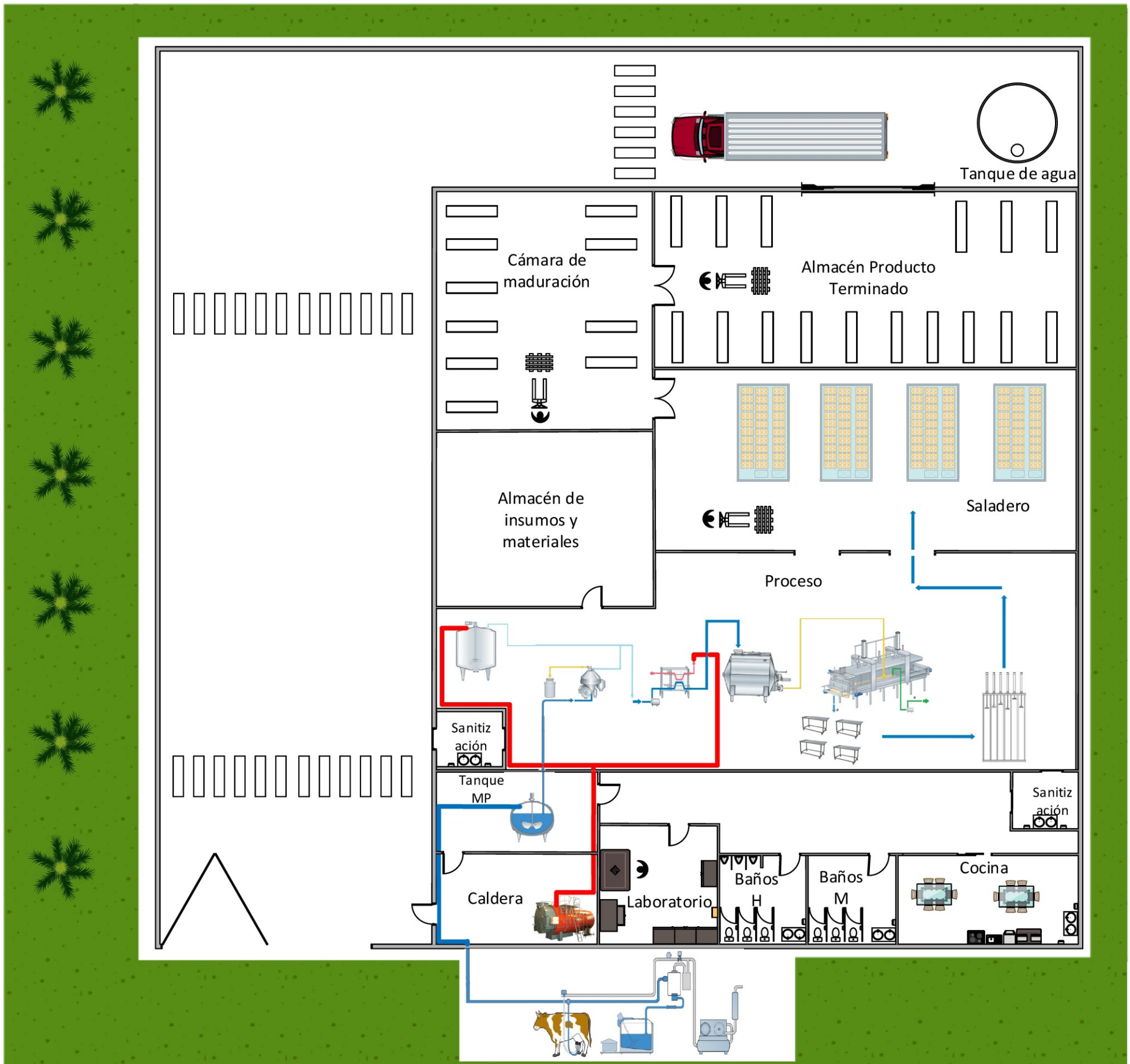
VAN= $ 13.514.342

Este valor del VAN quiere decir que la inversión inicial es recuperada, que el proyecto además paga la tasa de interés de descuento (es decir el costo de oportunidad o costo de capital de la inversión) y que además genera un adicional igual al valor calculado, esto es que el proyecto genera valor, por lo que financieramente hablando se recomienda llevarlo a cabo.

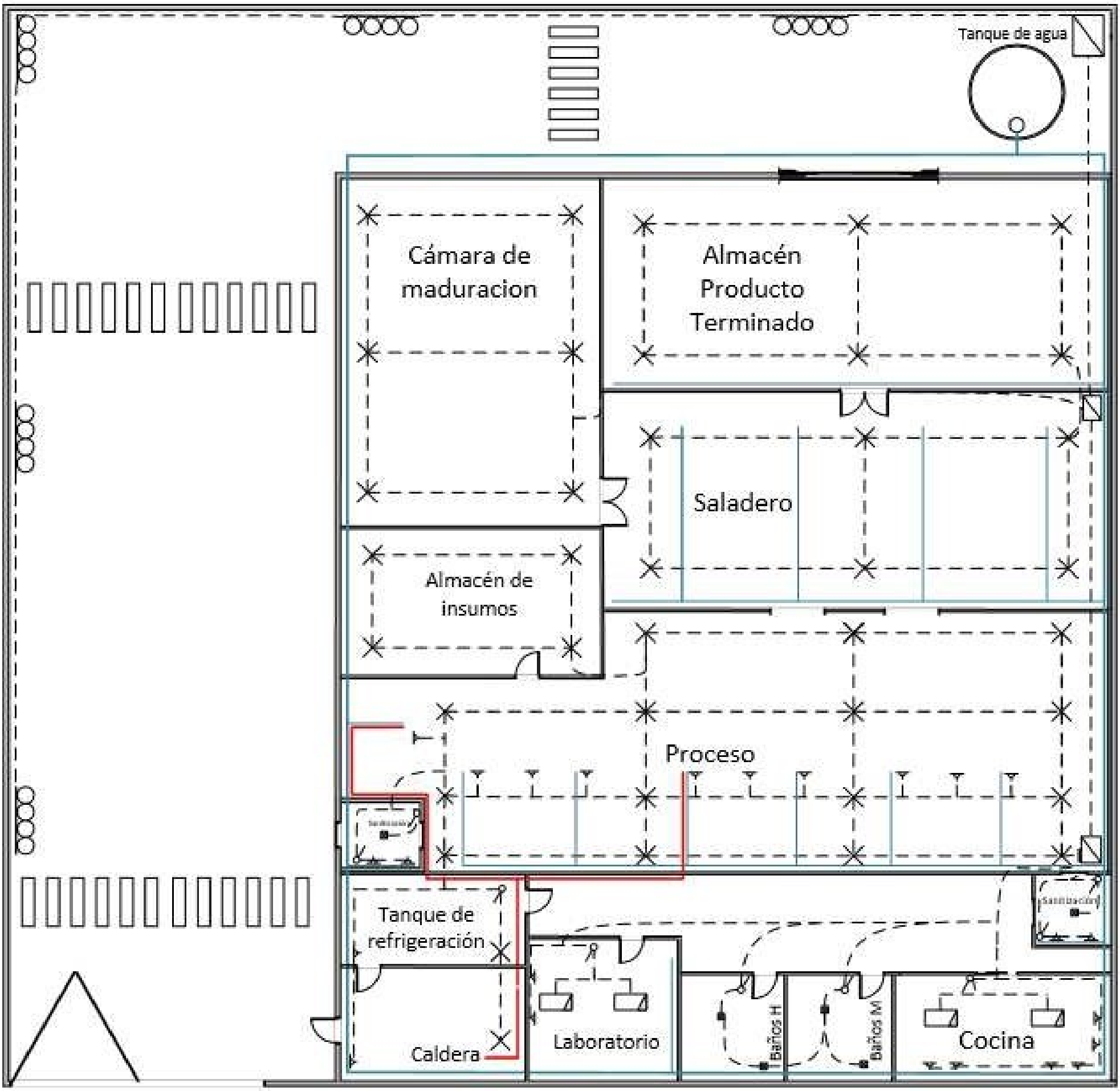
Planos



UNER UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN	
	CATEDRA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	
Alumno: Fernández Andrés	Docentes: Ing. Carlos Chiarella Ing. Eduardo Erbetta Lic. Pedro Kohn	
Tambo fabrica con producción orgánica: factibilidad como una alternativa de mayor rentabilidad para pequeños tambos lecheros		
Plano N°: 1	Titulo del plano: Plano general de la planta	Escala: 5,5 mm: 1 m
Fecha:		Aprobado:



UNER UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN	
	CATEDRA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	
Alumno: Fernández Andrés	Docentes: Ing. Carlos Chiarella Ing. Eduardo Erbetta Lic. Pedro Kohn	
Tambo fabrica con producción orgánica: factibilidad como una alternativa de mayor rentabilidad para pequeños tambos lecheros		
Plano N°:	Titulo del plano: Distribución de equipos	Escala: 5,5 mm: 1 m
Fecha:		Aprobado:



UNER UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN	
	CATEDRA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	
Alumno: Fernández Andrés	Docentes: Ing. Carlos Chiarella Ing. Eduardo Erbetta Lic. Pedro Kohn	
Tambo fabrica con producción orgánica: factibilidad como una alternativa de mayor rentabilidad para pequeños tambos lecheros		
Plano N°:	Titulo del plano: Servicios auxiliares	Escala: 5,5 mm: 1 m
Fecha:		Aprobado:

Bibliografía

Trabajos de investigación y libros

- Średnicka-Tober, D., Barański, M., Seal, C., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Leifert, C. (2016). Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α-tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: A systematic literature review and meta- and redundancy analyses. British Journal of Nutrition, 115(6), 1043-1060. doi:10.1017/S0007114516000349
- IFOAM. (2008). Definition of Organic Agriculture. Spanish Translation. Disponible en: http:/www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_Spanish. pdf. (Consultado el 25 de agosto del 2015).
- Brandl M. (2000). General consumer attitudes to milk. In: Organic Dairy Products. Bulletin of the International Dairy Federation No. 347/2000
- Ghindini S., Zanardi E., Battaglia A., Varisco G., Ferratti E., Campanini G. and Chizzollini R. (2005). Comparison of Conta- minant and residue levels in organic and conventional milk and meat products from northern Italy. Food Addit Contam. 22 (1): 9-14.
- Vega y León.,Gutiérrez R.,Coronado R., Díaz G. y Pérez J.(2006). Leche orgánica, posibilidad y realidades, Revista Carnilac Industrial. 5: 16-23
- Willer, H & Kilcher, L (2011) The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. FiBL-IFOAM Report. Bonn and Frick: IFOAM and FiBL.
- Schultz, M & Huntrods, D (2011) Organic dairy profile. http://www.agmrc.org/commodities__products/livestock/dairy/organic_dairy_profile.cfm (accessed January 2013).
- Soil Association (2011) Organic market report 2011. http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=ZnJ54dF4kfw%3D&tabid=116 (accessed January 2013).
- Yiridoe, EK, Bonti-Ankomah, S & Martin, RC (2005) Comparison of consumer perceptions and preference toward organic versus conventionally produced foods: a review and update of the literature. Renew Agric Food Syst 20, 193-205.

Artículos y páginas web

- http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/normativas/archivos/r_senasa_374-2016_con_anexos.pdf
- https://ollasindustrialesinoxidable.com/
- https://spanish.alibaba.com/product-detail/ultrasonic-cheese-portioning-machine-60835908740.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7ed018d62Pxv5h
- https://spanish.alibaba.com/product-detail/cheese-vacuum-packing-machine-1965334647.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.528f2b60xaifxq
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-785946456-tacho-termocontraccion-tanque-sumersion-envasado-al-vacio-_JM#position=10&type=item&tracking_id=458a0d99-c8df-4e97-8917-3c5a9beb5384
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-714400485-equipo-para-fabricar-quesos-ollas-industriales-inoxidable-_JM#reco_item_pos=3&reco_backend=machinalis-v2p-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-v2p&reco_id=0fb18ff3-0c00-440b-8fdf-ea2398ad4628
- https://www.mapo.org.ar/
- https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/alimentos/lacteos
- http://www.ocla.org.ar/contents/welcome/
- http://www.ocla.org.ar/NewsFiles/diagnostico_competitivo.pdf
- http://www.todoagro.com.ar/noticias/seccion.asp?sid=2
- https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html
- https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2020.html
- https://www.fibl.org/de/shop.html
- https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/index.php
- http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/
- https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/
- https://www.entrerios.gov.ar/minpro/index.php?codigo=20&codsubmenu=86&menu=menu&modulo=
- http://fundacionfada.org/informes/precio-de-la-leche-que-arroja-el-indicador-de-fada/
- https://www.jardinorganico.com.ar/busqueda?buscar=queso

- https://www.talloverde.com/products/17
- https://shop.veritas.es/inicio;jsessionid=+AGtX6ieucc8JoZc9tQEnez5.undefined#/dfclassic/query=yogur&query_name=match_and
- https://www.enterbio.es/es/module/lbumsearchbycategory/searchcontrol?module=lbumsearchbycategory&controller=searchcontrol&fc=module&orderby=position&orderway=desc&ajax_search_by_category=all&ajax_by_category=queso&submit_search=
- http://cafypel.org.ar/productos/categoria/14-equipos-para-la-elaboracion-de-quesos/
- https://ollasindustrialesinoxidable.com/
- https://spanish.alibaba.com/product-detail/ultrasonic-cheese-portioning-machine-60835908740.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7ed018d62Pxv5h
- https://spanish.alibaba.com/product-detail/cheese-vacuum-packing-machine-1965334647.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.528f2b60xaifxq
- https://spanish.alibaba.com/product-detail/500l-fermentation-tank-prices-of-yogurt-fermenters-60749321940.html?spm=a2700.8699010.normalList.19.229a66b6KgArHW
- https://www.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-milk-cream-separator-price_1286487343.html?spm=a2700.8267363.selected.1.6c7131d4lrmUvF
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-819085243-hidrolavadora-karcher-120bar-1600w-lanza-manguera-k3-premium-_JM?quantity=1#position=8&type=item&tracking_id=babd91d5-259e-400a-962f-d96d13f15f86
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-645610602-zorra-hidraulica-3-ton-1220x685-mm-lusqtoff-rex-_JM?quantity=1#position=3&type=item&tracking_id=9ec11172-c025-47ad-b86b-f537a2aa3ad2
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-766887480-kit-completo-material-de-laboratorio-n-1-_JM?quantity=1#position=3&type=item&tracking_id=ef53ecbf-8ba8-43d0-b19c-bd380263803d
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-811567126-ph-metro-medidor-cuidado-alimentos-blandos-leche-queso-hanna-

_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=6dde8a06-66a8-452e-861f-fca9c2439309

- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-797331682-pallet-plastico-tarima-plastica-antideslizante-reforzado-_JM?searchVariation=39824660125&quantity=1&variation=39824660125#searchVariation=39824660125&position=3&type=item&tracking_id=648017f1-a6d3-4bbc-b2b3-52204a6c7e8f
- https://mthsrl.com.ar/paneles-aislantes/
- https://www.misa-coldrooms.com/es/productos/maxi-celle
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-617182081-bandeja-plastica-blanca-nueva-reforzada-apilable-ideal-queso-_JM?quantity=1&variation=17712066234#position=3&type=item&tracking_id=d56df115-47ea-440c-a6d5-1d208257fdfe
- https://www.se.com/ar/es/product-category/1600-dispositivos-de-protecci%C3%B3n/?filter=business-4-productos-y-sistemas-de-baja-tensi%C3%B3n
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-779470519-paneles-frigorificos-poliuretano-60-mm-x-m2-costan-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=2b4afa17-dbac-4097-bb09-8bc18c26f15e
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-851015448-azucar-organico-san-isidro-bolsa-x-25-kg-_JM#position=15&type=item&tracking_id=bde019d6-048f-42e4-af71-0604ea0e0340
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-654091171-leche-en-polvo-x-25-kg-la-emilia-primera-marca-_JM#position=1&type=item&tracking_id=7c990e3b-b74a-41de-900d-21fe6af554f7
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-874005574-gelatina-sin-sabor-200-bloom-y-220-bloom-x-25kg-_JM#position=2&type=item&tracking_id=6ef46a77-bef8-4264-94d3-27447fec15e5
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-868056666-almidon-de-maiz-glutal-libre-de-gluten-25-kg-_JM#position=21&type=item&tracking_id=cd049cca-3768-4c9c-8106-78baba6c2377

- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-678124949-detergente-alcalino-clorado-x-10kg-wassington-_JM#position=2&type=item&tracking_id=bffd5c67-79d9-485d-afe2-10caa2e6b96d
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-855032399-acido-peracetico-sanitiz-desinf-p-cerveza-artesanal-x-5lts-_JM#position=1&type=item&tracking_id=aa6aded5-50e2-4186-889a-ef988c564bc9
- http://www.calderasfontanet.com.ar/es/calderas-industriales/e?gclid=CjwKCAjwzIH7BRAbEiwAoDxxTt22HFiu96I28csODJ2jJ3ksuuAEPFctRBZBnbgDwhcJCjfoCQS2NBoCDeoQAvD_BwE#
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-654597025-cable-subterraneo-tripolar-3-x-10mm-norma-iram-2178-1-mh-_JM#position=12&type=item&tracking_id=f9ffb184-4f68-4a21-af8b-ace18831ae9b
- https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-663937689-cano-schedule-40-astm-a53-de-2-x-64-mt-gramabi-tubo-conduccion-con-costura-fluidos-alta-presion-accesorios-incendios-_JM?variation=41816881892#reco_item_pos=2&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=076631e6-ed6e-43d4-ae8c-ad6a199433a7
- https://consumidoresorganicos.org/
- https://ota.com/
- http://www.senasa.gob.ar/tags/producto-organico
- https://supercampo.perfil.com/2019/11/la-produccion-organica-crece-con-valor-agregado/
- https://supercampo.perfil.com/2020/05/crecio-demanda-alimentos-organicos-pandemia-coronavirus/

CD Copia en Formato Digital