

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**



“Diseño del proceso de producción de quesillo tipo salvadoreño para pequeñas plantas procesadoras de leche, de acuerdo con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03-069–06”

TRABAJO MONOGRÁFICO PRESENTADO POR:

Br. Agnezka Vonn Carmen Batres Moncada.
Br. Carlos Ernesto Parrales Espinoza.

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO QUIMICO**

TUTOR:

MGPD. Ing. Silvano Cruz Sánchez.

Managua, Nicaragua.
Junio, 2023

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primeramente a Dios por ser el pilar del conocimiento en mi vida, por todas las bendiciones recibidas, por haberme permitido llegar hasta aquí, haberme guiado a lo largo de mi vida, quién me ha dado fortaleza, entendimiento y motivación para seguir y poder culminar mis estudios.

A mis familiares por ser la base fundamental de mis logros, por cada uno de sus consejos, por tener la disposición para ayudarme y por siempre darme ánimos para concluir esta gran meta.

A mi tutor, Msc. Silvano Cruz por su paciencia, apoyo, comprensión y su acertada guía para poder culminar este trabajo monográfico.

A mis amigos de los cuales he aprendido muchísimo a largo de este camino y por brindarme apoyo, ayuda y su valiosa amistad.

A mis maestros y a todos los que de alguna manera aportaron en mi formación profesional.

Agnezka Batres Moncada.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme guiado y acompañado en el transcurso de mi carrera, por haberme dado la sabiduría necesaria para tomar buenas decisiones y culminar mi carrera.

A mis padres Ana Patricia Espinoza Mendoza y Francisco José Parrales Salas, por su sacrificio y esfuerzo, por ser mis pilares fundamentales y ejemplo a seguir.

A mi tutor, Msc. Silvano Cruz por su apoyo y paciencia para poder culminar este trabajo monográfico.

A mis amigos quienes estuvieron presente a lo largo de este camino en todo momento.

A cada uno de mis docentes y a todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en mi formación profesional.

Carlos Parrales Espinoza.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Francisco Batres y Carolina Moncada, quienes con mucho esfuerzo y sacrificio me han apoyado en cada etapa de mi vida. Quienes han luchado junto a mí para poder llegar a esta meta y haberme educado de la manera que lo han hecho.

A mis hermanas Vera, Bessie y Fátima por estar siempre apoyándome de manera incondicional a lo largo de mi vida.

A mis adoradas sobrinas Zakhura, Gianna y Zahory por ser parte de mi motivación diaria y ser parte del motor de mi vida.

A mi tutor MSC. Silvano Cruz por su apoyo incondicional a lo largo de la formación académica y en la realización de este trabajo monográfico.

A mis amigos y todas esas personas que me ofrecieron su apoyo, ayuda y me midieron ánimos y aliento durante esta etapa.

Agnezka Batres Moncada.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Ana Patricia Espinoza Mendoza y Francisco José Parrales Salas por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

“Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí”

Carlos Parrales Espinoza.

OPINION DEL TUTOR

Managua, 05 de septiembre de 2022

MSc. Ing. María Reyes

Decana

Facultad de Ingeniería Química

En sus manos:

Me dirijo a Usted para presentarle el tema monográfico titulado **“Diseño de un proceso tecnológico para pequeñas plantas procesadoras de queso salvadoreño, aplicando la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 065 - 06 -Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.70:14”** realizado por los Bachilleres Agnezka Vonn Carmen Batres Moncada y Carlos Ernesto Parrales Espinoza.

Los Bachilleres Batres y Moreno, brindan una propuesta de diseño de un proceso de producción considerando las directrices reflejadas en el RTCA referido a las buenas prácticas de manufactura, con el fin que las plantas del sector lácteo (y afines) logren de apropiarse de dicho diseño. Para ello dichos bachilleres aplicaron sus conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Química, siguiendo las normativas de la Facultad de Ingeniería Química y de la Universidad.

Agradecido su atención, me despido de Usted, muy cordialmente.


Ing. Silvano Cruz Sánchez

Tutor

Cc: Estudiantes interesados.

RESUMEN

La calidad higiénica de la leche es importante para obtener una producción de leche y productos lácteos inocuos e idóneos para el consumo humano. Por lo que, es necesario aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea.

Una de las normativas sobre la higiene de procesos en las industrias alimenticias, son las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que se refiere a los principios básicos y prácticas generales de higiene que se deben aplicar en los procesos de elaboración de alimentos, con el fin de garantizar una calidad e inocuidad de estos. En el país, las BPM son regidas por la NTON 03-069-06.

En el caso de Nicaragua, específicamente en las empresas lácteas han presentado debilidades en el tema de inocuidad de sus productos, siendo una razón el mal diseño de sus instalaciones para garantizar la higiene de sus procesos. El presente estudio brinda parámetros de calidad que deben contar la leche de vaca y los que debe contar el producto terminado, siendo el quesillo tipo salvadoreño.

Se dimensionaron un total de 8 equipos y auxiliares, entre bomba centrífuga y marmitas para el fundido de la cuajada, todo ello con una capacidad establecida de 7,983.23 kilogramos de quesillo por mes, o bien, 1,001,740 litros de leche acopiada por mes.

Para garantizar una adecuada distribución de planta que cumpla o satisfaga lo reflejado en la NTON 03-069-06, se utilizó la metodología de Planificación Sistemática de la Disposición (SLP) considerando un total de 13 áreas de la planta industrial, entre ellas: producción, cuarto frío, vestidores, etc.

El funcionamiento del proceso de producción genera ocho impactos ambientales negativos, para lo cual se plantearon planes de medidas ambientales para reducir o mitigar dichos impactos.

INDICE DE CONTENIDO

II. INTRODUCCIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
3.1 General	3
3.2 Especifico	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
4.1 Queso	4
4.1.1 Clasificación y criterios de clasificación	5
4.1.2 Tipos de quesos.....	6
4.2 Quesillo tipo salvadoreño.....	7
4.3 Balance de materia y energía	9
4.4 Equipos de proceso relacionados a la elaboración de queso fundido	11
4.5 Buenas prácticas de Manufactura	17
V. METODOLOGÍA.....	20
5.1 Criterios de calidad	20
5.2 Capacidad de producción.....	21
5.3 Descripción y parámetros del proceso de producción.....	21
5.4 Balance de materia y energía	23
5.5 Selección y dimensionamiento de equipos	25
5.6 Infraestructura de acuerdo con la NTON 03-069-06	32
5.6.1 Planificación sistemática de la disposición.....	32
5.6.1.1. Valoración entre áreas.....	34
5.7 Plan de medidas ambientales	35
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
6.1. Parámetros de calidad	38
6.1.1. Leche cruda de vaca.....	38
6.1.2. Quesillo tipo salvadoreño.....	38
6.2. Parámetros del proceso de producción	39
6.3. Características de los equipos y auxiliares de producción.....	39
6.4. Diagrama de flujo del proceso de producción.....	45
6.5. Distribución de planta.....	46

6.6.	Diagrama de distribución de planta.....	48
6.7.	Plan de medidas ambientales	49
VII.	CONCLUSIONES.....	50
VIII.	RECOMENDACIONES	51
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
X.	ANEXOS	55

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de bloques de la elaboración de queso fundido.....	8
Ilustración 2. Entradas y salidas de un mezclador.....	9
Ilustración 3. Entradas y salidas en un intercambiador de calor.....	10
Ilustración 4. Tanque con refrigeración	11
Ilustración 5. Tanque sin refrigeración.....	11
Ilustración 6. Separador de Crema.....	12
Ilustración 7. Intercambiador de placa.....	12
Ilustración 8. Cubas de estandarización y coagulación	12
Ilustración 9. Tina quesera	13
Ilustración 10. Malaxadora de quesos	13
Ilustración 11. Empacadora al vacío.....	13
Ilustración 12. Conexión multipaso de un intercambiador de placas	15
Ilustración 13. Diagrama de Moody	26
Ilustración 14. Dimensiones estándar de un agitador helicoidal	29
Ilustración 15. Característica de la potencia frente el Reynolds	30
Ilustración 16. Planeación sistemática de la distribución de instalaciones	32
Ilustración 17. Diagrama SLP	46
Ilustración 18. Diagrama de distribución de planta	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de queso según su porcentaje de humedad.....	6
Tabla 2. Datos para el diseño de equipos	144
Tabla 3. Acápites de inspección de las BPM.....	18
Tabla 4. Capacidad de producción	21
Tabla 5. Valoración entre áreas.....	34
Tabla 6. Actividades del proceso de producción con impacto ambiental negativo	35
Tabla 7. Valores de los atributos de impactos de la evaluación cualitativa	36
Tabla 8. Parámetros de calidad de la leche cruda.....	38
Tabla 9. Parámetros de calidad del quesillo	38
Tabla 10. Parámetros de proceso	39
Tabla 11. Requerimientos de áreas de la planta de proceso	47
Tabla 12. Plan de medidas ambientales.....	49

II. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua muchos productos alimenticios se consumen sin los debidos estándares de calidad e inocuidad, entre los más populares se encuentra el quesillo. Son diversos los lugares donde se pueden obtener, desde los mercados nacionales hasta vendedores ambulantes, para ello es necesario implementar normas técnicas y estándares para mejorar la calidad asegurando la salud de los consumidores (Duarte & Román, 2014).

En el país existen alrededor de mil cien queseras, donde las pequeñas empresas elaboran quesillo para exportarlos a diferentes países centroamericanos, principalmente a El Salvador, no obstante, por las debilidades que presentan, solamente el treinta y seis por ciento logran exportar. El quesillo de exportación se conoce como queso fundido, diferente al proceso de elaboración del quesillo criollo (NICAEXPORT, 2007).

A nivel nacional por día se ordeñan un total de 1.2 millones de vacas, produciendo 1,359.34 millones de litros. Dónde un 61% se vende como leche fluida, 36% se destina a la producción de productos derivados de la leche y el 3% se consume en las fincas. Sin embargo, el acopio formal entre industria láctea y acopios artesanales han representado un promedio de 601.88 millones de litros, lo que ha motivado a un incremento de las exportaciones de productos derivados de la leche (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional [GRUN], 2019a).

Hoy en día las pequeñas empresas que desean exportar a nivel centroamericano deben registrarse tanto por las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON) como por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), con el fin de obtener la licencia sanitaria otorgada por el Ministerio de Salud (MINSAL) y los permisos pertinentes por Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA), tales como: licencias sanitarias, registros sanitarios e inspección de locales, buenas prácticas de manufactura, inspección de etiquetas y de productos para el consumo interno y extensión de certificados de libre venta para exportación.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Plantear un diseño del proceso de producción de quesillo tipo salvadoreño para pequeñas plantas procesadoras de leche, de acuerdo con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03-069-06.

3.2 Especifico

- Estimar los parámetros de proceso de las etapas de elaboración de quesillo tipo salvadoreño.
- Dimensionar los equipos del proceso productivo y la infraestructura en armonía con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03-069-06.
- Proponer medidas de mitigación ambiental enfocadas en el proceso de producción de quesillo tipo salvadoreño.

IV. MARCO TEÓRICO

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03-027-17 “Leche y productos lácteos. leche cruda (vaca). especificaciones”, define a la leche: Secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche. Líquida o a elaboración ulterior (NTON, 2017).

Los productos lácteos son un grupo de alimentos formados principalmente por el yogurt, queso, crema, mantequilla y leche; siendo esta última el más importante, es un conjunto de alimentos que por sus características nutricionales son los más básicos y completos (equilibrados) en composición de nutrientes como: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Bello et al., 2004).

4.1 Queso

Existen diversas definiciones sobre el queso, entre ellas se tienen:

- NTON 03-022-99 “Norma de quesos frescos no madurados”: Es el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido por la coagulación de leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, leche en polvo, crema, crema de suero, o suero de mantequilla o una combinación cualquiera de éstas, por la acción de cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin aplicación de calor, y con o sin la adición de otros ingredientes y aditivos alimentarios (NTON, 1999).
- NTON 03-065-06 “Norma técnica obligatoria nicaragüense para los quesos”: Producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante (NTON, 2006):
 - a) coagulación total o parcial de las siguientes materias primas: leche y/o productos obtenidos de la leche por efecto del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial el suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación; y/o
 - b) técnicas de elaboración que permitan la coagulación de la leche y/o de productos obtenidos de leche y que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado a).
- Producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche, de la leche total o parcialmente descremada, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados,

antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche (Bonet & Gil, s,f).

El queso contiene en forma concentrada muchos de los nutrientes de la leche, las proteínas mayoritarias, caseínas, grasa y vitaminas liposolubles. Es un producto sólido elaborado a partir de la leche coagulada (con o sin adición de cultivos iniciadores, dependiendo si la leche se pasteuriza o no) por la acción de una proteasa, el cuajo y la separación posterior del suero (fase líquida de la leche, agua, proteínas del lactosuero y carbohidratos) (Bonet & Gil, s,f).

El único proceso estrictamente necesario en la elaboración del queso se denomina coagulación, y consiste en transformar la leche en una cuajada sólida, después de separar el suero. El proceso de maduración posterior del queso transforma la cuajada insípida en un producto con características organolépticas muy apreciadas (Bonet & Gil, s,f).

4.1.1 Clasificación y criterios de clasificación

González (2002) lo define:

- a) Por el contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- b) Por el método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.
- c) Por el microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada.

La NTON 03-022-99 presenta las siguientes definiciones (NTON, 1999):

Según el contenido de humedad

- Duro.
- Semiduro.
- Semiblando.
- Blando.

Según el contenido de grasa láctea

- Rico en grasa.
- Graso.

- Semigraso.
- Magro

Según características del proceso

- Fresco: Para consumir hasta 10 días después de su fabricación.
- Semiduro: Para consumir después de reposar entre 10 y 30 días después de su fabricación.
- Madurado: Para consumir después del tiempo asignado según el tipo de queso.
- Madurado por mohos.
- Fundido.

4.1.2 Tipos de quesos

En la siguiente tabla se presentarán los distintos tipos de quesos que existen en base a su porcentaje de humedad:

Tabla 1. Variedades de queso según su porcentaje de humedad

Quesos duros (26-50% de humedad). Madurados por bacterias: Muy duros (26-34%). Parmesano Duros (36-46%) Emmental, Cheddar Semiduros (45-50%) Gouda
Madurados internamente por mohos: Semiduros (42-52%) Roquefort
Madurados superficialmente por bacterias Semiblandos (45-55%), Limburger
Quesos blandos: Madurados superficialmente Por mohos (48-55%), Brie, Camembert.
Quesos blandos: no madurados (50-80%). Cottage, Mozzarella.
Otros tipos: En salmuera, de suero, fundidos.

Nota: Adaptado de (González, 2002)

4.2 Quesillo tipo salvadoreño

Para el mercado salvadoreño recibe el nombre de “queso fundido” y para Estados Unidos u otros países compradores es “queso de pasta hilada”, siendo el queso fundido la base para la preparación del queso de pasta hilada (NICAEXPORT, 2007).

Queso fundido

Es un queso en el cual la masa primaria es elaborada con leche pasteurizada, luego se le somete a un proceso de calentamiento a altas temperaturas, más tarde a enfriamiento y finalmente cortado en tiras, amasado de forma manual y/o artesanal con adición de sal (NICAEXPORT, 2007).

La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.01.04:06, define al quesillo como: El queso no madurado, escaldado, fundido, fabricado con leche fresca, entera, semi descremada o descremada cultivada o acidificada con ácidos orgánicos (NSO, s.f).

El proceso genérico de la elaboración del queso fundido se describe a continuación (Rodríguez et al., 2016):

- a) **Recepción de la Leche:** la leche se recibe en pichingas con capacidad de 10 galones. Se realiza una evaluación organoléptica (olor, sabor y color) y las pruebas de calidad pertinentes para aceptar o no la leche.
- b) **Filtrado:** una vez la leche cumple con los estándares de calidad pasa al proceso de filtrado. Esta operación consiste en pasar la leche a través de una tela para eliminar materias extrañas (pelos, pajas, polvo, insectos, etc.). La leche filtrada es enviada por medio de un sistema de bombas y tuberías a tanques de acero inoxidable para su almacenamiento temporal.
- c) **Pasteurización:** es el proceso, por el cual, se destruyen los microorganismos patógenos. En intercambiadores de plantas, la pasteurización calienta la leche entre 70 a 72°C durante 15 a 30 segundos y luego enfriar a 35°C (para garantizar la siguiente etapa).
- d) **Adición del fermento:** para la elaboración del quesillo se utiliza suero ácido en una concentración al 5%.
- e) **Coagulación:** se agrega el cuajo sólido, 2 pastillas de cuajo por cada 400 L de leche y se deja reposar entre a un tiempo máximo de 20 minutos.
- f) **Desuerado:** esta operación contempla la eliminación total del suero. Se agita el cuajo y se deja reposar entre 5 a 10 minutos. Posteriormente, se extrae el suero y la cuajada se retira utilizando coladores de acero inoxidable.
- g) **Salado:** está etapa favorece la producción de ácido láctico, realza el aroma y contribuye a la preservación del quesillo. Se tritura la cuajada seca, se agregan 1 kg de sal por cada 200 L de leche y se agita la mezcla.

- h) **Tratamiento térmico:** la cuajada se calienta en ollas o marmitas hasta que adquiere la textura correcta.
- i) **Moldeado:** cuando la cuajada ha alcanzado la textura se puede dar la forma deseada por el cliente.
- j) **Enfriamiento:** la cuajada se deja enfriar hasta temperatura ambiente.
- k) **Empacado y almacenamiento:** El producto se empaca en bolsas de polietileno de grado alimenticio, se etiqueta y almacena a 4°C.

El diagrama de bloques del proceso de producción es el siguiente:

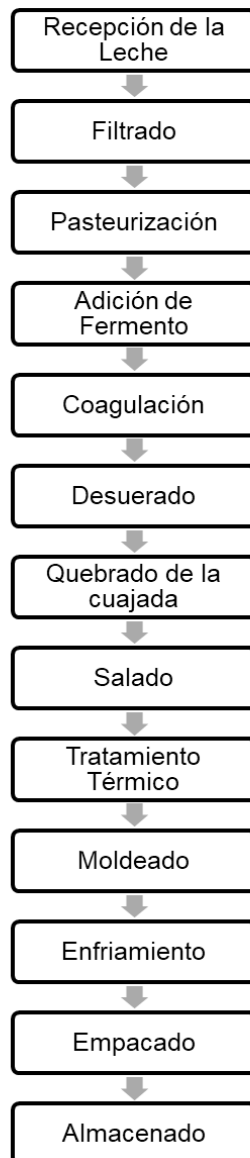


Ilustración 1. Diagrama de bloques de la elaboración de queso fundido

Nota: Adaptado de Rodríguez et al. (2016).

4.3 Balance de materia y energía

El balance de materia y energía (BMyE) es una herramienta importante para contabilizar los flujos de materia y energía entre un determinado proceso industrial y los alrededores o entre las distintas operaciones que lo integran.

Las ecuaciones generales de BMyE para las etapas del proceso de producción de elaboración de quesillo tipo salvadoreño se presenta a continuación:

A. Mezclado (etapa de estandarización)

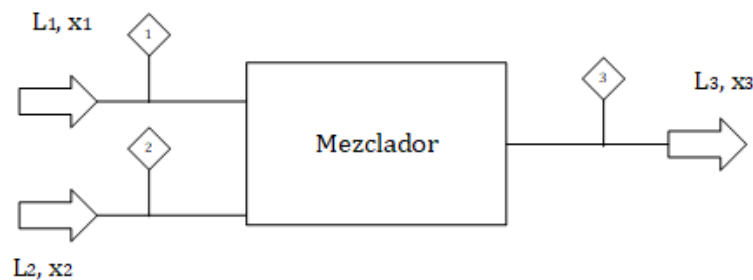


Ilustración 2. Entradas y salidas de un mezclador

Balance de masa

Ecuación 1

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{acumulación}$$

Balance total

Ecuación 2

$$L_1 + L_2 = L_3 + \frac{dm}{d\theta}$$

Balance por componente

Ecuación 3

$$L_1 x_1^{L_1} + L_2 x_2^{L_2} = L_3 x_3^{L_3} + \frac{d(mx)}{d\theta}$$

Dónde:

L: Corriente másica, kg/h

m: Masa, kg

x: Fracción másica.

Balance de energía

Si las corrientes se encuentran a diferentes temperaturas:

Ecuación 4

$$L_1 H_1 + L_2 H_2 - L_3 H_3 = \frac{d(mH)}{d\theta}$$

B. Intercambiador de calor (Etapa de fundido)

Un intercambiador de calor es un equipo utilizado para enfriar un fluido que está más caliente de lo deseado, transfiriendo este calor a otro fluido que está frío y necesita ser calentado.

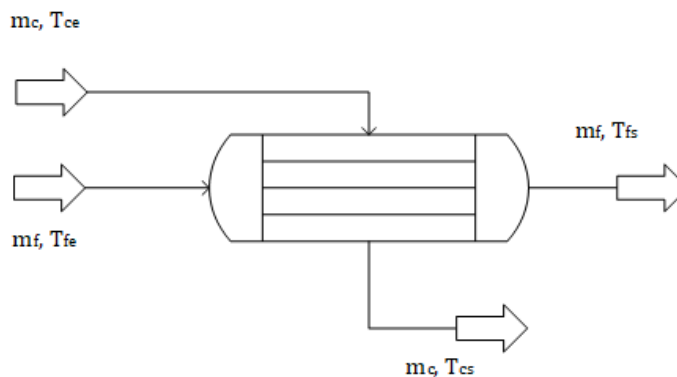


Ilustración 3. Entradas y salidas en un intercambiador de calor

Balance de masa

Ecuación 5

$$M_c = m_f$$

Dónde:

m_c : Flujo másico del fluido caliente, kg/h

m_f : Flujo másico del fluido frío, kg/h

Balance de energía

Ecuación 6

$$q = m_c (h_{ce} - h_{cs}) = m_f (h_{fs} - h_{fe})$$

Dónde:

H: Entalpía, kJ/kg

q: Calor transferido, kJ/h

4.4 Equipos de proceso relacionados a la elaboración de queso fundido

Para el tratamiento y transformación de la leche existe una gran gama de equipos, utensilios y máquinas para facilitar y asegurar la calidad e inocuidad de los diversos productos lácteos. Entre ellos se tienen:

Proceso	Ilustración	Datos técnicos básicos
Recepción de leche En dependencia del tiempo de procesamiento de la leche, se puede requerir de tanques de almacenamiento con o sin refrigeración:	 Ilustración 4. Tanque con refrigeración Fuente: (DELAVAL, 2021)	Tanque con fondo ovalado y una amplia superficie de refrigeración, que pueden acoplarse compresores de alta capacidad. Los tanques tienen una doble tapa giratoria que se abra tanto en vertical como en horizontal para facilitar el acceso a su interior. Alto rango de capacidad en litros.
	 Ilustración 5. Tanque con refrigeración Fuente: (GIDAMAKSAN,2020B)	Tanques de almacenamiento de acero inoxidable. Fácil de limpieza y montaje Se puede adaptar para refrigeración. Alto rango de capacidad en litros.

Descremado La operación permite la separación de moléculas de grasa contenidas en la leche, estandariza el contenido de grasa de la leche al valor deseado.	 Ilustración 6. Separador de Crema Fuente: (GIDAMAKSAN,2020B)	Reduce el contenido de grasa de la leche a un valor determinado. Alto rango de capacidad en litros por hora.
Pasteurizador Una de las características del pasteurizador es que se lleva rápidamente a la temperatura de pasteurización de la leche y baja abruptamente la temperatura. Un tipo de pasteurizador son los de placa.	 Ilustración 7. Intercambiador de placa Fuente: (GIDAMAKSAN,2020B)	Adecuados para calentar, pasteurizar y enfriar diferentes productos del sector lácteo. Material: Acero inoxidable. Alto rango de capacidad en litros por hora.
Estandarización y coagulación de la leche La estandarización de productos lácteos, la crema y la leche se separan primero en una línea láctea. Luego, los dos elementos vuelven a mezclarse otra vez, de acuerdo con el requerimiento deseado.	 Ilustración 8. Cubas de estandarización y coagulación. Fuente: (DELLATOFFOLA,2020)	Permiten desempeñar varias fases de la producción del queso: desde la coagulación de la cuajada hasta el corte, la cocción, la maduración y la descarga. Material: Acero inoxidable. Alto rango de capacidad en litros por hora.

	 Ilustración 9. Tina quesera Fuente: (SOGENALIMENTOS,2020)	Tina quesera mecánica Construcción robusta en acero inoxidable AISI 304 Sistema de agitación y corte de forma mecánica sobre la cuajada Alto rango de capacidades
Fundido Los quesos procesados o fundidos cuentan con una etapa donde se funde o calienta la cuajada:	 Ilustración 10. Malaxadora de quesos Fuente: (GRUPO HMT,2020)	Para todo tipo de queso de pasta hilada. Formato media caña horizontal con chaqueta para pasaje de vapor tipo baja y/o alta presión Material: Acero inoxidable. Alto rango de capacidad en litros por hora.
Empaque Para garantizar la vida anaquel y calidad de los quesos, se utiliza un empaque al vacío.	 Ilustración 11. Empacadora al vacío. Fuente: (GIDAMAKSAN,2020e)	Acero inoxidable completo de calidad 304. Bomba de vacío de alto rendimiento. Diseño higiénico fácil de limpiar. Mantenimiento fácil y sin problemas.

Métodos cortos de dimensionamiento de equipos

Peters et al. (2003) y Ulrich (1992) plantean métodos cortos para el dimensionamiento de equipos considerando datos de diseño, tales como:

Tabla 2. Datos para el diseño de equipos

Tipo genérico del equipo	Temperatura		Presión		Concentración		Carga de calor	Consumo de	Flujo	Otros tipos de datos útiles
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida				
Recipientes de almacenamiento	X		X						X	Tamaño de partícula y densidad
Molinos								C	X	Tamaño de partícula
Intercambiadores de calor	X	X	X				C	S	X	Coefficiente de transferencia de calor
Recipientes de proceso	X	C	X	C	X	X	C	C	X	Equilibrios y relación
Bombas	X		X	X			C	X		
Separadores	X		X		X	X		C	X	Caída de presión Velocidad de sedimentación

Nota: X: Necesario C: Usualmente calculado. S: Información requerida. Adaptado de Ulrich (1992).

Algunas ecuaciones de diseño de equipos de procesos son:

A. Intercambiadores de placas

Se utilizan en diferentes aplicaciones de lácteos. La leche pasa por la sección de enfriamiento en donde se distinguen por zonas, ya que circula el agua fría y la otra donde circula el agua, para terminar de esa manera el recorrido de la leche, sale por el intercambiador a la temperatura de 4°C generalmente. Esto debido a su tamaño compacto y su elevado coeficiente de transmisión superficial, fácil acceso a las placas para su inspección, limpieza y ampliación.

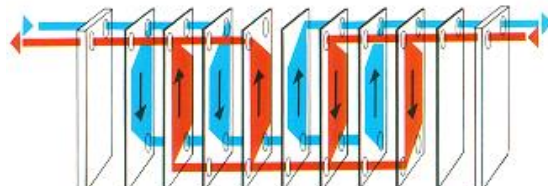


Ilustración 5. Conexión multipaso de un intercambiador de placas

Los principales métodos de cálculo para el dimensionamiento de intercambiadores de placa son: diferencia de temperatura logarítmica (DTML) y de efectividad- número de unidades de transferencia (NUT). Siendo NTU un número adimensional que se utiliza para el análisis de intercambiadores de calor.

Utilizando el método de efectividad – NTU planteado por Incropera et al. (2011) por su facilidad de cálculo y exactitud:

Ecuación 7

$$NTU = \frac{UA_T}{C_{min}}$$

Donde:

U : Coeficiente global de transferencia de calor (KW/m^2).

A_T : Área de transferencia de calor (m^2) = nA_i .

A_i : Superficie de calor. Dato obtenido de la ficha técnica del equipo.

n : Número de placas.

C_{min}

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U), se tiene:

Ecuación 8

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_H}}$$

Donde:

h_c : Coeficiente de convección del fluido frío (KW / m^0K).

h_H : Coeficiente de convección del fluido caliente (KW / m^0K).

B. Bombas

Para la selección y dimensionamiento de una bomba se tiene el siguiente procedimiento (Mott, 2006):

1. Determinar las especificaciones del sistema: fluido a bombear, valor de diseño del flujo volumétrico, elevaciones y presiones prescitas.
2. Establecer las propiedades del fluido: temperatura, peso específico, viscosidad cinemática y presión de vapor.
3. Generar una distribución para la tubería: líneas de succión y descarga con las válvulas, acoplamientos y accesorios.
4. Determinar las longitudes de la tubería en las líneas de succión y descarga.
5. Especificar los tamaños de tubería para las líneas de succión y descarga.
6. Calcular el rendimiento del sistema al flujo volumétrico de diseño para determinar la carga dinámica total (TDH) y la carga estática total:

Ecuación 9

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + (z_2 - z_1) + h_r$$

Donde:

P1 y P2: Presión de entrada y salida, respectivamente (kPa)

v1 y v2: Velocidad del líquido de entrada y salida, respectivamente (m/s)

z1 y z2: Posición (altura) de la tubería de entrada y salida, respectivamente (m)

Y: Peso específico (kN/m³)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

h_r: Carga total (m)

Ecuación 10

$$h_0 = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + (z_2 - z_1)$$

Donde:

H₀: Carga estática total (m)

7. Seleccionar una bomba que entregue, por lo menos, el flujo volumétrico de diseño contra la carga dinámica total a dicho flujo volumétrico.

C. Recipiente enchaquetado

El espesor de la chaqueta de un recipiente enchaquetado se calcula utilizando la siguiente ecuación (Green & Southard, 2018):

Ecuación 11

$$E_{ch}=10\%D$$

Para estimar el tiempo de calentamiento en un recipiente enchaquetado y con agitación mecánica, se tiene:

Ecuación 12

$$U_c = \frac{h_t h_{te}}{h_t + h_{te}}$$

Dónde:

h_{te} : Coeficiente individual de transferencia de calor por chaqueta

h_t : Coeficiente individual de transferencia de calor ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

U_c : Superficie de intercambio limpia libre de incrustaciones

En el caso de h_t , se calcula:

Ecuación 13

13

$$Nu = \frac{h_t D}{\kappa} = a Re^b Pr^c \frac{\mu^m}{\mu_w}$$

Dónde:

Nu: Número de Nusselt

Re: Número de Reynolds

Pr: Número de Prandtl

h_t : Coeficiente individual de transferencia de calor ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

D: Diámetro interno del tanque

κ : Conductividad térmica del fluido ($kcal/m * h * ^\circ C$)

μ : Viscosidad del fluido (kg/ms)

μ_w : Viscosidad del fluido a la temperatura de la pared (kg/ms)

4.5 Buenas prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, centralizadas en la

higiene y forma de manipulación (Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria – SAGPyA, s.f.):

- Útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación.
- Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.
- Indispensable para la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), de un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de un Sistema de Calidad como ISO 9000.
- Se asocian con el Control a través de inspecciones del establecimiento.

Toda industria de alimentos que opere y distribuya sus productos tanto en el mercado nacional como Centroamericano debe aplicar las buenas prácticas de manufactura, de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) NTON 03-069-06/RTCA 67.01.33:06, el cual tiene como objeto (RTCA, 2011):

Garantizar alimentos inocuos y de calidad a través de disposiciones generales sobre prácticas de higiene y operación durante la industrialización de los productos alimenticios.

En dicha NTON define a Buenas prácticas de manufactura como: condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.

La NTON 03-069-06 cuenta con cinco acápite para su inspección, siendo estos (ver anexo A. Resumen de la NTON 03-069-06):

Tabla 3. Acápites de inspección de las BPM

Acápite	Observación
1. EDIFICIO	
1.1 Alrededores y ubicación	
1.1.2 Ubicación	
1.2 Instalaciones físicas	
1.2.1 Diseño	
1.2.2 Pisos	
1.2.3 Paredes	
1.2.4 Techos	
1.2.5 Ventanas y puertas	
1.2.6 Iluminación	
1.2.7 Ventilación	

1.3 Instalaciones sanitarias	
1.3.1 Abastecimiento de agua	X
1.3.2 Tubería	
1.4 Manejo y disposición de desechos líquidos	
1.4.1 Drenajes	
1.4.2 Instalaciones sanitarias	
1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos	
1.5 Manejo y disposición de desecho sólidos	
1.5.1 Desechos Sólidos	
1.6 Limpieza y desinfección	
1.6.1 Programa de limpieza y desinfección	X
1.7 Control de plagas	
1.7.1 Control de plagas	
2. EQUIPOS Y UTENSILIOS	X
2.1 Equipos y utensilios	
3. PERSONAL	
3.1 Capacitación	X
3.2 Prácticas higiénicas	X
3.3 Control de salud	
4. CONTROL EN EL PROCESO Y EN LA PRODUCCIÓN	
4.1 Materia prima	X
4.2 Operaciones de manufactura	X
4.3 Envasado	X
4.4 Documentación y registro	
5. ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN	
5.1 Almacenamiento y distribución	X

Nota: X Se debe cumplir, por lo menos, con el puntaje mínimo. Adaptado de (RTCA, 2011).

De acuerdo a la tabla anterior, para una industria de alimentos o de bebidas puede obtener la licencia BPM si obtiene un puntaje igual o mayor a 81 de 100 (puntaje total).

Considerando los sub acápite de cumplimiento mínimo, se observa que se hace un mayor énfasis al control en el proceso y en la producción de una industria alimentaria o de bebidas.

V. METODOLOGÍA

En los siguientes acápite se presentan los procedimientos realizados para alcanzar los objetivos del presente tema:

5.1 Criterios de calidad

Tanto la leche de vaca (materia prima) como el producto terminado (quesillo tipo salvadoreño) deben de cumplir las siguientes normativas para su procesamiento como comercialización:

A. Leche de vaca:

NTON 03 027- 17 “Leche y productos lácteos. Leche cruda (vaca). Especificaciones” tiene como objeto “establecer las especificaciones técnicas, que debe cumplir la leche cruda de vaca destinada al procesamiento”.

RTCA 67.04.50:08 “Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos”, tiene como objeto “Establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro y la vigilancia en los puntos de comercialización”.

B. Quesillo tipo salvadoreño

NTON 03 065 – 06 “Norma técnica obligatoria nicaragüense para los quesos” tiene como objeto “establecer las características y especificaciones que deben cumplir los quesos”.

NTON 03 022 – 99 “Norma de quesos frescos no madurados”, tiene como objeto “Establecer las características y especificaciones que deben cumplir los quesos frescos o no madurados”.

RTCA 67.04.50:08 “Alimentos. criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos”, tiene como objeto “Establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro y la vigilancia en los puntos de comercialización”.

NSO 67.01.04:06 “Productos lácteos. quesos no madurados. especificaciones”, tiene como objeto “Establecer las características y especificaciones que deben cumplir los quesos frescos o no madurados”.

NSO-ZOO-001-98 “Requisitos y especificaciones zoosanitarias para la importación de leche y derivados”, tiene como objeto “Establecer los requisitos y especificaciones zoosanitarias para la importación de leche y sus derivados”.

NTON 03 069-06/ RTCA 67.01.33:06 “Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales”, tiene como objeto “establecer las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de los productos alimenticios, a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad”.

5.2 Capacidad de producción

La capacidad de producción fue definida para 8 contenedores (19,958.06 kg cada uno) mensuales a exportar, es decir, 2 contenedores (39,916.13 kg) por semana, trabajando cinco días por semana. Se tiene:

Tabla 4. Capacidad de producción

Producción de queso	7,983.23	kg/día
Producción de queso	498.95	Kg/h
Leche acopiada	1,001,740.00	l/mes

5.3 Descripción y parámetros del proceso de producción

Para la verificación de los parámetros se visitó una empresa ubicada en el municipio de Santo Tomás, departamento de Chontales (no se permitió la toma de fotos ni reflejar datos de la empresa). A continuación, se describe el proceso y los parámetros de las etapas de producción de queso tipo salvadoreño:

- A. **Recepción de la Leche:** La leche es recibida en barriles de 208.20 litros. Se realiza una evaluación organoléptica (olor, sabor y color) y pruebas de calidad (de acuerdo con el acápite 5.1.A): agua agregada, grasa, proteínas, densidad, sólidos totales y sólidos no grasos.
- B. **Filtrado:** La leche se bombea hacia un tanque de acero inoxidable para su almacenamiento temporal. Durante el bombeo, la leche se filtra para eliminar materias extrañas (pelos, piedra, insectos, etc.). Las materias extrañas eliminadas representan menos del 0.0001%.
- C. **Descremado:** se descrema el 25% de la leche acopiada para obtener crema. Se obtiene 72.90 gramos de crema (88% grasa) por litro de leche acopiada.
- D. **Estandarización:** La leche descremada (0.1% grasa) se bombea a las tinajas de acero inoxidable donde se encuentra el resto de leche acopiada

(3.9% grasa). Con ello se estandariza al 2.9% el contenido de grasa de la leche a procesar.

- E. **Coagulación:** A cada tina se le adiciona aproximadamente un 20% de suero ácido y por cada 50 litros de leche se agrega una pastilla de cuajo (500 mg), se agita la mezcla y se deja reposar aproximadamente 20 minutos para obtener la cuajada.
- F. **Desuerado:** esta operación contempla la eliminación total del suero. Se agita el cuajo y se deja reposar por 10 minutos. Posteriormente, se drena el suero quedando la cuajada en el fondo de la tina.

El suero ácido es drenado por gravedad hacia un tanque de almacenamiento para ser regalado a los productores de leche. Se genera 0.44 litros de suero salado por litro de leche.

- G. **Salado:** favorece la producción de ácido láctico, resaltando el aroma y a la preservación del quesillo. Se tritura la cuajada seca, se agregan 5.39 g de sal por cada litro de leche, se agita la mezcla y se deja reposar por 10 minutos.
- H. **Fundido:** la cuajada se traslada a un tornillo helicoidal hasta una marmita con agitación mecánica.

La cuajada se agita a una temperatura aproximada a 72°C por 5 minutos. Agregando citrato de sodio (0.34 g/kg de cuajada) para regular el pH y mejorar la textura del producto final.

- I. **Enfriamiento:** Finalizada la cocción, se llenan panas plásticas (14.51 kg) con queso fundido y se trasladan al área de enfriamiento a temperatura ambiente.

Las panas se colocan sobre polines plásticos y permanecen en dicha área durante 17 horas o hasta alcanzar los 30 °C. Antes del llenado, las panas se forran con plástico de alta densidad.

- J. **Empacado:** se inspecciona el quesillo (textura y cocción) para su empaque al vacío en bolsas plásticas de alta densidad de grado alimenticio y, como empaque secundario, en cajas de cartón.
- K. **Etiquetado y almacenamiento:** el producto empackado se etiqueta y traslada al cuarto frío para mantenerse a una temperatura de 4°C. Se requieren aproximadamente de 1,375 panas para llenar un contenedor.

5.4 Balance de materia y energía

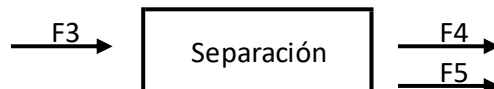
Considerando la capacidad instalada de la planta y definido el proceso de producción se procedió a realizar el balance de materia y energía (anexo B. Resultados del balance de materia y energía):

Balance de materia



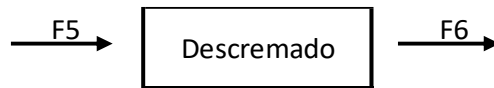
Ecuación 14

$$F1=F2+F3$$



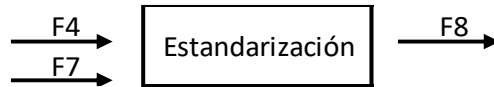
Ecuación 15

$$F3=F4+F5$$



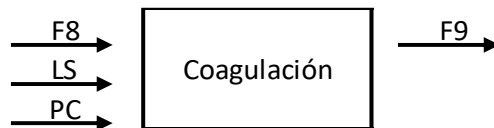
Ecuación 16

$$F5=F6+F7$$



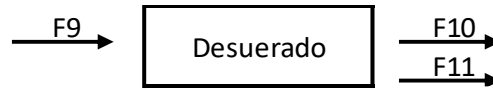
Ecuación 17

$$F4+F7=F8$$



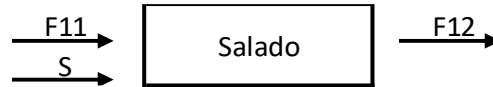
Ecuación 18

$$F8+LS+PC=F9$$



Ecuación 19

$$F9 = F10 + F11$$



Ecuación 20

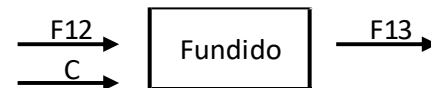
$$F11 + S = F12$$



Ecuación 21

$$F12 + C = F13$$

Balance de energía



Ecuación 22

$$Q_{abs} = -Q_{ced}$$

$$Q_{abs} = F_{12}C_p(T_2 - T_1)$$

5.5 Selección y dimensionamiento de equipos

Realizado el balance de materia y energía con la identificación de los equipos de proceso se utilizaron los métodos cortos de diseño de equipos propuestos por Peters et al. (2003) y Ulrich (1992). En el anexo C se presentan los cálculos del dimensionamiento de equipos.

A. Bombeo de la leche cruda a las tinas de coagulación

Mott (2006) plantea el siguiente procedimiento para la selección de una boma (s-succión, d-descarga):

Carga de velocidad en las líneas de succión y descarga:

Ecuación 23

$$v_s = \frac{Q}{A_s}$$

$$v_d = \frac{Q}{A_d}$$

Donde:

Q : Caudal, m^3 / s

A_s, A_d : Flujo de área, m^2

v : velocidad del fluido: m / s

Factor de fricción en las tuberías de succión y descarga se calcula a su número de Reynolds y relación de rugosidad relativa de la tubería:

Ecuación 24

$$Re = \frac{vD\rho}{\eta}$$

Dónde:

v : Velocidad del fluido, m / s

D : Diámetro interior, m

ρ : Densidad del fluido, kg / m^3

η : Viscosidad, $Pa \cdot s$

Re : Número de Reynolds

El factor de fricción (f) se lee del diagrama de Moody:

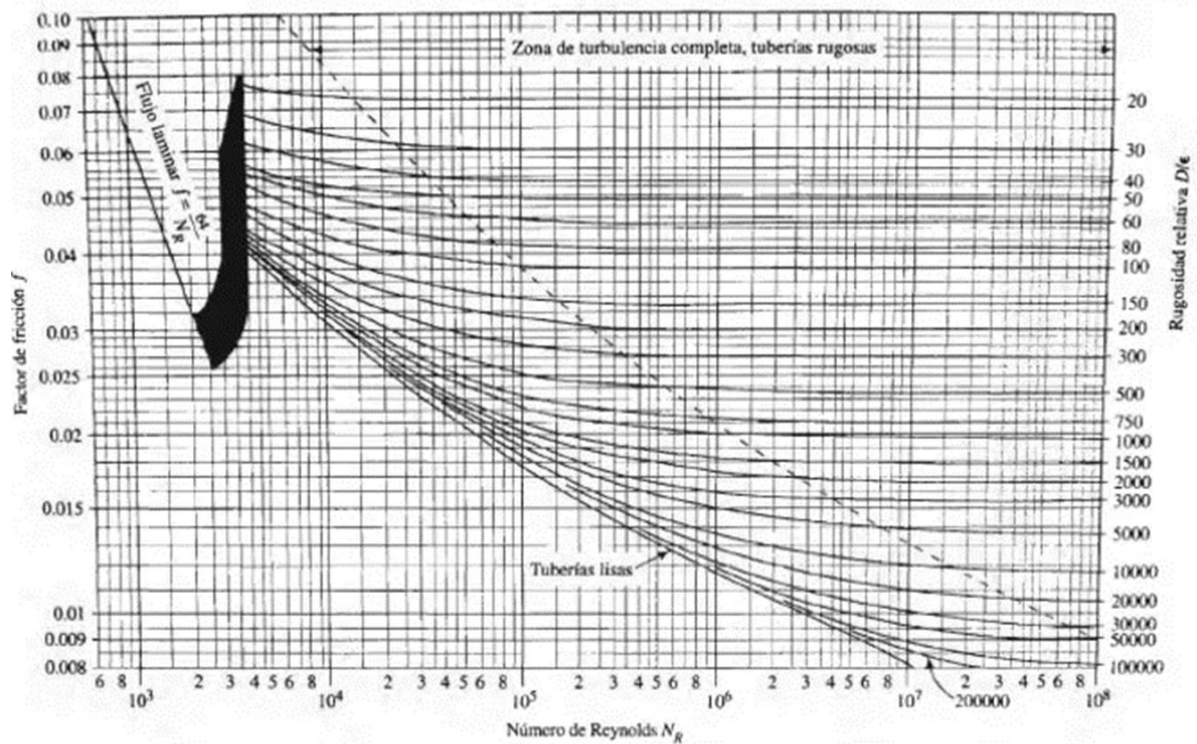


Ilustración 6. Diagrama de Moody

Nota: Tomado de (Mott, 2006).

Cálculo de la pérdida de energía en la entrada (succión) o descarga:

Ecuación 25

$$h_i = K \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

K : Factor de resistencia

v : Velocidad del fluido, m/s

g : Gravedad, $9.81 m/s^2$

h_i : Pérdida de energía en la entrada o salida, m

La pérdida de energía por fricción en la línea de succión o descarga se calcula:

Ecuación 26

$$h_i = f * \frac{L}{D} \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

f : Factor de fricción succión o descarga

L : Longitud de la tubería de succión o descarga, m

v : Velocidad del fluido, m/s

g : Gravedad, 9.81 m/s²

h_i : Pérdida de energía por fricción succión o descarga, m

Cálculo de la pérdida de energía en accesorios:

Ecuación 27

$$h_i = f * \frac{L_e}{D} \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

f : Factor de fricción succión o descarga

$\frac{L_e}{D}$: Longitud equivalente

v : Velocidad del fluido, m/s

g : Gravedad, 9.81 m/s²

h_i : Pérdida de energía por accesorios, m

La pérdida total de energía (h_L) se calcula:

Ecuación 28

$$h_L = \sum_{i=1}^n h_i$$

La carga total (h_A) se determina:

Ecuación 29

$$\frac{\rho_s}{\gamma} + z_s + \frac{v_s^2}{2g} + h_A - h_L = \frac{\rho_d}{\gamma} + z_d + \frac{v_d^2}{2g}$$

Dónde:

γ : Peso específico del fluido, N.m³

z : Elevación sobre la entrada de la bomba, m

h_A : Carga total, m

Cálculo de la potencia suministrada por la bomba (P_A):

Ecuación 30

$$P_A = \frac{h_A \gamma Q}{e_M}$$

Dónde:

h_A : Carga total, m

e_M : Eficiencia de la bomba

P_A : Potencia de la bomba

B. Tinas de coagulación/estandarización

Capacidad de las tinas: 2,271.25 L.

Cantidad de tinas: 3

Las tinas son rectangulares, por lo que, se asume el ancho y largo de esta para obtener la altura.

Ecuación 31

$$V = A * H * L$$

C. Descremadora

La descremadora es un separador centrífugo, por lo que, Ulrich (1992) plantea el siguiente procedimiento:

Tamaño de equipo, se estableció:

Longitud (m): L

Diámetro (m): D

Para luego determinar:

Área nominal (m): A

Caudal (m^3/s): Q

Potencia del equipo (kW): $100 Q^{2.8}$

D. Marmita

Se considera una marmita semiesférica de acero inoxidable tipo 304.

Radio de la marmita:

Ecuación 32

$$V_m = \frac{1}{2} * \frac{4}{3} \pi r^3$$

Dónde:

V_m : Volumen de la marmita semiesférica, m^3

r : Radio de la marmita semiesférica, m

Área de transferencia de calor

Ecuación 33

$$A_m = \frac{1}{2} * 4\pi r^2$$

Dónde:

A_m : Área de transferencia de calor, m^2

Agitador

Para mejorar la transferencia de calor y considerando un fluido viscoso, se utiliza un agitador helicoidal de acuerdo son las dimensiones estándar:

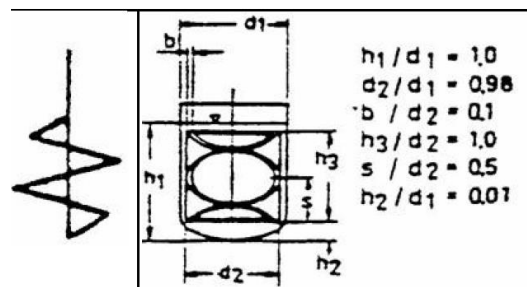


Ilustración 7. Dimensiones estándar de un agitador helicoidal

Fuente: (Ansó et al, s.f.)

Potencia del agitador

El número de Reynolds de agitación se determina (Ansó et al, s.f.):

Ecuación 34

$$Re = \frac{Nd_2^2 \rho}{\mu}$$

Dónde:

N : Velocidad de rotación, rps

d_2 : Diámetro del agitador, m

ρ : Densidad, kg / m³

μ : Viscosidad, Pa · s

Re: Número de Reynolds

Con ello se determina la característica de potencia con el número de Reynolds:

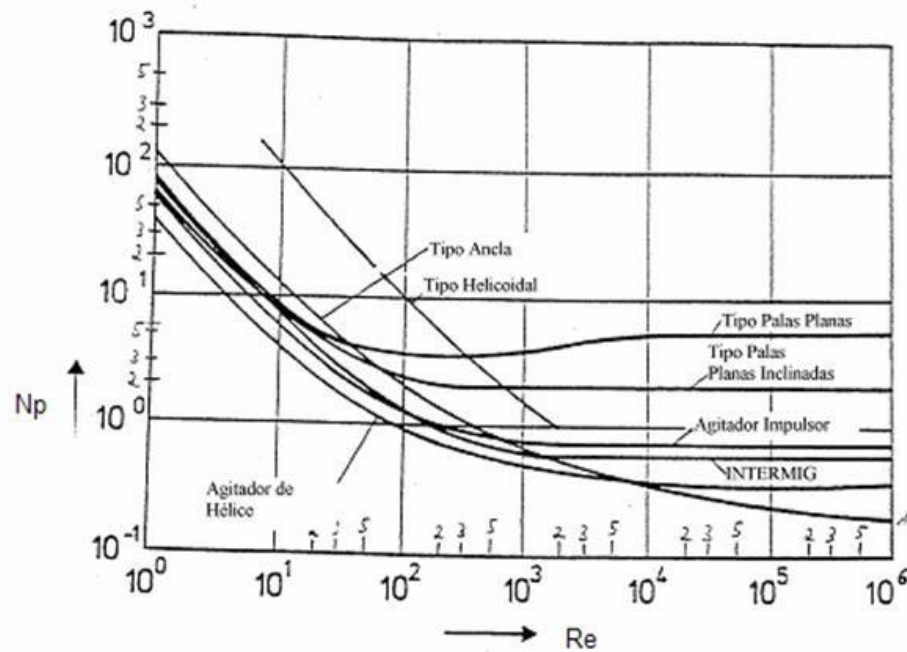


Ilustración 8. Característica de la potencia frente el Reynolds

Fuente: (Ansó et al, s.f.)

Determinando Np, la potencia del agitador se determina:

Ecuación 35

$$P_p = N \rho N_p^3 d_2^5$$

Dónde:

N : Velocidad de rotación, rps

d_2 : Diámetro del agitador, m

ρ : Densidad, kg / m³

N_p : Número característico de la potencia

Re: Número de Reynolds

E. Enfriamiento

El producto terminado se almacena en un área de enfriamiento a temperatura ambiente. Para ello se utilizan estantes metálicos rectangulares:

Ecuación 36

$$V_e: L \times A \times H$$

Dónde:

L: Longitud del estante, m

A: Ancho del estante, m

H: Altura del estante, m

V_e : Volumen del estante, m³

F. Empacado

Para las labores de empacado, tanto al inicio como finalizado el sellado al vacío del producto terminado, se utilizarán mesas con stop de acero inoxidable:

Ecuación 37

$$V_m: L \times A \times H$$

Dónde:

L: Longitud de la mesa, m

A: Ancho de la mesa, m

H: Altura de la mesa, m

V_m : Volumen de la mesa, m³

5.6 Infraestructura de acuerdo con la NTON 03-069-06

La NTON 03-069-06 hace mención sobre la higiene y seguridad que debe cumplir la infraestructura de una empresa alimenticia y considerando los objetivos del presente estudio, se realizó la distribución de planta y su relación entre las áreas de procesos.

5.6.1 Planificación sistemática de la disposición

Para la distribución de planta se utilizó la planificación sistemática de la disposición (SLP, siglas en inglés), con el fin de reducir al mínimo posible los costos no productivos, como el manejo de materiales y el almacenamiento, permitiendo aprovechar al máximo la eficiencia de los colaboradores (Baca, 2013). El procedimiento utilizado para el SLP fue el siguiente (Baca, 2013):

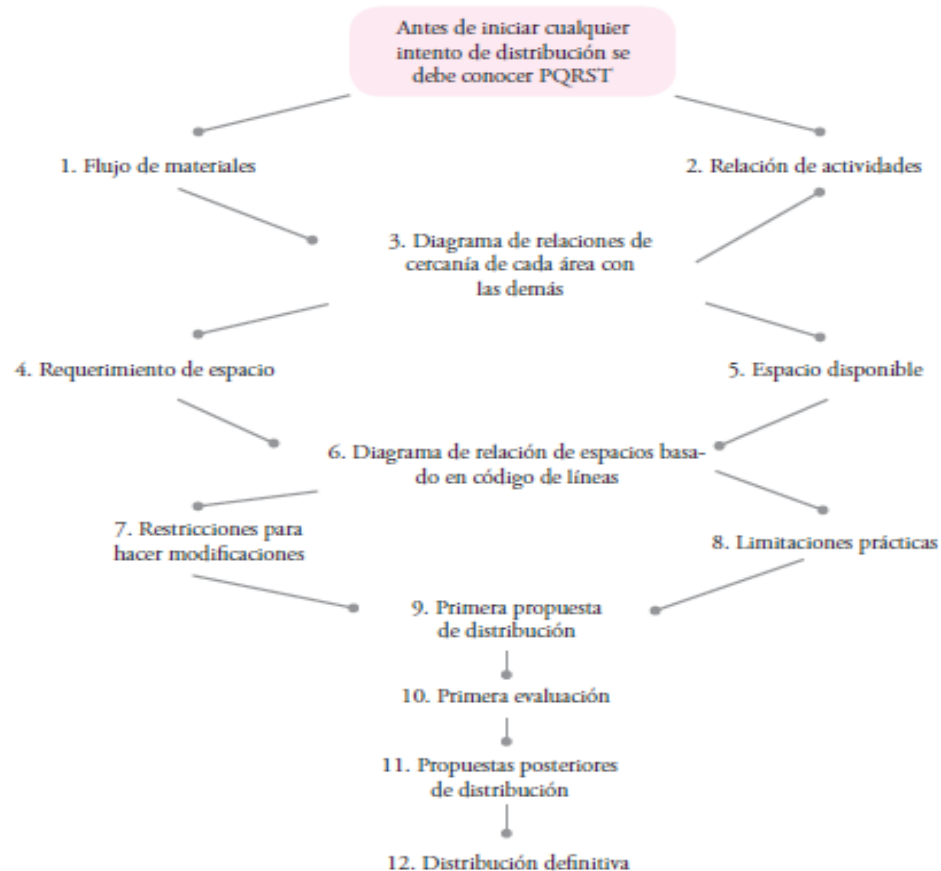


Ilustración 9. Planeación sistemática de la distribución de instalaciones

Nota: P: Product, Q: Quantity, R: Route, S: Supplies, T: Time. Tomado de Baca (2013).

Se consideraron los criterios mencionados en la NTON 03-069-06, referente al acápite de edificios:

Los pisos, paredes, techo, ventanas y puertas deben ser impermeables, no absorbentes, y de tal naturaleza que impidan la entrada de animales, insectos, roedores y/o plagas u otros contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.

Considerando lo mencionado en la NTON 03-069-06 (revisar anexo A. Resumen de la NTON 03-069-06), la relación y su importancia de proximidad entre las áreas se aplicaron los siguientes pasos:

- Enumerar todas las áreas de la planta. Se establecieron:
 - 1) Entrada a producción,
 - 2) Producción,
 - 3) Salida de producción
 - 4) Vestidores,
 - 5) Desinfección,
 - 6) Alimentación y descanso,
 - 7) Cuarto frío,
 - 8) Insumos,
 - 9) Productos de limpieza y sustancias peligrosas,
 - 10) Instalaciones Sanitarias,
 - 11) Instalaciones para lavarse las manos,
 - 12) Transferencia temporal de desechos sólidos y
 - 13) Sistema de tratamiento de aguas residuales
- Analizar la importancia de cada área con el funcionamiento de la planta.
- Asignar un valor a cada relación.
- Evaluar y analizar el diagrama.

5.6.1.1. Valoración entre áreas

Las relaciones de la proximidad entre las áreas se les asignó la siguiente valoración:

Tabla 5. Valoración entre áreas

Nomenclatura	Criterio	Simbología	Tipo de interacción
A	Absolutamente necesario	1	Flujo de materiales
E	Especialmente importante	2	Flujo de información
I	Importante	3	Flujo de desechos
O	Ordinario	4	Conveniencia
U	No importante	5	Personal
X	No deseado		

Se calcularon los requerimientos de espacio considerando parámetros establecidos para baños, distanciamiento entre equipos, área ocupada por los equipos o maquinaria, etc. En el anexo D se presentan los cálculos para el requerimiento de las áreas de las instalaciones.

5.7 Plan de medidas ambientales

Las empresas alimentarias son una de las principales que generan mayor impacto ambiental negativo al medio ambiente, considerando sus procesos productivos o los productos que elaboran. En el caso de la industria láctea al procesar su materia prima (la leche), obtienen productos altamente perecederos que requiere de diferentes procesos prolongar sus periodos de almacenamiento y conservación ocasionando un gran volumen de residuos sólidos y líquidos (González M. , 2012).

Las principales actividades del proceso de producción que generan impactos ambientales negativos son (González M. , 2012):

Tabla 6. Actividades del proceso de producción con impacto ambiental negativo

No	Actividad	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
1	Limpieza de planta de proceso	Consumo de energía térmica Consumo de agua Consumo de productos químicos Vertido de aguas residuales Consumo de energía eléctrica
2	Generación de vapor	Emisión de gases y partículas Consumo de combustibles Vertido de aguas con gran conductividad (purgas) Consumo de productos químicos Residuos de envases de productos
3	Tratamiento de aguas residuales	Consumo de energía eléctrica Vertidos del rechazo del tratamiento Consumo de productos químicos y filtros
4	Generación de desechos sólidos	Residuo de empaques dañados, utensilios, etc. Repuestos dañados de equipos Residuos de envases de productos químicos
5	Generación de frío	Emisiones de gases refrigerantes Consumo de energía eléctrica Ruido Producto de mantenimiento de equipos Residuos de envases de productos químicos

Nota: Adaptado de (González M. , 2012)

En Nicaragua existe el Decreto N° 20-2017 “Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales”, el cual fue utilizado como referencia para la elaboración del plan de medidas ambientales, ya que menciona (Decreto 20-2017, 2017):

- **Medidas de Prevención y Mitigación:** Acción o conjunto de acciones destinadas a prevenir, reducir los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, que no puedan ser evitados.
- **Medidas de Compensación:** Acciones destinadas a subsanar, todo lo que fuere dañado en forma irreversible, por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Se utilizó la metodología propuesta por Milán (2004), para la valoración de los impactos ambientales por medio de matrices de valoración de cada impacto. En la siguiente tabla se presenta la fórmula para el cálculo de la importancia de los impactos ambientales:

Tabla 7. Valores de los atributos de impactos de la evaluación cualitativa

VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN CUALITATIVA	
NATURALEZA	INTENSIDAD (IN)
☐ Impacto beneficioso +	(Grado de Destrucción)
☐ Impacto perjudicial -	☐ Baja 1
	☐ Media 2
	☐ Alta 4
	☐ Muy Alta 8
	☐ Total 12
EXTENSION (EX) (Área de Influencia)	MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)
☐ Puntual 1	☐ Largo plazo 1
☐ Parcial 2	☐ Medio plazo 2
☐ Extenso 4	☐ Inmediato 4
☐ Total 8	

☐ Critica (+ 4)	
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)	REVERSIBILIDAD (RV) (Recuperabilidad)
☐ Fugaz 1	☐ Recuperable a corto plazo 1
☐ Temporal 2	☐ Recuperable a mediano plazo 2
☐ Permanente 4	☐ Irrecuperable 4
ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	PROBABILIDAD (PB) (Certidumbre de Aparición)
☐ Simple (sin sinergismo) 1	☐ Probable 1
☐ Sinérgico 2	☐ Dudoso 2
☐ Acumulativo 4	☐ Cierto 4
EFFECTO (EF) (Por la relación Causa – Efecto)	PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de manifestación)
☐ Indirecto (secundario) 1	☐ Irregular y discontinuo 1
☐ Directo 4	☐ Periódico 2
	☐ Continuo 4
PERCEPCIÓN SOCIAL (PS) (Grado de percepción del impacto por la población)	IMPORTÂNCIA (I) (Valor Total)
☐ Mínima (25%) 1	
☐ Media (50%) 2	I= ☐ (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)
☐ Alta (75%) 4	
☐ Máxima (100%) 8	
☐ Total (>100%) (+4)	

Nota: Tomado de Milán (2004).

En los anexos D, E y F se presenta el detalle de las matrices de los impactos ambientales negativos en la etapa de funcionamiento del proceso de producción.

VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Parámetros de calidad

6.1.1. Leche cruda de vaca

Para el acopio en planta, la leche cruda de vaca debe presentar los siguientes parámetros:

Tabla 8. Parámetros de calidad de la leche cruda

	Mínimo	Máximo
Color	blanco, opalescente o ligeramente amarillento	
Olor	Característico, sin olores extraños	
Sabor	Características ligeramente dulces	
Especificaciones microbiológicas	$\leq 1,000,000$ ufc/ml	
Tiempo en horas de reductasa (h)	≤ 4.5 y ≥ 2.5	
Masa grasa % m/m	3.2	---
Densidad a 15 °C (gravedad específica)	1.029	1.033
Sólidos no grasos % m/m (g/100g)	8.3	---
Sólidos totales % m/m (g/100g)	11.5	---
pH	6.6	6.8
Presencia de conservantes, adulterantes y neutralizantes	Negativa	

Nota: Adaptado de (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense , 2017) y (Reglamento Técnico Centroamericano, 2008).

6.1.2. Quesillo tipo salvadoreño

Los parámetros de calidad que debe cumplir el quesillo tipo salvadoreño son:

Tabla 9. Parámetros de calidad del quesillo

	Mínimo	Máximo
Porcentaje de humedad %	≤ 39	
Humedad % en masa	---	60
Grasa láctea % en masa en base humedad	≥ 15	
Staphylococcus aureus, coagulasa positiva (enterotoxigénico) UFC/g	Recuento máximo recomendado: 10^2	Recuento máximo permitido: 10^3

Coliformes fecales, NMP/g	Recuento máximo recomendado: 3	Recuento máximo permitido: 10
Escherichia coli. UFC/g	Ausencia	
Salmonella en 25 gramos	Ausencia	
Listeria monocytogenes, en 25 gramos	Ausencia	

Nota: Adaptado de (Norma Salvadoreña Oficial, s.f) y (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense , 1999).

6.2. Parámetros del proceso de producción

Para garantizar un producto que cumpla con lo descrito en el acápite 6.1.2, se deben cumplir las etapas de producción deben cumplir los siguientes parámetros:

Tabla 10. Parámetros de proceso

N°	Etapas	Parámetros de proceso
01	Estandarización	2.9% de materia grasa
02	Coagulación	Tiempo: 20 minutos Pastilla de cuajo: 500 mg Relación 2:5 suero ácido y leche
03	Salado	5.39 g/l leche Tiempo: 10 minutos
04	Fundido	Tiempo de cocción: 5 minutos Temperatura: 72 °C Citrato de sodio: 0.34 g/kg cuajado
05	Enfriamiento	Temperatura: 30 °C Tiempo: 17 horas

6.3. Características de los equipos y auxiliares de producción

De acuerdo con los resultados del balance de materia y energía, secuencia del proceso de producción y capacidad instalada se tienen los siguientes equipos:

Equipo	Ilustración	Datos técnicos básicos
Tanque de recepción	 Fuente: (Alibaba, 2021a)	Tratamiento de la tecnología de pulido por dentro y por fuera, limpieza conveniente Material: SS304/316L Capacidad: 3,000 L y 5,000 L Cantidad: 2
Bombeo	 Fuente: (Alibaba, 2021e)	Bomba centrífuga sanitaria de una etapa. Flujo: 1 a 120 m³/h Rango de temperatura: -10 a 140 °C Voltaje: 380/415/460,50HZ Potencia: 5.5 kW Material: Acero inoxidable 304 Cantidad: 2

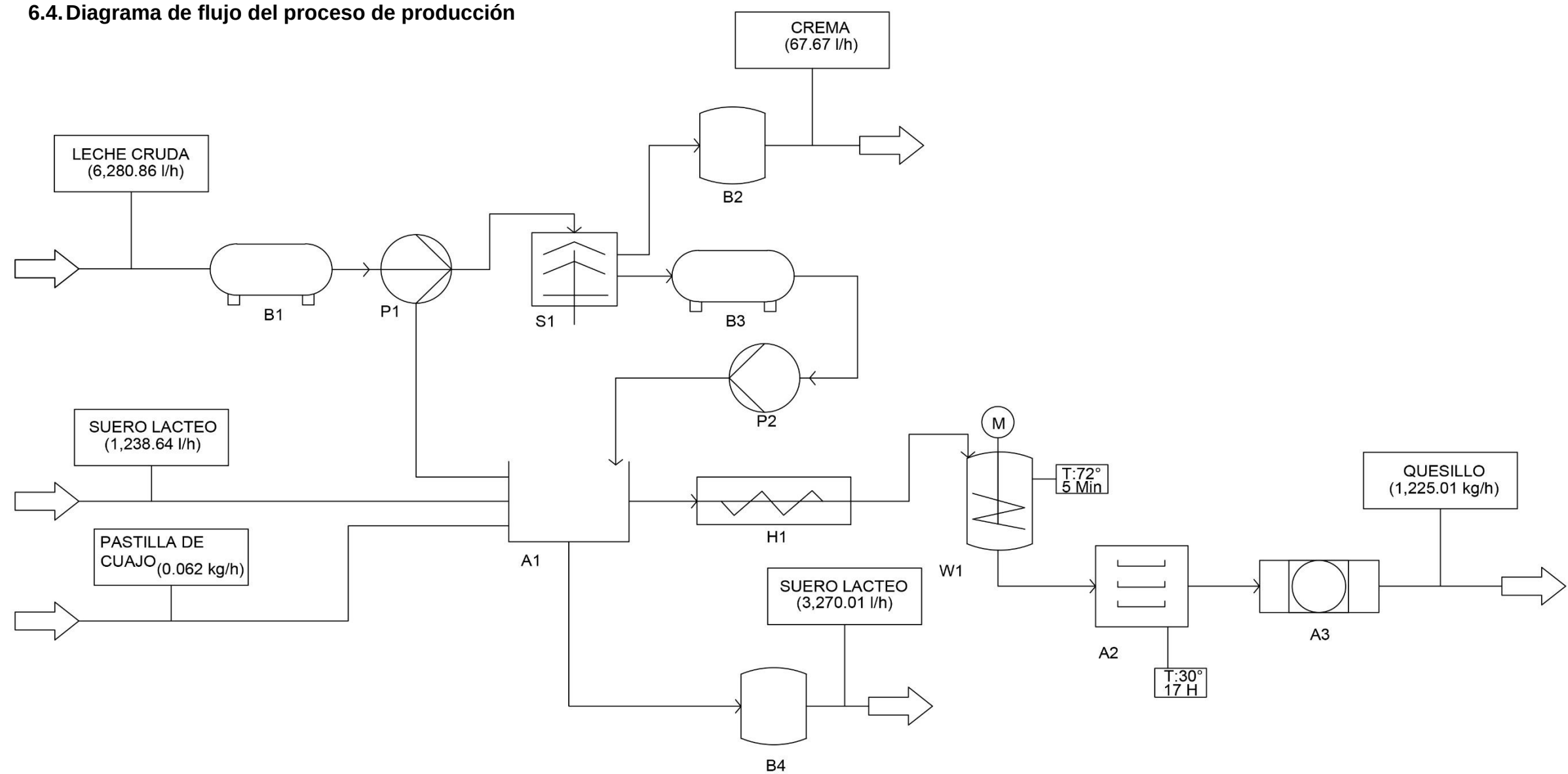
Tinas de coagulación y estandarización	 Fuente: (Alibaba, 2021b)	Triple pared aislado rectangular redondo de acero inoxidable La agitación de mecanismo es impulsada por un motor longitudinal. Sistema de control de PLC Material: Acero inoxidable 304 Capacidad: 3,000 L Cantidad: 3
Descremado	 Fuente: (Alibaba, 2021c)	Principales partes de cuerpo de rodillo y cubierta de rodillo utilizan 2Cr13, y las otras partes de materiales contactados, como disco, todos usan 304L. Cubierta: Acero inoxidable 304 Dimensiones (mm): 865 X 645 X 1,100 Diámetro del tambor (mm): 270 Capacidad: 1,800 L/h Potencia: 4 kW Cantidad: 1

Fundido	 Fuente: (FUSSEN, 2021)	Malaxadora de doble aspa Dos flechas con aspa tipo helicoidal de placa de pulgada x 2 pulgadas. Suministro de vapor para el calentamiento de la chaqueta. Dimensiones (m): 2.40 x 0.90 x 0.90 Capacidad: 1,500 L/h Potencia: 2.24 kW Cantidad: 2
Banda Transportadora	 Fuente: (Alibaba, 2021g)	Longitud de transporte (m): 6 Diámetro del tornillo (mm): 220 Material: Acero inoxidable 304 Capacidad: 2.1 m³/h Potencia: 1.1 kW Cantidad: 1

Caldera (generación de vapor)	 Fuente: (Alibaba, 2021f)	Presión de diseño: 30 hp Combustible: Diésel, GLP Temperatura nominal de vapor (°C): 151 Tamaño (mm): 1,676 Diámetro: 708 Cantidad: 1
Enfriamiento (Temperatura ambiente)	 (Estanterías y Sistemas, 2021)	Estante metálico modulares y regulables. Fáciles de reinstalar. Alto nivel de resistencia. Funcionales y adaptables. Dimensiones (m): 4 x 0.45 x 1.25 Cantidad: 12

Empacado	 Fuente: (Alibaba, 2021d)	Doble cámara de vacío Grado automático: Automática Voltaje: 110V/220V Dimensiones (mm): 1,910 x 910 x 1,100 velocidad de embalaje: 4-8 ud/min Potencia: 2.5 kW Cantidad: 2
Empacado	 Fuente: (Importadora de Maquinaria Industrial, S.A., 2021)	Mesa con stop de acero inoxidable Dimensiones (m): 1.24 x 0.76 x 0.89 Cantidad: 4

6.4. Diagrama de flujo del proceso de producción



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION	CODIGO
	RECIPIENTE ALMACENAMIENTO LECHE CRUDA	B1
	RECIPIENTE ALMACENAMIENTO DE CREMA	B2
	RECIPIENTE ALMACENAMIENTO DE LECHE DESCREMADA	B3
	RECIPIENTE ALMACENAMIENTO DE SUERO LACTEO	B4
	BOMBA CENTRIFUGA DE LECHE CRUDA	P1
	BOMBA CENTRIFUGA DE LECHE DESCREMADA	P2

SIMBOLO	DESCRIPCION	CODIGO
	CENTRIFUGA	S1
	TINA DE ESTANDARIZACION Y COAGULACION	A1
	TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN	H1
	MARMITA CON MEZCLADOR	W1
	ESTANTES METALICOS	A2
	MAQUINA SELLADORA AL VACIO	A3

LAMINA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

01 DE 01

ELABORADO POR: AGNEZSKA BATRES MONCADA
REVISADO POR: MGPD. ING. SILVANO CRUZ.
FECHA: MAYO 2023.
ESCALA: SIN ESCALA.

DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE QUESILLO TIPO SALVADOREÑO PARA PEQUEÑAS PLANTAS PROCESADORAS DE LECHE, DE ACUERDO CON LA NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE 03-069-06

CONTENIDO:
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA ELABORACION DE QUESILLO TIPO SALVADOREÑO.



6.5. Distribución de planta

Definidas las áreas y su importancia que un área este cerca (o lejos) de otra, considerando su interacción entre ellas en el proceso, se construyó el siguiente diagrama:

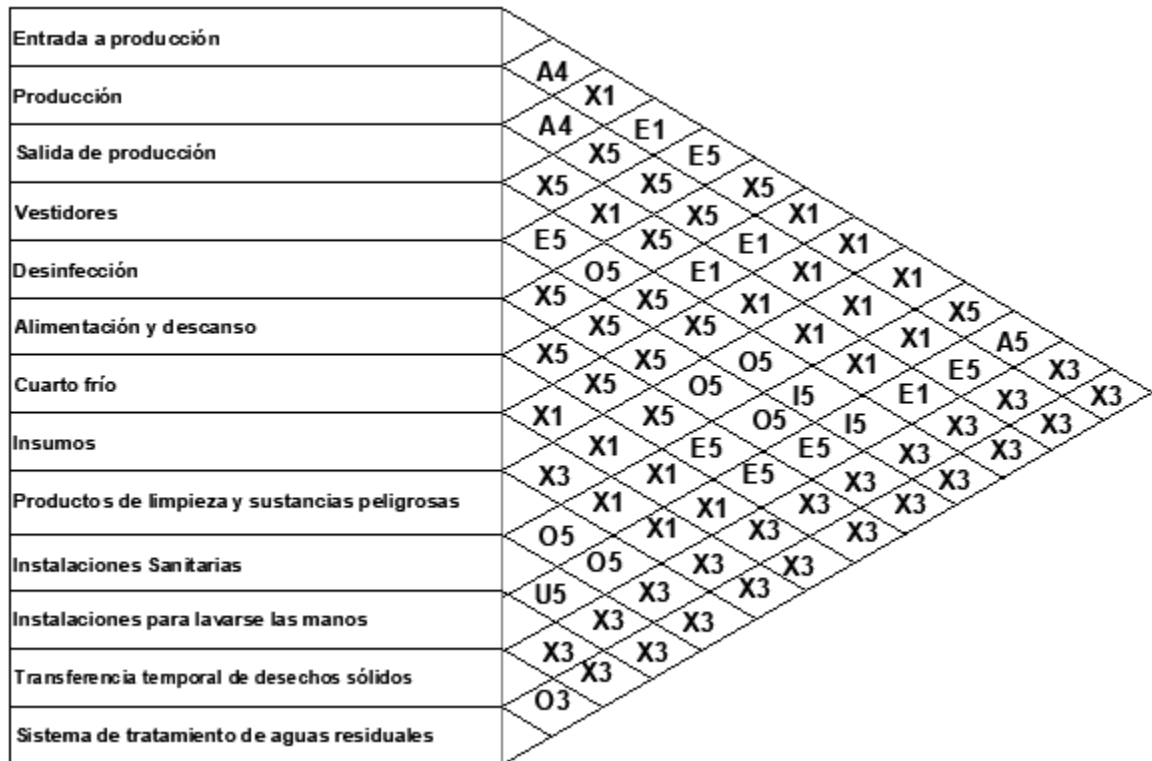


Ilustración 107. Diagrama SLP

Las actividades con una asignación de A (Absolutamente necesario) estarán necesariamente juntas. A diferencia de las áreas que tienen una asignación de X (No deseado) estarán estrictamente separadas. En el anexo G. se brindan recomendaciones para el diseño de la instalación física del área de proceso.

El requerimiento de los espacios de cada área de la planta de proceso se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 11. Requerimientos de áreas de la planta de proceso

Sección de la planta	Área (m ²)	Observación
Entrada a producción	-	Puerta de entrada a proceso
Producción	79.80	
Salida de producción	-	Puerta de salida de proceso
Vestidores	2.50	
Desinfección	-	Considerada en las áreas fuera de proceso
Alimentación y descanso	15.38	
Cuarto frío	58.63	
Insumos	92.11	
Productos de limpieza y sustancias peligrosas	2.25	
Instalaciones Sanitarias	2.49	Dos áreas por género
Instalaciones para lavarse las manos	-	Considerada en las áreas fuera de proceso
Transferencia temporal de desechos sólidos	7.99	
Sistema de tratamiento de aguas residuales	35.00	
Total	298.47	

El total de las áreas definidas en el proceso requieren 298.47 metros cuadrados. Sin considerar las áreas: administrativas, verdes, descarga de materia prima e insumos, carga de productos terminados y parqueo.

6.6. Diagrama de distribución de planta

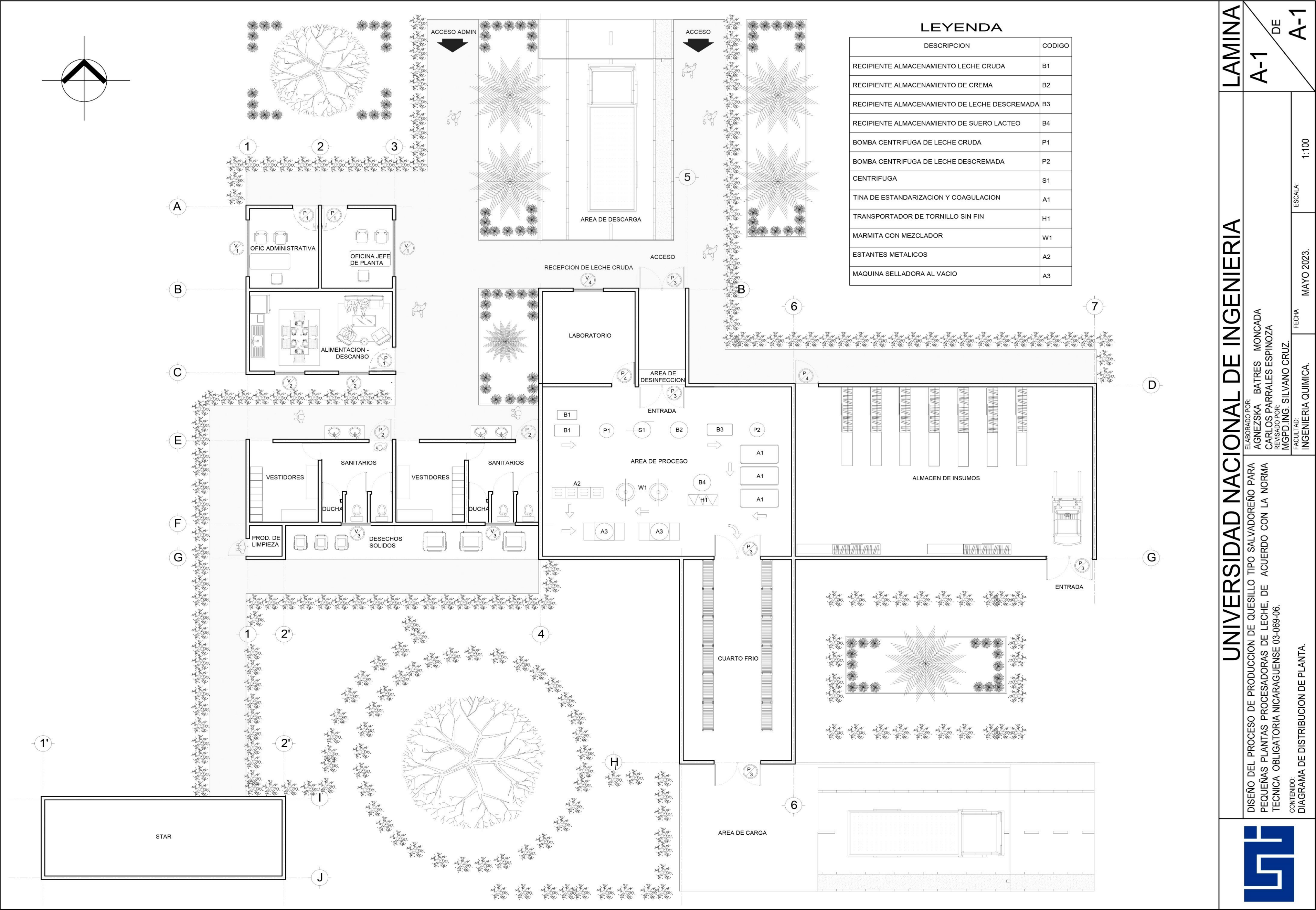


Ilustración 18. Diagrama de distribución de planta

Código	Actividades del Proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría del impacto ambiental	Medida ambiental propuesta	Descripción de la propuesta
C2M6	Limpieza de planta de proceso	SUELO	Las aguas sucias del lavado contaminan el suelo.	Moderado	Limpieza en seca y húmeda.	Orientar realizar de primero una limpieza en seco y luego una limpieza húmeda para reducir la carga orgánica y otros contaminantes.
C2M2	Generación de vapor	CALIDAD DE AIRE	Los gases de combustión contaminan el aire.	Moderado	Verificación de la eficiencia del quemador.	Realizar análisis frecuentes al quemador para verificar su eficiencia.
C2M3		RUIDOS Y VIBRACIÓN	El uso de equipo genera vibraciones.	Moderado	Equipos de seguridad laboral.	Brindar a los operarios equipos de protección de odios y vestimenta de seguridad.
C3M6	Tratamiento de aguas residuales	SUELO	El drenaje de las aguas tratadas puede contaminar el suelo.	Critico	Verificación de la calidad del agua tratada.	Realizar análisis frecuentes al agua tratada para verificar la eficiencia del STAR.
C3M21		SALUD	Generación de malos olores y criaderos de vectores.	Moderado	Campañas de limpieza.	Implementar campañas de limpieza en el exterior del STAR.
C4M2	Generación de desechos sólidos	CALIDAD DE AIRE	Generación de malos olores y criaderos de vectores.	Irrelevante	Campañas de limpieza.	Implementar campañas de limpieza en el exterior de la empresa.
C4M6		SUELO	La acumulación de desecho sólido contamina el suelo	Moderado		
C5M2	Generación de frio	CALIDAD DE AIRE	Emisiones del gas refrigerante.	Moderado	Verificación del sistema de enfriamiento.	Realizar estudio frecuente al sistema de enfriamiento para encontrar fugas o acciones de mejoras.
C5M3		RUIDOS Y VIBRACIÓN	El uso de equipo genera vibraciones.	Moderado	Equipos de seguridad laboral.	Brindar a los operarios equipos de protección de oídos y vestimenta de seguridad.

6.7. Plan de medidas ambientales

Considerando la importancia de los impactos ambientales negativos que podría generar el proceso de producción, se presenta el siguiente plan de medidas ambientales:

Tabla 12. Plan de medidas ambientales

VII. CONCLUSIONES

Considerando diferentes normativas de calidad y la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03-069-06, se establecieron parámetros de control que debe cumplir la leche y el quesillo tipo salvadoreño, con el fin de obtener un producto de calidad e higiene.

Estableciendo una capacidad de producción de 7,983.23 kg de quesillo por mes, se definieron las etapas del proceso de elaboración y dimensionados un total de ocho equipos y auxiliares.

La distribución de planta se realizó de acuerdo con lo planteado la NTON 03-069-06 referida al edificio y control de proceso, identificando trece áreas para su distribución.

En la operación del proceso de producción se identificaron cinco actividades que generaran ocho factores ambientales de impacto negativo, categorizados en: 1 irrelevante, 6 moderados y 1 crítico. Para cada impacto se planteó una medida ambiental de mitigación.

VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados del presente estudio, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Analizar el potencial uso del suero láctico para productos alimenticios.
- Realizar un estudio para la generación de biogás para su aprovechamiento en la caldera.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alibaba. (01 de 2021a). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/3cyyztF>
- Alibaba. (01 de 2021b). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/2QKCsDf>
- Alibaba. (01 de 2021c). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/2QLTdxX>
- Alibaba. (01 de 2021d). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/3sCzor0>
- Alibaba. (01 de 2021e). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/3m7AqJi>
- Alibaba. (01 de 2021f). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/3rHBswu>
- Alibaba. (02 de 2021g). *Alibaba*. Obtenido de <https://bit.ly/3dqhmSx>
- Ansó, S., Barge, E., & Demming, S. (s.f.). *Estudio teórico experimental de la agitación*. amf.
- APEN. (09 de Junio de 2015). *Buscan sello de calidad para exportar queso* . Obtenido de APEN: <http://apen.org.ni/buscan-sello-de-calidad-para-exportar-queso/>
- Asociación de productores y exportadores de Nicaragua. (2018). *Informe de exportaciones 2018*.
- Baca, G. (2013). *Evaluación de proyectos* (Séptima ed.). McGraw Hill Educación.
- Bejarano, M. (04 de Agosto de 2017). Se reducen las exportaciones de queso a El Salvador. *La Prensa*.
- Bello, J., González, E., & Manzo, A. (2004). Productos lácteos: la ruta de la metamorfosis. *Revista digital universitaria*.
- Bonet, B., & Gil, I. (s,f). *Libro blanco de lácteos*.
- CANISLAC. (2019). *¿Cómo se encuentra el sector lácteo de Nicaragua?*
- Decreto 20-2017. (2017). *Sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales*.
- Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria – SAGPyA. (s.f.). *Boletín de difusión Buenas Prácticas de Manufactura*.
- Duarte, K., & Román, R. (2014). *Propuesta para la estandarización del proceso del quesillo en nicaragua con énfasis en las zonas de León y Chontales*.
- Espejo, N. (14 de Marzo de 2012). *DI Nelson J Espejo M*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2017, de <http://nelsonespejom.blogspot.com/2012/03/ques-y-como-se-hace-el-diseno.html>

- Estanterias y Sistemas. (01 de 2021). *Estanterias y Sistemas*. Obtenido de https://www.facebook.com/EstanteriasYSistemas/?ref=page_internal
- FUSSEN. (01 de 2021). *Equipos para la industria láctea*. Obtenido de <https://bit.ly/39p2DWC>
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2019a). *Estrategia Nacional para el desarrollo de la producción y procesamiento lácteo 2020-2023*.
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2019b). *Plan Nacional del Produccion, Consumo y Comercio*.
- González, M. (2002). *Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt*.
- González, M. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo Pecuário*, VIII(1), 16-32.
- Green, D., & Southard, M. (2018). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (Ninth ed.). McGraw-Hill Education.
- Groot, O. (2018). *La cadena regional de valor de la industria de lácteos en centroamérica*.
- IICA. (SF). *Estudio de la cadena de la comercialización de la leche*.
- Importadora de Maquinaria Industrial, S.A. (01 de 2021). *IMISA*. Obtenido de <https://bit.ly/2PCpbMB>
- Incropera, F., Bergman, T., & Lavine, A. (2011). *Fundamentals of heat and mass transfer*. John Wiley & Sons.
- Intendencia de estudios. (2010). *Estudio sobre condiciones de competencia del Sector de quesos en El Salvador*.
- International Organization for Standardization. (2012a). *ISO/DIS 10628-1 Part 1: Specification of diagrams*.
- MIFIC. (SF). *Cadena agroindustrial del queso fresco Nicaragua*.
- MINECO, C. S. (s.f.). *ALIMENTOS PROCESADOS: Procedimiento para otorgar el registro sanitario y la inscripción sanitaria*.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos* (Sexta ed.). Pearson Educación.
- NICAEXPORT. (2007). *Estudio de inteligencia de mercados: El Salvador y Estados Unidos*.
- Norma Salvadoreña Oficial. (s.f.). NSO 67.01.04:06 Productos lácteos. Quesos no madurados. Especificaciones.

- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense . (28 de abril de 1999). NTON 03-022-99 Norma de queso frescos no madurados. Especificaciones.
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense . (26 de Junio de 2006). NTON 03-065-06 para los Quesos.
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. (2006). *NTON 03 069 -06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales.*
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense . (19 de Mayo de 2017). NTON 03 027-17 Leche y productos lácteos. Lácteos. Leche cruda (vaca). Especificaciones.
- Pérez, O. (2014). *Evaluacion de dos porcentajes de chiles (apsicum annum), albahaca (cinum Basilium) tomates secos (olanum lycopersicum) en las propiedades fisico- químicas y sensoriales del queso zmorella.* Zamorano.
- Peters, M., Timmerhaus, K., & West, R. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (Fifth ed.). McGraw-Hill Education.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (2008). RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (22 de diciembre de 2011). NTON 03-069-06/RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales.
- Rodríguez, R., Juárez, M., & Rivera, A. (2016). *Implementación de equipo para el análisis y control de calidad en la recepción de materia prima (leche) y elaboración de fichas técnicas de cada producto elaborado.*
- Ulrich, G. (1992). *Diseño y economía de los procesos de ingeniería química.* MCGraw-Hill Interamericana de México.

X. ANEXOS

- A. Resumen de la NTON 03-069-06
- B. Resultados del balance de materia y energía
- C. Cálculos del dimensionamiento de equipos
- D. Cálculo de requerimientos de área de las instalaciones
- E. Matriz causa efecto de impactos ambientales negativos
- F. Matriz de valoración de impactos ambientales negativos
- G. Importación de los impactos ambientales negativos
- H. Recomendaciones para el diseño de la instalación física del área de proceso.

**REGLAMENTO
TÉCNICO CENTROAMERICANO**

RTCA 67.01.33:06

**INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS PROCESADOS.
BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.
PRINCIPIOS GENERALES.**

CORRESPONDENCIA: Este reglamento técnico es una adaptación de CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003. Código Internacional Recomendado de Prácticas de Principios Generales de Higiene de los Alimentos.

ICS 67.020

RTCA 67.01.33:06

Reglamento Técnico Centroamericano, editado por:

- Ministerio de Economía, MINECO
 - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT
 - Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, MIFIC
 - Secretaría de Industria y Comercio, SIC
 - Ministerio de Economía, Industria y Comercio, MEIC
-

INFORME

Los respectivos Comités Técnicos de Normalización o Reglamentación Técnica a través de los Entes de Normalización o Reglamentación Técnica de los países centroamericanos o sus sucesores, son los organismos encargados de realizar el estudio o la adopción de Reglamentos Técnicos. Están conformados por representantes de los sectores Académico, Consumidor, Empresa Privada y Gobierno.

Este documento fue aprobado como Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales, por el Subgrupo de Alimentos y Bebidas y Subgrupo de Medidas de Normalización. La oficialización de este reglamento técnico, conlleva la aprobación por el Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO).

MIEMBROS PARTICIPANTES

Por Guatemala

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Por El Salvador

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Por Nicaragua

Ministerio de Salud

Por Honduras

Secretaría de Salud

Por Costa Rica

Ministerio de Salud

1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente reglamento tiene como objetivo establecer las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de los productos alimenticios, a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad.

Estas disposiciones serán aplicadas a toda aquella industria de alimentos que opere y que distribuya sus productos en el territorio de los países centroamericanos. Se excluyen del cumplimiento de este reglamento las operaciones dedicadas al cultivo de frutas y hortalizas, crianza y matanza de animales, almacenamiento de alimentos fuera de la fábrica, los servicios de la alimentación al público y los expendios, los cuales se regirán por otras disposiciones sanitarias.

2. DOCUMENTOS A CONSULTAR

Para la interpretación de este reglamento no se requiere de ningún otro documento.

3. DEFINICIONES

Para fines de este reglamento se contemplan las siguientes definiciones:

3.1 Adecuado: se entiende suficiente para alcanzar el fin que se persigue.

3.2 Alimento: es toda sustancia procesada, semiprocada o no procesada, que se destina para la ingesta humana, incluidas las bebidas, goma de mascar y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la elaboración, preparación o tratamiento del mismo, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni los productos que se utilizan como medicamentos.

3.3 Buenas prácticas de manufactura: condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.

3.4 Croquis: esquema con distribución de los ambientes del establecimiento, elaborado por el interesado sin que necesariamente intervenga un profesional colegiado. Debe incluir los lugares y establecimientos circunvecinos, así como el sistema de drenaje, ventilación, y la ubicación de los servicios sanitarios, lavamanos y duchas, en su caso.

3.5 Curvatura sanitaria: curvatura cóncava de acabado liso de tal manera que no permita la acumulación de suciedad o agua.

3.6 Desinfección: es la reducción del número de microorganismos presentes en las superficies de edificios, instalaciones, maquinarias, utensilios, equipos, mediante tratamientos químicos o métodos físicos adecuados, hasta un nivel que no constituya riesgo de contaminación para los alimentos que se elaboren.

3.7 Inocuidad de los alimentos: la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

3.8 Lote: es una cantidad determinada de producto envasado, cuyo contenido es de características similares o ha sido fabricado bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se identifican por tener un mismo código o clave de producción.

3.9 Limpieza: la eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias objetables.

3.10 Planta: es el edificio, las instalaciones físicas y sus alrededores; que se encuentren bajo el control de una misma administración.

3.11 Procesamiento de alimentos: son las operaciones que se efectúan sobre la materia prima hasta el alimento terminado en cualquier etapa de su producción.

3.12 Superficie de contacto con los alimentos: todo aquello que entra en contacto con el alimento durante el proceso y manejo normal del producto; incluyendo utensilios, equipo, manos del personal, envases y otros.

4. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

- 4.1 cm. = centímetros
- 4.2 lux = candelas por pie cuadrado
- 4.3 pH= potencial de Hidrógeno

5. CONDICIONES DE LOS EDIFICIOS

5.1 Alrededores y Ubicación

5.1.1 Alrededores

Los alrededores de una planta que elabora alimentos se mantendrán en buenas condiciones que protejan contra la contaminación de los mismos. Entre las actividades que se deben aplicar para mantener los alrededores limpios se incluyen pero no se limitan a:

- a) Almacenamiento en forma adecuada del equipo en desuso, remover desechos sólidos y desperdicios, recortar la grama, eliminar la hierba y todo aquello dentro de las inmediaciones del edificio, que pueda constituir una atracción o refugio para los insectos y roedores.
- b) Mantener patios y lugares de estacionamiento limpios para que estos no constituyan una fuente de contaminación.
- c) Mantenimiento adecuado de los drenajes para evitar contaminación e infestación.
- d) Operación en forma adecuada de los sistemas para el tratamiento de desechos.

5.1.2 Ubicación

Los establecimientos deben:

- a) Estar situados en zonas no expuestas a contaminación física, química y biológica y a actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos.

- b) Estar delimitada por paredes de cualquier ambiente utilizado como vivienda.
- c) Contar con comodidades para el retiro de los desechos de manera eficaz, tanto sólidos como líquidos.
- d) Contar con vías de acceso y patios de maniobra pavimentados, adoquinados, asfaltados o similares, a fin de evitar la contaminación de los alimentos con polvo.

Los establecimientos deben estar situados en zonas no expuestas a cualquier contaminación física, química y biológica y a actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos, además de estar libre de olores desagradables y no expuestas a inundaciones, separadas de cualquier ambiente utilizado como vivienda, contar con comodidades para el retiro de manera eficaz de los desechos, tanto sólidos como líquidos. Las vías de acceso y patios de maniobra deben encontrarse pavimentados, adoquinados, asfaltados o similares, a fin de evitar la contaminación de los alimentos con polvo. Además, su funcionamiento no debe ocasionar molestias a la comunidad, todo esto sin perjuicio de lo establecido en la normativa vigente en cuanto a planes de ordenamiento urbano y legislación ambiental.

5.2 Instalaciones Físicas del Área de Proceso y Almacenamiento

5.2.1 Diseño

- a) Los edificios y estructuras de la planta serán de un tamaño, construcción y diseño que faciliten su mantenimiento y las operaciones sanitarias para cumplir con el propósito de la elaboración y manejo de los alimentos, protección del producto terminado, y contra la contaminación cruzada.
- b) Las industrias de alimentos deben estar diseñadas de manera tal que estén protegidas del ambiente exterior mediante paredes. Los edificios e instalaciones deben ser de tal manera que impidan que entren animales, insectos, roedores y/o plagas u otros contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.
- c) Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para vestidores, con muebles adecuados para guardar implementos de uso personal.
- d) Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para que el personal pueda ingerir alimentos.
- e) Se debe disponer de instalaciones de almacenamiento separadas para: materia prima, producto terminado, productos de limpieza y sustancias peligrosas.
- f) Las instalaciones deben permitir una limpieza fácil y adecuada, así como la debida inspección
- g) Se debe contar con los planos o croquis de la planta física que permitan ubicar las áreas relacionadas con los flujos de los procesos productivos.
- h) Distribución: Las industrias de alimentos deben disponer del espacio suficiente para cumplir satisfactoriamente con todas las operaciones de producción, con los flujos de procesos productivos separados, colocación de equipo, y realizar operaciones de limpieza. Los espacios de trabajo entre el equipo y las paredes deben ser de por lo menos 50 cm. y sin obstáculos, de manera que permita a los empleados realizar sus deberes de limpieza en forma adecuada.
- i) Materiales de Construcción: Todos los materiales de construcción de los edificios e instalaciones deben ser de naturaleza tal que no transmitan ninguna sustancia no deseada al alimento. Las edificaciones deben ser de construcción sólida, y mantenerse en buen estado. En el área de producción no se permite la madera como material de construcción.

5.2.2 Pisos

- a) Los pisos deben ser de materiales impermeables, lavables y antideslizantes que no tengan efectos tóxicos para el uso al que se destinan; además deben estar contruidos de manera que faciliten su limpieza y desinfección.
- b) Los pisos no deben tener grietas ni irregularidades en su superficie o uniones.
- c) Las uniones entre los pisos y las paredes deben ser redondeadas para facilitar su limpieza y evitar la acumulación de materiales que favorezcan la contaminación.
- d) Los pisos deben tener desagües y una pendiente, que permitan la evacuación rápida del agua y evite la formación de charcos.
- e) Según el caso, los pisos deben construirse con materiales resistentes al deterioro por contacto con sustancias químicas y maquinaria.
- f) Los pisos de las bodegas deben ser de material que soporte el peso de los materiales almacenados y el tránsito de los montacargas.

5.2.3 Paredes

- a) Las paredes exteriores pueden ser contruidas de concreto, ladrillo o bloque de concreto y de estructuras prefabricadas de diversos materiales.
- b) Las paredes interiores en particular en las áreas de proceso deben ser contruidos o revestidos con materiales impermeables, no absorbentes, lisos, fáciles de lavar y desinfectar, pintadas de color claro y sin grietas.
- c) Cuando amerite por las condiciones de humedad durante el proceso, las paredes deben estar recubiertas con un material lavable hasta una altura mínima de 1.5 metros.
- d) Las uniones entre una pared y otra, así como entre éstas y los pisos, deben tener curvatura sanitaria.

5.2.4 Techos

- a) Los techos deben estar contruidos y acabados de forma que reduzcan al mínimo la acumulación de suciedad, la condensación, y la formación de mohos y costras que puedan contaminar los alimentos, así como el desprendimiento de partículas.
- b) Cuando se utilicen cielos falsos deben ser lisos, sin uniones y fáciles de limpiar.

5.2.5 Ventanas y Puertas

- a) Las ventanas deben ser fáciles de limpiar, estar contruidas de modo que impidan la entrada de agua, plagas y acumulación de suciedad, y cuando el caso lo amerite estar provistas de malla contra insectos que sea fácil de desmontar y limpiar.
- b) Los quicios de las ventanas deben ser con declive y de un tamaño que evite la acumulación de polvo e impida su uso para almacenar objetos.
- c) Las puertas deben tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y desinfectar. Deben abrir hacia afuera y estar ajustadas a su marco y en buen estado.
- d) Las puertas que comuniquen al exterior del área de proceso, deben contar con protección para evitar el ingreso de plagas.

5.2.6 Iluminación

- a) Todo el establecimiento estará iluminado ya sea con luz natural o artificial, de forma tal que posibilite la realización de las tareas y no comprometa la higiene de los alimentos.
- b) Las lámparas y todos los accesorios de luz artificial ubicados en las áreas de recibo de materia prima, almacenamiento, preparación, y manejo de los alimentos, deben estar protegidas contra roturas. La iluminación no debe alterar los colores. Las instalaciones eléctricas en caso de ser exteriores deben estar recubiertas por tubos o caños aislantes, no permitiéndose cables colgantes sobre las zonas de procesamiento de alimentos.

5.2.7 Ventilación

- a) Debe existir una ventilación adecuada, que evite el calor excesivo, permita la circulación de aire suficiente y evite la condensación de vapores. Se debe contar con un sistema efectivo de extracción de humos y vapores acorde a las necesidades, cuando se requiera.
- b) La dirección de la corriente de aire no deben ir nunca de una zona contaminada a una zona limpia y las aberturas de ventilación estarán protegidas por mallas para evitar el ingreso de agentes contaminantes.

5.3 Instalaciones Sanitarias

Cada planta estará equipada con facilidades sanitarias adecuadas incluyendo, pero no limitado a lo siguiente:

5.3.1 Abastecimiento de agua

- a) Debe disponerse de un abastecimiento suficiente de agua potable.
- b) El agua potable debe ajustarse a lo especificado en la normativa específica de cada país.
- c) Debe contar con instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución de manera que si ocasionalmente el servicio es suspendido, no se interrumpan los procesos.
- d) El agua que se utilice en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos debe ser potable.
- e) El vapor de agua que entre en contacto directo con alimentos o con superficies que estén en contacto con ellos, no debe contener sustancias que puedan ser peligrosas para la salud.
- f) El hielo debe fabricarse con agua potable, y debe manipularse, almacenarse y utilizarse de modo que esté protegido contra la contaminación.
- g) El sistema de abastecimiento de agua no potable (por ejemplo para el sistema contra incendios, la producción de vapor, la refrigeración y otras aplicaciones análogas en las que no contamine los alimentos) deben ser independiente. Los sistemas de agua no potable deben estar identificados y no deben estar conectados con los sistemas de agua potable ni debe haber peligro de reflujo hacia ellos.

5.3.2 Tubería

La tubería estará pintada según el código de colores y será de un tamaño y diseño adecuado e instalada y mantenida para que:

- a) Lleve a través de la planta la cantidad de agua suficiente para todas las áreas que se requieran.
- b) Transporte adecuadamente las aguas negras o aguas servidas de la planta.
- c) Evite que las aguas negras o aguas servidas constituyan una fuente de contaminación para los alimentos, agua, equipos, utensilios, o crear una condición insalubre.
- d) Proveer un drenaje adecuado en los pisos de todas las áreas, donde están sujetos a inundaciones por la limpieza o donde las operaciones normales liberen o descarguen agua, u otros desperdicios líquidos.
- e) Las tuberías elevadas se colocarán de manera que no pasen sobre las líneas de procesamiento, salvo cuando se tomen las medidas para que no sean fuente de contaminación.
- f) Prevenir que no exista un retroflujo o conexión cruzada entre el sistema de tubería que descarga los desechos líquidos y el agua potable que se provee a los alimentos o durante la elaboración de los mismos.

5.4 Manejo y Disposición de Desechos Líquidos

5.4.1 Drenajes

Debe tener sistemas e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos. Estarán diseñados, contruidos y mantenidos de manera que se evite el riesgo de contaminación de los alimentos o del abastecimiento de agua potable; además, deben contar con una rejilla que impida el paso de roedores hacia la planta.

5.4.2 Instalaciones Sanitarias

Cada planta debe contar con el número de servicios sanitarios necesarios, accesibles y adecuados, ventilados e iluminados que cumplan como mínimo con:

- a) Instalaciones sanitarias limpias y en buen estado, separadas por sexo, con ventilación hacia el exterior, provistas de papel higiénico, jabón, dispositivos para secado de manos, basureros, separadas de la sección de proceso y poseerán como mínimo los siguientes equipos, según el número de trabajadores por turno.
 - 1. **Inodoros:** uno por cada veinte hombres o fracción de veinte, uno por cada quince mujeres o fracción de quince.
 - 2. **Orinales:** uno por cada veinte trabajadores o fracción de veinte.
 - 3. **Duchas:** una por cada veinticinco trabajadores, en los establecimientos que se requiera.
 - 4. **Lavamanos:** uno por cada quince trabajadores o fracción de quince.
- b) Puertas adecuadas que no abran directamente hacia el área de producción. Cuando la ubicación no lo permita, se deben tomar otras medidas alternas que protejan contra la contaminación, tales como puertas dobles o sistemas de corrientes positivas.
- c) Debe contarse con un área de vestidores, separada del área de servicios sanitarios, tanto para hombres como para mujeres, y estarán provistos de al menos un casillero por cada operario por turno.

El número de trabajadores indicado en los incisos anteriores se debe contabilizar respecto del número de trabajadores presentes en cada turno de trabajo, y no sobre el número total de trabajadores de la empresa.

5.4.3 Instalaciones para lavarse las manos

En el área de proceso, preferiblemente en la entrada de los trabajadores, deben existir instalaciones para lavarse las manos, las cuales deben:

- a) Disponer de medios adecuados y en buen estado para lavarse y secarse las manos higiénicamente, con lavamanos no accionados manualmente y abastecidos de agua potable.
- b) El jabón debe ser líquido, antibacterial y estar colocado en su correspondiente dispensador.
- c) Proveer toallas de papel o secadores de aire y rótulos que le indiquen al trabajador como lavarse las manos.

5.5 Manejo y Disposición de Desechos Sólidos

5.5.1 Desechos sólidos

- a) Debe existir un programa y procedimiento escrito para el manejo adecuado de desechos sólidos de la planta.
- b) No se debe permitir la acumulación de desechos en las áreas de manipulación y de almacenamiento de los alimentos o en otras áreas de trabajo ni zonas circundantes.
- c) Los recipientes deben ser lavables y tener tapadera para evitar que atraigan insectos y roedores.
- d) El depósito general de los desechos, deben ubicarse alejado de las zonas de procesamiento de alimentos. Bajo techo o debidamente cubierto y en un área provista para la recolección de lixiviados y piso lavable.

5.6 Limpieza y Desinfección

5.6.1 Programa de limpieza y desinfección:

- a) Las instalaciones y el equipo deben mantenerse en un estado adecuado de limpieza y desinfección, para lo cual deben utilizar métodos de limpieza y desinfección, separados o conjuntamente, según el tipo de labor que efectúe y los riesgos asociados al producto. Para ello debe existir un programa escrito que regule la limpieza y desinfección del edificio, equipos y utensilios, el cual debe especificar lo siguiente:
 1. Distribución de limpieza por áreas.
 2. Responsable de tareas específicas.
 3. Método y frecuencia de limpieza.
 4. Medidas de vigilancia.
 5. Ruta de recolección y transporte de los desechos.
- b) Los productos utilizados para la limpieza y desinfección deben contar con registro emitido por la autoridad sanitaria correspondiente. Deben almacenarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos, debidamente identificados y utilizarse de acuerdo con las instrucciones que el fabricante indique en la etiqueta.
- c) En el área de procesamiento de alimentos, las superficies, los equipos y utensilios deben limpiarse y desinfectarse según lo establecido en el programa de limpieza y desinfección. Debe haber instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los

utensilios y equipo de trabajo, debiendo seguir todos los procedimientos de limpieza y desinfección a fin de garantizar que los productos no lleguen a contaminarse.

- d) Cada establecimiento debe asegurar su limpieza y desinfección. No utilizar en área de proceso, almacenamiento y distribución, sustancias odorizantes o desodorantes en cualquiera de sus formas. Se debe tener cuidado durante la limpieza de no generar polvo ni salpicaduras que puedan contaminar los productos.

5.7 Control de Plagas

- 5.7.1 La planta debe contar con un programa escrito para controlar todo tipo de plagas, que incluya como mínimo:

- a) Identificación de plagas,
- b) Mapeo de Estaciones,
- c) Productos o Métodos y Procedimientos utilizados,
- d) Hojas de Seguridad de los productos (cuando se requiera).

- 5.7.2 Los productos químicos utilizados dentro y fuera del establecimiento, deben estar registrados por la autoridad competente.

- 5.7.3 La planta debe contar con barreras físicas que impidan el ingreso de plagas.

- 5.7.4 La planta debe inspeccionarse periódicamente y llevar un control escrito para disminuir al mínimo los riesgos de contaminación por plagas.

- 5.7.5 En caso de que alguna plaga invada la planta deben adoptarse las medidas de erradicación o de control que comprendan el tratamiento con agentes químicos, biológicos y físicos autorizados por la autoridad competente, los cuales se aplicarán bajo la supervisión directa de personal capacitado.

- 5.7.6 Sólo deben emplearse plaguicidas si no pueden aplicarse con eficacia otras medidas sanitarias. Antes de aplicar los plaguicidas se debe tener cuidado de proteger todos los alimentos, equipos y utensilios para evitar la contaminación.

- 5.7.7 Después del tiempo de contacto necesario los residuos de plaguicidas deben limpiarse minuciosamente.

- 5.7.8 Todos los plaguicidas utilizados deben almacenarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos y mantenerse debidamente identificados.

6. CONDICIONES DE LOS EQUIPOS Y UTENSILIOS

- 6.1 El equipo y utensilios deben estar diseñados y contruidos de tal forma que se evite la contaminación del alimento y facilite su limpieza. Deben:

- a) Estar diseñados de manera que permitan un rápido desmontaje y fácil acceso para su inspección, mantenimiento y limpieza.
- b) Funcionar de conformidad con el uso al que está destinado.
- c) Ser de materiales no absorbentes ni corrosivos, resistentes a las operaciones repetidas de limpieza y desinfección.
- d) No transferir al producto materiales, sustancias tóxicas, olores, ni sabores.

- 6.2 Debe existir un programa escrito de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo. Dicho programa debe incluir especificaciones del

equipo, el registro de las reparaciones y condiciones. Estos registros deben estar actualizados y a disposición para el control oficial.

7. PERSONAL

En toda la industria alimentaria todos los empleados, deben velar por un manejo adecuado de los productos alimenticios y mantener un buen aseo personal, de forma tal que se garantice la producción de alimentos inocuos.

7.1 Capacitación

- 7.1.1 El personal involucrado en la manipulación de alimentos, debe ser previamente capacitado en Buenas Prácticas de Manufactura.
- 7.1.2 Debe existir un programa de capacitación escrito que incluya las buenas prácticas de manufactura, dirigido a todo el personal de la empresa.
- 7.1.3 Los programas de capacitación, deben ser ejecutados, revisados, evaluados y actualizados periódicamente.

7.2 Practicas higiénicas:

- 7.2.1 El personal que manipula alimentos debe presentarse bañado antes de ingresar a sus labores.
- 7.2.2 Como requisito fundamental de higiene se debe exigir que los operarios se laven cuidadosamente las manos con jabón líquido antibacterial:
 - a) Al ingresar al área de proceso.
 - b) Después de manipular cualquier alimento crudo o antes de manipular alimentos cocidos que no sufrirán ningún tipo de tratamiento térmico antes de su consumo.
 - c) Después de llevar a cabo cualquier actividad no laboral como comer, beber, fumar, sonarse la nariz o ir al servicio sanitario.
- 7.2.3 Toda persona que manipula alimentos debe cumplir con lo siguiente:
 - a) Si se emplean guantes no desechables, estos debe estar en buen estado, ser de un material impermeable y cambiarse diariamente, lavar y desinfectar antes de ser usados nuevamente. Cuando se usen guantes desechables deben cambiarse cada vez que se ensucien o rompan y descartarse diariamente.
 - b) Las uñas de las manos deben estar cortas, limpias y sin esmaltes.
 - c) No deben usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule.
 - d) Evitar comportamientos que puedan contaminarlos, por ejemplo:
 - 1. Fumar
 - 2. Escupir
 - 3. Masticar o comer
 - 4. Estornudar o toser
 - 5. Conversar en el área de proceso
 - e) El bigote y barba deben estar bien recortados y cubiertos con cubre bocas.
 - f) El cabello debe estar recogido y cubierto por completo por un cubre cabezas.
 - g) No debe utilizar maquillaje, uñas o pestañas postizas.

- h) Utilizar uniforme y calzado adecuados, cubrecabezas y cuando proceda ropa protectora y mascarilla.

7.2.4 Los visitantes de las zonas de procesamiento o manipulación de alimentos, deben seguir las normas de comportamiento y disposiciones que se establezcan en la organización con el fin de evitar la contaminación de los alimentos.

7.3 Control de Salud

7.3.1 Las personas responsables de las fábricas de alimentos debe llevar un registro periódico del estado de salud de su personal.

7.3.2 Todo el personal cuyas funciones estén relacionadas con la manipulación de los alimentos debe someterse a exámenes médicos previo a su contratación, la empresa debe mantener constancia de salud actualizada, documentada y renovarse como mínimo cada seis meses.

7.3.3 Se debe regular el tráfico de manipuladores y visitantes en las áreas de preparación de alimentos.

7.3.4 No debe permitirse el acceso a ninguna área de manipulación de alimentos a las personas de las que se sabe o se sospecha que padecen o son portadoras de alguna enfermedad que eventualmente pueda transmitirse por medio de los alimentos. Cualquier persona que se encuentre en esas condiciones, debe informar inmediatamente a la dirección de la empresa sobre los síntomas que presenta y someterse a examen médico, si así lo indican las razones clínicas o epidemiológicas.

7.3.5 Entre los síntomas que deben comunicarse al encargado del establecimiento para que se examine la necesidad de someter a una persona a examen médico y excluirla temporalmente de la manipulación de alimentos, cabe señalar los siguientes:

- a) Ictericia
- b) Diarrea
- c) Vómitos
- d) Fiebre
- e) Dolor de garganta con fiebre
- f) Lesiones de la piel visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, etc.)
- g) Secreción de oídos, ojos o nariz.
- h) Tos persistente.

8. CONTROL EN EL PROCESO Y EN LA PRODUCCIÓN

8.1 Materias primas:

- a) Se debe controlar diariamente el cloro residual del agua potabilizada con este sistema y registrar los resultados en un formulario diseñado para tal fin, en el caso que se utilice otro sistema de potabilización también deben registrarse diariamente. Evaluar periódicamente la calidad del agua a través de análisis físico-químico y bacteriológico y mantener los registros respectivos.
- b) El establecimiento no debe aceptar ninguna materia prima o ingrediente que presente indicios de contaminación o infestación.

- c) Todo fabricante de alimentos, debe emplear en la elaboración de éstos, solamente materias primas que reúnan condiciones sanitarias que garanticen su inocuidad y el cumplimiento con los estándares establecidos, para lo cual debe contar con un sistema documentado de control de materias primas, el cual debe contener información sobre: especificaciones del producto, fecha de vencimiento, número de lote, proveedor, entradas y salidas.

8.2 Operaciones de manufactura:

Todo el proceso de fabricación de alimentos, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento deben realizarse en condiciones sanitarias siguiendo los procedimientos establecidos. Estos deben estar documentados, incluyendo:

- a) Diagramas de flujo, considerando todas las operaciones unitarias del proceso y el análisis de los peligros microbiológicos, físicos y químicos a los cuales están expuestos los productos durante su elaboración.
- b) Controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento; tales como: tiempo, temperatura, pH y humedad.
- c) Medidas efectivas para proteger el alimento contra la contaminación con metales o cualquier otro material extraño. Este requerimiento se puede cumplir utilizando imanes, detectores de metal o cualquier otro medio aplicable.
- d) Medidas necesarias para prever la contaminación cruzada.

8.3 Envasado:

- a) Todo el material que se emplee para el envasado debe almacenarse en lugares adecuados para tal fin y en condiciones de sanidad y limpieza.
- b) El material debe garantizar la integridad del producto que ha de envasarse, bajo las condiciones previstas de almacenamiento.
- c) Los envases o recipientes no deben ser utilizados para otro uso diferente para el que fue diseñado.
- d) Los envases o recipientes deben inspeccionarse antes del uso, a fin de tener la seguridad de que se encuentren en buen estado, limpios y desinfectados.
- e) En los casos en que se reutilice envases o recipientes, estos deben inspeccionarse y tratarse inmediatamente antes del uso.
- f) En la zona de envasado o llenado solo deben permanecer los recipientes necesarios.

8.4 Documentación y registro:

- a) Deben mantenerse registros apropiados de la elaboración, producción y distribución.
- b) Establecer un procedimiento documentado para el control de los registros.
- c) Los registros deben conservarse durante un período superior al de la duración de la vida útil del alimento.
- d) Toda planta debe contar con los manuales y procedimientos establecidos en este reglamento así como mantener los registros necesarios que permitan la verificación de la ejecución de los mismos.

8.5 Almacenamiento y Distribución

- 8.5.1** La materia prima, productos semiprocados, procesados deben almacenarse y transportarse en condiciones apropiadas que impidan la contaminación y la proliferación de microorganismos y los protejan contra la alteración del producto o los daños al recipiente o envases.
- 8.5.2** Durante el almacenamiento debe ejercerse una inspección periódica de materia prima, productos procesados y de las instalaciones de almacenamiento, a fin de garantizar su inocuidad:
- a) En las bodegas para almacenar las materias primas, materiales de empaque, productos semiprocados y procesados, deben utilizarse tarimas adecuadas, que permitan mantenerlos a una distancia mínima de 15 cm. sobre el piso y estar separadas por 50 cm como mínimo de la pared, y a 1.5 m del techo, deben respetar las especificaciones de estiba. Debe existir una adecuada organización y separación entre materias primas y el producto procesado. Debe existir un área específica para productos rechazados.
 - b) La puerta de recepción de materia prima a la bodega, debe estar separada de la puerta de despacho del producto procesado, y ambas deben estar techadas de forma tal que se cubran las rampas de carga y descarga respectivamente.
 - c) Debe establecer el Sistema Primeras Entradas Primeras Salidas (PEPS), para que haya una mejor rotación de los alimentos y evitar el vencimiento de los mismos.
 - d) No debe haber presencia de químicos utilizados para la limpieza dentro de las instalaciones donde se almacenan productos alimenticios.
 - e) Deben mantener los alimentos debidamente rotulados por tipo y fecha que ingresan a la bodega. Los productos almacenados deben estar debidamente etiquetados.
- 8.5.3** Los vehículos de transporte pertenecientes a la empresa alimentaria o contratados por la misma deben ser adecuados para el transporte de alimentos o materias primas de manera que se evite el deterioro y la contaminación de los alimentos, materias primas o el envase. Estos vehículos deben estar autorizados por la autoridad competente.
- 8.5.4** Los vehículos de transporte deben realizar las operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración de los alimentos, debiéndose evitar la contaminación de los mismos y del aire por los gases de combustión.
- 8.5.5** Los vehículos destinados al transporte de alimentos refrigerados o congelados, deben contar con medios que permitan verificar la humedad, y el mantenimiento de la temperatura adecuada.

9. VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN

- 9.1** Para verificar que las fábricas de alimentos y bebidas procesados cumplan con lo establecido en el presente reglamento, la autoridad competente del país centroamericano en donde se encuentre ubicada la misma, aplicara la ficha de inspección de buenas prácticas de manufactura para fábrica de alimentos y bebidas procesados aprobada por los países centroamericanos. Esta ficha debe ser llenada de conformidad con la Guía para el Llenado de la Ficha de Inspección de Buenas Prácticas de Manufactura para Fábricas de Alimentos y Bebidas Procesados.
- 9.2** Las plantas que soliciten licencia sanitaria o permiso de funcionamiento a partir de la vigencia de este reglamento, cumplirán con el puntaje mínimo de 81, de conformidad a

lo establecido en la Guía para el Llenado de la Ficha de Inspección de Buenas Prácticas de Manufactura para Fábricas de Alimentos y Bebidas Procesados.

10. CONCORDANCIA

- 10.1** CAC/RCP-1-1969, rev. 4-2003. Código Internacional Recomendado de Prácticas de Principios Generales de Higiene de los Alimentos.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 11.1** Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. *CAC/RCP-1-1969, rev. 4-2003. Código Internacional Recomendado de Prácticas de Principios Generales de Higiene de los Alimentos*, 3ª Edición, FAO, Roma Italia, 2004, p. 68.
- 11.2** Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. *Principios Generales de Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos*. INTECO, San José Costa Rica, 2003, p. 27.
- 11.3** U.S. Department of Health and Human Services. *Food Code*, Washington, DC, Estados Unidos de América, 2001.
- 11.4** Departamento de Sanidad Pesquera de Chile, *Pauta de Inspección de Infraestructura y Manejo sanitario para Plantas de Exportación de Productos Pesqueros Destinados al Consumo Humano*, Semapesca, Santiago, Chile 2002, p. 14.
- 11.5** Canadian Food Inspection Agency. *Processed Products establishment. Inspection Manual*. Canadian Food Inspection Agency, Ottawa, Canadá, 2000, p. 21.

12. ANEXOS

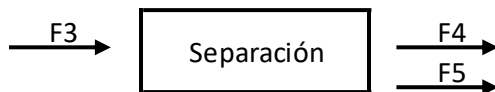
- Anexo A** Ficha de inspección de buenas prácticas de manufactura para fábricas de alimentos y bebidas, procesados.
- Anexo B** Guía para el llenado de la ficha de inspección de las buenas prácticas de manufactura para las fábricas de alimentos y bebidas, procesados.

A. Resultados del balance de materia y energía



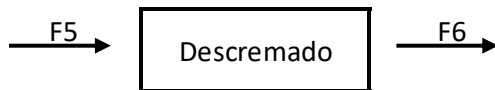
$$F1 = F2 + F3$$

F1	6,260.86	l/h
F2	Se considera despreciable < 0.00001%	
F3	6,260.86	l/h



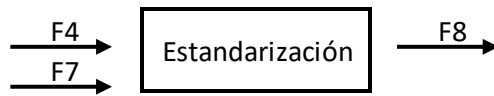
$$F3 = F4 + F5$$

F3	6,260.86	l/h
F5	1,565.22	l/h
F4	4,695.65	l/h



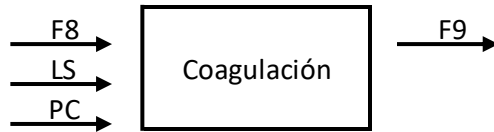
$$F5 = F6 + F7$$

B MG	1,565.22	=	F6 +	F7
	61.04	=	0.88F6 +	0.1F7
F5	1,565.22	l/h		
F6	67.67	l/h		
F7	1,497.55	l/h		



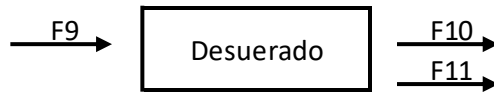
$$F4 + F7 = F8$$

F4	4,695.65	l/h
F7	1,497.55	l/h
F8	6,193.20	l/h



$$F8 + LS + PC = F9$$

F8	6,193.20	l/h
LS	1,238.64	l/h
PC	0.062	kg/h
Densidad PC	113.15	kg/l
PC	0.0005	l/h
F9	7,431.84	l/h



$$F9 = F10 + F11$$

F9	7,431.84	l/h
F10	3,270.01	l/h
F11	4,161.83	l/h
F11	1,184.53	kg/h



$$F11 + S = F12$$

F11	1,184.53	kg/h
S	40.06	kg/h
F12	1,224.59	kg/h



$$F12 + C = F13$$

F12	1,224.59	kg/h
C	0.42	kg/h
F13	1,225.01	kg/h

Balance de energía



F12	1,224.59	kg/h	Vapor	30 PSI
Cpcuaja	2.678	kJ/kg°C	Ts	121.28 °C
T1	35	°C	Hv	2198.56 kJ/kg
T2	72	°C		
F13	1,225.01	kg/h		
C	0.4164			

Se desprecia el Qc

$$Q_{abs} = -Q_{ced}$$

$$Q_{abs} = F12Cp(T2 - T1)$$

$$Q_{abs} = 121339.9 \text{ kJ/h}$$

$$Q_{cd} = mvH_v$$

$$mv = 55.19 \text{ kg/h}$$

B. Cálculos del dimensionamiento de equipos

Bomba entrada leche

F1	6,260.86	l/h
Tinas de coagulación	3	
Capacidad tc	2,271	l
Tiempo de llenado	20	min
Volumen leche acopiada por tc	2.0870	m ³
Q1tc	0.0017	m ³ /s
Línea de succión		
Elevación de la toma de succión (z1)	2.5	m
Elevación de la salida de descarga (z2)	4	m
z2-z1	1.5	m
Material de la tubería	Acero inoxidable	
Ds	1 1/2	plg
Dsi	0.0409	m
Cédula	40	
Ls	2	m
As=s	1.31E-03	m ²
vs	1.32	m/s
Línea de descarga		
Dd	1	plg
Ddi	0.0266	m
Cédula	40	
Ld	15	m
As=s	5.57E-04	
vd	3.12	m/s
Ps=Pd= 1 atm: Pd-Ps=	0	
Datos leche cruda		
T	29	°C
Densidad	1032	kg/m ³
Viscosidad	2.20E-03	Pa.s
Peso específico (l)	1.01E+04	N.m ³
Línea de succión		

Re	2.54E+04	flujo turbulento
Rugosidad acero inoxidable ϵ	0.002	m
D/e	20.45	
Factor de fricción (fs)	0.08	Diagrama Moody
Línea de descarga		
Re	3.89E+04	
D/e	13.30	
Factor de fricción (fd)	0.082	Diagrama Moody
Línea de succión		
Tanque con tubería hacía dentro		
k	1	
Pérdida en la entrada		
$h_1 = k(v_s^2/2g)$		
g	9.81	m ² /s
h1	0.089	m
Pérdida por fricción		
$h_2 = f_s L/D \cdot v_s^2/2g$		
h2	0.349	m
Línea de descarga		
Pérdida por fricción		
$h_3 = f_d L/D \cdot v_s^2/2g$		
h3	22.94	m
Pérdida de energía en codos 90°	3.00	
Le/D	30.00	
$h_4 = 2f_{dt} Le/D \cdot v_d^2/2g$		
h4	7.32	m

Pérdida energía en la válvula		
Accesorio	válvula de globo abierto completamente: 3	
L_e/D	340.00	
$h_5 = f_{td} \cdot L_e/D \cdot V_d^2/2g$		
h_5	41.50	m
Pérdida en la salida		
$h_6 = k(v_s^2/2g)$		
h_6	1.49	m
Pérdida total de energía		
$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$		
h_L	73.69	m
Carga dinámica total		
$h_A = z_2 - z_1 + (v_d^2 - v_s^2)/2g + (P_d - P_s)/\rho + h_L$		
h_A	75.60	m
Carga estática total		
$h_a = z_2 - z_1 + (v_d^2 - v_s^2)/2g + (P_d - P_s)/\rho$		
h_a	1.91	m
Potencia suministrada por la bomba		
$PA = h_A Q / \eta_M$		
PA	1.90	kW
PA	2 5/9	hp
Bomba centrífuga 2x3 -4, 3500 rpm		
Eficiencia	70%	

Tanque de coagulación

Volumen	2,271.25	l
Ancho	1	m
Largo	2.50	m
Altura	0.91	m
Centrífuga		
Longitud	0.5	m
Diámetro	0.5	
Área nominal	0.014	m ²
Caudal	0.04	m ³ /s
Potencia	4.31	kW
	5 7/9	

Marmita

Flujo	1,224.59	kg/h
Volumen	1.19	m ³ /h
Marmita con fondo semiesférico	2	
Volumen marmitas (25% sobrediseño)	0.74	m ³ /h
Presión de operación	275.79	kPa
Acero inoxidable	304	
Radio (R)	0.28	m
Área de transferencia de calor	0.12	m ²
Agitador	Helicoidal	
rpm	45	rev/min
rpm	0.75	rev/s
D=d2	0.5615	m
d1	1.7453	m
h1	1.7453	m

b	0.0562	m
h3	0.5615	m
s	0.2808	m
h2	0.0175	m
Re	1.98E+05	
Np	5	
Potencia del agitador	686.39	W

Estantes para enfriamiento

Cantidad total de panas	587.00	ud/d
Cantidad de panas	73.38	ud/h
Panas plásticas		
Diámetro	40	cm
Altura	20	cm
Estante	5 compartimientos	
Largo	4	m
Ancho	45	cm
Alto	1.25	m
Cantidad panas por estante	50	
Cantidad de estantes	12	ud

Empacado

Selladora al vacío
Mesas con stop acero inoxidable

Largo	1.24	m
Ancho	0.76	m
Alto	0.89	m

C. Cálculo de requerimientos de área de las instalaciones

Equipos y
maquinaria

Concepto	Cantidad	Volumen (m3)	Diámetro (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área (m2)
Tanques recepción leche cruda	1	3.00	0.62	2.50	-		0.30
Tanques recepción leche cruda	1	5.00	0.73	3.00			0.42
Tinas de coagulación	3	3.00	-	2.00	1.00	1.50	6.00
Descremadora	1			1.20	0.50		0.60
Malaxadora	2			2.40	0.90	0.90	4.32
Transportador sin fin	1			3.00	0.50		1.50
Estantes	12			4.00	0.45	1.25	21.60
Selladora al vacío	2			1.90	0.90	1.10	3.42
Mesas stop acero inoxidable	4			1.24	0.76	0.89	3.77
Caldera	1		0.70			1.60	0.38
Total	28						42.31

Espaciamento entre pared y equipo área de proceso	0.8
Separación entre equipos	1.5
Cantidad de equipos a lo largo, según distribución	7
Largo total (m)	10.5
Ancho planta (m)	7.6
Área total del proceso (m2)	79.8

Vestidores

Concepto	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Casilleros 1x4	4	0.5	0.5	1.00
Bancas	2	1.5	0.5	1.50
Total	6			2.50

Instalaciones sanitarias

Concepto	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Inodoro	2	0.12	0.9	0.22
Ducha	1	0.7	0.7	0.49
Lavamanos	2	0.45	0.6	0.54
Total				1.25

Alimentación y descanso

Concepto	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Mesas	3	1.5	0.75	3.38
Sillas	25	0.6	0.6	9.00
Cocina	1	2	1.5	3.00
Total				15.38

Insumos

Material de empaque (panas)	
Diámetro pana	0.60
Área de una pana	0.28
Panas por estibado	4.24
Área estibado 1 x 1.2 (palet)	1.20
Cantidad panas por altura estibado	50.00
Cantidad de panas por estibado	212.21
Compra mensual	1.00
Total de panas	12,914.00
Cantidad de estibas	60.86
Área de manejo	15
Área (m2)	88.03
Bolsas de empaque	
Rollos por estiba	25
Área de la estiba (m2) 1.20 x 1.70	2.7051
Cantidad de estibas	2
Área total de empaque	5.4102
Área total de insumos (m2)	92.11

Cuarto frío

Concepto	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Estantes para 5 días de producción	72	1.25	0.45	40.50
Espaciamento entre pared y estante	0.8		1.25	3.13
Separación entre estantes	0.75	7.5	2.0	15.00
Cantidad estantes por fila	36	0.75		
Filas	2			
Área total (m2)				58.63

Productos de limpieza

Concepto	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Productos químicos y materiales de limpieza	1.5	1.5	2.25

Transferencia temporal de desechos sólidos

Concepto	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Contenedores para basura	3	1.37	1.13	4.64
Contenedores de clasificación	3	1.37	0.815	3.35
Total				7.99

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Concepto	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
Equipos del STAR	1	10	3.5	35.00

D. Matriz causa efecto de impactos ambientales negativos

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS						
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR		ETAPA: OPERACIÓN				
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROCESO PRODUCTIVO				
		Limpieza de planta de proceso	Generación de vapor	Tratamiento de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Generación de frío
FACTOR	CO	C1	C2	C3	C4	C5
CLIMA	M1					
CALIDAD DEL AIRE	M2		C2M2		C4M2	C5M2
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3		C2M3			C5M3
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	M4					
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5					
SUELO	M6	C1M6		C3M6	C4M6	
VEGETACIÓN	M7					
FAUNA	M8					
PAISAJE	M9					
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10					
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11					
TRANSPORTE Y VITALIDAD	M12					
ACUEDUCTO	M13					
ALCANTARILLADO	M14					
TRATAMIENDO DES. SÓLIDOS	M15					
HÁBITAS HUMANO	M16					
ESPACIOS PÚBLICOS	M17					
PAISAJE URBANO	M18					
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19					
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20					
SALUD	M21			C3M21		
CALIDAD DE VIDA	M22					
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23					
VULNERABILIDAD	M24					
ECONOMIA	M25					
RELACIONES DEPENDENCIA	M26					
FUENTES ENERGÉTICAS	M27					

E. Matriz de valoración de impactos ambientales negativos

MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																																							
I M P A C T O S	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I]= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF +	Valor Máximo de Importancia
	impacto	impacto	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total		
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)						Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)			Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)												
	Sign	I						Ex					Mo		Pr		Rv			Ac		Pb		Ef		Pr		PS											
C2M 6	(-)	1						1					4		2		1			1		4		4		4		1				26	100						
C2M 2	(-)	1						1					4		2		1			1		4		4		4		2				27	100						
C2M 3	(-)	2						1					4		2		1			1		4		4		4		1				29	100						
C3M 6	(-)	4						4					2		2		1			2		2		1		1		4				35	100						
C3M 21	(-)	1						1					4		2		1			1		2		4		4		1				24	100						
C4M 2	(-)	1						1					2		2		1			1		2		4		1		1				19	100						
C4M 6	(-)	2						1					2		2		1			1		2		4		4		1				25	100						
C5M 2	(-)	1						1					4		2		1			1		4		4		4		1				26	100						
C5M 3	(-)	2						1					4		4		1			1		4		4		4		1				31	100						

F. Importación de los impactos ambientales negativos

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS									
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROCESO PRODUCTIVO							
		Limpieza de planta de proceso	Generación de vapor	Tratamiento de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Generación de frío	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5			
CLIMA	M1								
CALIDAD DEL AIRE	M2		27		19	26	72	300	24
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3		29			31	60	200	30
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	M4								
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5								
SUELO	M6	26		35	25		86	300	29
VEGETACIÓN	M7								
FAUNA	M8								
PAISAJE	M9								
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10								
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11								
TRANSPORTE	M12								
ACUEDUCTO	M13								
ALCANTARILLADO	M14								
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15								
HÁBITAT	M16								
ESPACIOS PÚBLICOS	M17								
PAISAJE URBANO	M18								
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19								
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20								
SALUD	M21			24			24	100	24
CALIDAD DE VIDA	M22								
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23								
VULNERABILIDAD	M24								
ECONOMÍA	M25								
RELACIONES DEPENDENCIA	M26								
FUENTES ENERGÉTICAS	M27								
Valor Medio de Importancia		27							
Dispersión Típica		5							
Rango de Discriminación		22				31			
Valor de la Alteración		26	56	59	44	57	242		
Máximo Valor de Alteración		100	200	200	200	200		900	
Grado de Alteración		26	28	30	22	29			27

En el caso de los negativos
Valor por encima del rango ■ IMPACTOS CRÍTICOS
Valor dentro del rango ■ IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango ■ IMPACTOS IRRELEVANTES

G. Recomendaciones para el diseño de la instalación física del área de proceso.

Áreas de la planta

- El área de producción es debe de estar bien ventilado e iluminado (se recomienda tecnología LED) y con una altura no menor a 3 metros.
- Los equipos deben estar retirados de la pared como mínimo 0,8 m, entre equipo y equipo 1,5 m de distancia en equipos principales y, en secundarios a 0,8 m como mínimo.
- Área de Vestidores es para que el personal pueda cambiarse de ropa y colocarse su vestuario para trabajar, se debe de disponer de muebles o estantes que permitan a los colaboradores guardar sus pertenencias.
- Área de desinfección es común que las áreas de vestidores y sanitarios estén unidas, para optimizar los espacios. Los colaboradores tanto al inicio de operaciones y después de usar los sanitarios deben lavarse las manos de la manera correcta, con agua y jabón líquido antibacterial.
- Área de alimentación y descanso: Es el área donde los colaboradores pueden consumir sus alimentos o utilizarse para actividades de capacitación o entretenimiento.
- Área de productos de limpieza y sustancias peligrosas: Deberán estar lo más alejado posible del área de proceso, bajo resguardo y supervisión.
- Los pisos del área de proceso serán de concreto (cemento, arena y piedrín) de superficie fina, con un grosor ajustado al tipo de maquinaria a utilizar, pero no menos de 5 centímetros.
- Los pisos del área de proceso deben contar una pendiente o desnivel de, al menos, 3 centímetros para escurrir el agua de lavado y posibles derrames.
- Paredes de las edificaciones deben ser sólidas, sin grietas, ni descascaradas. Pueden ser construidas de concreto, ladrillo, piedra cantera o bloque de concreto.
- Instalaciones eléctricas debe ser empotradas en la pared o externas, deben estar dentro de tubos o canaletas plásticas aseguradas a la pared con accesorios de fijación.
- Los techos deben de estar contruidos de materiales resistentes, la estructura se construye de cajas de perlines y zinc.
- El área de producción no debe contar con cielo falso.
- Las ventanas pueden ser de materiales como aluminio, vidrio o plástico, no absorbente, fáciles de limpiar y desinfectar. Deben contar con marco de cedazo para impedir la entrada de vectores al área de producción.
- Las puertas deben ser herméticas ajustada a al marco, contar con una protección y abrir hacia afuera para impedir la entrada de plagas y vectores.
- Las instalaciones sanitarias deben ser separados por sexo, ser accesibles, con paredes lisas y de color blanco e iluminados. Contar con servicios sanitarios, duchas, lavamanos e inodoros. Instalar una ducha por cada 20 personas, un inodoro por cada 25 hombres y otro por cada 15 mujeres, un urinario por cada 20 hombres y un lavamanos por cada 15 personas.

- En la puerta de la entrada principal al área de proceso debe de existir un área de lavado de botas (pediluvio) para desinfectar botas.
- Las instalaciones para lavarse las manos deben estar del área de proceso. Se recomienda que sean accionados con el pie, contar con jabón líquido y secado de manos.