Universidad Nacional de Entre Ríos

Facultad de Ciencias de la Alimentación

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ADAPTACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO CREMOSO A PARTIR DE LECHE CONCENTRADA POR ULTRAFILTRACIÓN, EN LAS CERCANÍAS DE LIBERTADOR SAN MARTÍN, ENTRE RÍOS.

Autores:

- Raminger, Alexis David
- Solis, Lina Mercedes

Cátedra:

Formulación y Evaluación de Proyectos

Docentes:

- Ing. Chiarella, Carlos
- Ing. Erbetta, Eduardo

Concordia, Diciembre 2016

Índice

- Resumen
- Abstract
- Capítulo I: Introducción
- Capítulo II: Estudio de mercado
- Capítulo III: Estudio de localización
- Capítulo IV: Descripción de proceso
- Capítulo V: Balances de materia y energía
- Capítulo VI: Análisis de equipos
- Capítulo VII: Distribución de planta
- Capítulo VIII: Instalaciones auxiliares
- Capítulo IX: Obras civiles
- Capítulo X: Organización de planta
- Capítulo XI: Presupuesto de inversión
- Capítulo XII: Estudio de factibilidad de inversión
- Conclusiones
- Planos
- Anexo 1
- Bibliografía

Resumen

Actualmente, la industria láctea pretende innovar, abaratar costos, estandarizar productos y aumentar rendimientos; pero, fundamentalmente, se buscan alternativas para aumentar la capacidad de producción con el mínimo cambio posible. Debido a ello surge este proyecto para estudiar la factibilidad de modificar una línea existente de queso cremoso convencional de la empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L. para elaborar queso cremoso a partir de leche concentrada por ultrafiltración.

Para determinar el nivel de producción se consideró el volumen de leche utilizado para elaborar queso cremoso convencional. Además se estimó que a partir de la modificación realizada sólo se elaborará queso cremoso a partir de leche concentrada por ultrafiltración.

El proceso de concentración de leche por ultrafiltración consiste, básicamente, en un equipo que mediante el bombeo de la leche a presión obliga a ésta a atravesar una membrana que sólo deja pasar parte del agua, sales y lactosa y que permite concentrar las proteínas y otras macromoléculas de tamaño similar del otro lado de la membrana. Para este propósito, las membranas deben tener un punto de corte inferior a los 16.300 Dalton, ya que la proteína más pequeña de la leche posee este peso molecular. En este proyecto se busca concentrar al doble el contenido de proteínas de la leche.

Los balances de materia realizados permitieron observar que al concentrar la leche a aprox. 6,4% de proteínas, se puede obtener un rendimiento productivo del orden del 25% por tina, lo que permite reducir el tiempo de elaboración para procesar una misma cantidad de leche, o bien, aumentar la escala productiva sin tener que modificar la capacidad de otros equipos.

La elección del equipo de ultrafiltración se realizó en base a la capacidad de procesamiento de 10.000 litros de leche/hora que posee la línea y la concentración de proteínas a la que se quería llegar.

Al realizar el análisis financiero del proyecto se obtuvieron valores de tasa interna de retorno de 25% y un valor actual neto positivo. Aunque ambos parámetros dieron valores pequeños, al realizar un análisis de sensibilidad de la tasa interna de retorno se observó que al aumentar la producción en un 10% ésta se incrementaba a un valor de 58% y la situación mejoraba al aumentar aún más la producción.

Los balances de materia y el análisis financiero permiten determinar que la realización del proyecto es factible tanto técnica como económicamente mediante el aumento de la producción o el uso del equipo para más de una línea de producción.

Abstract

Nowadays, the dairy industry is looking for innovation, lower costs, standardized products and increased yields, but they are specially searching for alternatives to increase the production scale with minimum changes. As a consequence, this project studies the feasibility of modifying a conventional existing production line of cream cheese at Tonutti Productos Lácteos S.R.L. to produce cream cheese from concentrated milk by ultrafiltration.

In order to determine the production scale, the volume of milk used to make conventional cream cheese and the fact that the aforementioned methodology will be replaced by the new technology were taken into consideration.

The process of milk concentration by ultrafiltration consists in pumping the liquid across a membrane that only allows part of water, ions and lactose through. The proteins and other macromolecules concentrate at the other side of the membrane. To achieve concentration, the membranes must have a cut-off lower than 16.300 Dalton as this is the smallest milk protein molecular weight. This project is aimed at concentrating milk to double the protein concentration.

The mass balance revealed that when milk is concentrated by ultrafiltration to 6, 4% protein, a yield of 25% is obtained. This allows to reduce manufacturing time or to increase the production scale without modifying another equipment of the line.

The choice of the ultrafiltration equipment was carried out from the basis that the cream cheese line can process 10.000 liters of milk per hour and obtain the desired protein concentration.

Finally, the financial analysis showed an internal rate of return of 25% and a positive net present value. Although both parameters showed small values, the sensitivity analysis of the internal rate of return performed showed that with a 10% production increase the internal rate of return increased from 25% to 58%. This situation showed an upgrade when production was further increased.

The mass balance and the financial analysis indicated that the implementation of this project is feasible by increasing production or optimizing the use of the ultrafiltration equipment with the addition of a new product production line.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Introducción

El queso aporta proteínas de excelente calidad, aminoácidos esenciales, vitaminas, en especial A y D y minerales como calcio y fósforo.

En una alimentación equilibrada el queso es un componente importante para complementar o sustituir las proteínas de la carne. Su sabor, variedad y la cantidad de preparaciones donde es utilizado lo hace una opción deliciosa a la hora de consumir lácteos.

Entre sus ventajas, la variedad de los quesos permite su consumo formando parte de desayunos y meriendas (untados en panes, con dulces, con fiambres, etc.), de almuerzos y cenas (quesos rallados, en cubos o fetas para gratinar, en rellenos de tartas y empanadas con verduras o carnes, sobre pastas, arroz, salsas, copetines y muchas más opciones).

Los quesos son aceptados en el mundo entero y con mucho agrado por los consumidores de diferentes edades. Es una herramienta insustituible para cocineros, gastrónomos y chefs a la hora de diseñar y preparar desde el plato más sencillo a la mayor exquisitez salada o dulce.

El consumo de un trozo de queso del tipo duro o semiduro especialmente después de las comidas, por su consistencia y el cambio de acidez bucal protege el esmalte dental, además de aportar una buena cantidad de calcio.

Actualmente la industria láctea busca innovar, abaratar costos, estandarizar productos y aumentar rendimientos; pero fundamentalmente se buscan alternativas para aumentar la capacidad de producción con el mínimo cambio posible, debido a esto es que surge la idea de este proyecto de modificar una línea existente de queso cremoso convencional para elaborar queso cremoso a partir de leche concentrada por ultrafiltración.

En el proceso de ultrafiltración se aumenta el contenido de proteínas de la leche, por eliminación de agua al pasar ésta a través de una membrana.

Como se aumenta el contenido de proteínas y en la elaboración de queso cremoso se debe mantener una relación proteína/materia grasa determinada se debe agregar esta última para compensar el aumento proteico.

Como fuente de materia grasa se pueden emplear:

- Crema
- ButterOil
- Grasa Láctea Anhidra
- Aceites vegetales
- Aceites de pescado
- Manteca
- Cebo

El proyecto estará referido a las instalaciones de Tonutti Productos Lácteos S.R.L., una empresa ubicada en el Distrito Palmar, Puiggari, en las cercanías de Villa Libertador San Martin en la provincia de Entre Ríos en cuya línea de queso cremoso se realizará la modificación.

Objetivos

- Seleccionar los equipos adicionales necesarios adecuándolos a la capacidad instalada de la planta.
- Demostrar como al adicionar un equipo de ultrafiltración a una línea de producción de queso se puede aumentar la capacidad de elaboración.
- Determinar la factibilidad de la modificación en la planta, tanto técnica como económicamente.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

Descripción de producto

El Queso

Origen e historia

La elaboración de queso es probablemente la forma más antigua de procesado de la leche, existen registros de los sumerios que datan de 3000 años a.C. en donde se elaboraba lo que hoy conocemos como queso.

Los egipcios también dejaron constancia de su conocimiento acerca de la elaboración del queso a través de su literatura y en algunas de sus pinturas funerarias.

No fue hasta la época dorada griega que el queso pasó de ser un mero alimento que ayudó a la supervivencia de muchas personas a una fuente de riqueza, ya que entró en el comercio con mucha fuerza a través de esta civilización.

La emigración de las poblaciones debida a los hábitos errantes de las tribus, las plagas de hambre, los conflictos bélicos y las invasiones dieron lugar a la colonización de nuevas áreas, y los nuevos colonos llevaron consigo sus viejas prácticas artesanales, entre las que se encontraba la elaboración de quesos. Tal es el caso de los romanos, donde la cultura del queso les llegó a través de su trato con los griegos. El pueblo romano fue muy importante para la propagación del conocimiento de la elaboración de este producto y también para el enriquecimiento del mismo a través de cambios en la fabricación y de la preparación de distintas recetas, ya que el imperio tuvo acceso a una gran variedad de pueblos y lugares del mundo.

En el siglo VI, los monjes benedictinos tenían al queso como su dieta principal. Fueron ellos los que iniciaron el camino de la creatividad, agregándole añejamiento y convirtiendo su elaboración en un refinado arte.

La práctica de la elaboración del queso no comenzó a ser estudiada de manera científica hasta finales del siglo XVIII. Hasta ese momento, los propietarios de grandes fincas y en especial los monasterios europeos mantuvieron vivos los métodos y las recetas del arte de la elaboración del queso, que habían ido pasando generalmente de madres a hijas por transmisión oral o por la práctica.

Mientras que en la época de los romanos se trabajaba con leche cruda, en la década de 1850 Louis Pasteur descubrió la pasteurización, lo cual cambió el proceso de elaboración del queso. Empezó entonces a mezclarse leche de distinta procedencia y distintos rebaños para obtener un producto homogéneo.

En el siglo XX el sector quesero experimentó una notable modernización gracias a los descubrimientos en el campo de la bacteriología, la química y la técnica, aunque cabe destacar que el toque artesanal hoy en día no se ha perdido.

Definiciones generales

Se entiende por "Queso" al producto fresco o madurado, sólido o semisólido obtenido por el empleo de técnicas de fabricación que conlleven a la coagulación de la leche, leche desnatada, nata, nata de suero, solos o en combinación, gracias a la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes apropiados y por eliminación parcial del lactosuero resultante de la coagulación.

De acuerdo al artículo 605 del Código Alimentario Argentino (CAA): *"…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 Fresco el que está listo para el consumo poco después de su fabricación.

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

Clasificaciones

De acuerdo al contenido de humedad:

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

De acuerdo al contenido de materia grasa:

- Doble crema: mayor al 60%
- Grasos: 40% - 60%
- Semi-grasos: 25% - 40%
- Magros: 10% - 25%
- Descremados: menor al 10%

De acuerdo a la materia prima utilizada:

- Queso tradicional: elaborado a partir de leche cruda o descremada.
- Quesos extendidos: en estos quesos se extiende la proteína coagulable en relación a la propia de la leche natural. Se utiliza tanto leche como proteínas lácteas de extensores.

- Quesos análogos: no se formulan con leche natural, sino exclusivamente con ingredientes lácteos.

Materias primas, costos y rendimiento

En la elaboración de quesos, el insumo principal es la leche cruda, cuya participación en el costo total alcanza aproximadamente al 50% (el 45% en blandos y hasta el 60% en duros). Otros insumos (cuajo, enzimas específicas, bacterias lácticas, ácidos orgánicos, cloruro de sodio y de calcio, etc.) y los envases, sólo representan entre el 3% al 6%; en tanto que el costo energético (gas y electricidad) oscila entre el 1 y el 2%. Los costos de elaboración de los quesos son, en general, elevados y superiores a los de otros lácteos. Esto se debe a la mayor cantidad de leche y otras materias primas requeridas, a la complejidad del proceso, al costo financiero que implica el tiempo de maduración, a la necesidad de una red de transporte refrigerado, etc.

La calidad de la leche (contenido de grasa y especialmente de proteína) juega un rol fundamental en el proceso industrial ya que determina el rendimiento y, en gran parte, el costo de elaboración.

En nuestro país, se observa una amplia difusión de los sistemas de pago de leche basados en el contenido de grasa y de proteínas y en la calidad higiénico-sanitaria. Así se otorga una creciente importancia a la calidad y al contenido de proteínas, en detrimento del de grasa.

El rendimiento industrial varía según la pasta. Sobre la base de la estadística obrante en la Dirección de Industria Alimentaria y Agroindustrias, se estima que en 2008 se utilizaron, en promedio, 6,1; 11,1 y 13,3 litros de leche para obtener 1 Kg. de queso blando, semiduro y duro, respectivamente. En consecuencia, los rendimientos serían del 16,5%, 9% y 7,5%, respectivamente.

El queso en Argentina

A mediados del siglo XIX la actividad quesera desarrolló su mayor crecimiento para alcanzar un importante protagonismo en la actualidad, debido probablemente a una joven tradición en la elaboración de quesos implantada por los inmigrantes europeos que aportaron sus tecnologías, principalmente italianas, españolas, suizas, etc. Fueron ellos los propulsores que dejaron sus escuelas para esta industria nacional que evoluciona día tras día. Fue en esa época cuando apareció el queso Carcarañá (el más antiguo de los quesos argentinos), el queso Tafí de Tucumán, el queso Chubut, el queso Goya, el queso Peregrina, el queso Chinchilla, el queso Las Peñas, el queso Oriental, el queso Mar del Plata, el queso Manantial Tandilera, el queso Neuquén fresco, el queso Pategrás, el queso Río Cuarto, el queso Lobos, el queso Lehmann, el queso San Jorge, el queso Trebolgiano y muchos otros con nombres nacionales. Asimismo, comenzaron a elaborarse quesos con nombres alusivos a regiones europeas de donde provenían los inmigrantes.

De esta manera, comparando a la Argentina con otros países reconocidamente lecheros, nuestro país se caracteriza por contar con 13.000 tambos que proveen a unas 870 queserías.

Existen varias cuencas lecheras en nuestro país, destacándose las ubicadas en las provincias de Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, Buenos Aires y parte de La Pampa.

La producción mundial y nacional

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 2007 la producción mundial fue del orden de los 19 millones de toneladas. La misma creció en forma sostenida en los últimos años. Entre 1998 y 2007 la producción mundial de quesos se incrementó a una tasa acumulativa anual del orden del 2,1%, muy similar a la registrada

en la producción primaria de leche. Después de la manteca, los quesos han sido el rubro de mayor aumento entre los principales commodities lácteos.

Según un informe del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) del año 2013, la Argentina se encuentra en el puesto n°7 en producción mundial de quesos.

Los tres principales productores son Estados Unidos, Alemania y Francia, que en conjunto acaparan aproximadamente el 44% del total. Cuando a estos tres países se les suma la producción italiana, se alcanza la mitad de la elaboración quesera del mundo.

En nuestro país, los quesos constituyen, en términos de volumen, el principal destino de la leche procesada por la industria, con casi el 45% en 2008.

Como puede observarse en la Figura N°1, en el transcurso de la década 1999-2008 la producción de quesos describió una curva del tipo "V" con un pico de mínima en 2003, consecuencia lógica de la crisis económica general y la abrupta caída del consumo interno. Entre 2003 y 2008 la elaboración se incrementó un 48%.

A nivel de detalle por pasta, se observó que mientras los quesos blandos exhibieron un ritmo de crecimiento inferior al promedio general del grupo, con un alza del 42%; los quesos semiduros y los duros lo superaron, registrando aumentos del 49% y 59%, respectivamente, entre 2003 y 2008. En consecuencia, los semiduros y duros aumentaron su participación en el total del grupo, con aportes que en 2008 alcanzaron al 29% y 15%, respectivamente, a expensas de los quesos blandos, que cayeron a un 53% del total.

Si bien la principal fuerza impulsora del crecimiento de la elaboración en la década fue el consumo doméstico (aumentó un 44% en dicho lapso y

absorbió un 87% de la producción incremental), la expansión de las exportaciones también fue destacable, ya que se incrementaron más de un 100% entre 2003 y 2007, aunque en 2008 mermaron.

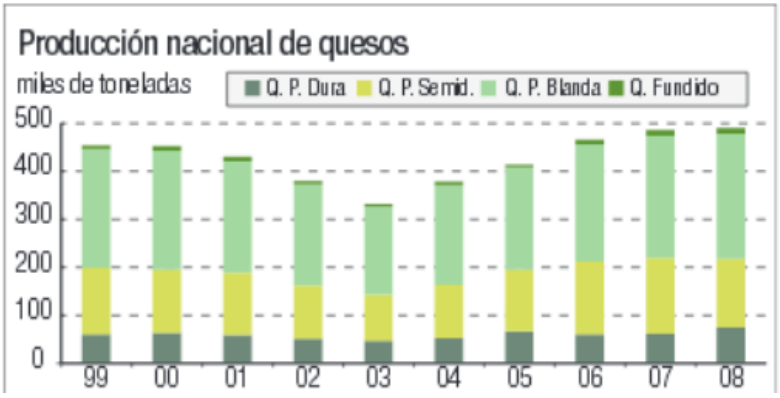


Figura N°1. Producción nacional de quesos.
Fuente: Revista Alimentos Argentinos Edición 46. Subsecretaria de Alimentos y Bebidas.

Hacia el año 2013, de acuerdo al informe "Quesos Argentinos" elaborado por el INTI, el 50% de la leche producida era destinada para la elaboración de quesos (500 mil toneladas) y, a su vez, la producción nacional de queso se dividía en un 50% para quesos blandos, 35% para semiduros y 15% para duros.

Estudio de la demanda

Demanda mundial

La demanda de consumo de queso es estimulada por el crecimiento de la población, los ingresos en alza, los cambios en los hábitos alimenticios y la expansión de la industria de comidas rápidas.

Si bien estas variables influyen positivamente en todo el mundo, los especialistas indican que el fenómeno se prolongará más en las economías emergentes de Asia y de América Latina, en las que el consumo por habitante aún está muy por debajo de los niveles de las naciones desarrolladas.

El queso es un producto que responde perfectamente a las modernas tendencias del consumo: es un alimento saludable y completo (proteínas, un nivel de grasas aceptable, calcio, fósforo, vitaminas A, B y D), conveniente (adecuado para múltiples usos) y atractivo (sabor).

Éstas y otras cualidades explican el aumento del consumo en los países desarrollados y en vías de desarrollo.

La inmensa gama de variedades y aplicaciones posibles, que van desde el consumo directo hasta la utilización como ingrediente de las comidas más sofisticadas, lo transforman en uno de los productos más versátiles y de mayor difusión a escala global, hoy consumidos incluso en las culturas orientales, como parte del fenómeno de "occidentalización" de la dieta y el auge de las comidas rápidas.

La demanda en Argentina

Probablemente como consecuencia de las intensas corrientes inmigratorias españolas e italianas, consumir queso es un hábito profundamente arraigado entre los argentinos, lo que explica el elevado nivel de consumo en relación con los ingresos de la población. A modo de referencia se puede mencionar que si bien nuestro país ocupó en 2006 el puesto 39º en el ranking de ingreso por habitante, fue el 31º consumidor mundial de quesos.

Las cifras indican que el consumo individual en la Argentina está en el mismo orden de magnitud de España, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Canadá, Portugal o Hungría, naciones que poseen ingresos entre dos y tres veces superiores a los de nuestro país.

A nivel nacional, durante la primera mitad de la última década el consumo per cápita de quesos mermó desde 12 kg en 1999 a 8,3 kg en 2003. Desde entonces, la fuerte recuperación de los ingresos produjo una sensible recuperación que hasta 2008 fue del 37%, lo que llevó al consumo per cápita

a unos 11,4 kg/ hab. año. De acuerdo a un informe del INTI del año 2013, en Argentina se consumían, en promedio por habitante, 12 kg/año.

En la siguiente figura se observa cómo ha ido evolucionando el consumo de quesos en el país desde 1999 al 2008:

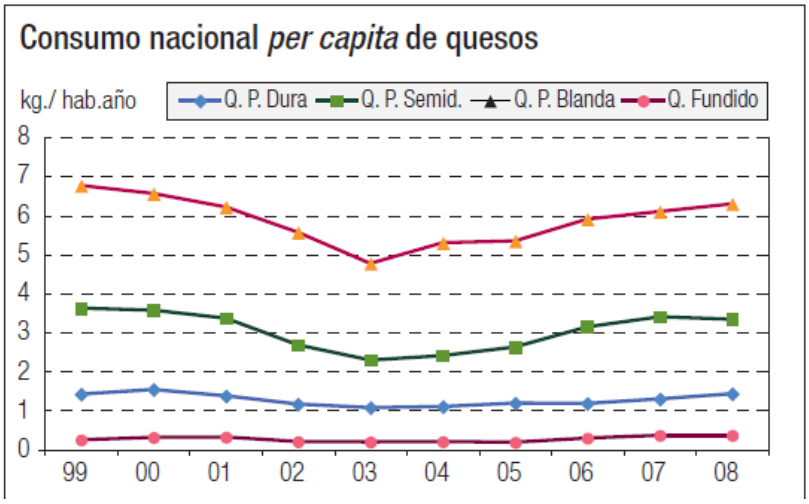


Figura N°2. Consumo nacional per cápita de quesos.
Fuente: Revista Alimentos Argentinos Edición 46. Subsecretaria de Alimentos y Bebidas.

Estudio de la oferta

Oferta en argentina

Las diez mayores industrias lácteas de la Argentina concentran el 71% de la cuota del mercado nacional, según un informe de la consultora Claves Información Competitiva. Entre las líderes se encuentran Mastellone (La Serenísima), SanCor, Saputo (La Paulina) y Williner (Ilolay). Estas cuatro empresas significan el 61% de la producción nacional de productos lácteos.

El potencial del sector es de 12.600 millones de litros anuales y las empresas están operando al 83% de ese volumen.

Pese a la concentración del mercado, existe una gran cantidad de empresas en el sector, de distintos tamaños y con variadas especialidades, empresas medianas y pequeñas que se destacan por su participación en nichos de mercado nacionales y del exterior.

La industria láctea en Entre Ríos

Entre Ríos ocupa el cuarto lugar en importancia en el sector lechero, con un aporte aproximado de 3,5% de la producción nacional, volumen que representó un total de 278 millones de litros en el 2003.

Las dos cuencas más significativas en cuanto a la producción son la Cuenca Oeste, que abarca los departamentos Paraná, Nogoyá, La Paz, Diamante y Victoria, con el 79% de los tambos y alrededor del 55% de la producción, y la Cuenca Este que comprende los departamentos Colón, Concepción del Uruguay, Tala, Gualeguaychú y Gualeguay, con alrededor del 21% de los tambos y el 45% de la producción.

En la provincia existen 118 plantas lácteas distribuidas en las costas de los ríos Paraná y Uruguay, esas plantas son abastecidas por 682 tambos distribuidos como se muestra a continuación:

Tabla N°1. Distribución de tambos en la provincia de Entre Ríos

Departamento	Cantidad de tambos
Paraná	269
Nogoyá	113
Diamante	95
Colón	15
Federal	1
Gualeguay	23
Gualeguaychú	93
La Paz	31
San Salvador	3
Tala	14
C. del Uruguay	18
Victoria	11
Villaguay	6

La producción lechera, que se procesa íntegramente en la provincia, se destina en su mayoría al mercado interno y los principales productos son leche en polvo y quesos.

Los datos elaborados por la Secretaría de Agricultura permiten apreciar que el sector está atravesando una situación difícil, lo cual se manifiesta tanto en la disminución del número de tambos como en la producción diaria por tambo.

Quesos elaborados a partir de leche concentrada por ultrafiltración

Como se ha dicho en el capítulo anterior, se analizará la factibilidad de elaborar queso cremoso a partir de leche concentrada por ultrafiltración en la planta de Tonutti Productos Lacteos S.R.L. donde se realizará una modificación de la línea de producción de queso cremoso.

Existen numerosas ventajas por las cuales es conveniente la utilización de esta metodología para la de fabricación de quesos, pero una de las más importantes y que influye en el aspecto económico es el aumento del rendimiento, es decir, elaborando este tipo de productos se obtienen mayor cantidad de quesos por tina que por el método convencional.

La utilización de esta tecnología, para el caso de este proyecto, no afecta a la denominación del producto ya que cumple con lo establecido por el artículo 605 del CAA y no posee agregado de proteínas y/o grasa que no sea de origen lácteo, debido a que la materia grasa que se agregará para mantener la relación proteína/materia grasa que debe poseer el queso, es crema de leche.

Características del mercado

Los quesos elaborados mediante el uso de la tecnología de concentración por ultrafiltración pueden ofrecerse a un menor precio ya que permite procesar mas leche con la misma capacidad instalada, con las mismas horas hombre y mismo consumo de servicios, permitiendo competir ventajosamente con quesos tradicionales.

En nuestro caso, por tratarse de un producto donde la materia grasa adicional a agregar es crema de leche y no otro tipo de producto que no sea propio de la leche y lo único diferente al proceso tradicional que se realiza es quitarle agua a la leche, ciertas características importantes como el sabor, respecto del producto convencional, no se ven alteradas, lo que daría lugar a reemplazar el producto ya existente.

Competencia de Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

La empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L. realiza sus ventas a provincias como Capital Federal, Buenos Aires, Entre Ríos, Formosa, Corrientes, Misiones, Chaco y Santa Fe.

Dentro de los competidores se encuentran Milkaut, Cremigal, Tregar y La Paulina.

La Paulina es una marca de la multinacional Saputo, líder lácteo de Canadá, una de las principales empresas productoras de queso en Estados Unidos y tercero en nuestro país. Cuenta con plantas en Rafaela (Santa Fe) y Villa María (Córdoba).

Milkaut es una compañía nacional que se halla en la región central de Santa Fe, con su planta central en Franck, departamento de Las Colonias (Sta. Fe).

Tregar pertenece a la compañía nacional García Hnos. Agroindustrial S.R.L., procesa más de 180.000.000 de leche anualmente. Su planta principal se encuentra ubicada en Gobernador Crespo, Provincia de Santa Fe.

Cremigal S.R.L. es una empresa nacional ubicada en Ruta Nacional N°12, Km 278, General Galarza, Entre Ríos.

Sustitutos

Como se ha dicho anteriormente el queso es un producto lácteo muy consumido por los argentinos, sobre todo los quesos blandos como el queso cremoso utilizado en diversas comidas.

En nuestro caso particular, el queso cremoso elaborado a partir de leche concentrada por ultrafiltración formaría parte de los sustitutos del queso cremoso tradicional, pudiendo presentarse a un menor costo y permitiendo expandir el mercado a sectores de menores recursos.

Otros sustitutos del queso cremoso tradicional son los quesos mozzarella y "barra", pero cabe destacar que presentan un costo más elevado que el primero.

Canales de distribución y formas de comercialización

La empresa posee una flota de camiones propios conducidos por personal de la empresa que aseguran el cumplimiento y la regularidad en la entrega de la mercadería. Los productos serían vendidos a los mismos destinos que se lo hace actualmente.

El producto elaborado se comercializaría en hormas de 4 kg, de manera que puedan ser fraccionadas a gusto por los minoristas a los que la empresa vende sus productos.

Mercado objetivo

Las ventas de Tonutti S.R.L. en el período 2012-2015

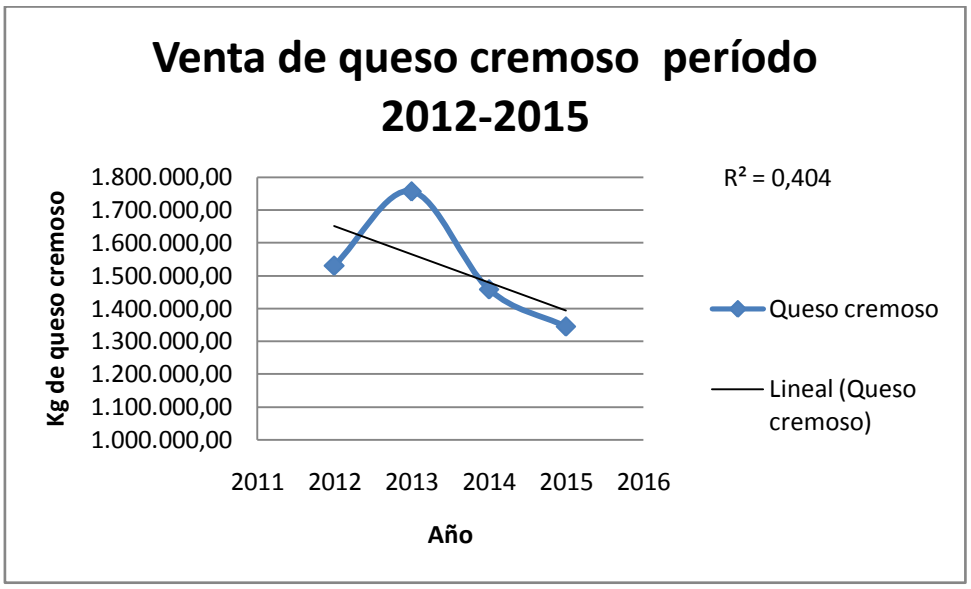


Figura N°3. Venta de queso cremoso en el período comprendido entre los años 2012 y 2015.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos otorgados por la empresa.

Como puede observarse en la Figura N°3 la línea de tendencia indicaría que las ventas en la empresa tenderían a disminuir en los años posteriores al 2015, pero observando el valor de R^2 (coeficiente de correlación) que es del orden del 40% no se podría decir que en los años posteriores las ventas necesariamente vayan a disminuir, debido a que los valores solo se correlacionan en un valor pequeño con lo cual la línea de tendencia no demuestra confiablemente cómo será la evolución de la variable en períodos posteriores.

La caída de las ventas en el año 2013 se deben a causas diversas como la crisis lechera y económica del país.

Determinación de la producción

De acuerdo a los datos otorgados por la empresa en la actualidad se destinan aproximadamente 65.000 litros de leche por día de trabajo para la elaboración de queso cremoso. Si toda la producción de queso cremoso tradicional se reemplazaría por el elaborado a partir de leche ultrafiltrada y si se concentra la leche hasta el doble de proteínas, se tendría 32.500 litros de leche concentrada por ultrafiltración para la elaboración; si el rendimiento del proceso es de aproximadamente el 25%, por día se obtendrían 8125 kg de queso cremoso. Si se considera que por mes se trabajan 20 días para elaborar queso blando debido a que no todos los días se dispone de la misma cantidad de leche, en este tiempo se elaborarían 162.500 kg de queso, dando un total de 1.950.000 kg de queso por año, lo cual denotaría que en 2016 la empresa estará teniendo una proyección creciente de sus ventas.

Gracias a la modificación a introducir, con el nuevo proceso se podrá procesarla misma cantidad de leche destinada en menor tiempo, permitiendo procesar el doble de la cantidad de leche, en el caso que se requiera, con la misma capacidad instalada de la línea en una jornada de 8 horas.

Alcance del producto

Tabla N°2. Cantidad de queso extendido vendido en el período 2012-2015 y porcentaje de venta por provincia.

Provincia	Cantidad de kg de queso cremoso vendidos				
	2012	2013	2014	2015	% de venta en 2015
Capital Federal	289282,29	324759,18	268737,76	213007,88	15,8%
Buenos Aires	285665,46	375269,67	290453,76	238497,22	17,7%
Corrientes	200262,30	227218,44	192614,34	199084,36	14,8%
Entre Ríos	424538,95	414493,51	271593,42	270712,84	20,1%
Santa Fe	116200,10	151675,30	197622,61	176218,74	13,1%
Chaco	67672,82	81353,54	60537,69	90685,19	6,7%
Formosa	29949,10	30487,70	22379,70	4152,00	0,31%
Misiones	117840,51	153207,60	154589,87	152485,32	11,3%
Total	**1.531.411,53**	**1.758.464,94**	**1.458.529,15**	**1.344.843,55**	**100,0%**

Como se ha dicho anteriormente, en Argentina se consumen per cápita, en promedio, aproximadamente 12 kg de queso por año, de esos 12 kg el 50% corresponde al consumo de quesos blandos dentro de los cuales se encuentra el queso cremoso.

Si se introduce la mejora, en principio, se producirían 1.950.000 kg de queso, entonces si se considera que por cada habitante se consumen 6 kg de queso cremoso por año y que los porcentajes de ventas en 2015 descriptos en la tabla n°2 se mantienen en 2016, entonces, con este producto, se llegaría aproximadamente a la siguiente cantidad de habitantes:

- Capital Federal: 51.350
- Buenos Aires: 57.525
- Corrientes: 48.100
- Entre Ríos: 65.325
- Santa Fe: 42.575
- Chaco: 21.775
- Formosa: 1007

- Misiones: 36.725

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN

Macrolocalización

Tonutti Productos Lácteos S.R.L. es una empresa ubicada en el Distrito Palmar, Diamante, Entre Ríos.

Diamante es un departamento de la Provincia de Entre Ríos en la República Argentina. Es el tercero más pequeño de la provincia, con una superficie de 2.774 km², y el octavo menos poblado, con 46.361 habitantes según censo de 2010. Limita al oeste con la provincia de Santa Fe, al norte con el departamento Paraná, al sur con el departamento Victoria y al este con el departamento Nogoyá.



Figura N°1. Mapa del Departamento de Diamante, Entre Ríos

Fuente: GoogleMaps 2016. Todos los derechos reservados.

Puiggari es un barrio del municipio de Libertador San Martín, departamento Diamante, Provincia de Entre Ríos. Se desarrolló sobre la estación Puiggari del Ferrocarril General Urquiza, y se encuentra 3 km al norte del centro de Libertador San Martín.

El nombre proviene de la estación de ferrocarril, que homenajea al científico Miguel Puiggari; dicho nombre sustituyó al de Aldea Camarero con el cual era conocida previamente la villa. En 1950 se cambió el nombre del pueblo a Villa Libertador General San Martín (más tarde abreviado a Libertador San Martín). No obstante la estación siguió denominándose Puiggari e incluso se conoce con ese nombre de forma alternativa al pueblo de Libertador San Martín.

Se encuentra a 430 km de Buenos Aires, 163,7 km de Rosario, 79,2 km de Santa Fe Capital y 45,8 km de Paraná.

Microlocalización

La empresa se encuentra sobre la ruta provincial 131 desvío a Puiggari.

Fue fundada en 1963 por Abel e Inocencio Tonutti. Hoy, con más de 50 años, Tonutti Productos Lácteos es una empresa familiar que procesa más de 180.000 litros de leche diarios aplicando procesos industriales que sin embargo mantienen intacto el carácter artesanal de sus comienzos.

La planta industrial de Tonutti Productos Lácteos, con más de 2208m^2 cubiertos se encuentra emplazada en un predio de 6 has. Posee una capacidad de almacenaje de 300.000 litros de leche en silo y más de 300.000 kg de queso en cámaras que sumado a equipamiento tecnológico de vanguardia permite mantener volúmenes de producción constantes.

Materias primas

El 40% de la leche que se procesa en la planta proviene de tambos propios atendidos por profesionales, quienes mantienen un riguroso control sobre la sanidad del rodeo, la rutina de ordeñe y las normas de higiene, garantizando la obtención de leche de calidad. La leche después de ser controlada en el tambo, es transportada en óptimas condiciones para que conserve sus cualidades. Una vez en la planta se la selecciona destinándola a los distintos tipos de quesos.

Productos elaborados

En la planta se elaboran principalmente quesos de las tres grandes familias: quesos blandos, semiduros y duros. Dentro de los quesos de pasta blanda se elaboran cremoso, port salud y magro. El queso cremoso lidera las ventas dentro de esta familia como lo hace también el queso tybo (barra) dentro de los quesos de pasta semidura. Además del queso tybo, dentro de los semiduros, se elabora queso mozzarella y Holanda.

Como se ha mencionado, este proyecto se sumará a la línea de producción de queso cremoso.



Figura N°2.Fotografía de planta procesadora Tonutti Productos Lácteos S.R.L.
Fuente: Página oficial de la empresa



Figura N°3. Captura de imagen satelital de la planta procesadora.
Fuente: GoogleMaps 2016. Todos los derechos reservados.

Mano de obra

Como la línea de producción es la misma, sólo que se realiza la adición del equipo de ultrafiltración, el personal actualmente presente en el sector de blandos bastaría para llevar a cabo la producción, pero debería contratarse una nueva persona para desempeñarse en el sector donde se encuentre el nuevo equipo.

La mano de obra presente actualmente en la planta proviene de los alrededores, de ciudades como Diamante, Crespo, Libertador San Martín y General Racedo.

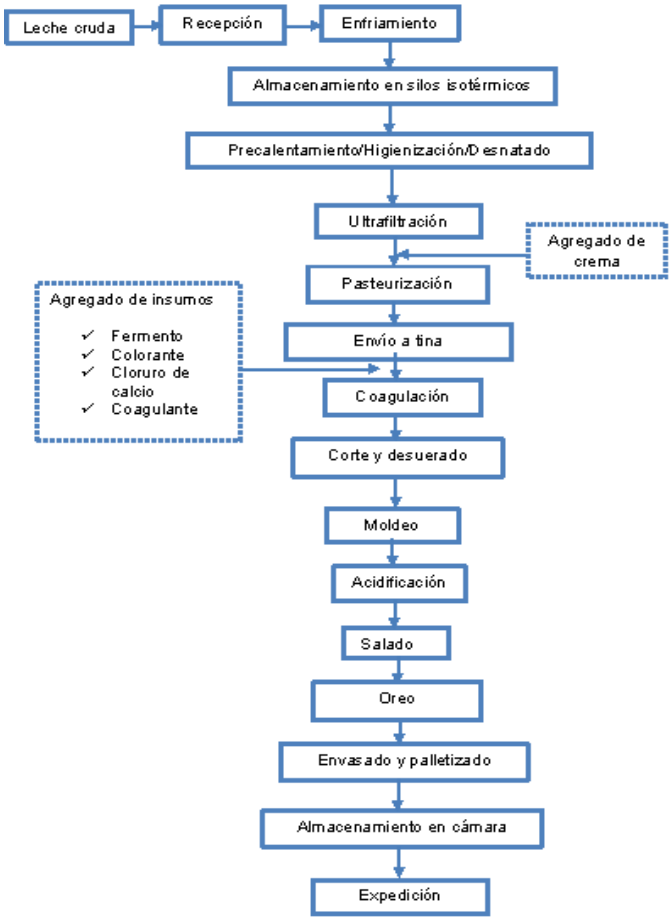
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE PROCESO

Diagrama del proceso productivo

El sector de la planta de Tonutti Productos Lácteos S.R.L., donde se produce la elaboración de queso cremoso (sala de blandos), tiene una capacidad instalada para procesar 10000 litros/hora de leche. Equipada con tres tinas de 5000 litros cada una, una moldeadora y lavadora de moldes automática, se elaboran alrededor de 13 tinas de queso cremoso convencional por cada turno de 8 horas, es decir, se procesan 65.000 litros de leche/día.

Con el nuevo método de elaboración, al concentrarse la leche, el volumen de la misma se reduce a la mitad, permitiendo elaborar queso en menor tiempo, reduciendo el número total de tinas a un valor de 7.

La elaboración de queso cremoso extendido se realiza siguiendo el siguiente diagrama de flujo:



Descripción del proceso de producción

Recepción – Enfriamiento – Almacenamiento en silos isotérmicos

La leche que llega en camiones cisterna desde los tambos, se recibe en planta elaboradora, cumpliendo con una serie de pasos que implican: realización de controles analíticos previo a la descarga (acidez y antibióticos), filtración y medición del volumen, enfriamiento en placas hasta temperaturas de alrededor de 4°C o menos y, finalmente, almacenamiento en silos isotérmicos hasta su utilización.

La prueba de acidez se realiza con el fin de determinar la calidad de la leche desde el punto de vista microbiológico, es decir, si el crecimiento microbiano es tal que genera degradación excesiva de la lactosa y otros componentes de la leche, dando lugar a un elevado contenido de ácido láctico; junto con la acidez se debe realizar la determinación del pH, ya que no siempre la determinación de acidez da indicaciones precisas acerca del estado de la leche. La presencia de antibióticos en la leche indica que el animal está o ha sido sometido a un tratamiento para mastitis, los antibióticos no permiten el desarrollo de los fermentos a la hora de elaborar el queso, de modo de que no debe haber presencia de los mismos en la materia prima. La filtración se realiza para eliminar la suciedad más grosera y el enfriamiento permite disminuir la velocidad de crecimiento microbiano y aumentar la vida útil de la leche, respecto de si se almacenaría a temperatura ambiente.

Precalentamiento – Higienización –Desnatado

Desde el silo, la leche se dirige a través de un sistema de cañerías hasta la sala de pasteurización, ingresando en el tanque pulmón del equipo. Aquí realiza el pasaje por un primer paquete de placas donde se precalienta hasta 45-50 °C, este proceso es necesario para facilitar el desnatado. Luego la leche pasa a la desnatadora autodeslodante, donde se higieniza y desnata.

Ultrafiltración

Los procesos de filtración tangencial por membrana comprendidos por la microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa constituyen una serie de técnicas de separación que consisten en emplear un gradiente de presión para forzar el paso de una disolución a través de una membrana porosa donde se separan los componentes. Estos procesos de filtración se diferencian entre sí, principalmente, de acuerdo al tipo de componente a separar (Figura 1).

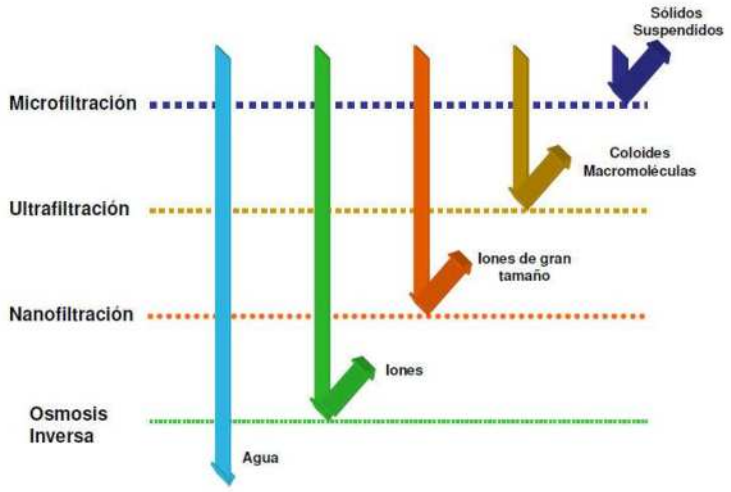


Figura N°1. Principios de la separación con membrana

Fuente: Procesos de Conservación de Alimentos. A CaspVanaclocha y J. Abril Requena. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa (2003)

La presión requerida para forzar el paso a través de la membrana suele ser proporcional al tamaño de los poros, siendo necesario incrementar sustancialmente su magnitud a medida que el tamaño de estos decrece. Entre ambos lados de la membrana se establece un diferencial de presión denominado “presión transmembrana” que es utilizado como un parámetro importante asociado al rendimiento del proceso. Este rendimiento de la membrana en términos de la cantidad de permeado obtenido, no sólo depende de esta presión transmembrana, sino también de la velocidad del

flujo de alimentación, la temperatura, la concentración del fluido y las características fisicoquímicas de la membrana.

Las membranas utilizadas para asegurar un adecuado rendimiento son de una gran diversidad tanto en formas como en materiales.

En términos del material de fabricación, las membranas pueden estar hechas de acetato de celulosa (celulósicas), de polímeros orgánicos (polisulfonas, teflón, propilenos, poliamidas, polisulfuros, polipropilenos), o compuestas de sales inorgánicas (ZrO_2, Al_2O_3, TiO_2). Las membranas celulósicas tienden a ser más sensibles a la temperatura (50 °C máximo), al deterioro químico (pH entre 3 y 8), y biológico; por otro lado las membranas de polisulfonas pueden resistir temperaturas superiores a 75°C, trabajan en un amplio rango de pH (de 1 a 13) y presentan una resistencia razonable al cloro (más de 50 ppm) pero no resisten altas presiones, a diferencia de las inorgánicas que se muestran como las más resistentes a todos los factores anteriores (pH 0-14, temperaturas > 300 °C, presiones > 1MPa).

En términos de apariencia, las membranas pueden ser aplanadas o en forma de cartucho tubular de paredes permeables. Existen 3 configuraciones tubulares predominantes (Figura N°2), membrana tubular abierta es la primera de ellas y corresponde a un tubo con diámetro de entre 1,2 cm a 2,54 cm y longitudes de 3,66 m en donde a medida que la alimentación circula por el interior hueco, ésta se va permeando a través de las paredes del mismo que actúan como membrana. Las membranas formadas con fibras huecas representan el segundo tipo de configuración y son muy similares a las membranas tubulares abiertas, solo que en estas no existe un solo tubo sino cientos de túbulos membranosos huecos compactados en una sola fibra filtrante a modo de cartucho. La tercera configuración llamada de espiral trata de maximizar el área en un mínimo espacio y consiste en capas consecutivas de membranas enrolladas en espiral dentro de un tubo de soporte en acero perforado.

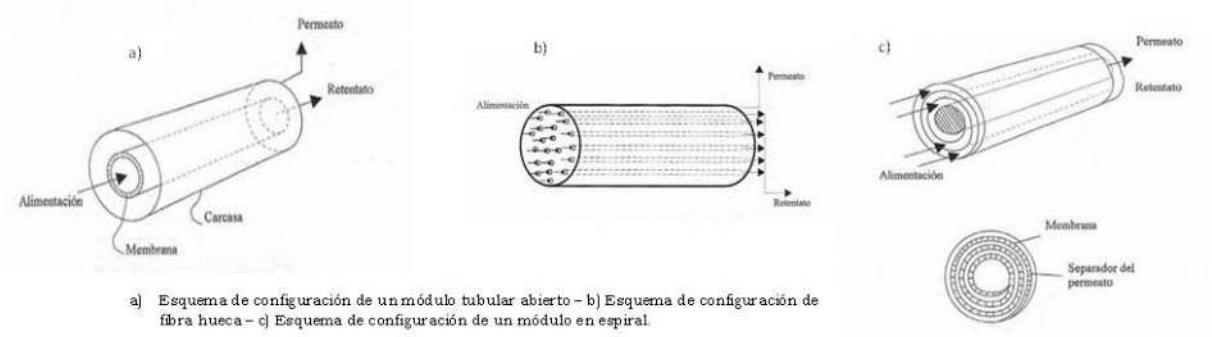


Figura N°2. Esquema de configuraciones de membranas tubulares.

Fuente: Procesos de Conservación de Alimentos. A Casp Vanaclocha y J. Abril Requena. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa (2003)

Por necesidades técnicas y económicas en ocasiones es obligatorio reducir al máximo el volumen del retenido especialmente si se desea emplear la tecnología de membranas para la concentración. El factor de reducción volumétrico (FRV) constituye un parámetro útil para medir esta disminución y está directamente relacionado con el rendimiento del proceso. Se define en términos del volumen de alimentación (Va), del volumen de retenido (Vr) y del permeado (Vp):

$$FRV = Va/Vr = 1 + Vp/Vr$$

La ultrafiltración es una de las técnicas de membrana más empleadas en la industria láctea, especialmente en concentración de leche, la razón de esta particularidad radica en que estos procesos no involucran un cambio de fase que pueda ocasionar el deterioro o modificación de las características fisicoquímicas y organolépticas deseables de la leche o de sus constituyentes.

La ultrafiltración es un proceso utilizado para la concentración de macromoléculas, como las proteínas. Las membranas de ultrafiltración se clasifican por el peso molecular de corte o punto de corte, que se define como el peso molecular de la molécula más pequeña de la cual el 90% es

retenido por la membrana. La ultrafiltración es un proceso que se extiende desde pesos moleculares de corte de 1.000 a 500.000 Dalton (o g/mol)[1], de acuerdo a las moléculas que se quiera retener. La permeabilidad en una membrana de ultrafiltración depende del tamaño de poro medio en la membrana, espesor de la misma y porosidad.

Su principal función en la industria láctea es incrementar los sólidos de la leche, es decir, las membranas de ultrafiltración (UF) separan el material de entrada (leche descremada) en dos flujos, lo que permite que el agua, las sales disueltas, la lactosa y los ácidos la atraviesen en cualquier dirección, mientras se retienen (y por lo tanto, se concentran) las proteínas (Figura N°3). El punto de corte y las demás características de membrana requeridas para el proceso serán detallas en el Capítulo VI.

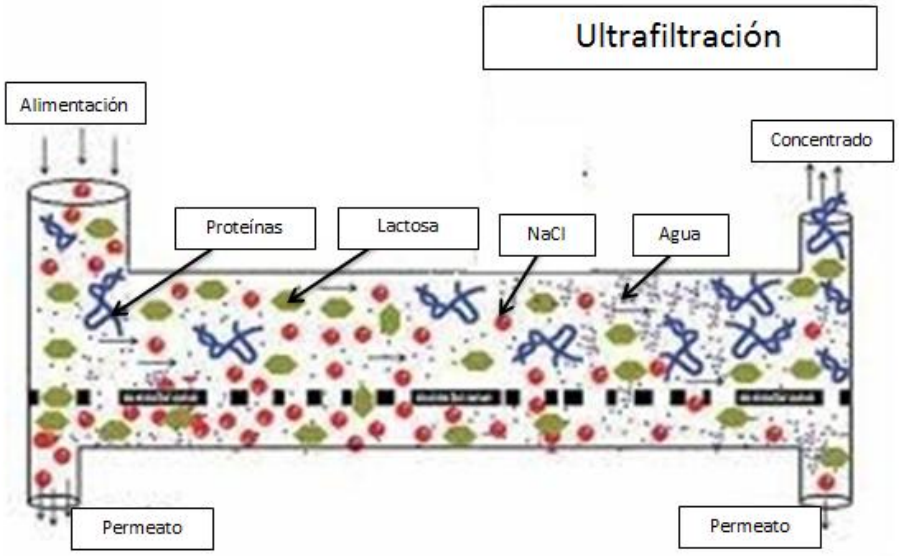


Figura N°3. Representación esquemática del proceso de ultrafiltración de leche.
Fuente: Grupo Seta. Articulo Técnico: Obtención de derivados lácteos por ultrafiltración. http://www.gruposeta.com/imagenes/pdf/articulo-revista-alimentaria-201302.pdf

Generalmente utiliza temperaturas de 50-60 °C y se basa en membranas de polisulfonas. Para la ultrafiltración la presión de trabajo ronda entre 4 y 8 atmosferas.

[1]Procesos de Conservación de Alimentos. A. Casp Vanaclochay J. Abril Requena

La presencia de gran cantidad de materia grasa, reduce el flujo de permeado en la ultrafiltración, especialmente por un fenómeno ligado a la polarización de la concentración. Esto explica que muchos de los procedimientos de ultrafiltración se ejecuten sobre leche descremada. Asimismo, las uniones proteína-mineral que experimenta la leche durante la ultrafiltración, han demostrado tener un impacto negativo sobre las características de coagulación de la leche por acción del cuajo en términos del tiempo, problema que puede solucionarse por adición de $CaCl_2$ antes del proceso de coagulación.

Al ser sometida la leche o el suero a la ultrafiltración, los minerales tienen un comportamiento característico, empleando membranas de polisulfonas y presiones de cuatro a seis bares las concentraciones en retenido de Ca, P, Fe, Cu y Zn se incrementan significativamente mientras más aumenta la temperatura debido a que se asocian con la fase coloidal, mientras que las de K y Na se incrementan en el permeato.

El uso de ultrafiltración como técnica de concentración de proteína láctea ha demostrado ser exitosa en leches utilizadas para la manufactura de quesos frescos; especialmente por su bajo costo comparado con la microfiltración pues emplea membranas poliméricas y no cerámicas, siendo posible técnicamente lograr concentraciones máximas de 90% en el contenido de proteína.

Entre las ventajas de la ultrafiltración en la manufactura de quesos, está el generar materia prima que sufre menos pérdidas de proteína y grasas en el suero e incluso la reducida sinéresis de varios tipos de queso.

Se ha reportado que la ultrafiltración disminuye la estabilidad de la leche de vaca al calentamiento si éste supera los 130 °C a valores de pH entre 6,5 y 7,4. No obstante, otros autores reportan que la ultrafiltración podría afectar

el potencial electronegativo de las micelas de caseína favoreciendo la coagulación en leches sometidas a tratamientos térmicos como el UHT.

La ultrafiltración, si bien es utilizada, no es igual de efectiva con los quesos semiduros y duros, que suelen presentar defectos derivados de un aumento en los minerales coloidales en el retenido y de la incorporación de las proteínas del suero. Las proteínas del suero incorporadas al queso pueden afectar significativamente los procesos proteolíticos madurativos asociados con la textura, e incluso hasta afectar la efectividad del cuajo empleado en la coagulación, por esta razón es que se ha preferido realizar la modificación en la línea de queso cremoso y no en la de quesos duros.

En el proceso productivo, luego del desnatado, la leche se envía hacia el equipo de ultrafiltración donde se somete a cierta presión para atravesar la membrana y se concentra en proteínas. Con este proceso se busca aumentar la concentración de las proteínas en la leche a un valor tal que la el porcentaje en el coagulo sea de 6,4.La leche ultrafiltrada (retentato) se obtiene en el extremo opuesto al ingreso.

Pasteurización

Luego de la ultrafiltración la leche se envía hacia el pasteurizador donde se le realiza un tratamiento térmico a una relación temperatura-tiempo de 74,5°C durante 15 segundos. Posteriormente la leche ultrafiltrada y pasteurizada se envía hacia las tinas.

La pasteurización tiene una finalidad higiénica y técnica, la primera implica la destrucción de microorganismos patógenos y la segunda la destrucción de microorganismos indeseables, favoreciendo el desarrollo de los starters, permitiendo una calidad de producto uniforme.

El pasteurizador posee un sistema de seguridad que desvía la leche hacia el tanque pulmón del equipo, en caso de no alcanzar la temperatura de pasteurización.

Agregado de crema

Como al desnatar la leche para la ultrafiltración la relación proteína/materia grasa se ve alterada, se debe agregar la crema de leche extraída anteriormente y un adicional, que se encuentran en un tanque de almacenamiento y se deben someter al proceso de pasteurización; para ello se mezcla con la leche desnatada antes del tratamiento térmico, en el tanque pulmón del pasteurizador.

Envío a tina – Coagulación – Corte – Desuerado

Durante el llenado, se realiza la adición de los distintos insumos necesarios para la elaboración (fermentos lácticos liofilizados o fermento de leche, colorante natural permitido, cloruro de calcio y coagulante). Los fermentos son concentrados de microorganismos que participan en la elaboración y maduración del queso. La adición de cloruro de calcio es indispensable, ya que durante la pasteurización se altera el complejo caseína-calcio por precipitación de sales de calcio, reduciendo la capacidad de coagulación, entonces se debe reponer dicho calcio con la adición de esta sal. El coagulante como su nombre lo indica permite la coagulación y formación de gel de paracaseinato de calcio que luego dará lugar a lo que conocemos como queso.

Una vez obtenida la firmeza del coágulo deseada se procede al corte de la cuajada, con este corte se logra una mayor superficie libre para que pueda salir el suero del relleno de las grandes cavidades del coagulo y facilitar su retracción. Finalizado el corte, la cuajada se deja asentar durante algunos minutos y luego se inicia el proceso de desuerado, extrayéndose parte del suero.

Moldeo

La masa desciende por bombeo hasta la moldeadora de blandos que posee una cinta de desuerado y dos columnas perforadas, en las que se completa el desuerado de la cuajada y se produce la compactación de la masa que llenará automáticamente los moldes. Los moldes llenos son recibidos por un operario que, apostado en el frente de la moldeadora, los recibe, les coloca las tapas y los introduce en el interior de los carros volteadores.

Acidificación

Dentro de los carros volteadores se produce la acidificación de los quesos, hasta alcanzar un pH de 5,30-5,25. La acidificación, en los quesos blandos que no se prensan, tiene como finalidad favorecer la sinéresis y eliminar el agua capilar.

Salado

Las hormas se colocan en salmuera fría, donde permanecen durante un período de 3-4 horas. La sal se utiliza con diversos fines: otorgar sabor, completar el desuerado, favorecer la formación de corteza, enternecer la pasta, modificar el grado de hidratación de las proteínas, reducir la actividad acuosa y limitar el desarrollo microbiano.

Oreo

Las hormas saladas se colocan en bandejas plásticas y se almacenan en cámara de oreo. Esta etapa permite el secado de la superficie de la horma del queso y que se homogenice la humedad del producto.

Envasado

Las hormas se envasan al vacío en bolsas plásticas co-extrudadas. Posteriormente se colocan en cajas de cartón corrugado y éstas, sobre

pallets. El pallet conformado se almacena en cámara de producto final a temperaturas de entre 2 y 8°C hasta su expedición.

El envasado tiene como finalidad otorgar protección al producto y además darle una presentación adecuada.

CAPÍTULO IX: OBRAS CIVILES

La planta

La planta industrial de Tonutti Productos Lácteos, posee más de 2.208m^2 cubiertos y se encuentra emplazada en un predio de 6 has.

Normativa vigente

En Argentina, el decreto 2687-1997 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) establece a partir del capítulo II las condiciones a las que deben ajustarse los edificios industriales.

Condiciones generales

De acuerdo al decreto mencionado los edificios industriales del sector lácteo deberán satisfacer las siguientes condiciones generales en los sectores de recibo, elaboración, tratamiento y/o fraccionamiento de productos lácteos:

- La edificación debe ser de mampostería o en su defecto de otros materiales que reúnan las condiciones necesarias de higiene y estabilidad.

- Las paredes interiores y apoyos estructurales deben ser terminados con revoques lisos pintados a la cal o con pintura lavable y dotada de zócalos impermeables y lavables, hasta una altura mínima de 1,80 m. En todos los casos es necesario utilizar colores claros y blancos.

- Los pisos deben ser de material impermeable, sin grietas o hendiduras, con pendiente adecuada hacia los desagües, con canaletas de fácil limpieza y/o rejillas conectadas al desagüe principal del edificio.

- En los edificios o locales a construir, las cañerías de desagües deben ser provistas de sifón u otro sistema de cierre hidráulico.

- Los techos o cielorrasos deben tener la superficie interna continua, de fácil limpieza y que no permita ni la acumulación ni la entrada de polvo, moho o insectos. Deben ser realizados con materiales y/o tratamientos que impidan el goteo de la condensación de la humedad y estarán a una altura no inferior a 3,50 metros, salvo que los procesos o sistema de trabajo admitan alturas diferentes. En este último caso se requiere la autorización expresa de la autoridad de aplicación.

- En el caso de equipos que requieren limpieza diaria por su parte superior, el espacio libre entre los mismos y el techo no debe ser menor de un (1) metro.

- Todas las puertas, ventanas y aberturas que comuniquen el establecimiento con el exterior, el recibo y/o dependencias no afectadas a la elaboración y/o tratamiento de productos lácteos, alimenticios, deben contar con malla tipo mosquitero o cortinas de aire a fin de impedir la entrada de insectos;

- Las distintas dependencias tienen que estar iluminadas convenientemente y contar con ventilación natural o mecánica que impida la acumulación y condensación de vapores sobre techos y paredes.

- Las dependencias o sectores de tratamiento, elaboración y/o fraccionamiento pueden estar o no separadas entre sí de acuerdo con las necesidades de los procesos que allí se desarrollen y el grado de hermeticidad de los equipos y circuitos, así como también del tipo de edificio, las áreas de circulación del mismo.

- La plataforma o lugar de recibo de leche y/o crema, como así también los depósitos de productos terminados y mercaderías generales, deben estar siempre totalmente separados por paredes unidas a los techos y/o cielorrasos. Es necesario que la recepción esté separada de la sala de elaboración para impedir el paso de todo elemento perjudicial (tierra, insectos, etc.) a la higiene del local, con puertas y pasos de caño de leche o tabique que reduzca al mínimo el espacio requerido para el movimiento del tanque de la balanza. Todos los implementos deben mantenerse limpios y cubiertos finalizado el recibo de la leche o crema. Cuando la autoridad de aplicación lo estime necesario, en función de las condiciones ambientales de la zona y/o cualquier otro factor que pueda incidir en los aspectos higiénico - sanitarios de la elaboración, se exigirá el cerramiento del recibo con el exterior.

Respecto a esto la sala de blandos presenta una edificación de mampostería con paredes terminadas con revoque liso y sócalos de azulejos, como establece la normativa. Los pisos tienen las pendientes adecuadas hacia los desagües y están construidos con sistema gail, resistentes a ácidos, bases, a grandes exigencias mecánicas, alto transito y golpes, capacidad para soportar altas y bajas temperaturas, impermeabilidad y mínimo mantenimiento. Los techos están diseñados de acuerdo a como lo que indica la normativa, son de superficie continua y lisa y totalmente cerrados. Para evitar la condensación y permitir la ventilación, la sala cuenta con dos forzadores que toman el aire del interior de la sala y lo eliminan al exterior. En cuanto a las ventanas todas están provistas de mosquiteros fijos, evitando el ingreso de insectos. La zona de recibo está separada de la zona de elaboración al igual que la sala de pasteurización. A su vez la sala de elaboración se encuentra separada del sector saladero pero se comunican únicamente

mediante una tronera para permitir el paso de los quesos por medio de una cintra transportadora.

Ampliación a realizar

La sala donde se instalara el equipo de ultrafiltración es una sala que se construirá de cero ya que actualmente no se dispone de un espacio físico cerrado que cumpla con los requerimientos de la normativa. Estará ubicada dentro de los límites de la zona sucia ya que en esta etapa del proceso la leche aun no se encuentra pasteurizada. De acuerdo a los espacios de suelo disponibles para futuras ampliaciones como lo es esta sala, la misma tendrá una dimensión de 4 metros de ancho por 11 de largo y estará ubicada en frente de la sala de pasteurización, como puede verse en la Figura Nº1.

Se proyecta construir este espacio cumpliendo con todo lo exigido para lo cual se contempla que:

- La sala estará delimitada por paredes de paneles con núcleos de polietileno expandido recubiertos de chapa de acero galvanizada que además de ser aislantes son de fácil limpieza, a sujetadas a las respectivas columnas de hormigón.

- El piso estará recubierto con pintura epoxi junto con los sócalos que conectan las paredes con el piso. Se garantizara que esta conexión no sea mediante un ángulo recto para evitar la acumulación de suciedad.

- Se colocarán señales lumínicas y sonoras para establecer una comunicación entre la sala de pasteurización y la sala de ultrafiltración que ayudarán a advertir posibles problemas, cortes de flujo, etc.

- Para aprovechar la iluminación natural, en una de las paredes que dan al exterior se colocará un ventanal de acrílico o vidrio fijo.

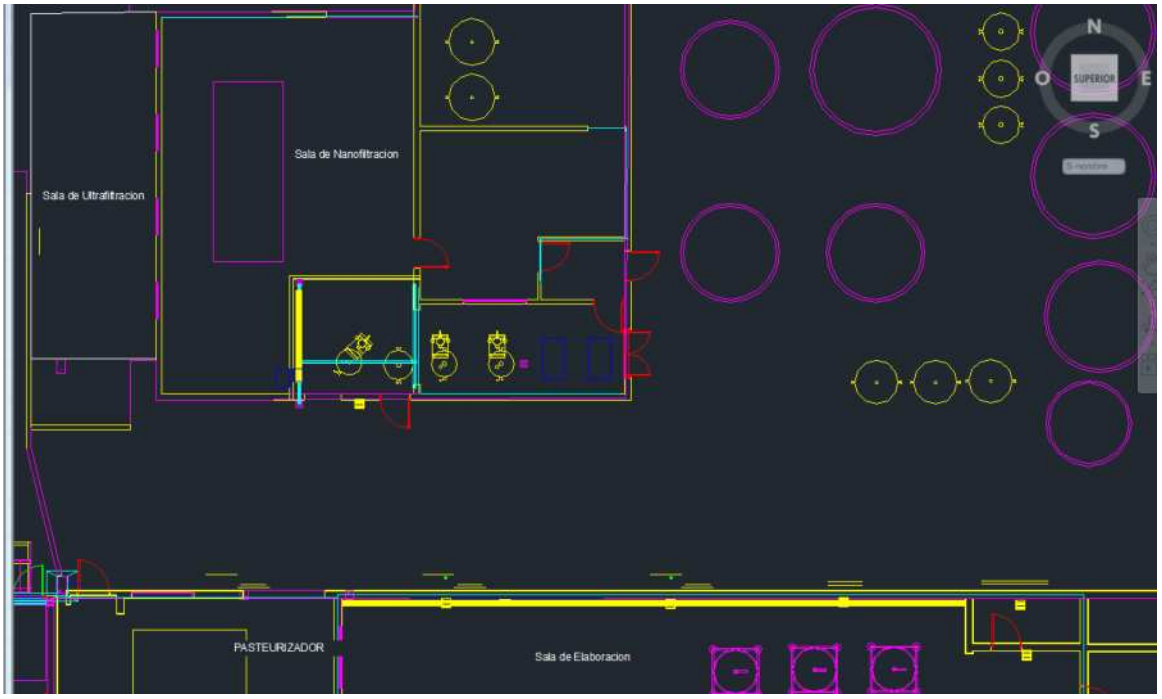


Figura N°1. Ubicación de sala de ultrafiltración.

Fuente: Imagen otorgada por la empresa.

Cámaras frigoríficas

Las cámaras frigoríficas y sus antecámaras deben ser construidas en un todo de acuerdo con los dictados de la técnica, ajustadas a las siguientes normas particulares:

- La edificación debe ser de mampostería u otros materiales fijos salvo en el caso de las metálicas o desarmables. En su interior, exceptuando estas últimas, estarán revocadas totalmente, paredes y techo, con enlucido de cemento natural o blanco u otro material impermeable. El piso deberá ser de material impermeable, antideslizante.

- El material aislante térmico debe colocarse con el espesor apropiado al régimen de temperaturas interiores y exteriores y con una barrera de vapor adecuada.

- Los equipos y sistemas de refrigeración deben guardar relación con el volumen y las características de los productos a enfriar, debiendo asegurar una temperatura adecuada y constante para su buena conservación.

- Se prohíbe el almacenamiento en las cámaras frigoríficas y antecámaras de sustancias, productos y/o materiales de otros orígenes que no sean leche y/o sus derivados o que no estén legalmente aprobados para la elaboración de productos lácteos.

- Asimismo se prohíbe el almacenaje de manteca junto con queso como así también el de todo otro tipo de productos cuyas características llevarán a la alteración de sus condiciones organolépticas, salvo en los casos de envases herméticos.

- En caso que existan razones de fuerza mayor, como rotura de equipos o limpieza de cámaras, se admitirán excepciones a estas normas de almacenaje con carácter temporario.

Las cámaras están construidas de paneles con núcleos de poliestireno expandido recubiertos de chapa de acero galvanizada que permiten conservar el frío dentro del recinto y los pisos están cubiertos con pintura epoxi. Estas cámaras solo se utilizan para la maduración y refrigeración de los quesos.

Dependencias auxiliares

- Los vestuarios y los servicios sanitarios del personal deben estar separados según el sexo de los usuarios.

- Contar con vestuario con un armario para cada operario e instalaciones sanitarias provistas de agua fría y caliente en duchas y lavatorios, a razón de un lavabo y una ducha cada diez (10) personas o fracción, un retrete cada veinte (20) personas o fracción y un orinal para las veinte (20) primeras personas que se aumentara con otro por cada diez (10) personas en exceso o fracción de diez (10) personas.

- Los lugares de acceso y patios adyacentes al edificio industrial deben estar construidos y conservados, de tal modo, que se evite la acumulación de aguas o residuos y contar con cercados que impidan la entrada de animales.

- Las habitaciones y dependencias del personal, se deben ubicar preferentemente alejadas de la planta industrial. En caso de formar ellas parte integrante de la edificación de la planta industrial, deben ser independientes y estar incomunicadas segura y permanentemente.

Actualmente la empresa cuenta con un plan de construcción de nuevos y más vestuarios junto a dos comedores, uno para mandos medios y otro para los operarios. También se proyecta la construcción de nuevos baños acorde a lo indicado en la normativa ya que actualmente el equipamiento de los baños no es suficiente y adecuado al número de operarios. Los vestuarios forman parte de la edificación de la planta pero están debidamente incomunicados.

Provisión de agua

El agua a utilizar en los establecimientos industrializadores de productos lácteos que no provenga de la red oficial de agua corriente, deberá reunir las condiciones exigidas por las autoridades sanitarias

nacionales, provinciales y/o municipales, a cuyo efecto se presentará ante la autoridad de aplicación la aprobación correspondiente. A la misma se le acordará una validez de seis (6) meses para el análisis bacteriológico y de un (1) año para el físico químico a partir de la fecha en que fueron efectuados los mismos debiendo renovarse antes de su caducidad. Se admite la construcción de aljibes en zonas de escasa provisión de agua potable. Se construirán con materiales y/o revestimientos impermeables y se mantendrán en perfectas condiciones de conservación e higiene, a fin de asegurar la potabilidad del agua.

Respecto a esto, la planta cuenta con tres pozos propios de agua, debidamente habilitados por la autoridad de aplicación, como se ha descripto en el capítulo VIII.

Efluentes líquidos

La evacuación de aguas residuales se debe hacer conforme a las reglamentaciones nacionales, provinciales y/o municipales en vigencia que corresponda aplicar según jurisdicción, para lo cual deberán presentar ante la autoridad de aplicación la correspondiente aprobación.

De no existir reglamentación, deberá contarse como mínimo con una cámara interceptora de grasas a la salida del desagüe principal de capacidad adecuada y provista de tapas.

El efluente debe ser evacuado por conducto cerrado en los primeros (50) metros, como mínimo; desde allí puede ser descargado por conducto abierto a cauces o puntos naturales de acumulación, o utilizado en otra forma, siempre que su carácter no exija un tratamiento previo físico, químico o biológico para evitar la contaminación o la degradación de aquellos.

La empresa cuenta con la planta de tratamiento de efluentes descripta en el capítulo VIII. Cabe destacar la ausencia en el tratamiento actual de un tratamiento preliminar, principalmente de eliminación de grasas, como lo establece esta normativa.

Equipos e instalaciones generales

- Las partes de equipos que se hallen en contacto directo con la leche o derivados destinados a la alimentación humana, deben ser de construcción sanitaria en aceros inoxidables u otros materiales no atacables por la leche y de fácil limpieza.

- Las dependencias donde se ubiquen los equipos e instalaciones deben estar provistas de agua fría y caliente.

- En aquellas que cuenten con equipos que requieran ser esterilizados deben existir grifos y cañerías con vapor, siempre que no dispongan de otros medios eficientes de esterilización.

- Para la limpieza de los equipos, instalaciones y utensilios cada dependencia debe contar con piletas o equipos apropiados.

- El recibo debe contar con los equipos necesarios para la medición y los elementos para controlar la calidad del producto. Las instalaciones para la recepción de leche a granel pueden ubicarse en otros lugares de la planta. En estos casos se debe disponer de equipos o instalaciones para la higienización de los tanques utilizados en el transporte de la leche.

- El laboratorio debe contar con los elementos necesarios para practicar como mínimo las siguientes determinaciones: acidez, densidad, prueba del alcohol, materia grasa, lactofiltración,

reductasa y detectar formol, agua oxigenada, ácido bórico, ácido salicílico y neutralizantes.

Los equipos que están en contacto con la materia prima están construidos de acero inoxidable y la zona donde se encuentran los mismos cuenta con agua fría y caliente. Para la limpieza muchos equipos cuentan con sistema CIP. El equipo de ultrafiltración a instalar, como se ha descripto en el capítulo VI, estará construido en acero inoxidable y su limpieza se hará mediante sistema CIP de leche cruda, ya que en este sistema de limpieza no pueden utilizarse las mismas soluciones para equipos donde circule leche cruda que para aquellos donde circule leche pasteurizada.

El recibo de leche cuenta con los equipos necesarios para realizar los análisis para determinar la calidad de leche; los tanques de transporte de leche cuentan con un sistema cañerías que permite higienizarlos adecuadamente a través del sistema CIP de leche cruda.

Los laboratorios cuentan con todos los elementos para realizar los análisis necesarios y exigidos por la autoridad de aplicación. Están conformados por un laboratorio de análisis de leche recibida, un laboratorio de análisis funcional de quesos y un laboratorio de análisis microbiológico de quesos, si bien se encuentran separados por paredes se hallan uno al lado del otro, emplazados en la zona de recibo de leche.

Queserías

Las queserías, de acuerdo a la normativa, deben poseer además de las siguientes dependencias separadas:

- Saladero: No es exigible esta dependencia cuando se disponga de piletas con refrigeración mecánica que podrán ser instaladas en la sala de procesado. Los saladeros deben estar dotados de

piletas construidas en materiales y revoques resistentes a la acción de la salmuera pudiendo contar con estanterías para el proceso del salado en seco.

- Depósito de maduración o cámaras frigoríficas: deben estar dotados de estanterías u otros elementos apropiados. Deben disponer de sistema de ventilación y/o acondicionamiento de aire a efectos de conseguir una temperatura y estado higrométrico adecuados a la maduración y/o conservación de los tipos de quesos depositados.

La planta cuenta con un sector específico (saladero) para el salado de los quesos a través de salmuera, la cual está constantemente en recirculación desde el silo de acumulación a las piletas, pasando por un sistema de refrigeración (intercambiador de placas de titanio) mediante intercambio con amoníaco.

Acceso a la planta

La planta cuenta con un único camino de acceso tanto para camiones como para los vehículos del personal, el mismo está pavimentado y en condiciones óptimas para asegurar el ingreso.

Caminos internos

La planta cuenta con diversos caminos internos que comunican los distintos sectores, como lo son la sala de máquinas y el galpón de insumos con la sala de pasteurización, el sector de concentración de suero y el recibo de leche. El resto de los sectores se encuentra dentro de una misma nave.

Los caminos internos están debidamente señalizados para el flujo de los operarios y los montacargas.

Oficinas

Las oficinas comerciales están ubicadas en el Municipio de Libertador San Martín a aproximadamente 5 km. de la planta industrial; mientras que las oficinas de mandos medios de la planta se encuentran en el piso superior, arriba de los baños y comedor.

CAPÍTULO V: BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Formulación

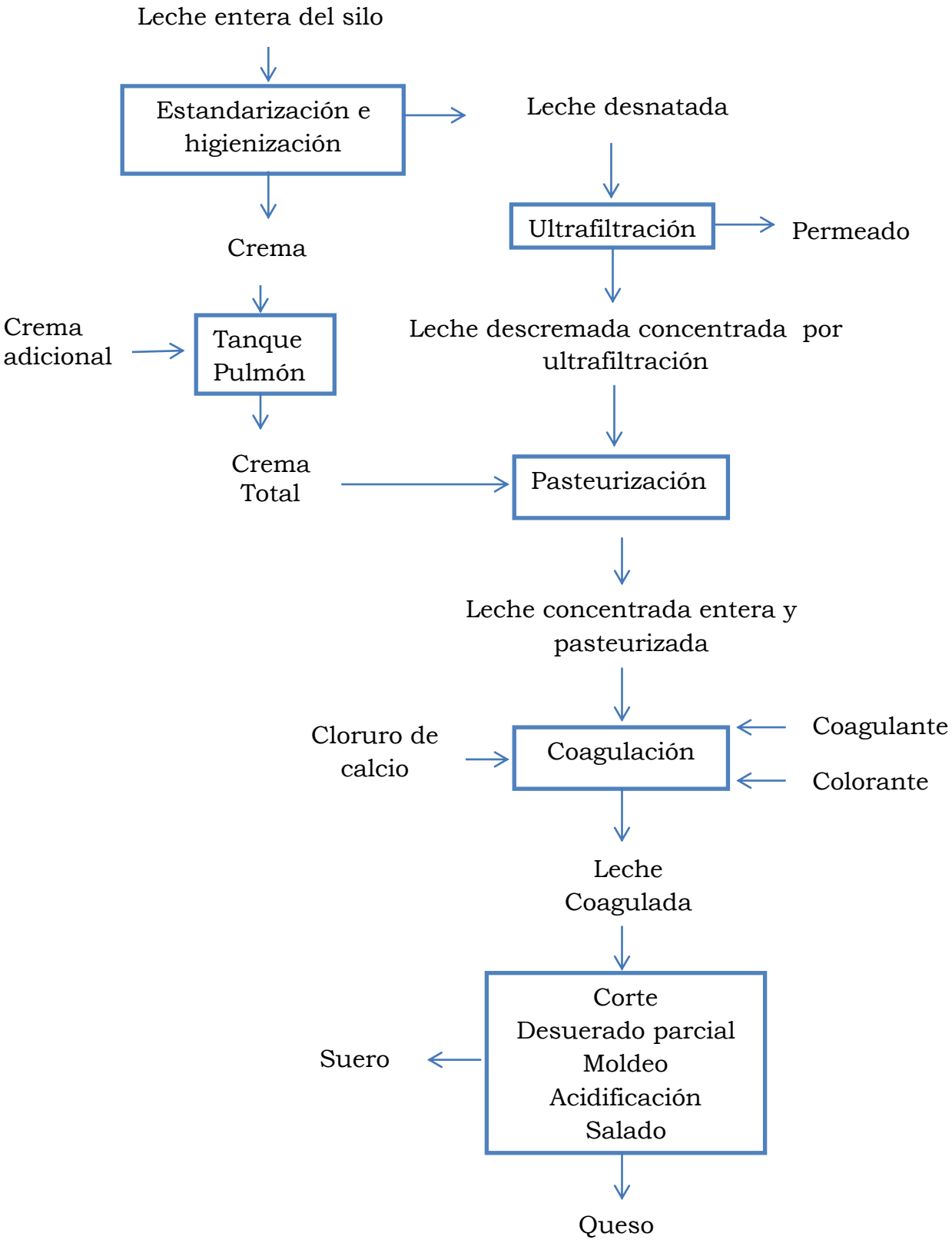
Los balances de materia y energía se realizan teniendo en cuenta la capacidad, en volumen, de las tinas donde se realiza la elaboración de quesos blandos, siendo este valor de 5000 litros de leche.

Para la elaboración, por tina, se utiliza la siguiente formulación:

Tabla N°1. Formulación de queso por tina

Ingredientes	Cantidad
Leche entera	A determinar
Coagulante	2,7 l
Colorante	300 ml
Crema adicional	A determinar
Cloruro de calcio	3 l

Diagrama de bloque



Consideraciones previas

Previo a la realización de los balances de materia se debe considerar que para elaborar queso cremoso, se quiere obtener 5000 litros de una leche ultrafiltrada, por tina, con una concentración de proteínas del 6,4% y como la relación materia grasa/proteína en el queso cremoso es de 1,2 entonces la concentración de materia grasa en este fluido debe ser de 7,68%.

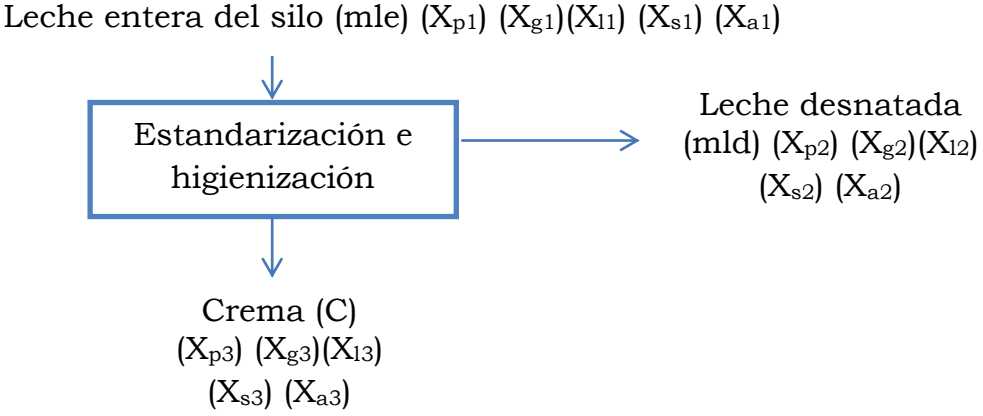
Además, cabe destacar que balances de materia no se realizarán totalmente en orden, de acuerdo al diagrama de bloques, ya que hay ciertas corrientes no conocidas y que deben ser determinadas a medida que se calculan otras.

Respecto a las abreviaturas se debe tener en cuenta que:

- X_p: fracción proteica de cada corriente
- X_g: fracción de materia grasa de cada corriente
- X_l: fracción de lactosa de cada corriente
- X_s: fracción de sales de cada corriente
- X_a: fracción acuosa de cada corriente

Balances de materia

Estandarización e higienización



En los cálculos que se detallan a continuación, no se tienen en cuenta la corriente de masa que representa la extracción de suciedad durante la higienización en la desnatadora por representar un valor muy pequeño a los fines de los cálculos.

Balance global

$$mle = mld + C$$

La corriente mle tiene un valor de 10.000 litros, debido a que para obtener 5.000 litros de una leche con el doble de proteínas se necesita el doble de leche con un contenido de proteínas de la mitad.

Normalmente la leche presenta la siguiente composición:

Tabla N°2. Composición normal de leche entera

Componente	Porcentaje	Nombre de Fracción	Valor de Fracción	Cantidad (l) en 10000 litros de leche
Proteínas	3,2%	X_{p1}	0,032	320
Materia Grasa	3,5%	X_{g1}	0,035	350
Lactosa	4,6%	X_{l1}	0,046	460
Sales	0,7%	X_{s1}	0,007	70
Agua	88%	X_{a1}	0,88	8800

Teniendo en cuenta que las desnatadoras industriales, generalmente, poseen una eficiencia del 50%, es decir, que permiten obtener una crema de leche con un 50% de materia grasa, en el desnatado se deberá extraer 700 litros de crema de leche ya que como puede verse en la tabla n°2 la leche tiene 350 litros de materia grasa, entonces

$$10000\ l = mld + 700\ l$$

$$mld = 9300\ l$$

En cuanto a la composición de la corriente de crema extraída (C) se sabe que el 50% es materia grasa, el resto es proteínas, lactosa, sales y agua:

Tabla N°3. Composición de crema de leche

Componente	Porcentaje	Nombre de Fracción	Valor de Fracción	Cantidad (l) en 700 litros de crema de leche
Proteínas	2,04%	X_{p3}	0,0204	14,28
Materia Grasa	50%	X_{g3}	0,5	350
Lactosa	2,73%	X_{l3}	0,0273	19,11
Sales	0,785%	X_{s3}	0,00785	5,5
Agua	44,445%	X_{a3}	0,44445	311,11

La cantidad de cada componente en la corriente de leche descremada se obtendrá realizando la diferencia, de cada componente, entre la corriente mle y C, por lo tanto:

$$Cantidad\ de\ proteinas\ en\ mld: 320\ l - 14{,}28\ l = 305{,}72\ l$$

$$Cantidad\ de\ lactosa\ en\ mld: 460\ l - 19{,}11\ l = 440{,}89\ l$$

$$Cantidad\ de\ sales\ en\ mld: 70\ l - 5{,}5\ l = 64{,}5\ l$$

$$Cantidad\ de\ agua\ en\ mld: 8800\ l - 311{,}11\ l = 8488{,}89\ l$$

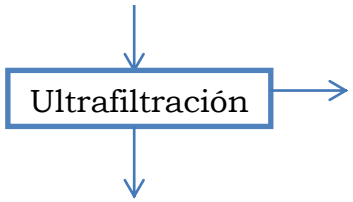
Con estos valores podemos calcular los porcentajes de cada componente y sus fracciones en la corriente mld:

Tabla N°4. Composición de leche descremada

Componente	Porcentaje	Nombre de Fracción	Valor de Fracción	Cantidad (l) en 9300 litros de leche
Proteínas	3,28%	X_{p2}	0,0328	305,72
Materia Grasa	0%	X_{g2}	0	0
Lactosa	4,74%	X_{l2}	0,0474	440,89
Sales	0,7%	X_{s2}	0,007	64,5
Agua	91,3%	X_{a2}	0,913	8488,89

Ultrafiltración

Leche desnatada
(mld) (X_{p2}) (X_{g2})(X_{l2})
(X_{s2}) (X_{a2})



Permeado (P) (X_{l4}) (X_{s4}) (X_{a4})

Leche descremada concentrada por ultrafiltración
(mlcd) (X_{p5}) (X_{g5})(X_{l5}) (X_{s5}) (X_{a5})

Balance global

$$mld = mlcd + P \quad (1)$$

Balance de lactosa

$$mld \times X_{l2} = mlcd \times X_{l5} + P \times X_{l4} \quad (2)$$

Balance de sales

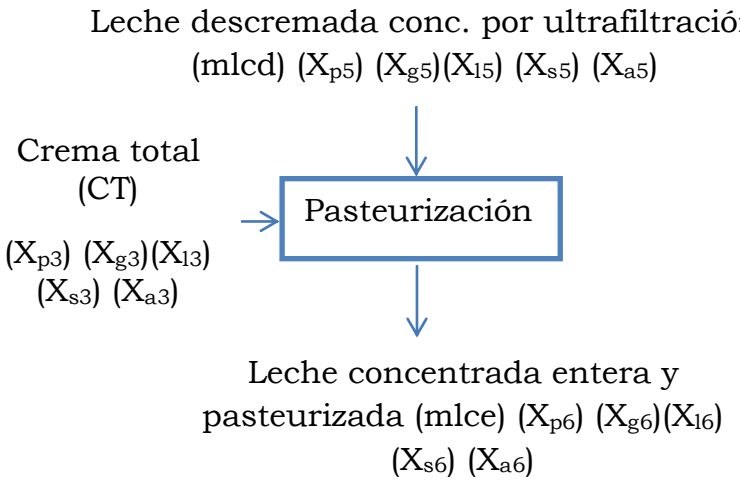
$$mld \times X_{s2} = mlcd \times X_{s5} + P \times X_{s4} \quad (3)$$

Balance de agua

$$mld \times X_{a2} = mlcd \times X_{a5} + P \times X_{a4} (4)$$

Gracias a la bibliografía consultada[1] se puede considerar que el permeado tendrá 4,7% de lactosa, 0,7% de sales y 94,6% de agua. Además al no conocer el valor de la corriente de permeado (P) ni de retenido (mlcd) así como tampoco la composición de esta última, se pasa a la etapa de pasteurización con el fin de obtener nuevos valores para luego calcular las incógnitas de esta etapa.

Pasteurización



La corriente CT tiene igual composición que la corriente C.

[1]Obtención de derivados lácteos - Himar Gutiérrez – Revista Alimentaria, Febrero 2013

Balance global

$$mlcd + CT = mlce$$

$$mlcd + CT = 5000\ l (5)$$

Balance de materia grasa

$$mlcd \times X_{g5} + CT \times X_{g3} = mlce \times X_{g6}$$

$$0 + CT \times 0{,}5 = 5000\ l \times 0{,}0768$$

$$CT = 768\ l$$

Por lo tanto, para mantener la relación materia grasa/proteína es necesario que la leche entera concentrada posea 768 litros de crema de leche, utilizando los 700 litros que se extraen en el desnatado solo se debe agregar un adicional de 68 litros de otro proceso de desnatado como por ejemplo de la elaboración de queso semiduro o duro.

Reemplazando el valor de la corriente CT en la ecuación (5), se puede calcular el valor de la corriente mlcd:

$$mlcd = 5000\ l - 768\ l = 4232\ l$$

Balance de proteínas

$$mlcd \times X_{p5} + CT \times X_{p3} = mlce \times X_{p6}$$

$$4232\ l \times X_{p5} + 768\ l \times 0{,}0204 = 5000\ l \times 0{,}064$$

$$X_{p5} = 0{,}072$$

Balance de lactosa

$$mlcd \times X_{l5} + CT \times X_{l3} = mlce \times X_{l6}\ (6)$$

Balance de sales

$$mlcd \times X_{s5} + CT \times X_{s3} = mlce \times X_{s6} \ (7)$$

Balance de agua

$$mlcd \times X_{a5} + CT \times X_{a3} = mlce \times X_{a6} (8)$$

Calculada la corriente mlcd y su composición proteica se puede determinar las incógnitas de la etapa de ultrafiltración y con esos valores luego calcular la composición completa de la corriente mlce.

Reemplazando el valor de la corriente mlcd en la ecuación (1) se puede calcular la corriente P:

$$9300\ l = 4232\ l + P$$

$$P = 5068\ l$$

Reemplazando el valor de mlcd en la ecuación (2):

$$9300\ l \times 0{,}0474 = 4232\ l\ \times X_{l5} + 5068 \times 0{,}047$$

$$X_{l5} = 0{,}048$$

Reemplazando en la ecuación (3):

$$9300\ l \times 0{,}007 = 4232 \times X_{s5} + 5068 \times 0{,}007$$

$$X_{s5} = 0{,}007$$

Reemplazando en (4):

$$9300\ l \times 0{,}913 = 4232 \times X_{a5} + 5068 \times 0{,}946$$

$$X_{a5} = 0{,}873$$

De esta manera la composición de la leche concentrada descremada (mlcd):

Tabla N°5. Composición de leche concentrada descremada

Componente	Porcentaje	Nombre de Fracción	Valor de Fracción	Cantidad (l) en 4232 litros de leche conc. descremada
Proteínas	7,2%	X_{p5}	0,072	304,7
Materia Grasa	0%	X_{g5}	0	0
Lactosa	4,8%	X_{l5}	0,048	203,14
Sales	0,7%	X_{s5}	0,007	29,62
Agua	87,3%	X_{a5}	0,873	3694,54

Conociendo la composición de la leche concentrada descremada se puede calcular la composición completa de la leche entera concentrada, ya que solo conocemos la fracción proteica y de materia grasa.

Para ello se reemplaza el valor de X_{l5} en la ecuación (6):

$$4232\ l \times 0{,}048 + 768\ l\ \times 0{,}0273 = 5000\ l \times X_{l6}$$

$$X_{l6} = 0{,}0448$$

También el valor de X_{s5} en la ecuación (7):

$$4232\ l \times 0{,}007 + 768\ l\ \times 0{,}00785 = 5000\ l \times X_{s6}$$

$$X_{s6} = 0{,}00713$$

Y además el valor de X_{a5} en (8):

$$4232\ l \times 0{,}873 + 768\ l\ \times 0{,}44445 = 5000\ l \times X_{s6}$$

$$X_{s6} = 0{,}8072$$

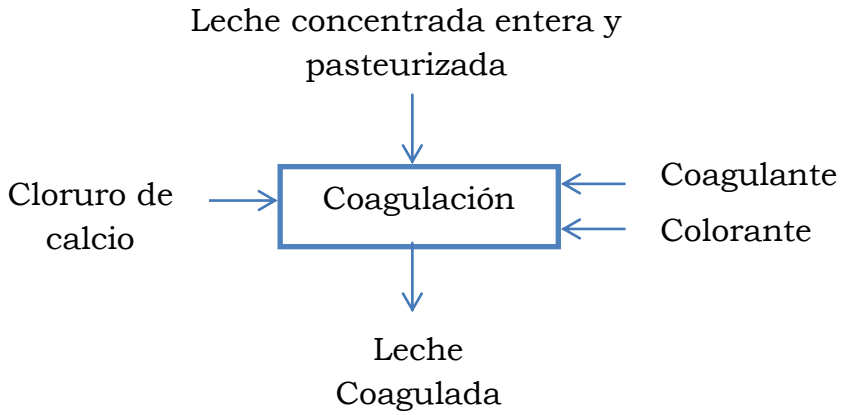
Con lo cual, la composición de la leche concentrada entera es:

Tabla N°5. Composición de leche concentrada entera

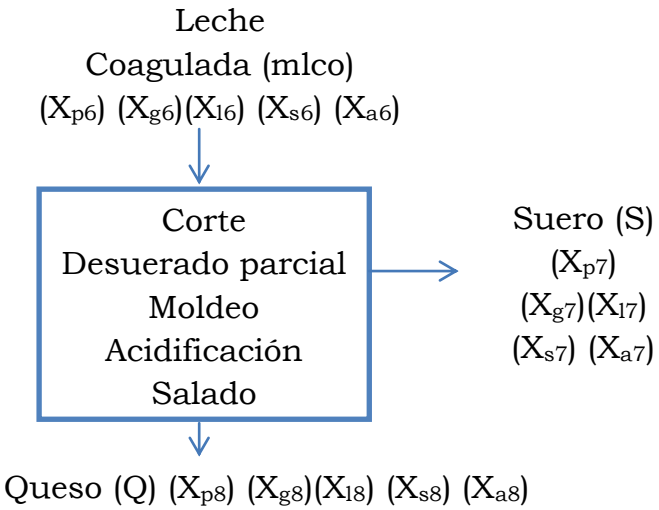
Componente	Porcentaje	Nombre de Fracción	Valor de Fracción	Cantidad (l) en 5000 litros de leche concentrada entera
Proteínas	6,4%	X_{p6}	0,064	320
Materia Grasa	7,68%	X_{g6}	0,0768	384
Lactosa	4,48%	X_{l6}	0,0448	224
Sales	0,713%	X_{s6}	0,00713	35,65
Agua	80,72%	X_{a6}	0,8072	4036

Coagulación

En la etapa de coagulación la adición de coagulante, colorante y cloruro de calcio agregados se puede considerar despreciable, debido a que se agregan en cantidades pequeñas respecto del volumen total. Por lo tanto, la corriente de leche concentrada entera (mlce) posee igual magnitud que la corriente de leche coagulada (mlco) y además su composición de esta última es la misma que la de la primera.



Corte, desuerado parcial, moldeo, acidificación y salado



Balance global

$$mlco = Q + S$$

$$5000\ l = Q + S \quad (9)$$

En este balance se engloban las etapas de corte del coagulo, desuerado parcial, moldeo acidificación y salado.

Durante el corte del coagulo se generan granos de cuajada y se libera el suero contenido en el interior de la masa, es decir, se libera el agua que no ha sido retenida por la red del coagulo formado.

Parte del suero liberado (1000 litros) se extraen por medio de una bomba, en la etapa que se denomina desuerado parcial.

El resto del suero es extraído durante el moldeo, acidificación y salado.

Para calcular la corriente de Queso (Q) se debe tener en cuenta que:

- El 80 % de las proteínas presentes en el coagulo pasan al queso.
- El 90% de la materia grasa contenida en le coagulo pasa al queso.

- El 4% de la lactosa presente en mlco pasa al queso.
- El 35% de las sales contenidas en mlco pasa al queso.
- Se quiere obtener un queso cremoso con 50% de humedad.

Por lo tanto,

Cantidad de proteínas en Q: $0{,}8 \times 320\ l = 256\ l$

Cantidad de materia grasa en Q: $0{,}9 \times 384\ l = 345{,}6\ l$

Cantidad de lactosa en Q: $0{,}04 \times 224\ l = 8{,}96\ l$

Cantidad de sales en Q: $0{,}35 \times 35{,}65\ l = 12{,}47\ l$

Extracto seco total de Q (50%): $256\ l + 345{,}6\ l + 8{,}96\ l + 12{,}47\ l = 623{,}03\ l$

Como el otro 50% es agua, entonces la cantidad de agua en Q es de 623,03 litros.

Entonces, la corriente Q posee un valor de 1246,06.

Reemplazando en la ecuación (9) el valor de Q se puede calcular el valor de la corriente S:

$$5000\ l = 1246{,}06\ l + S$$

$$S = 5000\ l - 1246{,}06 = 3753{,}9\ l$$

Además, conociendo el valor total de la corriente Q y la cantidad de cada uno de los componentes en ella, podemos calcular la fracción y el porcentaje de cada uno.

$$X_{p8} = \frac{256\ l}{1246{,}06\ l} = 0{,}205$$

$$X_{g8} = \frac{345{,}6\ l}{1246{,}06\ l} = 0{,}277$$

$$X_{l8} = \frac{l}{1246{,}06\ l} = 0{,}0072$$

$$X_{s8} = \frac{12{,}47\ l}{1246{,}06\ l} = 0{,}01$$

$$X_{a8} = \frac{623{,}03\ l}{1246{,}06\ l} = 0{,}5$$

Resumiendo, entonces la corriente Q:

Tabla N°6. Composición de queso cremoso

Componente	Porcentaje	Nombre de Fracción	Valor de Fracción	Cantidad (l) en 1246,06 litros de queso cremoso
Proteínas	20,5%	X_{p8}	0,205	256
Materia Grasa	27,7%	X_{g8}	0,277	345,6
Lactosa	0,72%	X_{l8}	0,0072	8,96
Sales	1%	X_{s8}	0,01	12,47
Agua	50%	X_{a8}	0,5	623,03

Conociendo estos valores podemos calcular las fracciones de proteínas, materia grasa, lactosa, sales y agua de la corriente S, realizando los balances de materia correspondientes:

Balance de proteínas

$$mlco \times X_{p6} = Q \times X_{p8} + S \times X_{p7}$$

$$5000\ l \times 0{,}064 = 1246{,}06 \times 0{,}205 + 3753{,}9\ l \times X_{p7}$$

$$X_{p7} = 0{,}017$$

Balances de materia grasa

$$mlco \times X_{g6} = Q \times X_{g8} + S \times X_{g7}$$

$$5000\ l \times 0{,}0768 = 1246{,}06 \times 0{,}277 + 3753{,}9\ l \times X_{p7}$$

$$X_{g7} = 0{,}01$$

Balance de lactosa

$$mlco \times X_{l6} = Q \times X_{l8} + S \times X_{l7}$$

$$5000\ l \times 0{,}0448 = 1246{,}06 \times 0{,}0072 + 3753{,}9\ l \times X_{p7}$$

$$X_{p7} = 0{,}057$$

Balance de sales

$$mlco \times X_{s6} = Q \times X_{s8} + S \times X_{s7}$$

$$5000\ l \times 0{,}00713 = 1246{,}06 \times 0{,}01 + 3753{,}9\ l \times X_{s7}$$

$$X_{s7} = 0{,}00618$$

Balance de agua

$$mlco \times X_{a6} = Q \times X_{a8} + S \times X_{a7}$$

$$5000\ l \times 0{,}8072 = 1246{,}06 \times 0{,}5 + 3753{,}9\ l \times X_{a7}$$

$$X_{a7} = 0{,}909$$

Rendimiento

El cálculo del rendimiento del proceso productivo se realiza por cada tina de 5000 l de leche o 5160 kg (densiad:1,014 kg/l) , teniendo en cuenta que la densidad del queso es de 1,032 kg/l entonces la masa de la corriente Q es de 1285,9 kg:

$$\eta = \frac{1285{,}9\ kg\ de\ queso}{5070\ kg\ de\ leche\ concentrada\ al\ 6{,}4\%\ de\ proteinas} \times 100$$

$$\boldsymbol{\eta = 25\ \%}$$

Es decir que por cada 5000 litros de leche concentrada a un valor de 6,4% de proteínas se obtienen 1285,9 kg de queso cremoso.

Cabe destacar que en un proceso de elaboración de queso cremoso con leche entera con una concentración natural de 3,2% de proteínas el rendimiento es de aprox. 13%, con lo cual al concentrar al doble la cantidad de proteínas en la leche se duplica la capacidad de producción de una determinada línea, permitiendo procesar el doble de materia prima que en un proceso convencional de elaboración de queso cremoso.

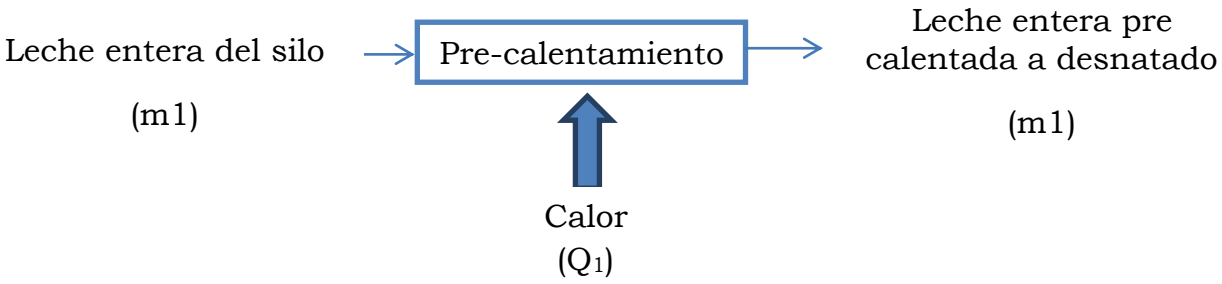
Balances de energía

El balance de energía se realiza en las etapas de pasteurización, salado y refrigeración.

La pasteurización, a su vez, se divide en 3 sub-etapas: pre-calentamiento, tratamiento térmico y enfriamiento. En esta etapa los caudales volumétricos que se presentan en cada balance se fijaron considerando que se desea llenar cada tina en media hora, como habitualmente se realiza en la planta durante la producción de queso tradicional.

Pasteurización

Pre-calentamiento



La cantidad de calor necesaria para precalentar la leche desde 4°C a 45°C se calcula de la siguiente manera:

$$Q_1 = m1 \times Cp_{mle} \times \Delta T1$$

Dónde:

m1: caudal de leche entera= capacidad del pasteurizador=20000 litros/h

Cp_{mle}: calor específico de la leche entera

ΔT1: la diferencia de temperatura entre la salida y entrada

Para calcular el calor específico de la leche se utiliza el método de Choi y Okos que establece que:

"El calor especifico promedio de un alimento: es la sumatoria del producto de los calores específicos de cada componente y la fracción del componente en el alimento:"

$$Cp_{promedio} = \Sigma(Cp_i \times X_i)$$

Ahora para calcular el calor específico en J/kg°C de cada componente se utilizan las siguientes ecuaciones planteadas por Choi et al (1986):

- Cp. agua: $4176{,}2 - (0{,}090864) \times Tm - (0{,}0054731) \times Tm^2$ (10)
- Cp. proteínas: $2008{,}2 + (1{,}2089) \times Tm - (0{,}0013129) \times Tm^2$(11)
- Cp. materia grasa:$1984{,}2 + (1{,}4733) \times \mathrm{Tm} - (0{,}0048008) \times Tm^2$(12)
- Cp.carbohidratos(lactosa):$1548{,}8 + (1{,}9625) \times Tm - (0{,}0059399) \times Tm^2$ (13)
- Cp. sales: $1092{,}6 + (1{,}8896) \times Tm - (0{,}00368171) \times Tm^2$ (14)

Donde Tm es la temperatura promedio entre 4°C y 45°C, por lo tanto es 24,5 °C.

Reemplazando Tm en las ecuaciones (10), (11), (12), (13) y (14) se pueden calcular los Cp. de agua, proteínas, materia grasa, lactosa y sales, respectivamente y en la tabla n°1 se encuentran los valores de las fracciones de cada componente.

Para simplificar el cálculo del valor de Cp. promedio de la leche entera se utilizó una planilla de cálculo de Excel otorgada por la cátedra de Tecnología de la Conservación de los Alimentos, donde se utiliza el método antes mencionado para la resolución.

$$Cp_{promedio} = 3895{,}00 \frac{J}{kg\ K}$$

Como m1 está expresado en unidad de volumen deberemos calcular la densidad a Tm de la leche entera para poder determinar un caudal expresado en unidades de masa. Para el cálculo de la densidad también se utilizó una planilla de cálculo otorgada por la cátedra de Tecnología de la Conservación de los Alimentos.

$$\delta_{a\ Tm=24{,}5°C} = 1{,}021\ kg/l$$

$$m1 = 20420\ kg/h$$

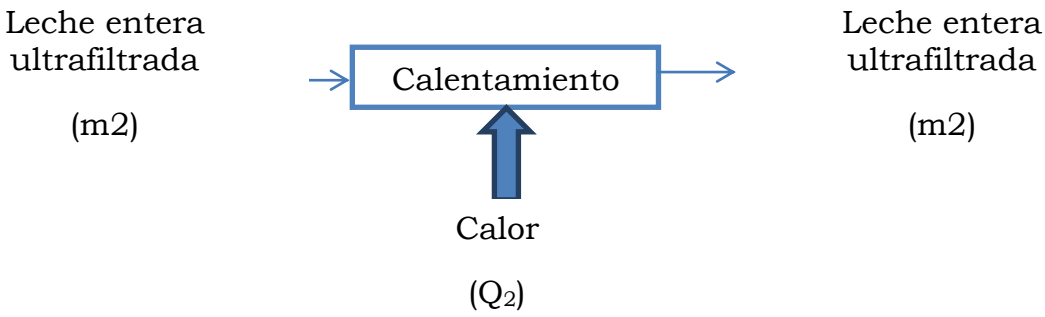
El precalentamiento se realiza en la leche que se encuentra a 4°C hasta alcanzar una temperatura de 45°C aprox., por lo tanto el ΔT1 es de 41 °C o 41K. Este precalentamiento en realidad se lleva a cabo en 2 pasos, primero la leche a 4°C se calienta hasta 25°C, para ello se utiliza como fluido calefactor en el sistema de placas suero que ha sido pasteurizado para luego ser concentrado. Luego aumenta su temperatura hasta 45°C pero el fluido calefactor es la leche que ha sido tratada térmicamente y que en esta etapa se enfría.

Entonces el calor (Q_1) necesario para precalentar la leche antes del desnatado:

$$Q_1 = 20420\frac{kg}{h} \times 3895{,}0055\frac{J}{kgK} \times 41K$$

$$Q_1 = 3260976{,}51 = 779373{,}4\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \qquad \text{Si 1kJ=0,239 kcal}$$

Tratamiento térmico



El tratamiento térmico se realiza luego de la ultrafiltración, por lo cual la leche que se tratará será la leche concentrada entera cuya composición ha sido descripta en la tabla n°5 y cuyos valores de calor específico promedio y densidad se calcularán a continuación. La leche pasa a través de las placas del pasteurizador y recibe un tratamiento térmico, donde se utiliza agua

caliente como fluido calefactor, que hace que su temperatura se eleve desde 45°C hasta 75°C. Por lo cual el ΔT es de 29,5°C o 29,5 K.

Para el cálculo de Q2 se procede de la misma manera que para el cálculo de Q1 solo que esta vez Tm será el promedio entre 45°C y 75°C, es decir 59,75°C.

El calor específico de la leche concentrada ultrafiltrada es:

$$Cp_{promedio} = 3759{,}8831 \frac{J}{kg\ K}$$

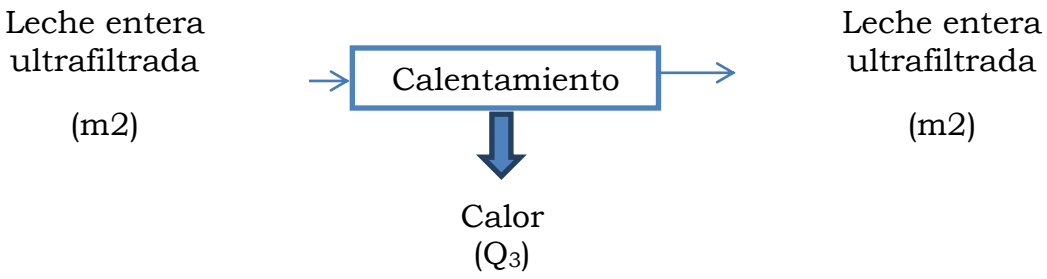
La densidad a Tm= 60°C es de: $\delta = 1{,}014\ kg/l$

El caudal volumétrico m2 es 10000 l/h debido a que al salir del equipo de ultrafiltración, el retenido (leche ultrafiltrada descremada) lo hace en un caudal volumétrico de 8464 l/h y antes de ingresar al pasteurizador se añade la crema a razón de 1536 l/h, obteniéndose un caudal total de 10000 l/h. El caudal másico m2 es de 10140kg/h.

$$Q_2 = 10140 \frac{kg}{h} \times 3759{,}8831 \frac{J}{kg\ K} \times 30\ K$$

$$Q_2 = 1143756{,}4 \frac{kJ}{h} = 273357{,}8 \frac{kcal}{h}$$

Enfriamiento



Luego del tratamiento térmico la leche se enfría hasta aprox. 37,5°C, para ello se utiliza ésta como medio calefactor para pre calentar la leche entera que irá al desnatado. El caudal volumétrico continúa siendo m2 con un valor de 10000 l/h. La Tm para la cual se harán los cálculos de densidad y calor específico es de 56,25°C. El ΔT es negativo, porque al enfriarse la leche cede calor, y posee un valor de -37,5 °C o -37,5 K.

La densidad de la leche ultrafiltrada para esta sub-etapa:

$$\delta_{a\ Tm=56,25°C} = 1,0155\ kg/l$$

Por lo tanto, el flujo másico es de 10155 kg/h

El calor específico para Tm=56,25°C es:

$$Cp_{promedio} = 3757,3458 \frac{J}{kg\ K}$$

$$Q_3 = 10155 \frac{kg}{h} \times 3757,34 \frac{J}{kg\ K} \times -37,5\ K$$

$$Q_2 = -1430842 \frac{kJ}{h} = -341971,25 \frac{kcal}{h}$$

La energía requerida en la etapa de pasteurización se calcula realizando la sumatoria de Q_1, Q_2 y Q_3.

Entonces: $$Q_{total} = 779373,4 \frac{kcal}{h} + 273357,8 \frac{kcal}{h} - 341971,25 \frac{kcal}{h}$$

$$\boldsymbol{Q_{total} = 710759,95 \frac{kcal}{h}}$$

Salado

Si bien esta operación tiene como finalidad realizar el salado de los quesos, también gracias a que la salmuera se encuentra a 4°C permite realizar el

enfriamiento de los quesos de 37,5°C a aprox. 10°C. Para calcular el calor que debe ser extraído del queso se procede de la misma manera que en la etapa anterior.

$$Q_{salado} = m_{queso} \times Cp_{queso} \times \Delta T$$

Donde:

ΔT: 10°C-37,5°C=-27,5°C o -27,5 K

Para calcular el calor específico y la densidad del queso se utilizan las planillas de cálculo antes mencionadas considerando una temperatura media entre 37,5 y 10°C de 23,75°C.

$$Cp_{queso} = 3088,56 \frac{J}{kgK}$$

Para calcular la masa de queso se tiene en cuenta que el volumen de queso/tina, anteriormente calculado es de 1246,06 l y que la densidad es de 1,032 kg/l

Por lo tanto:

$$m_{queso} = 1285,9\ kg/tina$$

Con estos datos podemos calcular la cantidad de calor a extraer de la masa del queso en esta etapa:

$$Q_{salado} = 1285,9 \frac{kg}{tina} \times 3088,56 \frac{J}{kgK} \times -27,5\ K$$

$$Q_{salado} = -109218,4 \frac{kJ}{tina} = -26103,2 \frac{kcal}{tina}$$

El calor que se le extrae al queso lo absorbe la salmuera, que posee una concentración de cloruro de sodio del 20%. Para determinar la temperatura que ésta adquiere al enfriar el queso se procede a despejar la temperatura final de la ecuación:

$$Q_{salado} = m_{salmuera} \times Cp_{salmuera} \times (T_{final} - T_{inicial})$$

Donde:

Q_{salado}=109218,4 kJ/tina

T_{final}: es la temperatura que adquiere la salmuera al absorber el calor del queso, cuyo valor se debe calcular.

$T_{inicial}$: es la temperatura (4°C) a la cual se encuentra la salmuera al momento de entrar en contacto con el producto.

$Cp_{salmuera}$: es el calor específico de la salmuera al 20% = 3,11 kJ/kg°C

La masa de salmuera se calcula teniendo en cuenta que en la sala de blando se disponen de 10 bateas de salado las cuales trabajan con un volumen de 1000 litros de salmuera cada una, en constante recirculación, por lo que el volumen total de salmuera es de 10000 l. Considerando que la densidad para una solución de sal al 20% es de 1,15 kg/l :

$$m_{salmuera} = 11500\ kg$$

Entonces:

$$109218{,}4\ kJ = 11500\ kg \times 3{,}11 \frac{kJ}{kg°C} \times (T_{final} - 4°C)$$

$$T_{final} = 7°C$$

Refrigeración

La refrigeración de los quesos se realiza en cámaras construidas de paneles de poliestireno expandido, el queso se enfría y mantiene a 4°C. Para calcular el calor a extraer del producto para alcanzar esta temperatura:

$$Q_{refrigeraci\ ón} = m_{queso} \times Cp_{queso} \times \Delta T$$

Se debe tener en cuenta que el queso ingresa a una temperatura de aprox. 10°C por lo que el ΔT es de -6°C y la temperatura promedio para calcular el calor específico es de 7°C y además que la masa de queso es de 1285,9 kg queso/tina.

$$Cp_{queso} = 3076{,}37 \frac{J}{kgK}$$

Por lo tanto

$$Q_{refrigeraci\ ón} = 1285{,}9 \frac{kg}{tina} \times 3076{,}37 \frac{J}{kgK} \times 7K$$

$$Q_{refrigeraci\ ón} = -27691{,}3 \frac{kJ}{tina} = -6618{,}2 \frac{kcal}{tina}$$

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE EQUIPOS

La adopción de equipos en la industria

Al momento de realizar la selección de equipos en la industria se deben tener en cuenta las siguientes variables:

- Economía: la selección de equipo forma parte de los costos de inversión a realizar que junto con la amortización de los mismos influirán en el precio final del producto, por lo cual el costo y el tipo de tecnología adoptada es muy importante.
- Flexibilidad del equipo: en el caso de que la producción deba modificarse por alguna razón, que capacidad tiene el equipo de adaptarse a dichas modificaciones.
- Obtención de elementos de mantenimiento: refiere a la disponibilidad de los repuestos y objetos de mantenimiento del equipo, así como también la facilidad para su obtención.
- Disponibilidad de la mano de obra: se debe tener en cuenta la mano de obra necesaria para operar la maquinaria seleccionada y si hay disponibilidad de la misma.

Como el proyecto se basa en la modificación de una línea existente, gran parte de los equipos necesarios para elaborar queso cremoso a partir de leche concentrada por ultrafiltración ya han sido adquiridos, por lo cual, la maquinaria nueva a seleccionarse deberá ajustarse a la capacidad que posean los existentes, y no será adoptada de acuerdo al mercado objetivo, de manera de no limitar la producción cuando los niveles se vean incrementados por la demanda.

Es por esto que primero se realizará un análisis de los equipos disponibles y sus capacidades, de manera de poder determinar el nivel máximo de producción y una vez calculado este valor, poder adoptar los equipos adicionales.

Equipos disponibles

Pasteurizador

La empresa cuenta con un equipo de pasteurización de placas diseñado por la empresa REDA Latina S.A. cuya capacidad de procesamiento es de 20.000 l/h.

El conjunto de placas está dividido en dos cuerpos, en el primero se realiza el precalentamiento de la leche que ingresa al pasteurizador, utilizando como medio calefactor a la leche que ha sido tratada térmicamente y que debe enfriarse; en el segundo se realiza el tratamiento térmico propiamente dicho en donde el medio calefactor es agua caliente, la cual es calefaccionada mediante el uso de vapor.

El equipo opera de manera automática por medio de un controlador PLC.

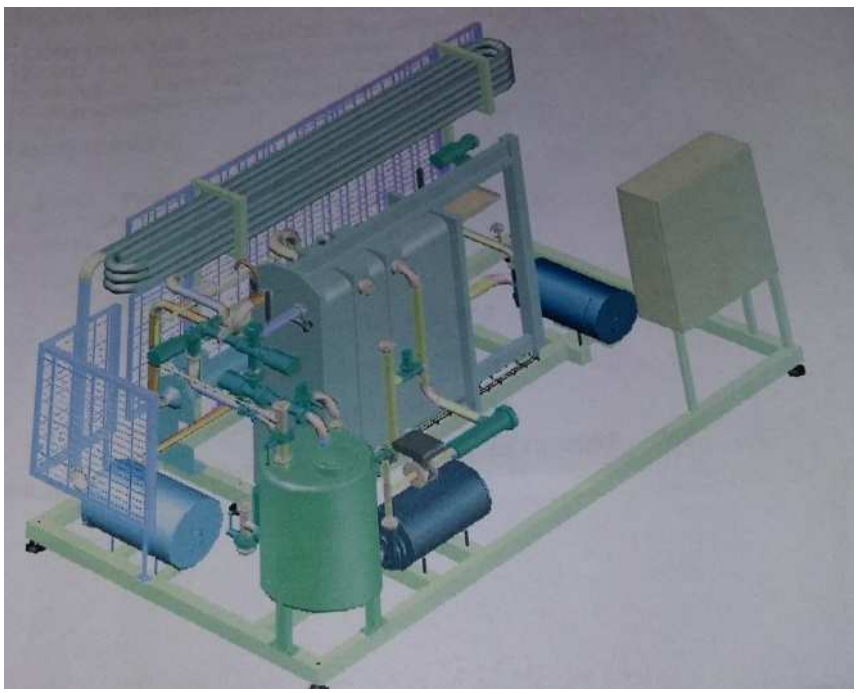


Figura n°1. Diseño de pasteurizador disponible.

Fuente: Material provisto por la empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

Desnatadoras

La desnatadora presente en la línea es una centrífuga autodeslodante de la marca REDA. Están diseñadas específicamente para el descremado y la limpieza de la leche, construidas de acero inoxidable y con características de diseño tales que permiten obtener la mejor eficiencia de separación de los sólidos con diámetros muy pequeños (grasa, suciedad, esporas y bacterias).La gama de estas centrífugas va de un mínimo de 1500 hasta un máximo de 40.000 l/h. La maquinaria disponible posee una capacidad de 20.000 l/h.



Figura N°2. Diseño desnatadoras centrífugas.

Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados.

Tinas

La etapa de coagulación se lleva a cabo en tinas queseras diseñadas por la empresa EQUITEC S.A., en el sector de blandos se encuentran 3 tinas de 5.000 l de capacidad cada una, construidas en acero inoxidable.

La tina quesera es un equipo de doble camisa por cuyo interior circula vapor para la alcanzar la temperatura de coagulación o agua para el enfriamiento.

La maquinaria posee una lira, cuya función es realizar el corte del coagulo para liberar el suero y formar los granos de cuajada.

Además es apta para realizar limpieza CIP en ella.



Figura N°3. Diseño tinas queseras disponibles.
Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados.

Equipo de moldeo y dosificación

La línea posee un sistema diseñado por la empresa JORVIC S.A. que permite realizar el moldeo automático mediante la adición continua de cuajada.

El equipo recibe la cuajada y el suero proveniente de la tina y mediante un sistema filtrante realiza parte del desuerado del producto, antes de llegar a la columna de moldeo. Con esta máquina se logra la compactación y moldeo de la masa, evitando la adhesión de la misma a las paredes de la columna, gracias a su tecnología.

Posee una capacidad definida de manera tal que permite descargar 5000 litros de cuajada + suero en 15 minutos.

Los moldes ingresan al equipo por medio de una cinta transportadora de carga y se posicionan en la matriz de llenado de manera tal que permite el moldeo de la cuajada. Una vez completado el llenado, los moldes se transfieren hacia la cinta extractora y se llevan hacia los cajones de volteo, mediante la intervención de un operario, donde se realiza la acidificación de los quesos.

La moldeadora también posee una batea colectora de suero que mediante sensores regula el envío del mismo a su destino final, aumentando o disminuyendo la velocidad de la bomba.



Figura N°4. Diseño de equipo de dosificación y moldeo.
Fuente: Jorvic S.A.

Moldes perforados

Las tapas y moldes perforados son marca PITVER. Construídos de Polietileno de Alta Densidad 100% virgen incluido en la "Lista Positiva de Polímeros y Resinas para Envases y Equipamientos Plásticos en contacto con Alimentos" del Código Alimentario Argentino.

Medidas Interiores: 230 x 230 x 120 mm

Medidas Exteriores: 270 x 270 x 135 mm



Figura N°5. Moldes perforados
Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados.

Cajones de volteo

Estos equipos han sido diseñados en base a los requerimientos de la empresa. Su función es contener una determinada cantidad de queso en sus respectivos moldes durante el proceso de acidificación de los mismos y realizar la etapa de volteo, de todos los quesos, de una sola vez. Además permite la recolección del suero eliminado por la acidificación a través de una bandeja colectora ubicada en la parte inferior del equipo.



Figura N°6. Cajones de volteo

Fuente: Material provisto por la empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

Cinta transportadora de queso

Una vez completada la acidificación, el equipo de volteo se transporta hacia la proximidad de la cinta transportadora de queso donde el producto es extraído por un operario que desmolda las hormas y las coloca en la cinta que las envía hacia el saladero.

Las cintas transportadoras de queso han sido diseñadas por la empresa JORVIC S.A. y consta de dos secciones:

a- Cinta transportadora de rejilla de polipropileno.
b- Cinta transportadora de rejilla de polipropileno (con curvatura)



Figura N°7. Diseño de cinta transportadora a)

Fuente: Material provisto por la empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

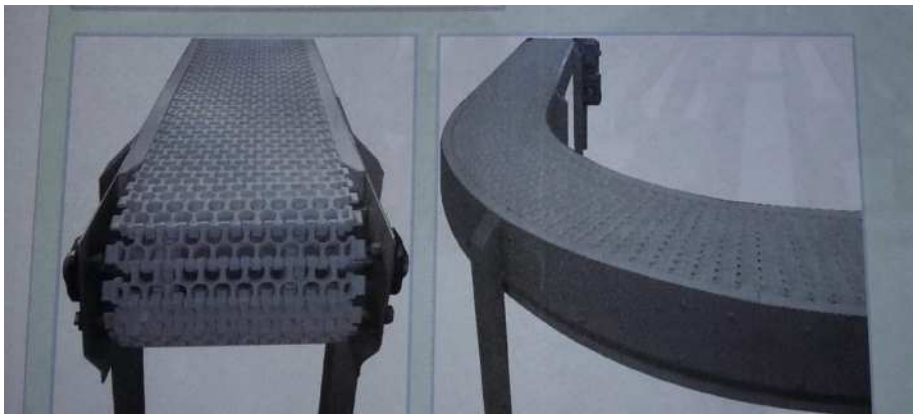


Figura N°8. Diseño de cinta transportadora b)

Fuente: Material provisto por la empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

Lavadora de moldes

La lavadora ha sido fabricada por la empresa JORVIC S.A. y permiten lavar tapas y moldes microperforados. El lavado se realiza en tres etapas: pre-lavado, lavado y enjuague. Cada etapa de lavado posee una batea y una bomba que permiten el flujo forzado de agua a través de finos picos

aspersores. Los moldes y tapas ingresan a la máquina de lavado por medio de cintas transportadoras de cadenas de polipropileno que transporta éstos desde la zona de desmolde hacia el equipo, luego atraviesan el interior de la máquina por medio de una cinta de malla de acero inoxidable y se envían hacia la moldeadora por medio de otras cintas transportadoras de cadenas.

El equipo cuenta con un sistema de conexiones de agua de red y vapor para el llenado de las bateas y la calefacción del agua, respectivamente. Además posee un sistema forzadores que permiten la extracción de vapores y escurrido de moldes y tapas.



Figura N°9. Lavadora de moldes
Fuente: Jorvic S.A.

Bombas

En la línea de procesamiento se utilizan bombas centrifugas y de desplazamiento positivo marca SIMES S.A., cuya función es el transporte de materiales tales como leche y cuajada.

Bomba para transporte de leche

Se utilizan bombas centrifugas sanitarias. Construidas de acero inoxidable AISI 304/316, son utilizadas para el movimiento de fluidos de baja y media viscosidad como la leche. Posee diseño sanitario y desarme rápido, apta para limpieza CIP.

Bombas de características similares a estas, se utilizan además para el sistema CIP y el transporte de agua de red.

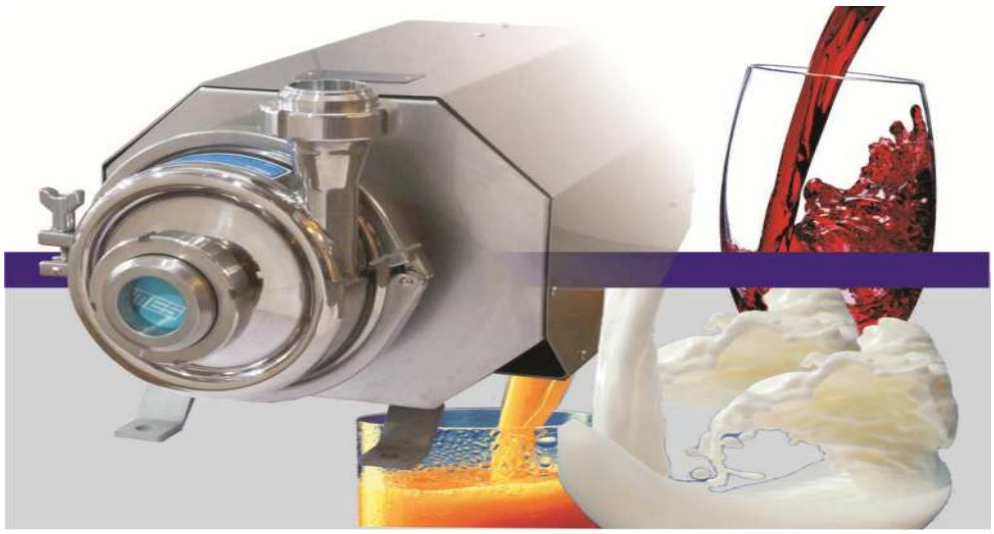


Figura N°10. Diseño bomba centrifuga de transporte de leche.
Fuente: SIMES S.A.

Bomba centrifuga de transporte de cuajada

Se utiliza una bomba centrífuga de rodete helicoidal que permite el transporte de productos alimenticios delicados sin dañarlos, como es el caso de la cuajada. Construida de acero inoxidable AISI 304/316. Posee diseño sanitario y desarme rápido, apta para limpieza CIP.

- Potencia: 3 kW
- Caudal: 60 m^3/h

- Presión: 0,5 bares



Figura N°11. Bomba centrifuga de transporte de cuajada.
Fuente: SIMES S.A.

Bomba de desuerado parcial

Bomba centrífuga inoxidable especialmente diseñada para bombear líquidos que contengan aire o gas en suspensión, sin perder capacidad de bombeo. Esta bomba se utiliza para realizar el desuerado parcial, luego del corte del coagulo, previo a la descarga de la tina.

- Potencia:5,5 kW.
- Caudal: 25 m^3/h
- Presión: 2,5 bares



Figura N°12. Bomba de desuerado parcial
Fuente: SIMES S.A.

Bomba para recuperación de suero durante acidificación

Es una bomba de paletas flexibles con características autocebantes, los materiales en contacto con el producto son de acero inoxidable AISI 304/316. Posee diseño sanitario y desarme rápido, apta para limpieza CIP.

- Potencia: 1,5 kW
- Caudal normal: hasta 10 m^3/hora.
- Presión: 1 bar

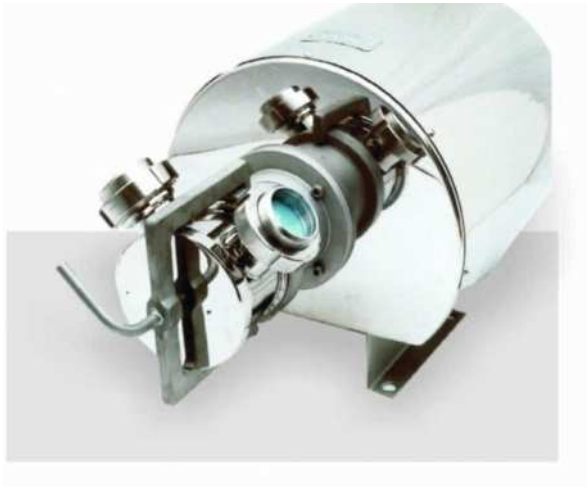


Figura N°13. Bomba centrífuga de desuerado parcial.
Fuente: SIMES S.A.

Bateas de salado

Para efectuar el salado de los quesos se dispone de bateas/piletas de fibra de vidrio donde se coloca la salmuera en la concentración deseada y se sumergen los quesos durante dos horas para efectuar el salado de los mismos.



Figura N°14. Batea de salado
Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados.

Cámara de oreo y maduración

Para realizar el oreo, maduración y refrigeración de los quesos se utilizan cámaras frigoríficas que mantienen los productos a temperaturas de 4°C. Las cámaras están construidas de paneles con núcleos de poliestireno expandido recubiertos de chapa de acero galvanizada que permiten conservar el frío dentro del recinto.



Figura N°15. Diseño cámara de oreo o maduración.

Fuente: Google Search. Todos los derechos reservados.



Figura N°16. Diseño tipo de los paneles a partir de los cuales se arman las cámaras.

Fuente: Google Search. Todos los derechos reservados

Transporte de quesos

Para el transporte de los quesos se colocan dentro de bandejas (Figura N°17) perforadas las cuales se palletizan. Para el traslado del pallet a las cámaras se dispone de una zorra hidráulica manual.



Figura N°17. Bandejas perforadas para quesos.

Fuente: Google Search. Todos los derechos reservados.



Figura N°18. Zorra hidráulica utilizada para transporte de quesos.

Fuente: Google Search. Todos los derechos reservados.

Báscula

Se utiliza para realizar el pesaje de producto terminado.



Figura N°19. Diseño de báscula.

Fuente: Google Search. Todos los derechos reservados.

Cálculos para la selección de membrana de ultrafiltración

Antes de comenzar con los cálculos se muestran las características de las corrientes implicadas en el proceso de ultrafiltración, calculadas en el capítulo anterior:

Tabla N°1. Características de las corrientes implicadas en el proceso de ultrafiltración

Características	Corrientes		
	Alimentación	Retenido	Permeado
Caudal (l/h)	18600	8464	10136
Caudal (l/min)	310	141	169
Proteínas (%)	3,28	7,2	0,00671
Materia grasa (%)	0	0	0
Lactosa (%)	4,74	4,8	4,7
Sales (%)	0,7	0,7	0,69
Agua (%)	91,3	87,3	94,6

Cálculo de factor de concentración (FC)

También llamado factor de reducción volumétrico (FRV), se determina a partir del cociente entre el caudal de alimentación y de concentrado, por lo tanto:

$$\boldsymbol{FC} = \frac{18600\ l/h}{8464\ l/h} = \mathbf{2,2}$$

Coeficiente de rechazo de membrana

El coeficiente de rechazo de membrana expresa la medida de la retención del soluto en la membrana, puede determinarse para cada uno de los componentes que conforman la alimentación. De forma genérica se calcula como:

$$RE = 1 - \frac{C_p^i}{C_r^i}$$

Donde C_p^i es la concentración del componente i en el permeado (p).

Donde C_r^i es la concentración del componente i en el retenido (r).

Por lo tanto, el coeficiente de rechazo para las proteínas:

$$\boldsymbol{RE_{proteínas}} = 1 - \frac{0{,}00671}{7{,}2} = \mathbf{0{,}99}$$

Para la lactosa:

$$\boldsymbol{RE_{lactosa}} = 1 - \frac{4{,}7}{4{,}8} = \mathbf{0{,}021}$$

Para las sales:

$$\boldsymbol{RE_{sales}} = 1 - \frac{0{,}69}{0{,}7} = \mathbf{0{,}014}$$

Punto de corte

Las membranas de ultrafiltración se clasifican por el peso molecular de corte o punto de corte, que se define como el peso molecular de la molécula más pequeña de la cual el 90% es retenido por la membrana. Para definir este parámetro se tiene en cuenta que entre las caseínas y las denominadas proteínas de suero lácteo, la más pequeña es la lactoalbumina con un peso molecular de aproximadamente de 16300 Dalton, con lo cual el punto de corte debe ser inferior a este valor, de manera de poder retener todas las proteínas de la leche.

Temperatura de ingreso al sistema

La leche descremada ingresará al sistema de ultrafiltración a una temperatura de aproximadamente 45°C, debido a que sufre un precalentamiento antes del desnatado.

Selección de equipo

Luego de un largo análisis de las empresas dedicadas al rubro de procesos con membranas y los equipos que ofrecen se decide seleccionar un equipo de la empresa SETALACT del GRUPO SETA de España.

Se ha optado por esta empresa ya que las plantas SETALACT de ultrafiltración están diseñadas y fabricadas íntegramente en sus talleres.

Son fabricantes de plantas de ultrafiltración estándar pero a la vez adaptadas a las necesidades de cada cliente, lo que permite obtener un equipo adecuado a nuestras necesidades.

SETALACT dispone de Servicio Técnico propio lo que permite dar asistencia técnica rápida y efectiva.

Para un mayor rendimiento y duración de las plantas han desarrollado y comercializado sus propios productos de limpieza de membranas, detergentes SETACLEAN®, con una aplicación específica para las plantas de osmosis inversa, ultrafiltración, etc.

El equipo consta con los siguientes elementos:

a) Pre-tratamiento térmico de la leche desnatada.

b) Planta concentradora de leche desnatada (automática)

c) Post-tratamiento térmico de enfriamiento de concentrado.

d) post tratamiento térmico de enfriamiento del permeado.

e) sistema de limpieza automático.

Los elementos a), c) y d) no se incluirían porque no son necesarios debido a que la leche se pre-calienta en el pasteurizador, el concentrado luego del tratamiento por ultrafiltración se pasteuriza y el permeado se desecha.

El equipo SETALACT UF es capaz de separar los componentes de mayor peso molecular (grasa y proteínas) del producto a tratar, eliminando gran parte de la lactosa y las sales.

La planta de concentración, tienen como base de proceso, la filtración tangencial a través de membranas espirales y un punto de corte de 10.000 Dalton.

En la planta de ultrafiltración, el producto a tratar es introducido por una bomba de alimentación, posteriormente se eleva la presión interna hasta 5-7 bares y, mediante bombas se hace fluir el producto con la velocidad adecuada por la superficie de la membrana para facilitar la filtración de las moléculas de menor tamaño, a través de los poros, mientras que el resto de componentes son concentrados.

Sistema de limpieza

Debido a la composición de los productos de entrada con contenido en proteínas, lactosa, sales y grasas principalmente, se ha de realizar una etapa de limpieza para evitar que el rendimiento de la planta descienda tras cada producción. Las membranas se van colmatando durante el proceso de ultrafiltración y mediante un proceso de limpieza se eliminan esas impurezas incrustadas en las membranas, pudiendo así seguir trabajando con el rendimiento inicial de la planta. Para una correcta limpieza la planta SETALACT UF trabaja con detergentes básicos para poder eliminar componentes grasos que hayan quedado depositados sobre las membranas y para eliminar las sales se utilizan detergentes ácidos dosificados en tiempos y pH determinados según el protocolo SETACLEAN.

La planta lleva integrado en el controlador el sistema de limpieza de forma que cuando el proceso de ultrafiltración finaliza se inicia de forma automática la etapa de limpieza, comenzando las dosificaciones de los productos. La planta está diseñada para que durante la limpieza, todos los

circuitos internos de la planta, así como el tanque de alimentación, medidores de flujo, etc. se limpien en circuito cerrado, sin tener que hacer limpiezas manuales a excepción de los pre-filtros de seguridad cuando sea necesario. El proceso de limpieza consiste en un sistema automático de dosificación de detergentes con depósitos y bombas peristálticas de dosificación con un sistema de medición para determinar la concentración precisa de detergente.

Control automático

El sistema de control consta con los siguientes accesorios:

- Control del nivel en el tanque de alimentación
- Control de la temperatura
- Alarmas sonoras de máximos de temperaturas y baja presión.
- Panel digital táctil frontal: desde este cuadro de control se actúa sobre la planta mediante una secuencia de programación.
- Caudalímetros
- Control de la presión de alimentación: al disminuir la presión dentro de la planta, se produce la parada automáticamente
- Control de limpieza
- Control de los intervalos de encendido de las diferentes bombas sistemas.
- Control integrado: todos los elementos de control anteriormente citados están integrados en un único controlador que facilita el manejo de la instalación.

Características técnicas generales

El equipo de ultrafiltración es una unidad compacta montada sobre un bastidor, incluye bombas, elementos de medición, cuadro de control etc.

La estructura del bastidor es de acero inoxidable AISI 304, siendo en acero inoxidable todas las superficies en contacto con el producto, incluyendo todas las tuberías y accesorios de interconexión.

Tabla N°2. Parámetros de operación

Modo de operación	Continuo
Temperatura de operación	45-55 °C
Presión de operación	4 a 7 kgf/cm^2
Rango de pH de leche	6,2-6,6
Período diario de producción	6-8 horas
Presión de limpieza	4 a 7 kgf/cm^2
Rango de pH de limpieza	2-12
Tiempo de limpieza	2,5 horas/día

Tabla N°3. Características técnicas de la planta SETALACT UF

Alimentación (l/h)	20.000
Concentrado (l/h)	9.091
Permeado (l/h)	10.909
Bomba de alimentación	Motor 8,5 kW
Bomba de limpieza	Motor 5,5 kW
Bombas de recirculación (2)	22,5 kW y 25,5 kW
Etapas	2
Superficie de membrana	824 m^2 (aprox.)
Potencia consumida en producción	56,5 kW

Servicios requeridos

Tabla N°4. Servicios requeridos por la planta de UF

Energía eléctrica (V/Hz)	3x380/50 +N+T
Aire comprimido máx. a 7 bares (l/min)	500
Consumo de agua tratada (m^3/limpieza)	30
Vapor (bar)	3



Figura N°20. Diseño de equipo de membrana de ultrafiltración

Fuente: Google Search. Todos los derechos reservados.

CAPÍTULO VII: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Distribución de Planta

Sector de Ultrafiltración

El sector dónde iría colocado el nuevo equipo es un lugar que ya estaba destinado para tal fin. Posee una dimensión de 4 metros de ancho y 11 metros de largo. Está ubicado al lado de la sala de nanofiltración de suero y en frente a la sala de pasteurización y desnatado, la cual a su vez está al lado de la sala de elaboración de quesos blandos.

Distribución de planta propuesta

La distribución de planta adoptada se elige gracias a que, como se ha dicho anteriormente, la empresa tenía pensado un lugar, el cual debe acondicionarse para instalar el equipo de ultrafiltración.

La leche ingresa desde los camiones cisterna, se almacena en los silos y desde allí comienza su recorrido a través de conductos de acero inoxidable, primero pasa a la sala de pasteurización y desnatado donde se pre-calienta y se higieniza y desnata (1), posteriormente ingresa a la sala de ultrafiltración (2), se concentra, vuelve al pasteurizador donde se trata térmicamente (3) para posteriormente ingresar al sector de blandos donde se elaborará y moldeará el queso (4), desde aquí el queso sigue su recorrido hacia el saladero (5), las cámaras de oreo (6), envasado (7) y por último a las cámaras de maduración y almacenamiento (8), siguiendo siempre un camino de avance, es decir, el queso no vuelve a pasar por el sector donde ya ha circulado.

A continuación se muestra, en las Figuras Nº1 y Nº2, la disposición de los equipos en la planta y la ubicación de los distintos sectores.

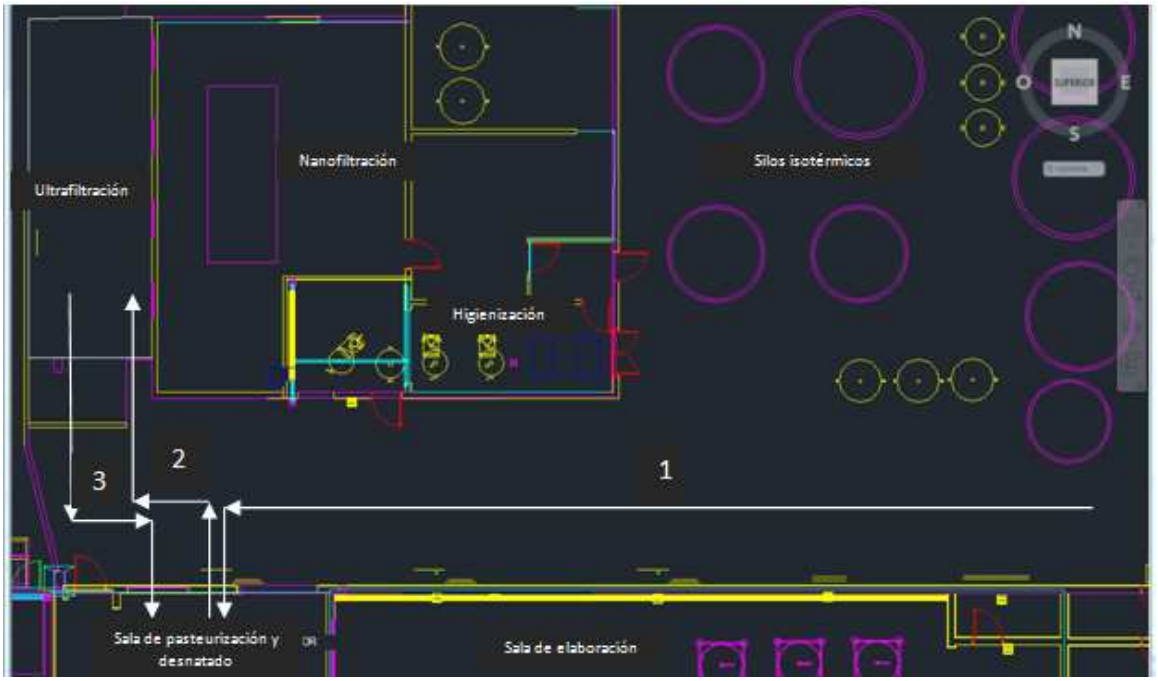


Figura N°1. Distribución de planta

Fuente: Imagen otorgada por la empresa con modificación propia.

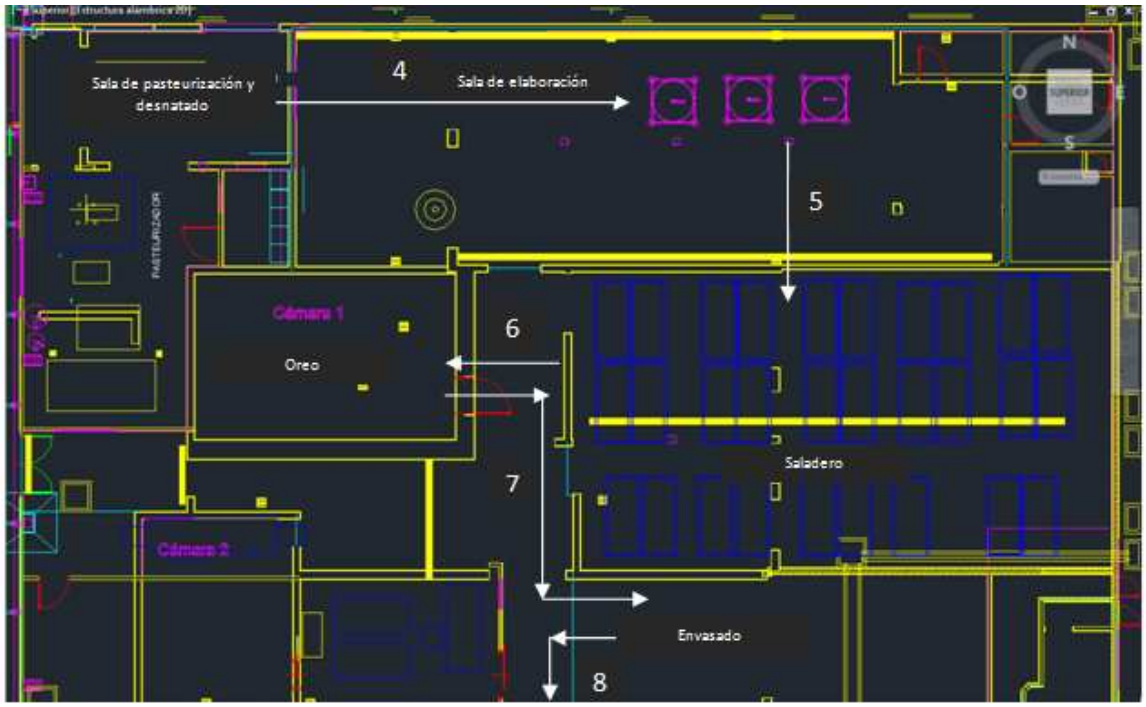


Figura N°2. Distribución de planta

Fuente: Imagen otorgada por la empresa con modificación propia.

CAPÍTULO VIII: INSTALACIONES AUXILIARES

Los servicios auxiliares

Los servicios auxiliares son aquellas instalaciones como agua, vapor, aire comprimido, energía eléctrica, etc. que, si bien no están directamente relacionados con el proceso de elaboración, son indispensables para que éste se lleve a cabo de forma correcta.

En este capítulo se determinará si la planta cuenta con la capacidad de servicios auxiliares necesaria para satisfacer la adición del nuevo equipo o si se deberían realizar modificaciones.

La planta cuenta con los siguientes servicios auxiliares:

- Agua
- Aire Comprimido
- Refrigeración
- Vapor
- Energía Eléctrica
- Red contra incendios
- Tratamiento de efluentes

Agua

El suministro de agua básico dispone de 2 bombas de pozo, las cuales se encargan de abastecer el consumo de la planta, la potencia demanda por estas bombas es de 5,5 kW para un caudal de 15 m^3/h y una altura de 30 m. El consumo diario, para todos los procesos llevados a cabo, es de 650 m^3.

El agua de pozo es distribuida a dos tanques de 40 m^3 cada uno, a partir de allí se bombea hacia la fábrica mediante dos bombas dispuestas en paralelo,

de las cuales una funciona de forma permanente, mientras que la restante se utiliza de respaldo. Estas bombas cuentan con una potencia instalada de 5,5 kW y un caudal máximo de 27 m^3/h para una altura total de 15 m. Cuando el consumo de agua supera la capacidad del sistema básico se pone en funcionamiento el sistema complementario; el mismo está provisto de una bomba de pozo que distribuye el agua a un tanque elevado de 22,5 m^3 y desde éste se alimenta al sistema básico mediante una bomba con una potencia instalada de 5 kW y un caudal máximo de 36 m^3/h.

Los sistemas de bombeo básico y complementario convergen en una cañería principal que abastece a la totalidad de la fábrica. Una parte del agua requiere un tratamiento por osmosis inversa, para reducir el contenido de sales. Este tratamiento es indispensable ya que de lo contrario se generarían incrustaciones (sarro) debido a la dureza del agua; el equipo utilizado para tal fin es capaz de procesar 10000 l/h de agua sin tratar proporcionando 5000 l/h de producto. Una vez tratada el agua pasa a un tanque pulmón de 26 m^3 y desde allí se distribuye para ser utilizada en:

- Torres de enfriamiento
- Caldera
- Desnatadoras
- Equipos de membrana
- Sistema CIP

El resto del agua sin tratar se utiliza para el lavado de camiones, limpieza general de la planta, lavado de bandejas y cajones, etc.

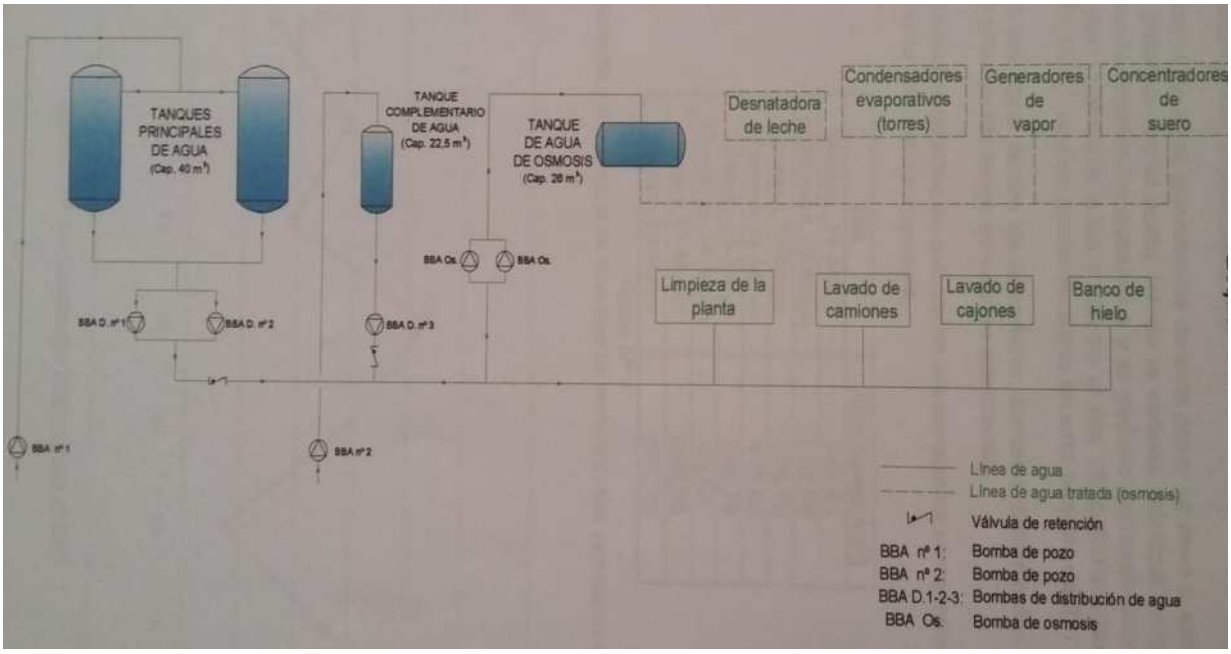


Figura N°1. Esquema de distribución de agua de la empresa.

Fuente: Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

Consumo de agua por parte del equipo de ultrafiltración

En este equipo se utiliza agua tratada por osmosis inversa, de manera de evitar tanto incrustaciones como disminuir la vida útil de las membranas. Por cada lavado a realizarse se consumen aproximadamente 30 m^3 de agua, la limpieza implica 2,5 hs por lo cual se necesitaría un caudal de 12 m^3/h de agua tratada. Con lo cual sería un problema suministrar esta cantidad de agua tratada de acuerdo a la capacidad que presenta el tanque pulmón de esta agua, ya que por cada hora de lavado se consumiría de la reserva 17,5 m^3, lo que implicaría que si otro equipo o sistema requiere de este tipo de agua podría ocurrir que la reserva no sea suficiente. Debido a esto se propone cambiar el tanque actual de 26 m^3 por uno de 40 m^3 para aumentar la capacidad de reserva y garantizar, con la programación de la producción, que no superponer los procesos de lavado de los equipos de nanofiltración y ultrafiltración, de manera de dar tiempo al equipo de osmosis inversa de

recuperar la reserva, ya que estos dos procesos tienen un alto consumo de agua tratada.

Aire comprimido

La instalación cuenta con tres compresores del tipo de tornillo de una etapa de compresión, ubicados en el interior de la sala de compresores.

El aire comprimido, luego de salir de los compresores, se almacena en un tanque pulmón, luego pasa a un equipo de secado de aire de tipo frigorífico y desde éste se alimenta a la cañería de distribución que recorre la planta, alimentando a los distintos equipos.

Característica de los equipos que forman el sistema

Compresor N°1:

- Marca: DMD
- Modelo: 20 STD
- Temperatura normal de trabajo: 80-95 °C
- Velocidad de giro de motor: 2960 rpm
- Caudal de aspiración: 2050 l/min.
- Presión de trabajo: 8 bares
- Potencia de accionamiento: 20 HP

Compresor N°2

- Marca: DMD
- Modelo: 10 STD
- Temperatura normal de trabajo: 80-95 °C
- Velocidad de giro de motor: 2960 rpm
- Caudal de aspiración: 2050 l/min.
- Presión de trabajo: 8 bares
- Potencia de accionamiento: 10 HP

Compresor Nº 3:

- Marca: Atlas Copco
- Modelo: GA 18
- Temperatura normal de trabajo: 65-80 °C
- Velocidad de giro de motor: 2960 rpm
- Caudal de aspiración: 3000 l/min.
- Presión de trabajo: 7,3 bares
- Potencia de accionamiento: 25 HP

En la planta, el aire comprimido se utiliza principalmente para el accionamiento neumático de los equipos automatizados (válvulas, pistones, etc.). El consumo actual es de aproximadamente el 60% de la capacidad total del sistema, lo que equivale a un consumo de 4300 l/min. Si el equipo de ultrafiltración requiere de 500 l/min de aire comprimido, no sería un problema suministrarlo ya que la capacidad instalada no se vería superada.

Refrigeración

La producción de frío, utilizando como fluido refrigerante amoníaco, se genera gracias a los siguientes componentes:

Compresor Nº1:

- Marca: VMC
- Tipo: a tornillo
- Fluido frigorífico: Amoníaco
- Potencia del motor de accionamiento: 125 CV
- Capacidad frigorífica: 250.000 kcal/h

Separador para amoníaco:

- Modelo: horizontal con doble retorno. Casquete semi-elíptico.
- Capacidad frigorífica: 450.000 kcal/h

Bombas centrifugas para amoníaco:

- Capacidad: 10 m^3/h
- Diferencial de presión: 4 m.c.a.
- Temperatura de succión: -10 ºC
- Motor: 4 HP

Condensador evaporativo Nº1:

- Marca: VMC
- Modelo: operado con amoníaco
- Rendimiento frigorífico: 450.000 kcal/h
- Potencia eléctrica: 10 kW
- Temperatura de operación: 26ºC de bulbo húmedo y 35ºC de condensación.

Compresor Nº 2:

- Marca: Howden-VMC
- Tipo: a tornillo
- Fluido frigorífico: amoníaco
- Motor: 220 CV
- Capacidad frigorífica: 450.000 kcal/h

Condensador evaporativo Nº 2:

- Marca: VMC
- Modelo: operado con amoníaco
- Rendimiento frigorífico: 800.000 kcal/h
- Potencia eléctrica: 14 kW
- Temperatura de operación: 26ºC de bulbo húmedo y 35ºC de condensación.

Compresor Nº3:

- Marca: Howden-VMC
- Tipo: a tornillo
- Fluido frigorífico: amoníaco
- Motor: 350 CV
- Capacidad frigorífica: 690.000 kcal/h

Condensador evaporativo Nº3:

- Marca: VMC
- Modelo: operado con amoníaco
- Rendimiento frigorífico:1.000.000 kcal/h
- Potencia eléctrica: 15 kW
- Temperatura de operación: 26ºC de bulbo húmedo y 35ºC de condensación.

Banco de hielo (sistema de acumulación de frio):

- Marca: VMC
- Capacidad de acumulación: 5000 kg de hielo
- Potencia frigorífica equivalente: 450.000 kcal/h
- Potencia eléctrica instalada del agitador: 5,5 kW

Receptores de frío

Receptores del sistema primario (amoníaco):

- Pre-enfriador: constituido por un intercambiador de placas en serie con el banco de hielo.
- Banco de hielo: actúa como acumulador de frío
- Cámaras de frío
- Intercambiador de casco y tubo para enfriamiento de salmuera en el sector de saladero

Receptores del sistema secundario

- Constituido por una red de distribución de agua fría para los equipos de nanofiltrado, pasteurización de leche, pileta de mozzarella, etc.
- Sistema de recirculación de salmuera para enfriamiento en producción.

Vapor

El vapor es generado gracias a una caldera marca Gonella modelo HD50L la cual presenta una sección acuatubular (economizador) y otra humotubular (cuerpo de la caldera). Dicha caldera está adaptada para funcionar tanto a leña como a gas natural sin inconvenientes lo que proporciona una gran ventaja en el caso de que se presente algún inconveniente con alguno de los combustibles. Presenta una superficie total de calefacción de 160 m^2 y trabaja con una presión de 10 bares cuando el combustible es leña y con 7,5 bares cuando se utiliza gas natural. La capacidad de vapor ronda los 5.000 kg/h.

La instalación del nuevo equipo requerirá vapor a una presión de 3 bares con lo cual habría que colocar un cuadro reductor de presión (Figura Nº1) para disminuirla al valor requerido y si bien no se conoce el consumo del equipo, la planta posee una capacidad instalada de vapor lo suficientemente grande como para solventar cualquier consumo adicional. Este cuadro consiste principalmente en:

- Separador de condensado
- Manómetros
- Válvula reguladora de presión
- Válvulas esféricas
- Válvula de seguridad
- Bypass: es necesario para que el sistema pueda ser operado en forma manual, mientras la válvula reguladora esté fuera de servicio.

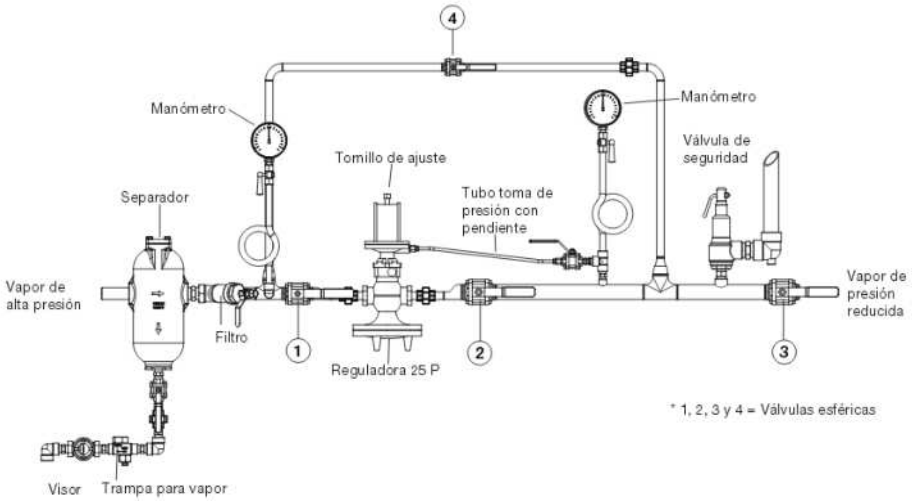


Figura N°2. Esquema de cuadro de reducción de vapor.
Fuente: Spirax sarco S.A.

Energía eléctrica

La planta cuenta con dos transformadores de potencia instalada de 630 kVA y 400 kVA, los cuales serán reemplazados por un transformador con las siguientes características:

- Marca: Miron
- Modelo: MTSE
- Potencia: 1600 kVA
- Arrollamiento en aluminio

La potencia eléctrica consumida es de 800 kVA.

Como el consumo actual de energía eléctrica es de la mitad de la capacidad instalada recientemente, no sería un problema realizar el suministro de energía al nuevo equipo que requiere de una corriente trifásica.

La energía eléctrica se toma de la red de media tensión con un voltaje de 3x13.200 Volts y los transformadores la convierten a 3x380 Volts para la alimentación de los equipos. La distribución de la energía se realiza desde el

tablero principal a los tableros seccionales y desde allí, a los distintos equipos. La corrección del factor de potencia se realiza a nivel del tablero principal dando un valor de 0,94.

Además la empresa cuenta con un generador que se utiliza en aquellos casos donde hay cortes de energía eléctrica, cuyas características se detallan a continuación:

- Marca: Daewo
- Modelo: ST8020
- Potencia: 500 kVA
- Intensidad: 760 A
- RPM: 1500

Sugerimos la compra de un generador de mayor capacidad, de modo que cuando haya algún problema eléctrico se pueda continuar trabajando con normalidad.

En el nuevo sector donde se colocará el equipo de ultrafiltración debe colocarse un tablero seccional para conectar dicho equipo, realizar la instalación de iluminación y además colocar un cuadro de tomas de corriente monofásica y trifásica para conectar cualquier artefacto que se necesite. Por ello, se procederá a realizar los cálculos pertinentes para la instalación.

Tablero seccional: elementos que lo componen

El tablero seccional estará compuesto por un gabinete fabricado en chapa de acero conformado por un cuerpo para el montaje de los distintos elementos, una parte de ducto para la salida de cables y colocación de bornes de tierra.



Figura N°3. Gabinete de tablero seccional

Fuente: http://www.radiolux.com.ar/pdf_marcas/forli.pdf

Dentro de este gabinete irán colocados los siguientes elementos:

1. Interruptor de cabecera: seleccionado de acuerdo a los requerimientos de corriente del tablero seccional.



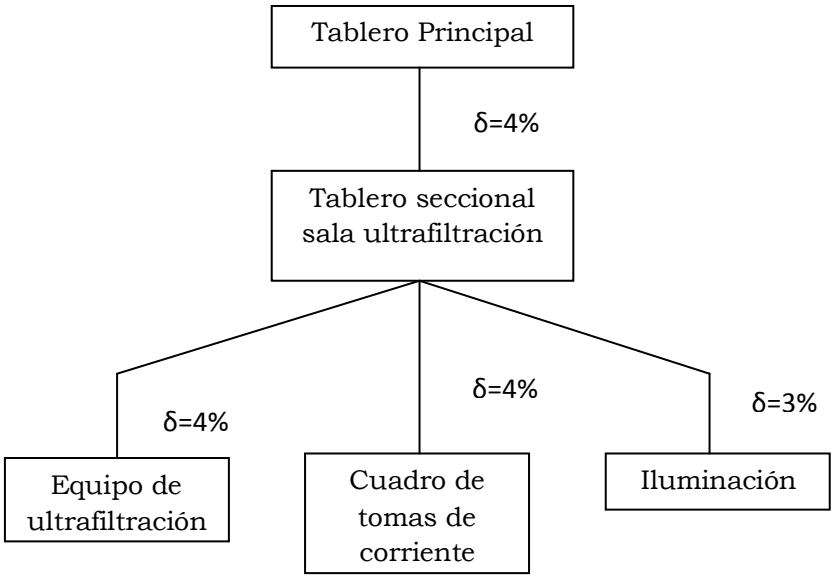
Figura N°4. Ejemplo de interruptores termomagnéticos.

Fuente: http://www.schneider-electric.com.ar

2. Llaves termomagnéticas y diferenciales acordes a los requerimientos, utilizadas para la protección de personas y equipos.
3. Cable a tierra
4. Testigos luminosos

Tablero seccional: cálculos

Para determinar la sección de cada una de las líneas desde el tablero hasta el equipo se tiene en cuenta que al utilizarse líneas cortas se desprecia la inductancia del conductor y se lo considera puramente resistivo. Para seleccionar la sección del cable a colocar se utiliza el primer criterio o criterio térmico que se basa en el dimensionamiento de la sección teniendo en cuenta la corriente máxima que tolera y que cuando ésta se mantiene de forma permanente, el conductor no debe superar los 70°C, cuando la temperatura ambiente no es mayor a 40°C o a la que especifica la tabla del fabricante. Este primer criterio es importante, ya que si el dieléctrico del cable supera los 70°C se vuelve conductor, arriesgando la vida de las personas e incluso pudiendo provocar incendios. La elección se verifica con el cumplimiento del segundo criterio o criterio de caída de tensión que establece que la circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una caída de tensión a lo largo del recorrido del mismo, esta caída de tensión debe ser inferior a la caída de tensión teórica.



Cálculo de acometida desde el tablero seccional al equipo de ultrafiltración

Teniendo en cuenta los datos del equipo de ultrafiltración especificados en capítulos anteriores se procede al cálculo de la corriente que requiere y con ella se determina la sección del cable de acuerdo a los catálogos de proveedores.

- P_{equipo}: 56,5 kW
- U: 380 V
- Cos φ: 0,94

Utilizando la siguiente ecuación

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$$

Se determina que la corriente requerida por el equipo es de:

$$I = 91{,}3\ A$$

De acuerdo al catálogo ofrecido por la empresa Prysmian Group Argentina (tabla N°1) y teniendo en cuenta que se emplearan cables de cobre tripolar distribuidos en bandejas perforadas, se determina que la sección de cable a utilizar debe ser de 35 mm^2 cuya corriente admisible es de 110 A.

Tabla N°1. Catalogo conductores

Datos Eléctricos

Intensidad admisible en ampere para cables con conductores de cobre.

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 Bandeja tipo escalera	
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
240	-	-	401	350	447	374
300	-	-	461	403	516	432

A dicha corriente admisible se le debe aplicar un factor de corrección dependiendo de la cantidad de cables que se coloquen en la bandeja soporte perforada, los cuales serán 2, por lo tanto el factor es de 0,88, por lo que la corriente admisible es de 96,8 A.

Para verificar si la elección realizada se debe verificar que:

$$\Delta Ureal < \Delta Uteórico$$

$$\Delta Uteorico = \frac{\delta\% * U}{100} = \frac{4\% \times 380V}{100} = 15{,}2\ V$$

$$\Delta Ureal = \frac{k \times P \times l}{\sigma \times S \times U} = \frac{1 \times 56500\ W \times 20m}{56 \frac{m}{\Omega\ mm^2} \times 35mm^2 \times 380V} = 1{,}51\ V$$

Donde:

k=factor que tiene en cuenta el carácter inductivo de la línea.

P=potencia de la carga (W).

l=longitud de la acometida (m).

σ=Conductividad específica del cobre: 56 $m/\Omega*mm^2$

S=sección del conductor (mm^2).

U=voltaje aplicado a la carga (V)

Como se cumple el segundo criterio, entonces la elección realizada es correcta.

Iluminación

Un sistema de iluminación ideal debe proveer el nivel apropiado de iluminación con el mínimo consumo de energía eléctrica y una buena calidad visual.

Un buen nivel de iluminación en el ambiente laboral es importarte ya que:

- Disminuye el riesgo de accidentes en el trabajo
- Mejora la productividad de los empleados disminuyendo el cansancio visual y físico.

La iluminación del sector de ultrafiltración se realizará por medio de tubos fluorescentes de T8 de 58W y un tono de luz 840, colocados en grupos de a dos sobre plafones, como se muestra en la figura N°4.

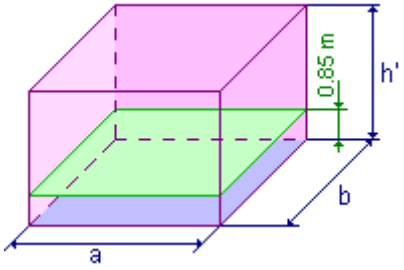


Figura N°5. Plafón para tubos fluorescentes.
Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados

Cálculo de acometida desde el tablero seccional al sistema de iluminación

Para realizar los cálculos se deben tener en cuenta distintos aspectos:

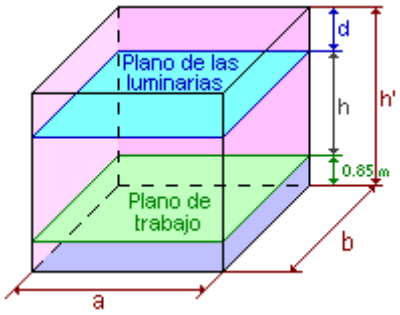
- Altura media de trabajo: su valor está estandarizado y es de 0.85 m medidos desde el piso.
- Medidas del sector de ultrafiltración: 4 m(a), 11 m(b), 3,5 m (h´).



FiguraN°6. Altura media de trabajo y nomenclatura de dimensiones del local.
Fuente: http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html

- La intensidad mínima de iluminación (E): según la ley nacional 19.587 de higiene y seguridad en el trabajo debe ser de 300 lux.
- Altura entre el techo y las luminarias (d): se considera que es cero.
- Superficie del plano de trabajo (S)

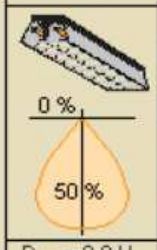
- Índice del local(k): se calcula según el sistema de iluminación y las dimensiones de la sala: $k = \frac{a \times b}{h \times (a+b)} = \frac{4m \times 11m}{2{,}65\ m \times (4+11)m}$ donde h es la altura entre el plano de luminarias y el plano de trabajo, por lo tanto k es 1.



FiguraN°7. Dimensiones del local de acuerdo a la iluminación.
Fuente: http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html

- Flujo luminoso de una lámpara (ΦL): 5200 lumens para el tipo de tubos elegidos.
- Coeficientes de reflexión: 0,7 para techos blancos, 0,5 para paredes claras.
- Factor de utilización (CU o η): para calcular el factor de utilización se tiene en cuenta el tipo de lámpara, el índice de local (k) y los coeficientes de reflexión del techo y paredes, utilizando la tabla n°2, obteniéndose un valor de 0,36:

Tabla N°2. Elección del factor de utilización.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo											
		0.8			0.7			0.5			0.3		0
		Factor de reflexión de las paredes											
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
	0.6	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20
	0.8	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25
	1.0	.36	.33	.30	.36	.33	.30	.35	.32	.30	.32	.30	.29
	1.25	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33
	1.5	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35
	2.0	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39
	2.5	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41
	3.0	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42
$D_{max} = 0.8\ H_m$	4.0	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44
f_m .65 .70 .75	5.0	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45

H_m: altura luminaria-plano de trabajo

Fuente:cipriangarciamarqueziluminacion.bligoo.cl/media/users/19/955309/files/327144/EJERCICIOS_CALCULO_DE_ILUMINACION.pdf

- Factor de mantenimiento (fm): para tubos fluorescentes colocados en plafón de a dos es de 0,7.

Para calcular el número de lámparas a colocar se debe calcular el flujo luminoso total (ΦT):

$$\Phi T = \frac{E \times S}{fm \times \eta} = \frac{300\ lux \times 44\ m^2}{0{,}7 \times 0{,}36} = 52380{,}9\ lumenes$$

Calculado el valor del flujo luminoso se procede a calcular el número de lámparas necesarias (N):

$$N = \frac{\Phi T}{\eta \times \Phi L} = \frac{52380{,}9\ lumenes}{0{,}36 \times 5200\ lumenes} = 27{,}98\ lámparas \cong 28\ lámparas$$

Sabiendo el número de lámparas podemos determinar la potencia eléctrica total requerida por el sistema de iluminación:

$$Piluminación = 28 \times 58\ W = 1624\ W = 1{,}62\ kW$$

$$I = \frac{Piluminación}{V \times \cos\varphi} = \frac{1624\ W}{220\ V \times 0{,}94} = 7{,}85\ A$$

Utilizando la tabla N°1 seleccionamos el conductor considerando el método E y teniendo en cuenta que se utilizarán conductores de cobre bipolares, se elige un conductor de 1,5 mm^2 con una corriente admisible de 19 A, teniendo en cuenta que el conductor del sistema de iluminación irá colocado en bandeja perforada junto al conductor del equipo se afecta la corriente de 19A por un factor de 0,88, como se hizo en el caso anterior, por lo tanto la corriente admisible es de 16,72 A.

Para corroborar si la elección realizada es correcta se debe verificar que:

$$\Delta Vreal < \Delta Vteórico$$

$$\Delta Vteorico = \frac{\delta\% * V}{100} = \frac{3\% \times 220V}{100} = 6{,}6\ V$$

$$\Delta Vreal = \frac{k \times P \times l}{\sigma \times S \times U} = \frac{1 \times 1624\ W \times 25m}{56 \frac{m}{\Omega\ mm^2} \times 15mm^2 \times 220V} = 0{,}22\ V$$

Se cumple el segundo criterio, por lo que se verifica el cálculo realizado.

Cálculo de acometida desde el tablero seccional al cuadro de tomas de corriente

Con el objetivo de conectar cualquier artefacto que se necesite se colocará un cuadro de tomas de corriente compuestos por dos tomas monofásicos y dos trifásicos, similar al que se observa en la figura n°7.



Figura N°8. Diseño de gabinete para tomas de corriente.
Fuente: http://www.radiolux.com.ar/pdf_marcas/forli.pdf

Para el cálculo de las acometidas se considera que tanto para las tomas monofásicas como trifásicas la corriente es de 15 A, teniendo en cuenta que se utilizarán conductores de cobre, se elige un conductor bipolar de 2,5 mm^2 con una corriente admisible de 20 A para los tomas de corriente monofásicos y un conductor tripolar de 2,5 mm^2 con una corriente admisible de 17 A para los trifásicos.

Conociendo la corriente que circula por los conductores podemos calcular las potencias que demandan teniendo en cuenta que:

$$P_{trif\,ásica} = n \times \sqrt{3} \times ks \times ku \times U \times I \times \cos\varphi$$

$$P_{monof\,ásica} = n \times ks \times ku \times V \times I \times \cos\varphi$$

Donde:

- n= número de tomas=2
- cos φ=1 ya que se lo considera de carácter resistivo.
- ks= coeficiente de simultaneidad de tomas de corriente=0,55
- ku=coeficiente de utilización=0,5
- U= 380 V
- V= 220 V
- I= 15 A

$$P_{trif\,ásica} = 5429{,}97\,W \cong 5430\,W = 5{,}43\,kW$$

$$P_{monof\,ásica} = 1815\,W = 1{,}8\,kW$$

Cálculo de acometida del tablero principal al tablero seccional

Para calcular la sección del conductor que irá desde el tablero principal al tablero seccional debemos determinar la potencia eléctrica del tablero seccional del área de ultrafiltración ($P_{\text{tablero ultrafiltración}}$), para ello se realiza la sumatoria de las potencias del equipo de ultrafiltración, el sistema de iluminación y los tomas de corriente.

$$P_{tablero\ ultrafiltración} = P_{equipo} + P_{iluminación} + P_{trif\,ásica} + P_{monof\,ásica}$$

$$P_{tablero\ ultrafiltración} = 56500\,W + 1624\,W + 5430\,W + 1815\,W = 65369\,W$$

Para calcular la corriente que circulará por el conductor se tiene en cuenta que:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$$

$$I_{tablero} = \frac{65369\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}94} = 105{,}6\ A$$

Utilizando la tabla N°1 seleccionamos el conductor considerando el método C4 y teniendo en cuenta que se utilizarán conductores de cobre, se utilizarán conductores de 50 mm^2 con una corriente admisible de 125 A.

Para corroborar si la selección realizada es correcta se verifica el segundo criterio:

$$\Delta Ureal < \Delta Uteórico$$

$$\Delta Uteorico = \frac{\delta\% * V}{100} = \frac{4\% \times 380V}{100} = 15{,}2\ V$$

$$\Delta Ureal = \frac{k \times P \times l}{\sigma \times S \times U} = \frac{1 \times 65369\ W \times 60\ m}{56 \frac{m}{\Omega\ mm^2} \times 50 mm^2 \times 380V} = 3{,}68\ V$$

Por lo tanto se verifica el segundo criterio.

Red contra incendios

De acuerdo al capítulo XVIII de la ley nacional 19.587 de higiene y seguridad en el trabajo la red contra incendios comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se deben observar tanto para los ambientes como para los edificios, con el objetivo de:

- Dificultar la iniciación de incendios.
- Evitar la propagación del fuego y los efectos de los gases tóxicos.
- Asegurar la evacuación de las personas.
- Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos.
- Proveer las instalaciones de detección y extinción.

De acuerdo al artículo 176 del mismo capítulo la cantidad de matafuegos necesarios en los lugares de trabajo, se determinan según las características y áreas de los mismos, importancia del riesgo, carga de fuego, clases de fuegos involucrados y distancia a recorrer para alcanzarlos.

Las clases de fuegos se designan con las letras A-B-C y D.

- Clase A: Fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos, como ser maderas, papel, telas, gomas, plásticos y otros.
- Clase B: Fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros.
- Clase C: Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica.
- Clase D: Fuegos sobre metales combustibles, como ser el magnesio, titanio, potasio, sodio y otros.

Los matafuegos se clasifican e identifican asignándole una notación que consiste en un número seguido de una letra, los que deben estar inscriptos en el elemento con caracteres indelebles.

El número indicará la capacidad relativa de extinción para la clase de fuego identificada por la letra. Cada extintor debe ser certificado por ensayos normalizados por instituciones oficiales.

En todos los casos deberá instalarse como mínimo un matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a ser protegida. La máxima distancia a recorrer hasta el matafuego debe ser de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B.

Tipos de matafuegos

De acuerdo al agente extintor los matafuegos se dividen en los siguientes tipos:

- A base de agua: aptos para fuegos de clase A.
- A base de espuma (agua con AFFF): aptos para fuegos de clase A y B.
- A base de dióxido de carbono: se utiliza para fuegos de clase B y C.
- A base de polvos: se utiliza para fuegos de clase A, B y C, es denominado matafuego de polvo químico ABC, existe una clase de matafuego a base de polvos para la extinción de fuegos de tipo D.
- A base de compuestos halogenados (HCFC 123): se utiliza para fuegos del tipo A, B y C.
- A base de compuestos reemplazantes de los halógenos: se utilizan para fuegos de clase A, B y C.

Sistema de extinción con hidrantes

Es un sistema anti incendios basado en la utilización de agua para fuegos ya desarrollados.

Básicamente, el sistema debe contar con los siguientes elementos:

- Agua: debe ser suficiente para luchar contra el fuego. Se debe contar con un tanque donde pueda extraerse el agua para la extinción del fuego.
- Sistema impulsor: es fundamental para poder otorgar la presión requerida.

- Lanzas: son dispositivos de bronce que permiten expulsar el agua en forma concentrada o de niebla.

- Mangueras: están construidasde fibra, resistentes y flexibles para poder manipularlas. Longitud de entre 20 y 30 metros.

- Gabinetes: en ellos se colocan las mangueras de forma ordenada de manera de facilitar la manipulación, están construidos de chapa color roja y puerta de vidrio.

De acuerdo a la norma IRAM 3597 (2013) la industria láctea se encuentra dentro del grupo de actividades de Riesgo Moderado Grupo I, por lo que debe contar con un tanque de agua contra incendios de un volumen de 45 m^3, una bomba de capacidad de 60 m^3/h de manera de asegurar un tiempo de duración de la reserva de agua de 45 minutos.

Red contra incendios de la empresa

La empresa cuenta con una red de incendios compuesta por hidrantes y por matafuegos.

La empresa posee 3 hidrantes que se encuentran colocados cerca de los puntos calientes de la empresa, uno de ellos se encuentra en la parte exterior de la sala de elaboración, otro frente al depósito de insumos y sala de máquinas, empotrado en una columna y el último en la zona de recibo, esta ubicación permite abarcar dicha zona y además cubrir los laboratorios y la sala de elaboración de quesos blandos.

El problema que se presenta respecto al sistema contra incendios por medio de hidrantes es que el tanque desde el cual se debería extraer el agua para eliminar un posible incendio es el mismo que se utiliza para alimentar la planta y no posee dos conexiones diferentes.

Se sugieren dos posibles soluciones:

- Reemplazar uno de los tanques de distribución de agua, cuya capacidad actual es 40 m^3, por uno de 95 m^3 y colocar dos conexiones de agua, una en la parte superior para alimentar el agua a los sectores productivos y la otra en la parte inferior para el sistema hidrante de la red contra incendios de manera de asegurar siempre un volumen de reserva de agua de 45 m^3 en caso de ser necesaria su utilización para la extinción.

- Colocar un tanque de una capacidad de 45 m^3 que se utilice exclusivamente para el sistema de red contra incendios.

La cantidad de matafuegos se ajusta a lo establecido por la normativa, es decir, se disponen de un matafuego cada 200 metros cuadrados.

Se cuenta con matafuegos de polvo en cada sector y además matafuegos a base de compuestos halogenados en aquellos sectores donde existen equipos que poseen sistemas de control (PLC,etc.) para evitar la corrosión que ocasionan los matafuegos de polvo a los circuitos eléctricos.

En el sector donde se colocará el equipo de ultrafiltración deberá añadirse un matafuego de polvo y otro a base de compuestos halogenados.

Efluentes generados

Sólidos

- Plásticos: los bidones de cuajo, ácido nítrico, colorante, etc. se acopian y devuelven a los proveedores. Las bolsas plásticas de insumos se desnaturalizan.
- Orgánicos: restos de cuajada o pequeños granos que caen al piso se juntan, retiran y entierran para su degradación natural.
- Basura general: se acopia y retira para su deposición en el basural del Municipio de Libertador San Martín.

Líquidos

- Agua utilizada para el lavado de equipos, instalaciones y procesamiento.
- Porción de suero que se pierde en el proceso
- Permeados de los sistemas de nanofiltración y osmosis inversa.

De acuerdo con datos otorgados por la empresa por cada litro de leche procesada se utilizan de 1,5 a 3 litros de agua y por cada litro de suero tratado se utilizan entre 3 y 4 litros de agua.

El agua de lavado es el principal efluente generado.

Características del efluente líquido generado

El efluente líquido generado por la empresa presenta un caudal promedio de 700 m^3/día de acuerdo a los cálculos expresados más adelante. Dicho efluente está formado por 3 corrientes:

1. Corriente de proceso: posee agua utilizada durante el proceso y el lavado de equipos, restos sólidos como trozos de cuajada, restos de bolsas, papeles y grasa.
2. Corriente de permeado: formada por el permeado obtenido en la nanofiltración del suero y la osmosis inversa utilizada para adecuar el agua de proceso
3. Corriente pluvial: compuesta por el agua de lluvia.

De esos 700 m^3/día, aproximadamente 300 m^3/día corresponden a la corriente 1, mientras que el resto (400 m^3/día) se deben a las corrientes 2 y 3.

Cálculo de la DBO_5

Gracias a los datos otorgados por la empresa pudimos obtener el valor de la DBO_5 de la corriente que resulta al mezclar las 3 corrientes antes mencionadas.

DBO_5 de la corriente 1: 2400 mg/l

DBO_5 de las corrientes 2 y 3: 200 mg/l

Para calcular la DBO_5 resultante se emplea un balance de materia:

$$700\ {}^{m^3}/_{día} \times DBO_{5\ total} = 400\,{}^{m^3}/_{día} \times 200\ {}^{mg\ O_2}/_{l} + 300\ {}^{m^3}/_{día} \times 2400\ {}^{mg\ O_2}/_{l}$$

$$DBO_{5\ total} = 1142{,}86\ {}^{mg\ O_2}/_{l} \cong 1150\ {}^{mg\ O_2}/_{l}$$

Cálculo de la carga orgánica diaria

Se obtiene a partir del producto entre el caudal promedio y la DBO_5 total calculada:

$$Carga\ orgánica\ diaria: 700.000\,{}^{l}/_{día} \times 1150\ {}^{mg\ O_2}/_{l}$$

$$Caerga\ orgánica\ diaria: 805.000\ {}^{mg\ O_2}/_{día} = 805\ {}^{kg\ O_2}/_{día}$$

Tabla N°3. Características del efluente crudo a tratar

Característica	Valor
Caudal promedio	700 m^3/día
DBO_5	1150mg/l
Carga orgánica diaria	805 kg/día

Tratamiento de efluentes de la empresa

La empresa cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes, para tratar los residuos líquidos, que consiste en una serie de 7 lagunas: una anaeróbica, cuatro facultativas en serie y dos lagunas de maduración o terminación. Las características de las mismas se describen a continuación:

Tabla N°4. Características de lagunas.

Laguna	Área superficial (m^2)	Profundidad promedio (m)	Volumen (m^3)	Tiempo de residencia (días)
1	2.400	3,2	7.700	14
2	7.500	2,2	16500	30
3	4.900	2	9.900	18
4	6.200	1,75	10.450	19
5	5.850	1,25	7.150	13
6	3.550	2,15	7.700	14
7	3350	0,8	2.750	5

Gracias a este sistema se logra obtener un efluente con las siguientes características, de acuerdo a los datos otorgados por la empresa:

Tabla N°5. Características del efluente obtenido luego del sistema de tratamiento de lagunas.

Parámetro	Valor
Caudal (m3/día)	700
DBO_5(mg/l)	150
Carga orgánica diaria (Kg/día)	112,5
pH	7,7

El líquido obtenido se utiliza para realizar el riego por inundación alterna de 25 hectáreas de terreno propio en donde se cultivan maíz y alfalfa. La distribución del líquido se hace a través de un canal y piletón distribuidor.

El riego de esta porción de terreno ha permitido a la empresa evitar descargar el efluente en la Cañada General Racedo, que integra la cuenca del arroyo Gómez.

En el anexo 1 se puede observar nuestra propuesta de tratamiento de efluentes realizada para la cátedra de Saneamiento e Higiene Industrial, de

forma de realizar un tratamiento más completo y que se ajuste aún más a la normativa, en caso de tener que arrojar los residuos líquidos a la cañada Racedo.

CAPÍTULO X: ORGANIZACIÓN DE PLANTA

Estructura organizacional de una empresa

Todas las personas que participan en una empresa deben tener una o varias funciones específicas que cumplir y, en conjunto, sus actividades han de lograrse con armonía, de lo contrario la misión de la empresa no podrá alcanzarse.

Saber cómo está organizada la empresa y cuál es el papel a desempeñar por cada uno de los integrantes permite llegar con éxito a las metas propuestas, por ello, la organización de la estructura de la empresa, al igual que la descripción de las funciones de cada puesto son dos elementos indispensables para coordinar todo el proyecto.

El proceso de organización pasa por cinco etapas que constituyen un ciclo que se renueva en todo o por partes, pues es también una actividad dinámica, como se observa en la Figura N°1.



Figura N°1. Proceso de organización de una empresa

Fuente: http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=10&g=1&sg=1

En los niveles de combinación de tareas y de coordinación de trabajo se presentan los organigramas que, de modo gráfico muestran el orden y jerarquía dentro de la empresa.
La estructura organizacional busca repartir de manera adecuada las actividades y responsabilidades de cada trabajador, empleado o funcionario, a quienes respectivamente les corresponde un puesto, con el fin facilitar el cumplimiento del proyecto, mediante la labor en equipo y una coordinación entre ellos.

Elementos de una organización

Misión y Visión

La misión de una empresa u organización es su razón de ser, el para qué y por qué existe.

La visión de una organización es una imagen del futuro deseado por la empresa, es la guía, hacía donde o hacia que quiere llegar la empresa.

La misión de Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

"Satisfacer plenamente los requerimientos y expectativas de los clientes, mediante el aseguramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos que elaboramos.

Para ello, trabajamos en impulsar una cultura de calidad basada en los principios de honestidad, liderazgo y desarrollo del recurso humano, solidaridad, trabajo en equipo, compromiso con la mejora y seguridad de nuestras operaciones, modernización tecnológica y mejora continua de nuestros productos."

Organigrama

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura de una empresa u organización. Representa las estructuras departamentales y, en algunos casos, las personas que las dirigen hacen un esquema sobre las relaciones jerárquicas.

Tienen doble finalidad

- Desempeña un papel informativo, al permitir que los integrantes de la organización y de las personas vinculadas a ella conozcan, a nivel global, sus características generales.
- Es un instrumento para realizar análisis estructurales al poner de manifiesto las particularidades esenciales de la organización.

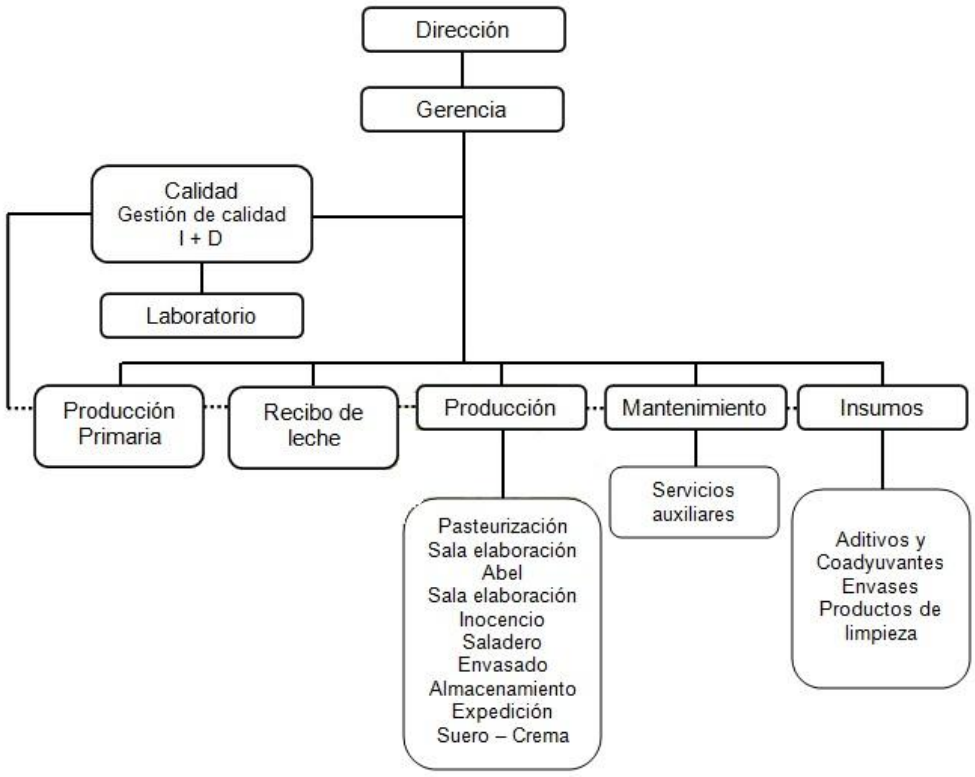


Figura N°2. Organigrama de Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

Fuente: Tonutti Productos Lácteos S.R.L.

La empresa posee una estructura del tipo formal con comunicación vertical descendiente y horizontal de izquierda a derecha y viceversa.

Si bien la toma de decisiones es centralizada, se delegan algunas de ellas.

Hay división de trabajo en distintas áreas, como puede observarse en la Figura N°2, en función de las etapas de elaboración y, a su vez, el área de producción está dividida en función de los tipos de queso a elaborar (blandos, semiduros y duros).

Descripción de los puestos de trabajo

Dirección

Está integrada por su representante legal. Sus funciones son:

- Determinar la política de la empresa, la planeación estratégica y financiera.
- Toma de decisiones más importantes.
- Realizan un seguimiento de la empresa.

Gerencia

Tiene como función la administración de la empresa, revisar las ofertas y pedidos del cliente. Además define la política de calidad y designa el responsable del aseguramiento de la calidad de los productos. También selecciona y coordina el personal responsable de la supervisión de las distintas actividades.

Calidad y Gestión de la calidad

El departamento de calidad desempeña las siguientes funciones:

- Diseñar el sistema de calidad y verificar su eficacia.

- Implementar el sistema de gestión de calidad.
- Establecer metas y objetivos de calidad anuales.
- Realizar y diseñar registros para el aseguramiento de la calidad.
- Realizar controles y asegurarse de que los registros sean completados en tiempo y forma.
- Archivar los registros de calidad y asegurar la disponibilidad de los mismos para los organismos de control.
- Actualizar y revisar los manuales de los sistemas de control de calidad.
- Capacitar al personal en lo referente a Buenas Prácticas de Manufactura.
- Organizar reuniones del equipo de calidad para resolver las problemáticas diarias presentadas en planta y proponer mejoras.
- Liberar productos para su venta, cuando logren pasar los sistemas de control de calidad y seguridad alimentaria.

Jefe de producción

Los responsables de producción se desempeñan en las distintas etapas de elaboración y tienen como función:

- Planificar la producción de cada día de acuerdo a la materia prima que ingresa.
- Coordinar y controlar actividades.
- Designa el personal responsable de la ejecución y supervisión de las diferentes actividades desarrolladas en la empresa, relacionadas con la producción.
- Controlar procesos de producción, verificando que se realicen en las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas y en el tiempo esperado.
- Establecer acciones de mejora para obtener productos de mejor calidad.

Supervisor de producción

El supervisor de producción asiste al jefe de producción en el cumplimiento de los planes de producción estipulados. Apoya al personal de los distintos sectores, distribuyendo las actividades realizadas.

Encargado de producción primaria

La persona ubicada en este puesto realiza el seguimiento de tambos, capacitando al personal de los establecimientos en la obtención de una materia prima de calidad y sugiriendo mejoras en sus procesos de producción. Capacita transportistas en lo referente a obtención y conservación de muestras, transporte seguro y en las condiciones adecuadas hacia la planta de elaboración. Además el encargado de producción participa en las actividades desarrolladas en el recibo de leche.

Laboratorista

- Realiza los análisis microbiológicos y fisicoquímicos designados sobre materias primas y productos terminados.
- Informa los resultados obtenidos y participa, aportando su análisis, en el proceso de decisión vinculado a esto.

Responsables de mantenimiento

Los responsables de mantenimiento deben cumplir con las siguientes funciones:

- Realizar mantenimiento de la planta y los equipos.
- Solucionar problemas referentes a maquinarias.
- Prevenir posibles problemas y establecer acciones de mejora.
- Mantener un control de stock de repuestos actualizado, evitando la compra en exceso y la falta de elementos.

Operarios

- Realizan las tareas asignadas de acuerdo a las instrucciones recibidas, basadas en las prácticas higiénicas, para obtener alimentos inocuos y de calidad.

Organización del personal

La planta de elaboración cuenta con alrededor de 70 empleados. De estos 70 operarios solo 8 intervienen en un turno de 8 horas de elaboración de quesos de pasta blanda (cremoso). Este grupo de operarios se compone del responsable del recibo de materia prima (leche), del encargado de la sala de pasteurización, de un quesero (el cual se encarga del manejo de las tinas), de dos operarios que se encargar del moldeo y desmolde de los quesos, de dos operarios más, responsables de llevar a cabo las actividades en el saladero y de un último el cual lleva a cabo la limpieza de toda la sala de elaboración y saladero. Salvo los tres primeros operarios nombrados, el personal cada semana de trabajo rota en sus posiciones con el fin de afianzar el trabajo en grupo y el compromiso y así optimizar cada vez más el proceso. Además hay dos personas que realizan las tareas de mantenimiento y reposición de sumo, un jefe y un supervisor de producción y una analista de calidad. Como se ha dicho en capítulos anteriores en una primer instancia solo se reemplazara parte de la producción de queso cremoso tradicional por queso cremoso a partir de leche concentrada por lo que el número de operarios no se verá alterado ni sus funciones.

CAPÍTULO XI: PRESUPUESTOS DE INVERSIÓN

Presupuestos de inversión

En el presente capítulo se realizará el presupuesto de la inversión que deberá realizarse para llevar a cabo el proyecto.

Inversión refiere a todos los desembolsos que se efectúan para la adquisición de los medios productivos que permiten implementar una unidad de producción.La inversión está compuesta por activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo y la suma de estos se considera como capital total de inversión.

Los activos fijos son el conjunto de bienes tangibles que no son objeto de transacciones y que en la mayoría de los casos no cambian de forma física a lo largo del ciclo productivo. Por lo tanto son bienes duraderos indispensables por las empresas para producir bienes y servicios. Se llama fijo porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él, pues se ocasionarían problemas en su funcionamiento. Las inversiones en activo fijo son aquéllas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Se utilizan hasta su extinción por agotamiento, obsolescencia o liquidación final.

Ejemplos de Activo Fijo:

- Terrenos
- Edificios
- Equipo
- Mobiliario
- Vehículos
- Herramientas

Las inversiones en activos diferidosno forman parte del proceso productivo pero que son necesaria para poner a punto el proyecto, son aquellas que deben realizarse para adquirir derechos o servicios imprescindibles para la puesta en marcha y el funcionamiento del proyecto, como por ej.:

- Estudios técnicos, jurídicos, ambientales, proyectos e investigaciones.
- Dirección de obras.
- Instalación de equipos, cañerías y redes eléctricas
- Gastos de organización.
- Pruebas y puesta en marcha.
- Capacitación del personal.
- Imprevistos.
- Uso de marcas y/o patentes.

El capital de trabajo se considera como aquellosrecursos financieros con los que se debe contar para que el proyecto empiece a operar. Para ello la empresa requiere de recursos para cubrir necesidades de insumos, materia prima, mano de obra, reposición de activos fijos, etc. Estos recursos deben estar disponibles a corto plazo para cubrir las necesidades de la empresa a tiempo.

Activos fijos

1. Terreno: como el terreno es propiedad de la empresa no se considera como inversión
2. Maquinarias: la compra del equipo de ultrafiltración supone una inversión total de aproximadamente U$S 330.000, considerando que cada dólar vale $15,35 argentinos, entonces la inversión sería de aprox. $ 5.065.500.
3. Obras civiles: para realizar la instalación del equipo de ultrafiltración habrá que adecuar el sector que está destinado para tal fin, se ha consultado con el arquitecto de la empresa el valor del metro cuadrado

de construcción civil, incluyendo honorarios, para adecuar el sector de acuerdo a lo requerido por la normativa, siendo un valor de $20.000 por metro cuadrado, si la sala posee una superficie de 44 metros cuadrados, entonces la inversión en obras civiles es de $ 880.000.

4. Instalaciones auxiliares: en este ítem se considera la compra del cuadro de reducción de vapor, la instalación de agua, vapor, electricidad y los insumos y equipamiento que requiere la instalación. El costo de las mismas se estima en un 5% del valor del equipo de ultrafiltración, es decir $253.275, a este valor hay que sumarle el costo de la compra de un matafuego de polvo ($3.000) y otro a base de compuestos halogenados ($10.000).

Tabla N°1. Resumen de inversión en activos fijos.

Tipo de gasto de inversión	Importe($)
Maquinarias	5.065.500
Obras civiles	880.000
Instalaciones auxiliares	266.275
Total	**6.211.775**

Activos diferidos

1. Gastos de puesta en marcha: en este punto se considera los gastos que implica la puesta a punto del equipo y las diversas pruebas a realizar antes de lanzar el producto. Se considera del 3% del valor el equipo, es decir $151.965.
2. Imprevistos: se calculan como el 10% de la inversión en activos fijos considerada anteriormente, es decir el 10% de la suma de la inversión de obras civiles, maquinarias e instalaciones auxiliares, por lo tanto es de $621.177.
3. Dirección de obras civiles: se ha considerado anteriormente.
4. Instalaciones de servicios auxiliares: se ha considerado en conjunto con los insumos y equipamiento necesario en los activos fijos.

Tabla N°2. Resumen de inversión en activos diferidos

Tipo de gasto de inversión	Importe ($)
Puesta en marcha	151.965
Imprevistos	621.177
Total	773.142,50

Capital de trabajo

Dentro de este tipo de inversión podrían incluirse mano de obra, costos de servicios, gastos de distribución y mano de obra pero, en el caso de los dos primeros, ya están incluidos en el capital de trabajo que maneja la empresa y el incremento es poco significativo; respecto de los dos últimos, no representan incrementos y ya están considerados.

CAPÍTULO XII: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE INVERSIÓN

Evaluación de proyectos

El rol de la evaluación de proyectos es optimizar la asignación de recursos disponibles mediante la selección de aquellos proyectos que generen mayor valor, en otras palabras, los proyectos que desea realizar una empresa deben evaluarse para determinar si cada proyecto propuesto es viable o no y si va a generar pérdidas o ganancias.

Para establecer si el proyecto es viable o no se hace un estudio de factibilidad de inversión donde se incluye:

- Comparación entre caso actual y el nuevo caso propuesto: costos.
- Determinación de inversión en activos fijos y diferidos
- Determinación del precio de venta.
- Ingresos, costo de mercadería vendida y análisis mediante TIR y VAN.
- Período de repago.
- Financiamiento, TIRF.
- Determinación del punto de equilibrio en unidades y en pesos.
- Análisis de sensibilidad de TIR y período de repago.

Cabe destacar que en esta evaluación no se tendrá en cuenta la inflación en años futuros.

Comparación entre caso actual y el nuevo caso propuesto: costos

En esta sección se comparan los costos del caso actual de la empresa y el caso nuevo, en donde se utiliza leche concentrada por ultrafiltración para la elaboración de queso cremoso.

Materias primas e insumos

En ambos casos se utilizan los mismos insumos y materias primas, en cantidad y tipo, por lo tanto los costos son los mismos.

Tabla N°1. Costos de materias primas e insumos caso actual y nuevo.

Materias Primas e Insumos			
Material	**Cantidad/mes**	**Precio Unitario**	**Costo/mes**
Leche	1.300.000	$ 4,50	$ 5.850.000
Fermento	390	$ 140,00	$ 54.600
Coagulante	18	$ 1.420,00	$ 24.921
Bolsa	40.625	$ 6,18	$ 251.188
Cajas	10.156	$ 8,17	$ 82.951
Total			$ 6.263.660
Costo anual materias primas e insumos			**$ 75.163.927**

Servicios auxiliares

Respecto a los servicios auxiliares en el caso actual el costo de los mismos es mayor respecto del caso nuevo debido a que en este último se utiliza aproximadamente la mitad de tiempo para producir la misma cantidad de quesos.

Tabla N°2. Costos servicios auxiliares de caso actual

Servicios auxiliares caso actual	
Calculo costo mensual energía eléctrica línea queso cremoso	$ 190.849,60
Calculo costo mensual gas línea queso cremoso	$ 159.280,00
Calculo costo mensual agua línea queso cremoso	$ 3.750,00
Costo mensual total servicios auxiliares	$ 353.879,60
Costo anual servicios auxiliares	**$ 4.246.555,20**

Tabla N°3. Costo servicios auxiliares caso nuevo

Calculo costo total servicios auxiliares de linea de queso cremoso elaborado a partir de leche concentrada por UF					
Equipo	**Potencia (kW)**	**Hs. de funcionamiento**	**kWh**	**kw por mes**	**Costo mensual**
Ultrafiltración	56,5	4	226	4520	$ 4.339,20
Iluminación	1,62	4	6,48	129,6	$ 124,42
Hidrolavadora	2,2	2	4,4	88	$ 84,48
Bomba portátil	5	2	10	200	$ 192,00
Ilum. exterior	1	8	8	160	$ 153,60
Total				5097,6	$ 4.893,70
Costo anual energía eléctrica zona ultrafiltración					**$58.724,35**
Costo mensual de agua ultrafiltración					$ 375,00
Costo anual agua zona de ultrafiltración					**$ 4.500,00**
Calculo costo mensual energía eléctrica línea convencional de queso cremoso					$ 95.424,80
Calculo costo mensual gas línea convencional de queso cremoso					$ 79.640,00
Calculo costo mensual agua línea convencional de queso cremoso					$ 1.875,00
Costo mensual total servicios auxiliares línea convencional					$ 176.939,80
Costo total servicios caso nuevo					**$2.186.501,95**

Mano de obra: caso actual

Actualmente en la línea de queso cremoso se desempeñan 7 operarios con un salario de aprox. $17.000 cada uno, los cuales trabajan 8 horas al día. Sabiendo esto, se pudieron calcular las horas trabajadas al año y con ello la productividad laboral, el salario por hora y por kg de queso.

Tabla N°4. Mano de obra queso caso actual

Productividad laboral (kg de queso /hora)	
Cantidad de queso producida por año (kg)	1.950.000
Horas trabajadas por año	13.440
Productividad laboral	145
Salario anual (7 operarios)	$ 1.428.000
Salario/hora	$ 106,25
Salario/kg de queso	$ 0,73

Mano de obra: caso nuevo

Para el nuevo caso donde se agrega el equipo de ultrafiltración a la línea de elaboración de queso cremoso se calcula la productividad laboral teniendo en cuenta que en la línea se desempeña un operario más que en el caso actual. Estos 8 operarios trabajan una jornada diaria de aproximadamente 4 horas para elaborar la misma cantidad de quesos que en el caso actual. Además sabiendo el salario/hora del caso actual, se pudo determinar el salario total de los 8 operarios en este nuevo proyecto.

Tabla N°5. Mano de obra de proyecto.

Productividad laboral (kg de queso /hora)	
Cantidad de queso producida por año (kg)	1.950.000
Horas trabajadas por año	7.680,00
Productividad laboral	254
Salario/hora	$ 106,25
Salario anual (8 operarios)	$ 816.000,000
Salario/kg de queso	$ 0,42

De esta manera se puede observar como la productividad laboral aumenta respecto del caso actual y a pesar de que se añade un nuevo operario el costo de mano de obra con la adición del nuevo equipo es menor que el costo que representan 7 operarios actualmente.

Inversión en activos fijos y diferidos

Como se ha dicho en el capítulo anterior, la inversión está compuesta por activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo y la suma de estos se considera como capital total de inversión. A continuación se detalla cómo están compuestos cada uno de los tipos de inversión:

Tabla N°6. Inversión en activos fijos.

Activos Fijos			
Concepto	**Importe**	**Vida Útil**	**Amortización**
Maquinaria	$ 5.065.500	10	$ 506.550
Instalaciones Auxiliares	$ 266.275	15	$ 17.751,67
Obra Físicas	$ 880.000	20	$ 44.000
Total	**$ 6.211.775**		**$ 568.301,67**

Tabla N°7. Inversión en activos diferidos

Activos diferidos	
Concepto	**Importe**
Puesta en marcha	$ 151.965,00
Imprevistos	$ 621.177,50
Total	**$ 773.142,50**

Por lo tanto las inversiones en activos fijos y diferidos supone un valor de: **$6.984.917,50**

Precio de venta

El precio de venta, gracias a datos otorgados por la empresa, es de $ 57,30 por kilogramo de producto.

Caso actual: ingresos y costo de mercadería vendida.

Ingresos

Para calcular los ingresos por las ventas del producto se realiza el producto entre la cantidad producida anualmente y el precio por kg.

Costo de mercadería vendida

Incluye los costos para la elaboración del producto. También se observan:

- Resultado antes de impuesto: representa la diferencia entre los ingresos y costos.
- Impuesto a las ganancias: para el cual se considera un 35% del resultado antes de impuesto.
- Resultado después de impuesto: permite conocer las ganancias, teniendo en cuenta el impuesto a abonar.

Tabla N°8. Ingresos, costo de mercadería vendida y resultados operativos de la actualidad de la empresa.

Ingresos										
Producción (kg)										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad Producida	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00
Precio										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio por kg	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30
Ingreso total										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad de ingresos por ventas	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00
Costo mercadería vendida										
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Materias primas e insumos	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31
Mano de obra	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00	$ 1.428.000,00
Servicios auxiliares	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20	$ 4.246.555,20
Total	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51	$ 80.838.482,51
Resultado operativo antes de impuesto	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49	$ 30.896.517,49
Impuesto a las ganancias	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12	$ 10.813.781,12
Resultado despues de impuesto	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37	$ 20.082.736,37

Caso nuevo: ingresos, costo mercadería vendida y análisis mediante TIR y VAN

Ingresos

Para calcular los ingresos por las ventas del producto se realiza el producto entre la cantidad producida anualmente y el precio por kg. Otro ingreso es la venta de las maquinarias y obras físicas a un valor del 30% y 35% de su valor original, respectivamente, en el último año del proyecto (año 10).

Costo de mercadería vendida

Incluye los costos para la elaboración del producto, amortizaciones e intereses del crédito. También se observan:

- Resultado antes de impuesto: representa la diferencia entre los ingresos y costos.
- Impuesto a las ganancias: para el cual se considera un 35% del resultado antes de impuesto.
- Resultado después de impuesto: permite conocer las ganancias, teniendo en cuenta el impuesto a abonar.
- Resultado caso nuevo – Resultado caso actual: representa la diferencia entre el resultado después de impuesto del caso nuevo y del caso actual, el cual se detalló anteriormente. Esta diferencia muestra la ganancia adicional que genera el proyecto con el agregado del nuevo equipo.
- Inversiones físicas: se colocan en el año cero, el cual representa el hoy, porque es con lo que se debe contar para comenzar el proyecto.
- Tasa interna de retorno (TIR) y valor actual neto (VAN)

Tabla N°9. Ingresos, costo de mercadería vendida, resultados operativos y análisis mediante TIR y VAN del nuevo caso.

Ingresos											
Producción (kg)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad Producida		1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00	1.950.000,00
Precio											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio por kg		$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30
Ingreso total											
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta Bienes											
Obra física											$ 308.000,00
Maquinarias											$ 1.519.650,00
Ingresos por venta		**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**
Total		**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 111.735.000,00**	**$ 113.562.650,00**
Costo mercadería vendida											
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Materias primas e insumos		$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31	$ 75.163.927,31
Mano de obra		$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00	$ 816.000,00
Servicios auxiliares		$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95	$ 2.186.501,95
Amortizaciones		$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67
Intereses crédito		$ 915.191,64	$ 713.681,55	$ 512.171,47	$ 310.661,38	$ 109.151,30					
Total		**$ 79.649.922,57**	**$ 79.448.412,48**	**$ 79.246.902,40**	**$ 79.045.392,31**	**$ 78.843.882,23**	**$ 78.734.730,93**	**$ 78.734.730,93**	**$ 78.734.730,93**	**$ 78.734.730,93**	**$ 78.734.730,93**
Resultado operativo antes de impuesto		**$ 32.085.077,43**	**$ 32.286.587,52**	**$ 32.488.097,60**	**$ 32.689.607,69**	**$ 32.891.117,77**	**$ 33.000.269,07**	**$ 33.000.269,07**	**$ 33.000.269,07**	**$ 33.000.269,07**	**$ 34.827.919,07**
Impuesto a las ganancias		$ 11.229.777,10	$ 11.300.305,63	$ 11.370.834,16	$ 11.441.362,69	$ 11.511.891,22	$ 11.550.094,17	$ 11.550.094,17	$ 11.550.094,17	$ 11.550.094,17	$ 12.189.771,67
Resultado operativo despues de impuesto		$ 20.855.300,33	$ 20.986.281,88	$ 21.117.263,44	$ 21.248.245,00	$ 21.379.226,55	$ 21.450.174,89	$ 21.450.174,89	$ 21.450.174,89	$ 21.450.174,89	$ 22.638.147,39
Res. Caso nuevo - Res. Caso actual		**$ 772.563,96**	**$ 903.545,52**	**$ 1.034.527,07**	**$ 1.165.508,63**	**$ 1.296.490,19**	**$ 1.367.438,53**	**$ 1.367.438,53**	**$ 1.367.438,53**	**$ 1.367.438,53**	**$ 2.555.411,03**
Inversiones											
Inversiones físicas	-$ 6.984.917,50										
Amortizaciones		$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67
Intereses crédito (65%)		$ 594.874,57	$ 463.893,01	$ 332.911,45	$ 201.929,90	$ 70.948,34					
Flujo neto	**-$ 6.984.917,50**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 1.935.740,19**	**$ 3.123.712,69**
TIR	**25%**										
Tasa VAN	**24,6%**										
VAN	**$ 137.605,17**										

Como puede observarse en la tabla N° 9 la TIR presenta un valor de 25%, lo que representa que con el proyecto se cubre la inversión realizada y se gana anualmente un 25% sobre lo invertido.

Respecto a la VAN, se elije una tasa del 24,6% y se obtiene un resultado de $ 137.605, 17 lo que indica que con el proyecto se tiene una ganancia de $ 137.605,17 frente a la posible inversión alternativa.

Período de repago

Permite conocer en qué tiempo recupero la inversión realizada.

Tabla N°10. Período de repago.

Período de repago										
Flujo actualizado	-$ 6.984.917,50	$ 1.640.457,79	$ 1.390.218,47	$ 1.178.151,24	$ 998.433,26	$ 846.129,88	$ 717.059,22	$ 607.677,30	$ 514.980,77	$ 436.424,38	$ 596.830,50
Flujo acumulado	-$ 6.984.917,50	-$ 5.344.459,71	-$ 3.954.241,24	-$ 2.776.090,00	-$ 1.777.656,74	-$ 931.526,86	-$ 214.467,64	$ 393.209,66	$ 908.190,43	$ 1.344.614,81	$ 1.941.445,31

Como puede observarse en la tabla N° 10 en el séptimo año del proyecto se logra recuperar la inversión realizada.

Financiamiento y TIRF

Para el financiamiento del proyecto se supone que la empresa solicita un crédito al Banco de la Nación Argentina por el 75% las inversiones en activos fijos y diferidos por un valor de $5.238.688 en un plazo de 5 años con una tasa del 19,5% utilizando sistema alemán.

Tabla N°11. Financiamiento.

Financiamiento											
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Prestamo	$ 5.238.688,13										
Cuota Prestamo		-$ 1.962.929,26	-$ 1.761.419,18	-$ 1.559.909,09	-$ 1.358.399,01	-$ 1.156.888,92					
Flujo Neto	-$ 1.746.229,38	-$ 27.189,07	$ 174.321,02	$ 375.831,10	$ 577.341,19	$ 778.851,27	$ 1.935.740,19	$ 1.935.740,19	$ 1.935.740,19	$ 1.935.740,19	$ 3.123.712,69
TIRF	33%										
Aum de la Rentab por Financiación	30,83%										

En la tabla N°11 puede observarse la tasa interna de retorno por financiamiento (TIRF) con un valor de 33% lo que indica que con la financiación del proyecto se cubre la inversión realizada y se gana un 33% anualmente. También se puede observar que con la financiación la rentabilidad del proyecto aumenta en un 30,83%.

Punto de equilibrio en pesos y en unidades

El punto de equilibrio indica el mínimo que debe vender una empresa de su producto, en pesos o unidades, para cubrir la totalidad de los costos.

Tabla N°12. Punto de equilibrio en pesos.

Punto de equilibrio en pesos										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso por ventas	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00	$ 111.735.000,00
Costos variables	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26	$ 78.166.429,26
Contribución marginal	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74	$ 33.568.570,74
Costos fijos	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67	$ 568.301,67
Resultado	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07	$ 33.000.269,07
Punto de equilibrio en pesos	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**	**$ 1.891.626,17**

Como puede observarse en la tabla N°12 para cubrir los costos se deben vender $ 1.891.626,17 durante los 10 años proyectados.

Tabla N°13. Punto de equilibrio en unidades.

Punto de equilibrio por kg de queso										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso por ventas	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30	$ 57,30
Costos variables	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09	$ 40,09
Contribución marginal	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21	$ 17,21
Punto de equilibrio por kg de queso	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**	**33.012,67**

De acuerdo a los resultados obtenidos, para cubrir la totalidad de los costos se deben vender 33.012,67 kg durante los 10 años proyectados.

Análisis de sensibilidad

En el análisis de sensibilidad se busca determinar cuan sensible es cierto parámetro a los posibles cambios ocurridos en el proyecto. En este caso se observará cuan sensibles son la TIR y el período de repago a los aumentos de la producción del 10%, 25%, 50% y 100%.

Análisis de sensibilidad de TIR

Tabla Nº 14. Análisis de sensibilidad de TIR

Análisis de sensibilidad			
Aumento de producción	**TIR original**	**TIR al producirse el aumento**	**% de variación de TIR**
10% (2.145.000 kg)	25%	**58%**	132,00%
25 % (2.437.500 kg)	25%	**106%**	324,00%
50% (2.925.000 kg)	25%	**184%**	636,00%
100% (3.900.000 kg)	25%	**340%**	1260,00%

Al observar la tabla nº 14 se puede decir que la tasa interna de retorno es bastante sensible al aumento de la producción variando 132%, 324%, 636% y 1260% cuando la producción aumenta en un 10%, 25%, 50% y 100% respectivamente. Con los resultados obtenidos en este análisis podemos decir que con un aumento de sólo el 10% de la producción la TIR se duplica, con lo cual se cubre la inversión realizada y se gana el doble de lo que exige el capital.

Por lo cual, si bien la TIR original es pequeña (25%) con un pequeño aumento de la producción se podría mejorar la factibilidad del proyecto.

Análisis de sensibilidad de período de repago

Tabla N°15. Análisis de sensibilidad de período de repago

Análisis de sensibilidad		
Aumento de producción	**Período de repago original**	**Período de repago al producirse el aumento**
10% (2.145.000 kg)	Año 7	**Año 3**
25 % (2.437.500 kg)	Año7	**Año 2**
50% (2.925.000 kg)	Año 7	**Año 1**
100% (3.900.000 kg)	Año 7	**Año 1**

Con este análisis de sensibilidad se puede observar que con sólo aumentar un 10% la producción se logra recuperar la inversión realizada en 3 años, frente a los 7 años en los que recién se recupera la inversión realizada con la producción actual. La situación es aún más favorable al aumentar la producción en un 25%, 50% y 100%.

Conclusiones

Para el proyecto presentado se seleccionó un equipo de ultrafiltración de origen español que se adecua a la escala de producción de la línea existente en la empresa Tonutti Productos Lácteos S.R.L., a pesar de ello podría seleccionarse un equipo de características similares de otro origen, debido a que en el mercado existen diversas empresas que fabrican este tipo de maquinarias; de manera que no se descarta que, de hacerse efectivo el proyecto, se eligiera un equipo de una empresa diferente.

Desde el punto de vista técnico, de acuerdo a los balances de materia realizados, se pudo observar que al añadir un equipo de ultrafiltración a la línea de queso cremoso existente se puede disminuir el tiempo de elaboración respecto de un proceso convencional y además aumentar la escala de producción con sólo añadir un equipo. Debe tenerse en cuenta que la empresa posee disponible un espacio determinado para la colocación del nuevo equipo.

Como la empresa posee canales de comercialización establecidos hace más fácil el ingreso al mercado del producto, en comparación con una empresa que deba establecer sus canales.

Gracias al análisis económico y financiero realizado se pudo comparar la situación actual y la que se tendría al añadir el nuevo equipo, donde se obtuvieron valores de tasa de interna de retorno de 25% y un valor actual neto de aprox. 137.605 pesos, entonces desde este punto de vista, si bien los parámetros TIR y VAN dieron valores pequeños, indicando una ganancia no muy elevada con la modificación, se observó que al realizar un análisis de sensibilidad del parámetro TIR con sólo aumentar un 10% la producción ésta se elevaba de 25% a 58% y la situación mejoraba aún más al aumentar la producción en un 25%, 50% y 100%. Si bien el aumento de la producción representa la necesidad de que haya una mayor demanda del producto y

esto supondría una mayor cantidad de leche disponible para procesar, lo cual es un factor limitante ya que la empresa dispone una cierta cantidad de leche por día y por lo tanto habría que producir menos cantidad de otra clase de quesos para aumentar la producción, o bien, instalar tambos nuevos lo que daría lugar a nuevos puestos de trabajo. Pero como el equipo de ultrafiltración puede utilizarse en otra de las líneas de quesos de la empresa, otra alternativa es que podría utilizarse para más de una línea de producción y así ahorrar en mano de obra, servicios y tiempo en más de una línea.

Los balances de materia y el análisis financiero permiten determinar que la realización del proyecto es factible, tanto técnica como económicamente, solo si se aumenta la producción en la línea de blandos o se adapta el equipo para utilizarlo también en otras líneas de producción de la planta.

Bibliografía

ANMAT (s. f.). Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII. Alimentos Lácteos.

Balances de materia en proceso de elaboración de queso (2012). Recuperado el 6 de abril de 2016 de http://es.slideshare.net/chammhy/ejercicio-de-queso-rendimiento

Cajas y gabinetes para tableros eléctricos (s.f.). Recuperado el 24 de septiembre de 2016 de http://www.radiolux.com.ar/pdf_marcas/forli.pdf

Cálculo de instalaciones de alumbrado (s.f.). Recuperado el 24 de septiembre de 2016 de http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html

Casp Vanaclocha, A. y Abril Requena, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos* (2da. Edición). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Chacon- Villalobos, A (2006). Tecnologías de membrana en la agroindustria láctea. *Revista Agronomía Mesoamericana, 17* (2), pp. 243-246. Recuperado el 21 de marzo de 2016 de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n02_243.pdf.

Dalla Costa, C.A. (2015). *Rendimiento quesero teórico y real de la leche de la cuenca de Villa María, Córdoba* (Tesis de maestría). Universidad Católica de Córdoba, Córdoba. Recuperado el 8 de abril de 2016 de http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/665/1/Tesis_RQ_Final_CDC_15_IMPRIMIR.pdf

Diez lácteas se quedan con el 71% del mercado en la Argentina (20 de marzo de 2013). *El Cronista*. Recuperado el 15 de marzo de 2016 de http://www.cronista.com/negocios/Diez-lacteas-se-quedan-con-el-71-del-mercado-en-la-Argentina-20130320-0044.html

Diseño eléctrico (s.f.). Recuperado el 24 de septiembre de 2016 de http://cipriangarciamarqueziluminacion.bligoo.cl/media/users/19/955309/files/327144/EJERCICIOS_CALCULO_DE_ILUMINACION.pdf

Elaboración de queso: factores que disminuyen el rendimiento y como evitarlos (s.f.). Recuperado el 6 de abril de 2016 de http://www.portalechero.com/innovaportal/v/701/1/innova.front/elaboracion-de-quesos:-factores-que-disminuyen-el-rendimiento-y-como-evitarlos--.html?page=3

Escobar, D. (s.f.). *Caseína y el rendimiento quesero.* Recuperado el 8 de abril de 2016 de http://www.fvet.edu.uy/sites/default/files//cytleche/LA%20CASEINA%20Y%20EL%20RENDIMIENTO%20QUESERO%20D.%20Escobar_1.pdf

Grupo SETA (2016). *SETALACT Ultrafiltración*.

Gutiérrez, H. (2013). Obtención de derivados lácteos por ultrafiltración. Revista Alimentaria, *2009* (440), pp. 51-54. Recuperado el 20 de abril de 2016 de http://www.gruposeta.com/imagenes/pdf/articulo-revista-alimentaria-201302.pdf

Industria Láctea (s.f.). Recuperado el 15 de marzo de 2016 de http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/19-produccion_aacrea.pdf

Jorvic S.A. (s.f.). *Moldeadora de blandos.* Recuperado el 21 de abril de 2016 de http://jorvicsa.com/Productos%20-%20MOLDEADORA%20DE%20BLANDOS.html

La Argentina, el mayor consumidor de queso de Latinoamérica (8 de mayo de 2014). *Diario Perfil.* Recuperado el 14 de marzo de 2016 de http://supercampo.perfil.com/2014/05/la-argentina-el-mayor-consumidor-de-queso-de-latinoamerica/

Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo (1972). Recuperado el 20 de septiembre de 2016 de http://informacionpresupuestaria.siu.edu.ar/DocumentosSPU/Decreto_351.pdf

OSRAM (s.f.). *Lámparas fluorescentes*. Recuperado el 24 de septiembre de 2016 de http://www.osram.es/osram_es/productos/lamparas/lamparas-fluorescentes/lamparas-fluorescentes-t8/lumilux-t8/index.jsp

pH OSVER (s.f.). *ULTRAFILTRACIÓN para la elaboración de queso*. Recuperado el 8 de abril de 2016 de http://www.portalechero.com/innovaportal/file/4698/1/2-ultrafiltracion-para-fabricacion-de-queso.pdf

Plásticos Rafaela (s.f.). *No hay queso sin molde.* Recuperado el 21 de abril de 2016 de http://www.plasticosrafaela.com/moldes.php

PWC Argentina Research & Knowledge Center (s.f.). *Análisis sectorial Nº 3: Industria Láctea*. Recuperado el 15 de marzo de 2016 de https://www.pwc.com.ar/es/agribusiness/publicaciones/assets/analisis-sectorial-no-3-industria-lactea.pdf

REDA (s.f.). *Descremadoras*. Recuperado el 21 de abril de 2016 de http://www.redaspa.com/es/sectores/leche-y-derivados/separacion/descremadoras/

Schaller, A (2009). Quesos. *Revista Alimentos Argentinos, 2009* (46), pp. 30-37. Recuperado el 14 de marzo de 2016 de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/46/cadenas/r46_06_Quesos.pdf

Simes S.A. (s.f.). *Bombas centrífugas inoxidables sanitarias.* Recuperado el 21 de abril de 2016 de http://www.simes-sa.com.ar/espanol/productos/bombas_centrifugas/bombas_centrifugas_inoxidables_sanitarias_1.html

Simes S.A. (s.f.). *Bomba centrífuga de rodete helicoidal.* Recuperado el 21 de abril de 2016 de http://www.simes-sa.com.ar/espanol/productos/bombas_centrifugas/bomba_centrifuga_inoxidable_de_rodete_helicoidal.html

Spirax Sarco (s.f.). *Instalación válvula reguladora de presión*. Recuperado el 20 de septiembre de 2016 de http://www.spiraxsarco.com/global/cl/Products/Documents/Instalaci%C3%B3n_V%C3%A1lvula_Reguladora_de_Presi%C3%B3n_serie_25-Hoja_T%C3%A9cnica.pdf

Tambos en la provincia de Entre Ríos (s.f.). Recuperado el 15 de marzo de 2016 de http://www.entreriostotal.com.ar/agropecuaria/lacteo/tambos.htm

Tipo de matafuegos (s.f.). Recuperado el 20 de septiembre de 2016 de http://www.extintoresmelisam.com.ar/categoria.php?id=497

Tipo y clasificación de los extintores (s.f.). Recuperado el 20 de septiembre de 2016 de http://www.misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores

Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (2015). La cita y la referencia bibliográfica. Recuperado el 3 de noviembre de 2016 de http://www.uces.edu.ar/biblioteca/Citas_bibliograficas-APA-2015.pdf

Universidad de Córdoba (s.f.). *Calidad de la leche*. Recuperado el 8 de abril de 2016 de http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/02_17_37_10a._leche.pdf

Williner S.A. (s.f.). *Orígenes del queso*. Recuperado el 14 de marzo de 2016 de http://www.quesosilolay.com.ar/pdf/origenesdelqueso.pdf

ANEXO 1: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

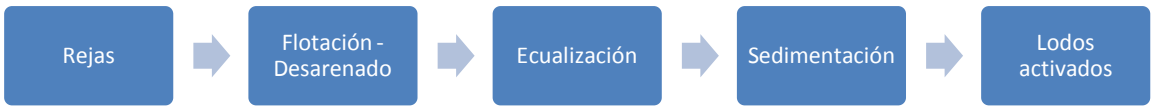
Diseño de tratamiento de efluentes

En una planta de tratamiento de aguas residuales se combinan procesos físicos, químicos y biológicos para concentrar y transformar lo contaminantes con el fin de reducirlos o eliminarlos, de modo que el agua se devuelva al receptor con mínima alteración.

Etapas de un tratamiento convencional

- Pre-tratamiento
- Tratamiento Primario
- Tratamiento Secundario
- Tratamiento Avanzado o Terciario
- Desinfección
- Tratamiento de Lodos

Se propone el siguiente esquema de tratamiento para el efluente generado por la empresa Lácteos Tonutti S.R.L.:



Pre-tratamiento

Desbaste: rejas

Las rejas consisten en un conjunto de barras metálicas, paralelas, de sección regular y con la misma separación entre ellas. Colocadas en un canal de hormigón situadas transversalmente al flujo, para que el agua residual pase a través de ellas.

Se puede decir que su uso está muy generalizado y que es la primera operación que se realiza en todas las plantas depuradoras urbanas e industriales. El objetivo fundamental de estas rejas es la eliminación de todos los sólidos en suspensión de tamaño superior a la separación entre barrotes(luz) con el fin de evitar obstrucciones en líneas o posibles problemas de tipo mecánico.

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 demasiado elevada daría lugar a una menor retención de los sólidos a eliminadas por las turbulencias generadas. Sin embargo una velocidad demasiado lenta provocaría decantaciones de arenas y otros sólidos en suspensión de densidad elevada. La velocidad del agua en el mismo deberá ser superior a 0,3 m/s.

Condiciones:

- Caudal máximo ($Q_{máx}$):60,18 m^3/h=0,017 m^3/s
- La altura del líquido aguas arriba de la reja no debe sobrepasar los 40 cm, entonces h=40 cm=0,4 m.
- Separación entre barrotes(S_1)=25 mm=0,025 m
- Espesor de barrotes (e)=1 cm=0,01 m.
- Velocidad de aproximación del fluido hacia la reja (v)= 0,3 m/s

- Velocidad a través de la rejilla limpia (v_1)=0,9 m/s
- Área de flujo para la reja limpia (A_1): 0,18 m^2
- Área de flujo para la reja 50% obstruida: 0,09 m^2

Superficie libre de la reja (S)

Se calcula a partir de la relación entre el caudal máximo y la velocidad de aproximación

$$S = \frac{Q_{máx}}{v} = \frac{0{,}017\ {}^{m^3}/_{s}}{0{,}3\ {}^{m}/_{s}} = 0{,}056\ m^2$$

Ancho libre de la reja (b)

$$b = \frac{S}{h} = \frac{0{,}056\ m^2}{0{,}4\ m} = 0{,}14\ m$$

Número de barrotes (nb)

$$n_b = \frac{b}{s_1} = \frac{0{,}14\ m}{0{,}025\ m} = 5{,}6 \cong 6\ barrotes$$

Ancho del canal (bc)

$$b_c = b + n_b \times e = 0{,}14\ m + (6 \times 0{,}01\ m) = 0{,}2\ m$$

Pérdida de carga de rejas (h_L)

Las pérdidas de carga en el diseño de rejas se pueden estimar suponiendo que parte del espacio disponible para el flujo de agua a tratar esté obstruido.

Se supone que el 50% del área se encuentra obstruido y que el coeficiente empírico (C) que incluye pérdidas por turbulencia y formación de remolinos es 0,6.

Antes de calcular la pérdida de carga se debe determinar la velocidad a través de la reja obstruida (v_2):

$$v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2$$

$$v_2 = \frac{0{,}9\,\frac{m}{s} \times 0{,}18\ m^2}{0{,}09\ m^2} = 1{,}8\ m/s$$

Para calcular la pérdida de carga h_L:

$$h_L = \frac{1}{C} \times (\frac{v_2^2 \times v^2}{2 \times g})$$

$$h_L = \frac{1}{0{,}6} \times \left(\frac{\left(1{,}8\,\frac{m}{s}\right)^2 \times \left(0{,}3\,\frac{m}{s}\right)^2}{2 \times 9{,}8\,\frac{m}{s^2}} \right) = 0{,}267m = 267\ mm$$



Figura N°1. Diseño de rejas.

Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados.

Sistema de flotación-desarenado

El desarenador-desengrasador es una variante del desarenador convencional. En este tipo de canales aireados además de remover las arenas y otras partículas de densidad similar, se retirarán también grasas, aceites, espumas y otro material flotante que pueden causar interferencia en los tratamientos posteriores.

Este tipo de unidades tienen básicamente tres zonas diferenciadas, además de las de entrada y salida:

- Zona de desengrasado
- Zona de desarenado
- Zona de extracción de arenas

En la zona de desengrasado, una placa deflectora disipa la energía generada por los difusores de aire, permitiendo el ascenso, sin turbulencias, de grasas, aceites y otras sustancias adheridas a las microburbujas de aire producidas por los difusores. Un dispositivo desnatador, montado sobre un puente grúa, se desplaza permanentemente por esta zona retirando los flotantes que se van acumulando.

El fondo inclinado de esta zona (45° de pendiente) permite también que las arenas afectadas por la turbulencia de la aireación, rueden libres hasta el fondo de la unidad en donde se encuentra la zona de extracción de arenas.

En la zona de desarenado, se ubica también el suministro de aire a través de unos difusores de poro fino, los cuales se ubican a profundidad, en la pared opuesta a la zona de desengrasado. Estos difusores provocan un movimiento de tipo helicoidal al interior de la unidad y el aire insuflado reduce los olores y ayuda en la limpieza de las arenas extraídas. Así mismo, en el fondo de esta zona, se encuentra el tubo extractor de arenas, el cual está montado

sobre un puente grúa que se desplaza lentamente por toda la longitud del canal, succionando el material decantado.

La importancia de la eliminación de la materia grasa del efluente:

- Dificulta la correcta aireación en la depuración por el sistema de lodos activados porque el coeficiente de transferencia disminuye al 55-70% al subir las grasas de 0 a 70 mg/l.
- Incrementa en un 20 o 30 % la D.Q.O.

Ventajas de la operación conjunta desarenado-eliminación de materia grasa:

- Las velocidades de sedimentación de las arenas y de flotación de las partículas de grasa prácticamente no se ven modificadas.
- El aire comprimido añadido para la separación de la materia grasa ayuda a impedir la sedimentación de las partículas de fango poco densas, por lo que la arena depositada en el fondo del desarenador es más limpia.
- Ahorro del volumen total necesario para la realización de ambos procesos

Para el diseño del equipo de desarenado-desengrasado primero se calculan las dimensiones del desarenador y la zona de desengrasado se adiciona considerando un ancho igual a un tercio de la zona de desarenado y una profundidad, antes de la inclinación de 45° de un tercio de la altura del desarenador.

Entonces se diseña un desarenador de dos unidades en paralelo para un caudal máximo ($Q_{máx}$) de 60,18 m^3/h =0,017 m^3/s para remover partículas de tamaño igual o superior a 0,2 mm, con una velocidad de sedimentación de 0,022 m/s (v_s). Cada una de las unidades adoptadas posee un ancho (b) de 0,7 m.

Área superficial total desarenador (S)

$$S = \frac{Q_{máx}}{V_s} = \frac{0{,}017\ {}^{m^3}/_{s}}{0{,}022\ m/s} = 0{,}77\ m^2$$

Área superficial de cada unidad

$$S_i = \frac{S}{2} = \frac{0{,}77\ m^2}{2} = 0{,}385\ m^2$$

Altura útil mínima (h) para cada unidad de la zona de desarenado

Teniendo en cuenta que la velocidad de escurrimiento horizontal (v_h) de la partícula de arena se calcula como:

$$V_h = \frac{{}^{Q_{máx}}/_{2}}{b \times h}$$

Despejando h de la ecuación y teniendo en cuenta que v_h es 0,18 m/s:

$$h = \frac{{}^{Q_{máx}}/_{2}}{b \times V_h} = \frac{0{,}0085\ {}^{m^3}/_{s}}{0{,}7\ m \times 0{,}18\ m/s} = 0{,}067\ m$$

Eliminación de materia grasa

Ancho del desengrasador (b2)

Como se ha dicho se considera que el ancho de la zona de eliminación de grasas es 1/3 del ancho del desarenador.

$$b_2 = 0{,}7\ m\ \times \frac{1}{3} = 0{,}23\ m$$

Ancho total de cada unidad: 0,7 m + 0,23 m = 0,93 m.

Altura útil mínima del desengrasador antes de la inclinación a 45° (h2)

$$h_2 = h \times \frac{1}{3} = 0{,}067\ m \times \frac{1}{3} = 0{,}022\ m$$

Longitud de cada unidad del desarenador-desengrasador (L):

$$L = \frac{S_i}{b} = \frac{0{,}385\ m^2}{0{,}7\ m} = 0{,}55\ m$$

Se considera además una longitud adicional del 50% por aumento de turbulencia a la entrada y la salida.

Entonces la verdadera longitud de cada unidad (L_f) es:

$$L_f = 0{,}55\ m + \frac{0{,}55\ m}{2} = 0{,}55\ m + 0{,}275m = 0{,}825\ m$$

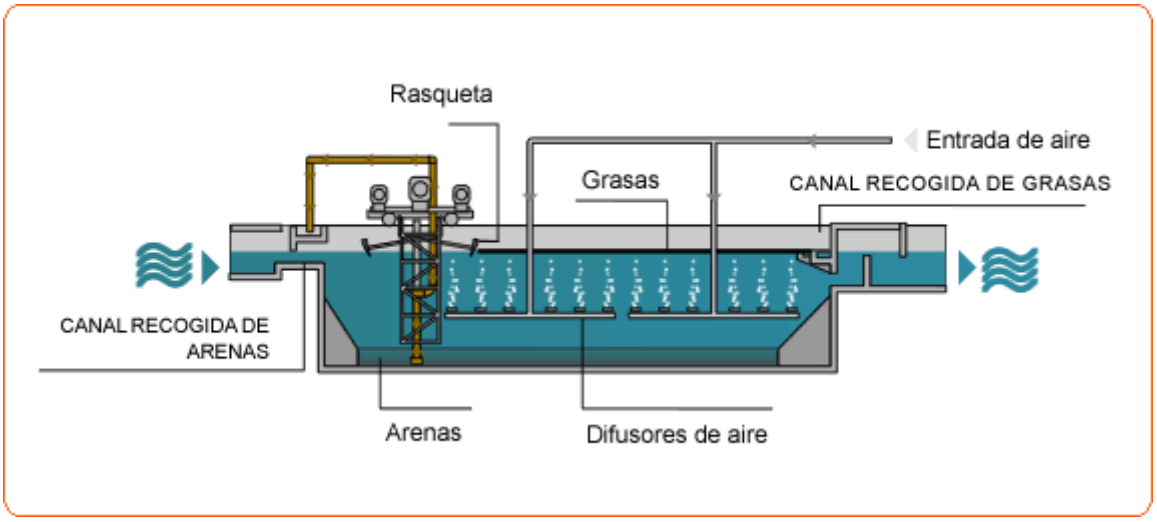


Figura N°2. Esquema de equipo de flotación-desarenado

Fuente:http://www.consorcioaa.com/cmscaa/opencms/CAA/saneamiento/sistema-generico-de-saneamiento/depuracion-edar/desarenado-desengrasado.htm

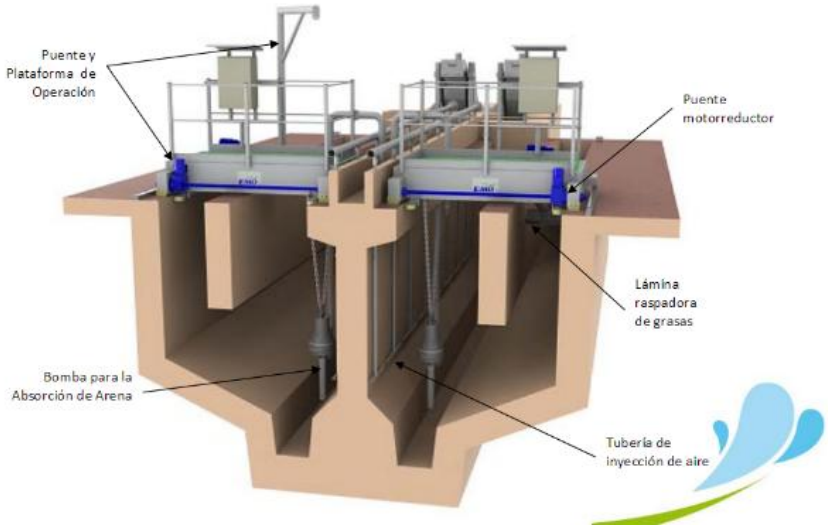


Figura N°3. Esquema de diseño de flotador-desarenador
Fuente:http://www.emofrance.com/wpcontent/uploads/2014/07/DP_25_Puente_desgraasado_desarenado_f_ES.pdf

Se agrega el flotador-desarenador antes que el ecualizador para evitar dañarlo.

Si se considera que el pre-tratamiento reduce un 30% de la DBO_5 inicial, entonces la DBO_5 al ingreso del tratamiento primario será de 805 mg/l, como puede verse en la tabla N°2.

Tabla N°2. Resumen pre-tratamiento.

Equipo	Variable	Valor
Rejas	Superficie libre	0,056 m^2
	Ancho libre	0,14 m
	N° de barrotes	6
	Ancho del canal	0,2 m
Desarenador - flotador	Largo total	0,825m
Desarenador (2 unidades)	Superficie total	0,77 m^2
	Superficie de c/unidad	0,385 m^2
	Altura útil mínima	0,067 m
	Ancho	0,7 m
Flotador	Ancho	0,23 m
	Altura útil mínima	0,022 m
DBO_5 ingreso a pre-tratamiento		1150 mg/l

DBO_5 salida del pre- tratamiento	805 mg/l

Ecualización: tanque de compensación

En las industrias de procesamiento de leche suelen producirse cambios en el caudal de manera intermitente a lo largo de la jornada de trabajo, sobre todo al final de las operaciones de tratamiento, en el momento del lavado de máquinas, tuberías, recipientes, etc.Estas variaciones de caudal y/o composición pueden ser muy importantes hasta el punto de provocar un funcionamiento incorrecto de la planta de tratamiento o bien un sobredimensionamiento de ésta.

Por esta razón es preciso llevar a cabo una regulación del caudal o la homogeneización de su composición. La utilización de un ecualizador tiene como objetivo:

- Homogeneizar caudales del afluente a la planta de tratamiento.
- Homogeneizar la DBO del afluente a la planta de tratamiento.
- En esta etapa se puede regular, además, el pH del efluente en caso de que se requiera.

Para el dimensionamiento del tanque de compensación se considera que el caudal del efluente a tratar ha sido caracterizado de acuerdo a los datos que se presentan en la tabla N°3 y que el tanque posee una altura (h) de 2 metros.

Los datos se recogieron durante 1 día (21 horas) en intervalos de una hora.

Tabla N°3. Datos obtenidos a partir de la medición de caudal del efluente.

Hora	Caudal	Ai (m3)	Vol. Acum. entrada (m3) 1	Vol. Acum. salida (m3) 2	(2) - (1)	Vol. Tanque
0	6,9	0	0	35	35	100
1	7,14	7,02	7	70	63	72

2	7,25	7,195	14	105	91	44
3	23,22	15,24	29	140	111	25
4	25	24,11	54	175	121	14
5	28,1	26,55	80	210	130	5
6	39,06	33,58	114	245	131	4
7	30,18	34,62	148	280	132	4
8	32,675	31,43	180	315	135	0
9	38,5	35,59	215	350	135	1
10	40,8	39,65	255	385	130	5
11	44,76	42,78	298	420	122	13
12	44,76	44,76	343	455	112	23
13	39	41,88	384	490	106	30
14	30,5	34,75	419	525	106	29
15	45,24	37,87	457	560	103	32
16	46,14	45,69	503	595	92	43
17	51	48,57	551	630	79	57
18	60,18	55,59	607	665	58	77
19	56,5	58,34	665	700	35	100
20	6,5	31,5	697	735	38	97
21	0	3,25	700	770	70	65

En la tabla N°3 se representa Ai como la variación del volumen del efluente de una hora a la otra y el volumen que debería tener el tanque ecualizador para cada momento, de donde se desprende el volumen del tanque. Teniendo en cuenta este volumen junto a un volumen de imprevistos del orden del 15% del volumen calculado y el volumen mínimo que debe tener el tanque, se obtiene el volumen total del equipo. Conociendo el volumen total se puede obtener las demás dimensiones que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N°4. Características del ecualizador.

Caudal ecualizado	35	m3/h
Vol Calculado	100	m3
h	2,00	m
Area aprox	57,78	m2
Vol imprev	15,07	m3
Vol min	28,89	m3

Vol Total	144,46	m3
Area total	72,23	m2
Diametro	9,59	m

A partir de estos datos obtenidos se pudo graficar la curva de variación de caudal:

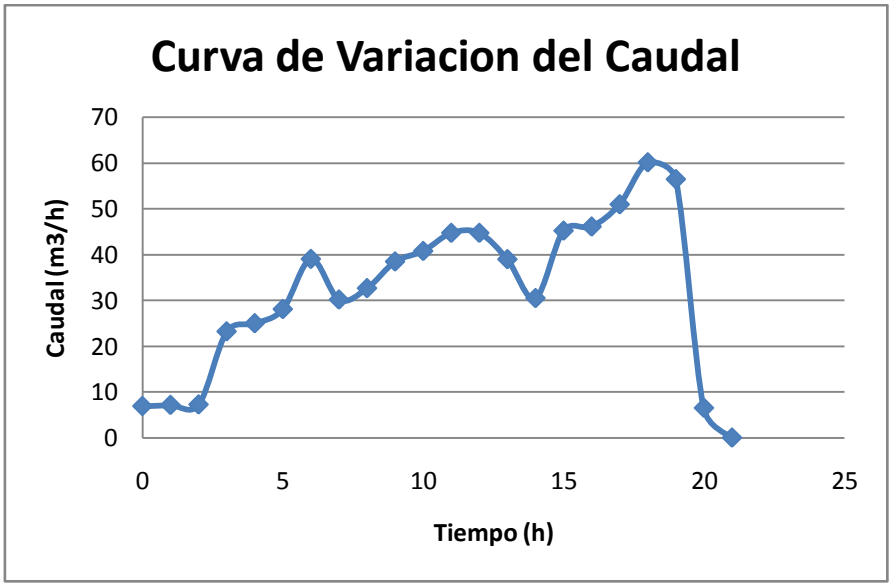


Figura N°4. Curva de variación de caudal

El área bajo la curva de dicho gráfico representa el volumen diario total de agua residual.

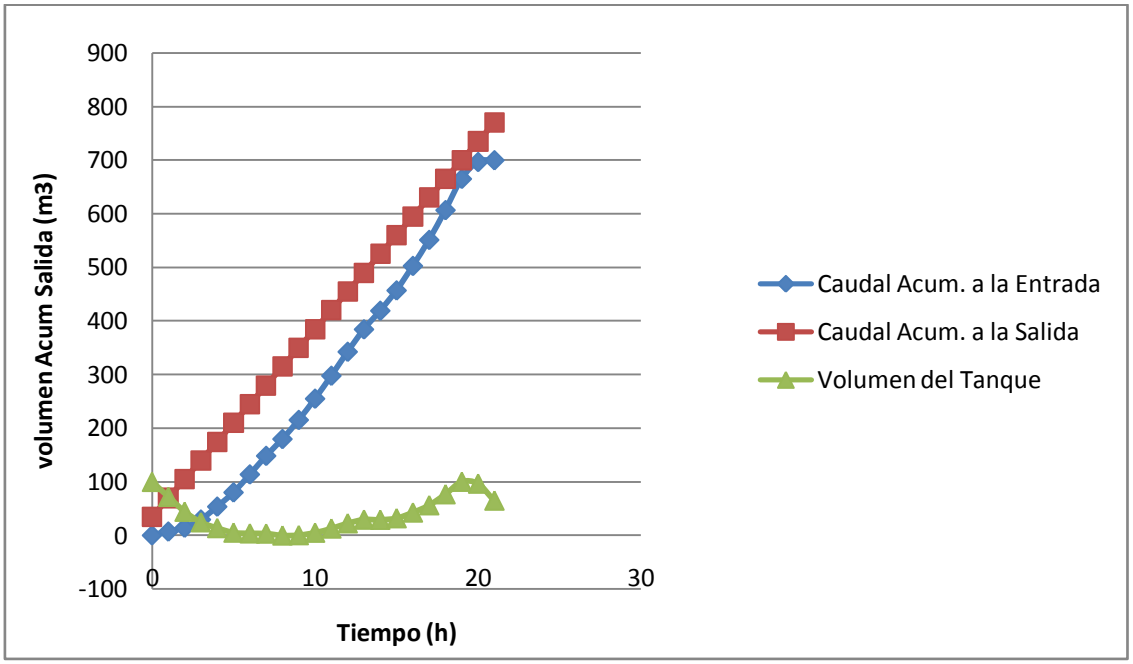


Figura N°5. Curvas de volumen

Tratamiento primario

Sedimentación

Es una operación que permite la separación de las partículas suspendidas en el líquido que poseen una densidad mayor que la del agua.

La diferencia entre la operación de sedimentación y el desarenado está en el tamaño de partículas que separan; la primera permite separar partículas inferiores a 0,2 mm y el tiempo de retención es de aprox. 2 hs. mientras que la segunda, como se ha visto en el diseño permite separar partículas de 0,2 mm y mayores y el tiempo de retención es inferior (al tratarse de un equipo de flotación y desarenado el tiempo de retención hidráulica es aprox. 12 minutos, de tratarse de un desarenador convencional éste es de aprox. 60 segundos)

Diseño de un sedimentador circular

Para diseñar este equipo se calculó el caudal diario (Q) a partir de la tabla N°2, obteniéndose un valor de 700 m^3/día y teniendo en cuenta que luego del desarenado se obtiene una concentración de sólidos suspendidos (S_s)de 560 mg/l.

Datos:

- Carga hidráulica superficial (CHS): 30 m^3/m^2 día
- Tiempo de residencia (t): 2 horas
- Velocidad del barredor (v_b): 0,03 m/s
- Eficiencia de remoción de sólidos (R): 50%
- Contenido de humedad del barro: 96%
- Densidad del barro(δ): 1050 kg/m^3
- Frecuencia de extracción de barro: 1,5 horas
- Numero de extracciones por día: 16
- Tiempo de limpieza de la tolva de barros(t_L): 20 minutos

Área del sedimentador (S)

$$CHS = Q/S$$

$$S = \frac{Q}{CHS} = \frac{700\ m^3/día}{30 m^3/m^2 día} = 23{,}3\ m^2$$

Volumen del sedimentador (V)

Se calcula como el producto entre el tiempo de residencia (t) y el caudal expresado en horas, el caudal es el ecualizado:

$$V = Q \times t = 35 \frac{m^3}{hora} \times 2\ horas = 70\ m^3$$

Diámetro del sedimentador (D)

Para calcular el diámetro del sedimentador se tiene en cuenta que:

$$S = \pi \times r^2$$

Entonces,

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{23{,}3\ m^2}{\pi}} = 2{,}7\ m$$

$$D = 2 \times r = 2 \times 2{,}7\ m = 5{,}4\ m$$

Altura del sedimentador (h)

$$h = \frac{V}{S} = \frac{70\ m^3}{23{,}3\ m^2} = 3\ m$$

Velocidad del barredor en vueltas/hora (n)

$$v_b = 2 \times \pi \times r \times n$$

$$n = \frac{0{,}03\ m/s}{2 \times \pi \times 2{,}7\ m} = 0{,}0017 \frac{vueltas}{seg} = 0{,}1\ vueltas/min$$

Peso de solidos retenidos diariamente en base seca (Ps)

$$P_s = Q \times S_s \times R = 700 \frac{m^3}{\text{día}} \times \frac{560\text{mg}}{\text{l}} \times 0{,}5 \times \frac{10^3\ l}{1m^3} = 196\ kg/día$$

Volumen de barros retenidos (Vba)

Teniendo en cuenta que los 196 kg/día calculados corresponden al 4% del peso, ya que solo representan los sólidos secos, pero como estos poseen el 96% de humedad, realizando una regla de tres simple se calcula el 100% obteniéndose así un peso de solidos húmedos retenidos de 4900 kg solidos/día. Para calcular el volumen de solidos:

$$\delta = \frac{m}{V_{ba}}$$

$$V_{ba} = \frac{m}{\delta} = \frac{4900 \text{ kg solidos/día}}{1050\ kg/m^3} = 4{,}7\ m^3$$

Volumen de la tolva de barros (Vt)

Para calcular el volumen de la tolva se divide el volumen de barros retenidos por la cantidad de extracciones que se hacen por día:

$$V_t = \frac{4{,}7\ m^3/día}{16\ extracciones\ por\ día} = 0{,}3\ m^3$$

Capacidad de bombeo de barros (Cb)

$$C_b = \frac{V_t}{t_L} = \frac{0{,}3\ m^3}{20\ min} = 0{,}015\frac{m^3}{min} = 0{,}9\ m^3/hora$$



Figura N°6. Diseño de sedimentador circular.

Fuente: Google Search 2016. Todos los derechos reservados

Luego del tratamiento primario, si se considera que la sedimentación reduce la DBO_5 en un 35% la DBO_5 del líquido, al ingreso del sistema secundario será de 523,25 mg/l, como se observa en la tabla N°5.

Tabla N°5. Resumen tratamiento secundario

Equipo	Variable	Valor
Sedimentador	Área	23,3 m^2
	Volumen	70 m^3
	Diámetro	5,4 m

	Altura	3 m
	Vueltas/min del barredor	0,1
	Peso de barros retenidos en base seca	196 kg/día
	Volumen de barros retenidos	4,7 m^3
	Volumen de tolva de barros	0,3 m^3
	Capacidad de bombeo de barros	0,9 m^3/h
DBO_5 ingreso a pre-tratamiento		805 mg/l
DBO_5 salida del pre- tratamiento		523,25 mg/l

Tratamiento secundario: elección del tratamiento biológico

La depuración biológica es una operación en donde los componentes orgánicos de las aguas residuales son degradados por medio de la acción de microorganismos.

El proceso de degradación de la materia orgánica está íntimamente relacionado con la generación de biomasa, es decir, el efluente disminuirá su carga contaminante y aumentará la biomasa de los microorganismos, que se conoce frecuentemente como lodos. Esta degradación puede realizarse por vía aeróbica, facultativa o anaeróbica. En lechería, para evitar olores desagradables suele utilizarse la vía aeróbica.

Como en esta fase del tratamiento de efluentes intervienen microorganismos el pH del agua residual debe ser el óptimo para su desarrollo.

Tipos de tratamiento:

- Lagunas de estabilización
- Lechos percoladores

- Lodos activados

Lagunas de estabilización

Es un mecanismo de tratamiento secundario del tipo natural. Pueden construirse del tipo aeróbica, facultativa y anaeróbica.

Sistemas de lagunas aeróbicas

- No poseen más de 80 cm. de profundidad
- Eficiencia de reducción de DBO_5 del 40%
- Tiempo de retención entre 24 y 30 días
- La concentración de oxígeno disuelto no debe ser menor a 2 ppm

Sistemas de lagunas facultativas

- Profundidad: 1,6 metros
- Se colocan aireadores superficiales
- Eficiencia de reducción de DBO_5 del 40%
- Tiempo de retención de aprox. 16 días

Sistema de lagunas anaeróbicas

- Son más eficientes, requieren menos gasto de energía que los procesos aeróbicos.
- Tiempo de retención del orden de 8 días
- Si se evita que el tiempo de retención supere los 8 días, se puede lograr una eficiencia de reducción de DBO_5 de 60-65%.

El volumen de las lagunas aumenta desde las anaeróbicas hasta las aeróbicas.

Cuando se utilizan lagunas como tratamiento secundario suele utilizarse las 3 fases en el siguiente orden: anaeróbica, facultativa y aeróbica. Se

colocan primero las lagunas anaeróbicas porque son las que mayor carga reducen.

Lechos percoladores

El bioreactor se construye con placas metálicas y poseen un sistema de riego para lograr que toda la superficie del biofiltro se moje. Poseen un relleno de piedras de 5 a 10 cm. y un sistema colector compuesto por ladrillos huecos. Este sistema de tratamiento secundario está compuesto por un bioreactor y, posteriormente, un sedimentador secundario.

Se denominan lechos percoladores porque el agua ingresa y percola a través del manto del biofiltro. A medida que el agua atraviesa el manto se forman biofilms sobre en la superficie del relleno, como en la superficie de la partícula de relleno se generan condiciones anaeróbicas se produce la formación de gas que provoca el desprendimiento del biofilm, el cual cae y sedimenta.

Lodos activados

Son bioreactores de lecho móvil y trabajan en condiciones aeróbicas. Están compuestos por un tanque con aire insuflado (bioreactor) y un sedimentador secundario.

En este tipo de tratamiento se mantienen en suspensión grumos de microorganismos (lodos) mediante aireación mecánica de la superficie o introducción de aire a presión desde el fondo del tanque. Los grumos de microorganismos comprenden bacterias unicelulares floculadas que coexisten y compiten con microorganismos filamentosos y hongos, además en el ecosistema se encuentran protozoos, metazoos y nematodos.

En este tipo de equipos se produce la recirculación del lodo que se va obteniendo del sedimentador secundario. El lodo se recircula con el fin de que éste quede en suspensión, en un principio la recirculación es total y a medida que el equipo entra en régimen la recirculación disminuye, una vez entrado en régimen sólo se recircula un 30% de los lodos.

Lodos activados vs. lechos percoladores

Tabla N°6. Comparación entre lodos activados y lechos percoladores

Lodos activados	Lechos percoladores
Más económicos	Más costosos
Cuando no hay suficiente efluente debe continuar insuflándose aire para no generar condiciones anaeróbicas	Bajo nivel de operación, no hay que agregar energía.
La mayor deficiencia está en el hecho de que de todo el aire insuflado solo el 10% se aprovecha en la reacción.	
Reducción de la DBO_5 del orden del 85%	Reducción de la DBO_5 del 70%

En ambos casos pueden colocarse sistemas en serie o en paralelo.

De los tres tipos de tratamiento secundario se seleccionan lodos activados porque son los más utilizados, debido a que generan menos olores desagradables por tratarse de un sistema aeróbico, poseen mayor eficiencia de reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, requieren poca operatoria y son más económicos que los lechos percoladores.

Diseño de sistema de lodos activados

Se diseña un sistema de tratamiento de lodos activados para un residuo orgánico con una DBO_5 soluble de 523,25 mg/l (S_0).

Para el cálculo de la DBO_5 a la salida se considera que este sistema reduce en un 85% la DBO_5 de la entrada.

Además para el cálculo se considera:

- T= 20°C
- El caudal es de 35 m^3/h=0,0097 m^3/s (Q_0).
- Los sólidos suspendidos volátiles (biomasa) (X_0) del afluente al reactor son despreciables, es decir el líquido a tratar no contiene microorganismos.
- Concentración del fango de retorno = 10.000 mg/l de sólidos en suspensión, de los cuales 8.000 mg/l son sólidos suspendidos volátiles (X_w).
- Sólidos suspendidos volátiles en el líquido de mezcla (X) = 3.500 mg/l = 0,8 × Solidos suspendidos del liquido mezcla totales.
- Tiempo medio de retención celular: θ_c = 10 días.
- Tiempo de retención hidráulica (θ)= 7 horas
- Altura del reactor: 3 metros
- Régimen hidráulico del reactor = mezcla completa.
- Coeficientes cinéticos: Y = 0,65 $\frac{\text{kilos de célula}}{\text{kilos } DBO_5 \text{ utilizada}}$
- k_d = 0,06 d^{-1}.
- Se estima que el efluente contendrá, si la reducción es del 85%, alrededor de 78,5 mg/l de sólidos biológicos, de los cuales un 80% son volátiles y un 65% son biodegradables. Se supone que la DBO_5 de los sólidos biológicos biodegradables se puede obtener multiplicando la DBO última por un factor de 0,68.
- coef. de utilización de oxígeno para síntesis (a) = 0,718 Kg O_2/Kg DBO
  coef. de respiración de la biomasa (b)= 0,0852 d^{-1}
- El agua residual contiene nitrógeno, fósforos y otros nutrientes a nivel de trazas en cantidades suficientes para el crecimiento biológico.

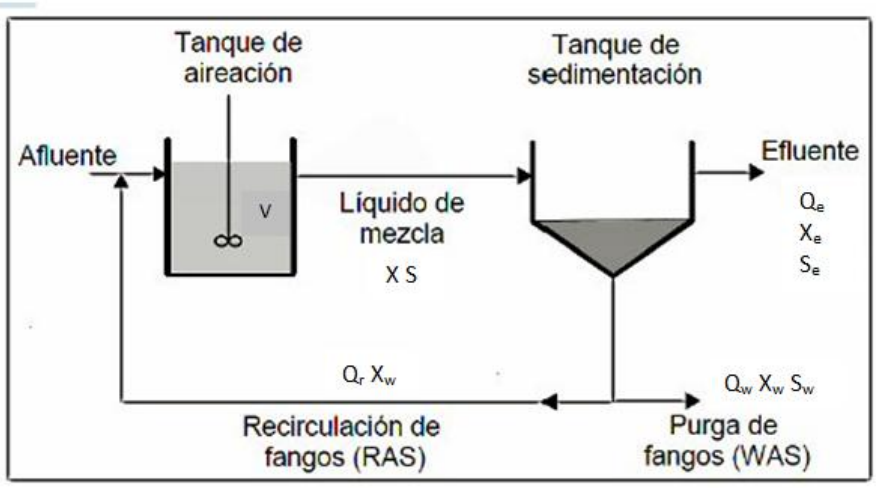


Figura N°7. Esquema de sistema de lodos activados.

Tabla N°7. Variables que intervienen en el diseño del sistema de lodos activados

Variable	Valor
Caudal de ingreso (Q_0)	35m^3/h o 700 m^3/día
Solidos suspendidos volátiles a la entrada (X_0)	0
DBO_5 soluble del líquido a tratar (S_0)	523,25 mg/l
DBO_5 del efluente tratado (Sf)	78,5 mg/l
Caudal de retorno (Q_r)	A calcular
Solidos suspendidos volátiles del fango de retorno (X_w)	8000 mg/l
Solidos suspendidos volátiles del líquido mezcla (X)	3500 mg/l
DBO_5soluble del líquido mezcla (S)	A calcular
Caudal de retorno(Q_r)	A calcular
DBO_5soluble del líquido de recirculación (S_w)	A calcular
Caudal de purga (Q_w)	A calcular
Caudal de salida (Q_e)	35 m^3/h o 700 m^3/día
Solidos suspendidos volátiles a la salida (X_e)	62,8 mg/l
DBO_5 soluble del líquido a la salida (S_e)	A calcular
Volumen del reactor (V)	A calcular
Solidos suspendidos volátiles en el reactor (X)	A calcular
DBO_5 soluble del reactor (S)	A calcular

DBO_5 soluble del líquido a la salida (S_e)

Para calcular Se se tiene en cuenta que:

DBO_5 del efluente= DBO_5 soluble+ DBO_5 de sólidos en suspensión

$$S_f = S_e + (S_f \times 0{,}65 \times 1{,}42 \times 0{,}68)$$

Donde se multiplica Sf por 0,65 porque de los 78,5 mg/l el 65% corresponde a sólidos biodegradables, 1,42 representa la relación de kg de oxígeno/kg de célula obtenido a partir de la reacción de respiración celular y 0,68 es el factor al cual se multiplica la DBO última para obtener la DBO_5 de los sólidos biológicos biodegradables. Entonces despejando de la ecuación anterior:

$$S_e = 78{,}5\frac{mg}{l} - 78{,}5\ mg/l \times 0{,}65 \times 1{,}42 \times 0{,}68 = 29{,}23\ mg/l$$

Volumen del bioreactor

Se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\theta = \frac{V}{Q_0}$$

Entonces $V = \theta \times Q_0 = 7\ horas \times \frac{35 m^3}{h} = 245\ m^3$

Área base del reactor

Para calcular el área de la base del reactor (A) se tiene en cuenta el volumen calculado y la altura considerada:

$$A = \frac{V}{h} = \frac{245\ m^3}{3\ m} = 81{,}6\ m^2$$

Por lo que la base del reactor tendrá una dimensión de 10 metros x 8,16 metros.

Kg de biomasa generados por día

Considerando que no toda la DBO consumida es para generar biomasa sino que también es utilizada para mantener las células vivas se calcula un nuevo Y que denominaremos como Yobs.

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + K_d \times \theta c} = 0{,}406$$

A partir del Yobs.se puede calcular los kg biomasa generados por día, utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{Kg\ de\ biomasa}{día} = \frac{Y_{obs}(S_0 - S_e)Q_0}{1.000.000} = 1404\ kg\ biomasa/día$$

Donde 1.000.000 permite convertir mg en kg

Caudal de purga (Qw)

$$\theta c = \frac{V \times X}{Q_e X_e + Q_w X_w}$$

$$Q_w = 5{,}22\ m^3/día$$

Caudal de recirculación de lodos (Qr)

$$(Q_0 + Q_r)\ X = Q_r\ X_w + Q_0 X_0$$

Sabiendo que X_0=0

$$Q_r = 544{,}44\ m^3/día$$

Tasa de utilización específica (U)

$$U = \frac{S_0 - S_e}{\theta\ X} = 0{,}02 \frac{mg\ DBO}{mg\ SSV \times h}$$

Relación Alimento/biomasa (F/M)

$$\frac{F}{M} = \frac{S_0}{\theta\, X} = 0{,}02\ \frac{mg\ DBO}{mg\ SSV\ hora} = 0{,}48 \frac{mg\ DBO}{mg\ SSV\ día}$$

Carga volumétrica

$$Carga\ volumétrica = \frac{S_0 Q_0}{V} = 1495\ \frac{mg\ DBO}{l\ \times día} = 1{,}49 \frac{kg\ DBO}{m^3\ \times día}$$

Cantidad de oxígeno

$$\frac{Cantidad\ oxígeno}{dia} = a\ (S_0 - S_e) Q_0 + b\ X\ V = 321{,}36\ kg/día$$

Si se considera que la planta estará en funcionamiento 20 hs, entonces a cantidad de oxígeno es de 16 kg/ hora

Cantidad de aire a suministrar/día y cantidad de difusores de aire a colocar

Se seleccionan difusores de membrana de burbuja fina modelo RG-300 de la empresa Repicky. Estos difusores permiten obtener valores muy altos de transferencia de O_2, siendo ideales para su instalación en los reactores aeróbicos de las plantas de tratamiento de efluentes, tanto industriales como cloacales. Pueden ser instalados en grillas de PVC o polipropileno y fijados con soportes de acero inoxidable en el fondo de los reactores, o bien pueden montarse en módulos removibles, simples o múltiples pre-armados en fábrica, disminuyendo los tiempos de montaje y permitiendo su uso en plantas en operación con reactores llenos.

La cantidad necesaria de difusores se determina en función de los requerimientos totales de O_2 ya que cada difusor aporta una parte del O_2 requerido. Las principales variables que intervienen en la capacidad de transferencia de cada difusor RG-300 son la profundidad útil del reactor, el caudal de aire por difusor y la densidad o cantidad de difusores por m^2 de

cámara o reactor. En general se tiene una mejor capacidad de transferencia de O_2 cuanto más profunda es la cámara, y mayor la cantidad de difusores por m^2 de superficie. En general, las instalaciones llevan entre 1 y 2 difusores por m^2 hasta un máximo práctico de 6 difusores/m^2. Para los cálculos iniciales se utiliza el caudal de diseño del difusor que es de 5 m^3/h medidos a 20º C y presión atmosférica normal.

Cada difusor posee, de acuerdo a los datos aportados por el fabricante, una cantidad de oxígeno transferido en el aire (SOTE) de 0,0224 kg por cada metro cubicode aire por hora por metro de profundidad del reactor. Teniendo en cuenta esto y el caudal de oxigeno por hora necesario se puede calcular la cantidad de aire y de difusores:

1 m^3 de aire/hora x metro de profundidad _____ 0,0224 kg de oxígeno

714,3 m^3 de aire/hora x metro de profundidad = x _____ 16 kg de oxígeno

Si el biorreactor posee 3 metros de profundidad entonces se necesitarán: 2143 m^3 de aire/hora.

Si un difusor transfiere 5 m^3/hora de aire entonces para 2143 m^3/hora se necesitarán 428, 6 difusores, es decir, 429 difusores distribuidos en los 81,6 m^2 de la base del reactor, para ello se deberán colocar 6 difusores por metro cuadrado.

Tabla N°8. Resumen tratamiento secundario

Equipo	Variable	Valor
Lodos activados	DBO soluble del líquido a la salida	29,23 mg/l
	Volumen del reactor	245 m^3
	Área de la base del reactor	81,6 m^2
	Kg biomasa/día	1404 kg/día
	Caudal de purga	5,22 m^3/día
	Caudal de recirculación	544,44 m^3/día
	Tasa de utilización especifica	0,02 mg DBO/mg SSV hora
	Relación alimento/biomasa	0,02 mg DBO/mg SSV hora
	Carga volumétrica	1,5 kg DBO/ m^3día
	Kg O_2/día	321,36 kg/día
	Kg de aire/día	2143 m^3 de aire/hora
	Cantidad de difusores	429
DBO_5 al ingreso del sistema secundario		523,25 mg/l
DBO_5 a la salida del sistema secundario		78,5 mg/l

Conclusiones

Gracias al trabajo realizado se pudo diseñar un sistema de efluentes para el residuo líquido obtenido del proceso de elaboración de quesos de la empresa Lácteos Tonutti S.R.L.

Además se logró comparar el sistema diseñado con el actual, observándose que con el primero se obtendría un efluente tratado con un valor inferior de DBO_5 que el que posee el líquido tratado con el sistema actual.

Cabe destacar que ni con el sistema propuesto ni con el actual se cumple con la legislación de acuerdo a lo requerido por la ley 6260 de la provincia de Entre Ríos en el caso de que se quisiera utilizar la Cañada General Racedo como cuerpo receptor. En tal caso el efluente debería cumplir con las siguientes exigencias según el Anexo I de la ley antes mencionada:

Parámetros	Límites permitidos p/curso de agua
pH	5,5-10
Sustancias solubles en éter etílico	Menor a 100 mg/l
Aceites minerales	Menor a 10 mg/l
Sulfuro	Menor a 1 mg/l
Sólidos sedimentables en 10 min	Menor a 5 mg/l
Sólidos sedimentables en 2 horas	Menos a 30 mg/l
Sólidos flotantes	No
Temperatura	Menor a 45 °C
Demanda biológica de oxígeno	Menor a 50 mg/l
Oxígeno consumido	Menor a 20 mg/l
Cianuro	Menor a 0,1 mg/l
Cromo divalente	Menor a 0,2 mg/l
Cromo hexavalente	Menor a 2 mg/l
Sustancias reactivas a azul de metileno	Menor a 2 mg/l
Cadmio	Menor a 0,1 mg/l
Plomo	Menor a 0,5 mg/l
Mercurio	Menor a 0,005 mg/l
Arsénico	Menor a 0,5 mg/l
Sustancias fenólicas	Menor a 0,5 mg/l

Lo que podría realizarse, para cumplir con la legislación, es añadir un sistema de pre-tratamiento y de tratamiento primario al sistema de lagunas existente de manera de poder reducir por debajo de los 150 mg/l la DBO_5. Y para el sistema diseñado se podría añadir una etapa final de desinfección por cloración.

También debería tenerse en cuenta el valor que poseen los terrenos donde están distribuidas las lagunas, ya que si éste es alto con el nuevo sistema solo se ocuparía una superficie de aproximadamente 180 metros cuadrados mientras que con el sistema de lagunas se ocupa un área total de 36.000 metros cuadrados, con lo cual con el sistema propuesto se podría ahorrar mucho espacio y utilizar los terrenos para otros fines.