



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

REDISEÑO DEL PROCESO PARA ELABORACIÓN DEL QUESO

FRESCO Y MOZZARELLA EN LA PLANTA LÁCTEA JB

UBICADA EN LA PARROQUIA CEBADAS - CANTÓN RIOBAMBA

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: VICENTE ALEJANDRO GALINDO PROAÑO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: ING. MARCO CHUIZA ROJAS

Riobamba – Ecuador

2019

©2019, Vicente Alejandro Galindo Proaño

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo técnico: **REDISEÑO DEL PROCESO PARA ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO Y MOZZARELLA EN LA PLANTA LÁCTEA JB UBICADA EN LA PARROQUIA CEBADAS - CANTÓN RIOBAMBA**, de responsabilidad del señor Vicente Alejandro Galindo Proaño, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Marco Chuiza Rojas

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. Sonia Mercedes Vallejo Abarca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Vicente Alejandro Galindo Proaño, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba,

Vicente Alejandro Galindo Proaño

172342221-6

Yo, VICENTE ALEJANDRO GALINDO PROAÑO soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Vicente Alejandro Galindo Proaño

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de cumplir uno de mis sueños, a mis padres Vicente y Mercedes quienes han sido mi razón y pilar fundamental a lo largo de este recorrido, a mis hermanos Andrea e Israel por su apoyo incondicional, a mis amigos que a pesar de la distancia nunca han dejado de apoyarme y a Paola, quien me apoyó y motivó a seguir adelante cada día.

Alejandro

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas sus bendiciones y por darme la dicha de contar con una familia que me ha apoyado en todo momento.

A mis padres por siempre esforzarse para darme todo porque gracias a su dedicación y amor he podido alcanzar uno de mis propósitos, por su cariño, consejo y su confianza, ustedes siempre serán mi ejemplo a seguir y mi mayor orgullo, sin su apoyo nada de esto hubiese sido posible. A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional.

Al Ing. Marco Chuiza e Ing. Sonia Vallejo por su apoyo y tiempo brindado para la culminación de mi trabajo de titulación. A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Química por sus conocimientos impartidos a lo largo de mi formación.

A mis amigos: Santiago, Diego, Armando y mi primo Cristian, que, sin importar la distancia y el tiempo, jamás han cambiado su trato hacia mí, siempre me han apoyado y motivado a seguir adelante.

A Paola por su cariño y entrega hacia mí, por motivarme y empujarme a seguir adelante cada día.

Alejandro

Contenido

RESUMEN

SUMMARY

CAPÍTULO I.....	1
1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Identificación del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Línea base del proyecto	3
1.3.1 Antecedentes de la empresa.....	3
1.3.2 Marco conceptual	4
1.3.2.1 Leche	4
1.3.2.2 Composición de la Leche.....	5
1.3.2.3 Queso	5
1.3.2.4 Queso Fresco	6
1.3.2.5 Queso Mozzarella	7
1.4 Beneficiarios directos e indirectos	9
1.4.1 Beneficiarios directos	9
1.4.2 Beneficiarios indirectos.....	9
CAPÍTULO II.....	10
2.1 Objetivo General.....	10
2.2 Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO III	11
3 ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR.....	11
3.1 Localización del Proyecto.....	11
3.2 Ingeniería del Proyecto	12
3.2.1 Tipo de estudio	12
3.2.2 Métodos y Técnicas.....	12
3.2.3 Resultado de la caracterización de la materia prima.....	19
3.2.4 Selección de la materia prima.....	20
3.2.5 Procedimiento a nivel de Laboratorio para Queso Mozzarella	20
3.2.5.1. Composición esencial y factores de calidad	21
3.2.5.2. Requerimientos de materia prima e insumos, materiales y equipos.....	21
3.2.5.3. Descripción del proceso a nivel de laboratorio	22
3.2.6 Procedimiento a nivel de Laboratorio para Queso Fresco.....	28
3.2.6.1. Composición esencial y factores de calidad	28
3.2.6.2. Requerimientos de materia prima e insumos, materiales y equipos	28
3.2.6.3. Descripción del proceso a nivel de laboratorio.....	29
3.2.7. Operaciones Unitarias del proceso	34
3.2.7.1. <i>Queso Mozzarella</i>	34

3.2.7.2. Queso Fresco	35
3.2.8. Variables y parámetros del proceso	37
3.2.8.1. Queso Mozzarella	37
3.2.8.2. Queso Fresco	37
3.2.9. Balance de Masa y Energía.....	38
3.2.9.1. Queso Mozzarella	38
3.2.9.2. Queso Fresco	46
3.2.10. Diseño.....	53
3.2.11. Resultados del diseño	62
3.3. Proceso de producción.....	63
3.3.1. Materia prima, insumos y aditivos.....	63
3.3.1.1. Queso mozzarella	63
3.3.1.2. Queso fresco	64
3.3.2. Diagrama de proceso para elaboración de Queso.....	64
3.3.2.1. Diagrama de proceso para elaboración de Queso Mozzarella.....	64
3.3.2.2. Diagrama de proceso para elaboración de Queso Fresco	65
3.3.3. Descripción del proceso para la elaboración de Queso	65
3.3.3.1. Descripción del proceso para la elaboración de Queso Mozzarella.	65
3.3.3.2. Descripción del proceso para la elaboración de Queso Fresco.....	68
3.3.3.3. Distribución de la planta.....	70
3.3.3.4. Capacidad de Producción	71
3.3.5. Validación del Proceso	73
3.3.5.1. Queso Mozzarella	73
3.3.5.2. Queso Fresco	73
3.4. Requerimientos de tecnología, maquinarias y equipos.....	74
3.4.1. Requerimiento de equipos	74
3.4.2. Requerimiento para el funcionamiento de la planta	75
3.5. Análisis costo-beneficio del proyecto.....	75
3.5.1. Presupuesto.....	76
3.5.2. Análisis costo-beneficio	80
3.5.3. Financiamiento	82
3.6. Cronograma de Actividades	83
ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3	Localización del Proyecto	12
Tabla 2-3	Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda	14
Tabla 3-3	Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en ható	14
Tabla 4-3	Especificaciones de quesos frescos no madurados	15
Tabla 5-3	Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados	15
Tabla 6-3	Análisis Físico-Químico: Densidad	16
Tabla 7-3	Análisis Físico-Químico: pH	16
Tabla 8-3	Análisis Físico-Químico: Grasa	16
Tabla 9-3	Análisis Físico-Químico: Proteína	17
Tabla 10-3	Análisis Físico-Químico: Acidez	17
Tabla 11-3	Análisis Físico-Químico: Sólidos totales de la leche	17
Tabla 12-3	Análisis Físico-Químico: Reductasa de la leche	18
Tabla 13-3	Análisis microbiológico: Aerobios Mesófilos	18
Tabla 14-3	Análisis físico-químico de la leche cruda de la Planta Láctea JB	19
Tabla 15-3	Análisis microbiológico de la leche cruda de la Planta Láctea JB	19
Tabla 16-3	Toma de muestras para la elaboración de queso	20
Tabla 17-3	Materia prima e Insumos necesarios para la elaboración de queso mozzarella	22
Tabla 18-3	Materiales y Equipos necesarios para la elaboración de queso mozzarella	22
Tabla 19-3	Materia prima e Insumos necesarios para la elaboración de queso fresco	29
Tabla 20-3	Materiales y Equipos necesarios para la elaboración de queso fresco	30
Tabla 21-3	Variables y Parámetros del proceso de elaboración de queso mozzarella	37
Tabla 22-3	Variables y Parámetros del proceso de elaboración de queso fresco	38
Tabla 23-3	Datos Adicionales	39
Tabla 24-3	Dimensiones de la marmita (pasteurizador)	64
Tabla 25-3	Dimensiones de la lira vertical	64
Tabla 26-3	Dimensiones del tanque de hilado	65
Tabla 27-3	Dimensiones de la mesa de desuerado y moldeo	65
Tabla 28-3	Materia prima, insumos y aditivos para el queso mozzarella	65
Tabla 29-3	Materia prima, insumos y aditivos para el queso fresco	65

Tabla 30-3	Análisis físico-químico del queso mozzarella	72
Tabla 31-3	Análisis microbiológico del queso mozzarella	72
Tabla 32-3	Análisis físico-químico del queso fresco	72
Tabla 33-3	Análisis microbiológico del queso fresco	72
Tabla 34-3	Equipos requeridos para la producción de queso fresco y mozzarella	75
Tabla 35-3	Equipos y materiales para controlar el proceso	76
Tabla 36-3	Costo de materia prima directa por unidad	76
Tabla 37-3	Costo de materia prima y mano de obra mensual	77
Tabla 38-3	Producción de empaques al mes	77
Tabla 39-3	Costos indirectos de producción	77
Tabla 40-3	Precio de venta al público	78
Tabla 41-3	Costo de maquinaria y equipos	78
Tabla 42-3	Costos de mantenimiento y seguros de equipos y maquinaria	79
Tabla 43-3	Costos de muebles y enseres	79
Tabla 44-3	Costos y gastos de depreciación y seguros	79
Tabla 45-3	Unidades de queso a producir	80
Tabla 46-3	Presupuesto de ventas a 5 años	80
Tabla 47-3	Costos de permisos de funcionamiento	80
Tabla 48-3	Presupuesto de costos a 5 años	80
Tabla 49-3	Flujo de caja	81
Tabla 50-3	Indicadores Económicos para la producción.	82
Tabla 51-3	Cronograma de Actividades	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-3	Balance de masa etapa de filtrado	40
Figura 2-3	Balance de masa en la etapa de pasteurizado	41
Figura 3-3	Balance de masa en la marmita	42
Figura 4-3	Balance de masa en la mesa de desuerado	44
Figura 5-3	Balance de masa en la etapa de hilado	45
Figura 6-3	Balance de masa en la etapa de prensado	45
Figura 7-3	Balance global de masa para la elaboración de queso mozzarella	46
Figura 8-3	Balance de masa etapa de filtrado	48
Figura 9-3	Balance de masa en la etapa de pasteurizado	49
Figura 10-3	Balance de masa en la marmita	49
Figura 11-3	Balance de masa en la mesa de desuerado	51
Figura 12-3	Balance de masa en la etapa de moldeo y prensado	52
Figura 13-3	Balance global de masa para la elaboración de queso fresco	53
Figura 14-3	Diagrama de proceso para elaboración de Queso Mozzarella	66
Figura 15-3	Diagrama de proceso para elaboración de Queso Fresco	66
Figura 16-3	Capacidad de producción diaria de Queso Mozzarella	74
Figura 17-3	Capacidad de producción diaria de Queso Fresco	75

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-3	Recepción de materia prima	23
Fotografía 2-3	Filtración de la leche	23
Fotografía 3-3	Medición de temperatura de pasteurización	24
Fotografía 4-3	Adición de fermento láctico	24
Fotografía 5-3	Adición de cloruro de calcio	24
Fotografía 6-3	Adición de cuajo	25
Fotografía 7-3	Corte de la cuajada	25
Fotografía 8-3	Desuerado Parcial	26
Fotografía 9-3	Medición de pH del suero	26
Fotografía 10-3	Corte de masa de cuajada	26
Fotografía 11-3	Hilado y amasado	27
Fotografía 12-3	Moldeado y Desuerado	27
Fotografía 13-3	Prensado	28
Fotografía 14-3	Empacado	29
Fotografía 15-3	Refrigerado	29
Fotografía 16-3	Recepción de materia prima	30
Fotografía 17-3	Filtración de la leche	31
Fotografía 18-3	Medición de temperatura de pasteurización	31
Fotografía 19-3	Adición de fermento láctico	32
Fotografía 20-3	Adición de cloruro de calcio	32
Fotografía 21-3	Adición de cuajo	32
Fotografía 22-3	Corte de la cuajada	33
Fotografía 23-3	Desuerado Parcial	33
Fotografía 24-3	Moldeado y Desuerado	34
Fotografía 25-3	Prensado	34
Fotografía 26-3	Empacado	35
Fotografía 27-3	Refrigerado	35

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A	Análisis Físico-Químico y Microbiológico de la Leche Cruda
ANEXO B	Análisis Físico-Químico y Microbiológico del Queso Mozzarella
ANEXO C	Análisis Físico-Químico y Microbiológico del Queso Fresco
ANEXO D	NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Físico-químicos
ANEXO E	NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Microbiológicos
ANEXO F	Diseño de Marmita
ANEXO G	Diseño de la marmita con sistema de agitación
ANEXO H	Diseño del sistema de agitación
ANEXO I	Diseño de la Lira Vertical
ANEXO J	Diseño del Tanque de Hilado
ANEXO K	Diseño de la Mesa de Moldeo y Desuerado
ANEXO L	Distribución de Planta

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ΔT	Gradiente de temperatura
$^{\circ}C$	Grados centígrados
K	Grados kelvin
g	Gramos
h	Horas
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
J	Joule
kg	Kilogramos
KJ	Kilojoule
KW	Kilowatt
L	Litros
μg	Microgramo
ml	Mililitros
min	Minutos
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
s	Segundos
W	Watt

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como finalidad rediseñar el proceso para la elaboración de queso fresco y mozzarella en la planta láctea JB, éste comenzó con la caracterización de la materia prima (leche cruda) en base a la norma NTE INEN 0009:2012 con lo que se comprobó la inocuidad de la misma y se aprobó su uso para la línea productiva, posteriormente, se hizo una simulación del proceso para determinar las variables que intervienen en el mismo, siendo éstas: la temperatura de pasteurización, temperatura de adición de aditivos, pH en el hilado y temperatura de hilado; lo cual sirvió para realizar los cálculos de ingeniería y determinar los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso con su respectivo diseño, quedando de la siguiente manera: una marmita con sistema de agitación para un volumen de 1000 m³, lira vertical, tanque de hilado y una mesa de desuerado y moldeo. Finalmente se verificó el rediseño mediante el análisis de calidad de los productos en base a las normas: NTE INEN 1528:2012 para queso fresco y NTE INEN 0082:2012 para queso mozzarella, dando como resultado en ambos casos el cumplimiento satisfactorio de las mismas, por lo que los productos son aptos para su comercialización y consumo; además mediante el análisis financiero se determinó que el proyecto es viable económicamente y la inversión se recuperará terminando el primer año de operación. Se recomienda implementar un sistema de control de calidad más completo, tanto a la materia prima como al producto final para garantizar su calidad e inocuidad para el consumo humano, además de implementar una línea de producción de queso ricota, de manera que el suero obtenido como residuo sea utilizado para generar un producto, por lo tanto, beneficios para la empresa.

Palabras clave: <INGENIERÍA QUÍMICA>, <PROCESO DE PRODUCCIÓN>, <LECHE>, <QUESO MOZZARELLA>, <QUESO FRESCO>, <VARIABLES DE PROCESO>, <REDISEÑO>

SUMMARY

The purpose of this Thesis Project was to redesign the process for the elaboration of fresh cheese and mozzarella in the JB dairy plant, it began with the characterization of the raw material (raw milk) based on the NTE INEN 0009:2012 standard with what was proven its safety and its use for the production line was approved, subsequently, a simulation of the process was made to determine the variables involved in it, these being: pasteurization temperature, temperature of addition of additives, spinning pH and spinning temperature; was used to perform the engineering design, being as follows: a kettle with a stirring system for a volume of 1000 L, vertical lyre, spinning tank and a deheying table and a molding out. Finally, the redesign was verified by analyzing the quality of the products based on the standards: NTE INEN 1528:2012 for fresh cheese and NTE INEN 0082:2012 for mozzarella cheese, resulting in both cases satisfactory compliance with them, so the products are suitable for commercialization and consumption; In addition, the financial analysis determined that the project is economically viable and the investment will be recovered at the end of the first year of operation. It is recommended to implement a more complete quality control system for both the raw material and the final product to guarantee its quality and safety for human consumption, in addition to implementing a ricotta cheese production line, so that the whey obtained as waste is used to generate a product, therefore, benefits for the company.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING>, <PROCESS PRODUCTION>, <MILK>, <MOZZARELLA CHEESE>, <FRESH CHEESE>, <PROCESS VARIABLE>, <REDESIGN>.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

En el Ecuador se producen diariamente cuatro millones de litros de leche (MAGAP, 2016). Y de acuerdo a datos del Banco Central del Ecuador, la cadena productiva de la industria láctea en el país genera 1,5 millones de empleos directos e indirectos y su aporte al Producto Interno Bruto (PIB) fue del 8% en el 2015. Pero el consumo de leche a disminuido, por lo que se da la necesidad de diversificar los productos generados a partir de la misma, generando así nuevos productos que satisfagan las necesidades del consumidor, siendo el queso y el yogurt los derivados de la leche con mayor aceptación y demanda en el mercado ecuatoriano.

La planta láctea JB ubicada en la parroquia Cebadas procesa diariamente 700 litros de leche para la producción de quesos fresco y mozzarella, sus instalaciones para el proceso de producción han sido montadas de forma empírica, sin contar con un diseño técnico, por lo cual existe una serie de sucesos desfavorables para la empresa, como: desperdicio de materia prima y espacio, falta de un sistema de tratamiento de residuos y la poca optimización de recursos.

Además, los propietarios buscan aumentar su producción a 2000 litros por día en dos turnos de trabajo y sus equipos actuales no pueden cumplir con esta demanda.

Dentro del proceso de producción de queso fresco y mozzarella se genera un volumen equivalente al 70% de leche como suero, mismo que una pequeña parte se utiliza como bebida/alimento para el ganado y la otra parte se derrama directamente al suelo, razón por la cual ocurre una generación de contaminación y desperdicio de recursos.

Es por ello que se propone realizar el REDISEÑO DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS FRESCO Y MOZZARELLA a partir de leche de vaca, de forma que se reduzcan costos de producción, optimice el tiempo de ciclo, mejore la calidad del producto y se expanda el mercado actual de la empresa.

1.2 Justificación del problema

Los propietarios de la planta láctea JB, como política mediata se plantean realizar el proceso de producción de queso fresco y mozzarella y del cumplimiento de las normas (NTE INEN 0009 para leche cruda, NTE INEN 0010 para leche pasteurizada y NTE INEN 1528 para quesos) en un contexto de mejora de la calidad del producto, aumento de productividad y mayor eficiencia en cada etapa del proceso, surge la necesidad de realizar el rediseño del proceso de elaboración de queso fresco y mozzarella en la planta láctea JB y para aumentar la productividad, puesto que por la sobreproducción de leche se plantea también un aumento del volumen a 2000 litros por día de materia prima dado que en la actualidad solo se utilizan 700 litros por día.

Además, al tener un procesamiento bajo normativas, contaría con mayor salubridad, así mismo, se optimiza la mano de obra, maquinaria y la comercialización, mejorando la calidad del producto, también, es necesario realizar una propuesta de como disminuir el desperdicio de recursos y la contaminación ambiental por efecto del derrame del suero y lavado de materiales y equipos.

El presente trabajo entra en el campo de la ingeniería química ya que se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la materia prima (leche) y de los productos (queso fresco y queso mozzarella). Asimismo, se utilizan ecuaciones ingenieriles las mismas que permitieron rediseñar y dimensionar los equipos requeridos para la planta láctea.

1.3 Línea base del proyecto

1.3.1 Antecedentes de la empresa

La planta Láctea JB se encuentra ubicada en la parroquia Cebadas del cantón Riobamba provincia de Chimborazo y empezó sus operaciones en febrero del 2017 como un negocio familiar. Es una empresa artesanal que se dedica a la producción de queso fresco y queso mozzarella.

Actualmente la planta procesa entre 600 y 700 litros de leche por día para la elaboración de queso mozzarella y queso fresco. Por lo general dedican 4 días semanales a la elaboración de queso fresco y 1 día a la elaboración de queso mozzarella. La empresa cuenta con personal capacitado, un área de trabajo amplio y con todos los equipos (marmita, caldera, bomba, paleta de agitación), materia prima (leche), insumos y utensilios necesarios para la operación de la misma.

Los propietarios de la planta debido a la gran aceptación de su producto en el mercado han decidido aumentar su producción, tratando 2000 litros de leche al día en dos jornadas, por lo cual se da la necesidad de aumentar la capacidad de producción de la empresa.

La empresa cuenta con los servicios básicos de agua potable, luz y línea telefónica. Además, que la empresa se encuentra en una zona ganadera, de producción avícola y productos agrícolas como papas, chocho, cebolla, maíz, entre otros. Pero la materia prima fundamental de la zona es la leche que se obtiene del ganado principalmente bovino y es el motor principal de la economía de la zona.

1.3.2 Marco conceptual

1.3.2.1 Leche

Definición legal

“Leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas “

Las características principales que, se tienen en cuenta para medir la calidad de la leche son.: densidad, índices crioscópicos y de refracción, acidez, grasa y sólidos no grasos, cantidad de leucocitos, gérmenes patógenos y presencia de antisépticos, antibióticos y sustancias alcalinas.

El calostro, es el producto segregado por la glándula mamaria inmediatamente después del parto de la vaca, es una sustancia que presenta una composición muy diferente a la leche y contiene una cantidad de proteínas en el suero, especialmente inmunoglobulinas que son necesarias para la nutrición del ternero, pero que su presencia daña la calidad de la leche en la medida que se gelifica con el calentamiento de la leche por ejemplo a uno 80 0C, produciendo la coagulación de la leche. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2018)

Definición dietética

La leche es uno de los alimentos más completo que se encuentra en la naturaleza, por ser rica en proteínas, grasas, vitaminas y minerales, necesarias para la nutrición humana. La proteína de la leche, contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales necesarios para el organismo humano y que no puede sintetizar, la proteína que se encuentra en mayor proporción en la leche es la caseína. Entre las vitaminas que contiene están: la Vitamina B12 (riboflavina) la B1 (tiamina), y las vitaminas A, D, E y K liposolubles. Entre los minerales de mayor cantidad están el calcio y el fósforo. Su contenido de grasa se debe principalmente a los triglicéridos.

La grasa de la leche está conformada principalmente por la combinación física de triglicéridos y éstos a su vez están formados por un alcohol (glicerol) y 14 o más ácidos grasos que en su mayoría son saturados excepto el ácido oleico que es insaturado y se encuentra en mayor cantidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2018)

Definición física y propiedades

La leche es un líquido de color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado. (Gomez, 2005)

1.3.2.2 Composición de la Leche

100 gramos de Leche contienen 3,28 gramos de proteína, 3,66 gramos de grasa, 4,7 gramos de carbohidratos, y no contienen fibra. Hay 64 calorías, es decir, el 3% del total diario. Contienen 3,66 gramos de grasa y 14 mg de Colesterol.

Presenta minerales, como Potasio (151 mg), Calcio (119 mg) o Fósforo (93 mg) pero no Manganeseo o Flúor. Contienen algunas vitaminas importantes: Vitamina A (138 UI), Vitamina B-9 (5 mg) o Vitamina C (1,5 mg). (Food and Drug Administration, 2019)

1.3.2.3 Queso

a) Definición

El queso es el producto obtenido por coagulación de la leche cruda o pasteurizada (entera, semidescremada y descremada), constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado (Eck, 2000).

De acuerdo al Codex Alimentarius de la FAO/OMS (2008), el queso es el productosólido o semisólido, madurado o fresco, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación (total o parcial) de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero

Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o se mantienen en la fase acuosa retenida (Walstra et al., 2006).

b) Tipos de quesos

Existen diversos criterios de clasificación con base en las condiciones de proceso o las características fisicoquímicas del tipo de queso:

1a) Por contenido de humedad, se clasifican en quesos duros (20-42%), semiduros (44-55%) y blandos o suaves (aprox. 55%).

2a) De acuerdo al tipo de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos de coagulación enzimática, quesos de coagulación ácida y quesos de coagulación ácida/térmica.

3a) De acuerdo a su estado de maduración: frescos (6 días), semi-madurados (40 días) y madurados (>70 días).

(Ramírez y Vélez, 2012).

1.3.2.4 Queso Fresco

a) Definición

Es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada, integral o parcialmente descremada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, que retiene un % de la materia de grasa, según el caso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales. Igual que la cuajada se obtiene, por coagulación enzimática de la leche, luego el coágulo se somete al moldeo sin prensar. Este queso, además de llamarse queso fresco, se le da otros nombres como: queso campesino, blanco, y de granja, según donde se comercialice. Se produce en las diferentes regiones del país, donde haya gran producción lechera, con el fin de darle un mayor aprovechamiento a la leche y por ende una mayor conservación. (Gomez, 2005). Según la FAO/OMS se clasifica en un queso blando con alto contenido de grasa.

b) Características

Su forma puede ser cilíndrica y rectangular según la región de donde se produzca. Externamente presenta una superficie de color blanco crema, lisa o rugosa según el molde utilizado y ligeramente brillante al principio de ser elaborado. Con respecto a su apariencia interna, es de consistencia blanda (se desbarata al frotarlo con los dedos) y cuando no es prensado tiene una textura abierta con ojos mecánicos irregulares. (Gomez, 2005)

c) Composición

Tiene humedad como queso desgrasado es del 70% y con un contenido de materia grasa (MG) en extracto seco del 50%.

100 gramos de Queso contienen 21,40 gramos de proteína, 28,74 gramos de grasa, 2,3 gramos de carbohidratos, y no contienen fibra. Hay 353 calorías, es decir, el 18% del total diario. Contienen 28,74 gramos de grasa y 75 mg de Colesterol. Presenta minerales, como Calcio (528 mg), Fósforo (387 mg) o Potasio (256 mg) pero no Flúor. Consta de algunas vitaminas importantes: Vitamina A (721 UI), Vitamina B-9 (36 mg) o Vitamina K (2,4 µg). (Food and Drug Administration, 2019)

d) **Elaboración**

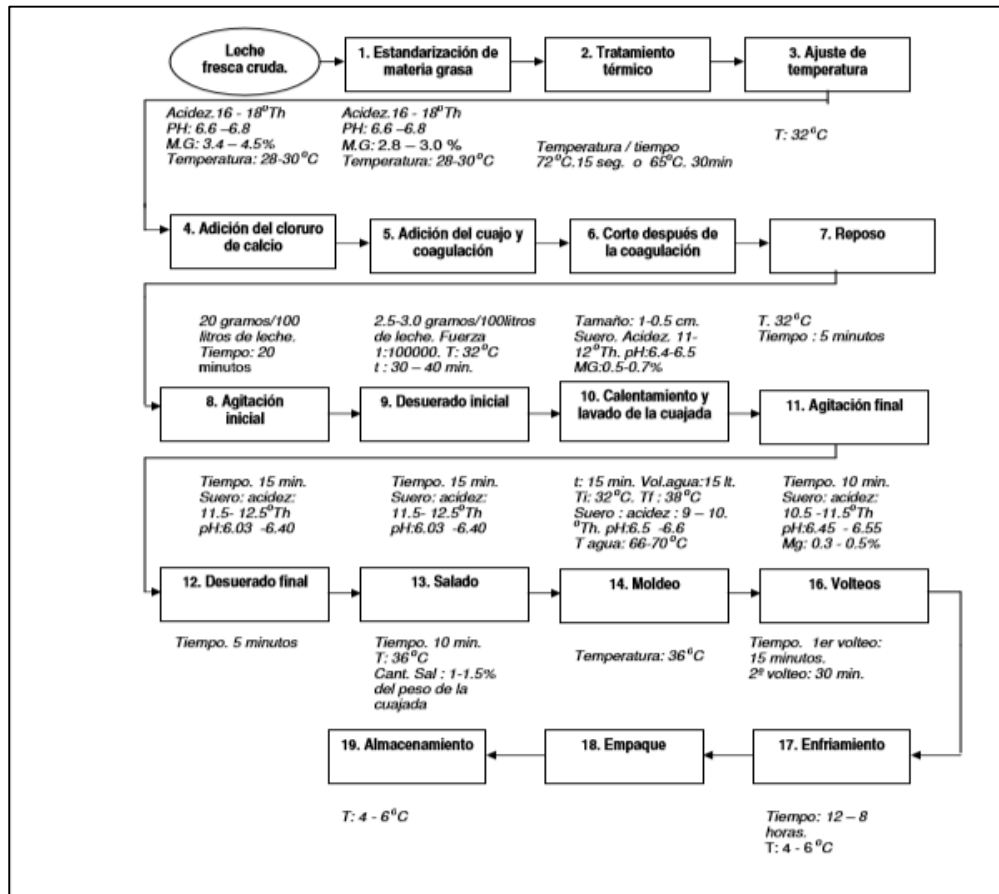


Figura 1.3-1
Fuente: (Gomez, 2005)

1.3.2.5 **Queso Mozzarella**

a) **Definición**

Es un queso tipo fresco ácido (no madurado), de pasta hilada, y cuya materia prima es la leche fresca de vaca. Su contenido de humedad como queso desgrasado es del 63% y 46% de materia grasa en materia seca. (Gomez, 2005).

Según la clasificación FAO/OMS, es un queso semi-blando, con alto contenido en grasa.

b) Características

Su sabor es suave ligeramente ácido muy agradable al paladar. Su aroma es característico a leche y poco ácido. Su forma más común es circular y se presenta con pesos entre 100 a 500 gramos.

Para pesos mayores se utiliza la forma rectangular. Su superficie tiene un color blanco –crema, poco brillante y sin corteza. Internamente su consistencia es semi-dura que no se desbarata con la fricción de los dedos; de textura cerrada y sin ojos. Presenta una conformación de capas en estado fresco. (Gomez, 2005)

c) Composición

100 gramos de Queso mozzarella contienen 22,17 gramos de proteína, 22,35 gramos de grasa, 2,2 gramos de carbohidratos, y no contienen fibra. Hay 300 calorías, es decir, el 15% del total diario que necesitas. Contiene 22,35 gramos de grasa y 79 mg de Colesterol. Presenta minerales, como Sodio (627 mg), Calcio (505 mg) o Fósforo (354 mg) pero no Flúor. Consta de algunas vitaminas importantes: Vitamina A (676 UI), Vitamina B-9 (7 mg) o Vitamina K (2,3 µg). (Food and Drug Administration, 2019)

d) Elaboración

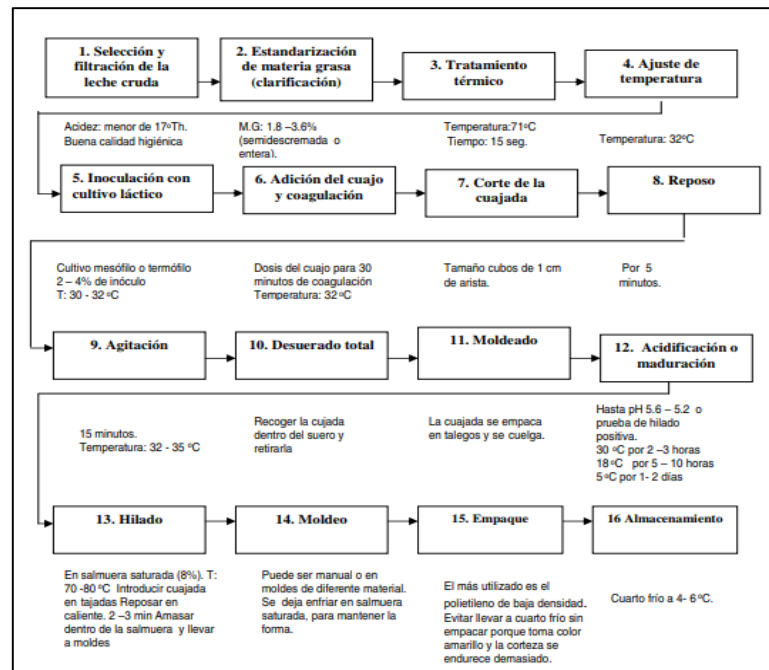


Figura 2-1
Fuente: (Gomez, 2005)

1.4 Beneficiarios directos e indirectos

1.4.1 Beneficiarios directos

El presente proyecto beneficia principalmente a los propietarios de la Planta Láctea JB y los productores de leche cruda del sector.

1.4.2 Beneficiarios indirectos

Los trabajadores de la planta, los consumidores de los productos y los habitantes en la zona de influencia de la Planta.

CAPÍTULO II

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo General

- Rediseñar el proceso para la elaboración de queso fresco y mozzarella en la planta láctea JB.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la materia prima (leche cruda) para la elaboración del queso basado en las normas NTE INEN 0004:1984; Leche y productos lácteos. Muestreo y NTE INEN 0009:2012; Leche cruda. Requisitos.
- Identificar las variables de proceso que influyen en el proceso de elaboración de queso fresco y mozzarella.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el rediseño del proceso.
- Verificar la viabilidad del rediseño del proceso mediante la caracterización de los productos finales en base a las normas: NTE INEN 1528:2012 para queso fresco y NTE INEN 0082:2012 para queso mozzarella.

CAPÍTULO III

3 ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR

3.1 Localización del Proyecto

Este proyecto pretende ser implementado en la misma área donde está funcionando el proceso de producción de la Planta láctea JB, la información de mayor relevancia es la siguiente:

Tabla 1-3: Localización del Proyecto

UBICACIÓN	La Planta Láctea JB se ubica en la jurisdicción de la Parroquia Cebadas a un costado de la carretera Cebadas - Macas km 5 ½ en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, región Sierra Centro del Ecuador
LATITUD	1.933332°
LONGITUD	78.639404°
ALTITUD	2944 m
CLIMA	Temperatura máxima: 22 °C
	Temperatura mínima: 6 °C

FUENTE: (GeoDatos, 2018)

FIGURA 1-3: Localización de la Planta



FUENTE: Google Maps

3.2 Ingeniería del Proyecto

3.2.1 Tipo de estudio

El rediseño del proceso para elaboración de queso fresco y mozzarella en la Planta Láctea JB es un proyecto de tipo Técnico, ya que requirió el estudio de todas sus Operaciones Unitarias mediante simulaciones a nivel de laboratorio, las cuales, de la mano de revisiones bibliográficas, recolección de datos y en base a los parámetros establecidos en las respectivas normas, se han determinado las variables que se encuentran implícitas en la elaboración del producto, lo que permite el rediseño del proceso de acuerdo a las necesidades de los propietarios.

3.2.2 Métodos y Técnicas

3.2.2.1. Métodos

Los métodos en los cuales se fundamentó el desarrollo de este proyecto de tipo técnico fueron tres: inductivo, deductivo y experimental, a través de los que se ha garantizado el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

- Método Deductivo

Se basa en la presentación de conceptos, normas y leyes mediante las cuales se obtienen conclusiones, así, para llegar a un correcto rediseño del proceso se requiere de la revisión de bibliografía con la cual se pueda establecer la mejor técnica de elaboración de queso fresco y mozzarella tomando en cuenta las necesidades de procesamiento de la materia prima para llegar a un producto de buena calidad que cumpla las exigencias de los propietarios.

- Método Inductivo

El método inductivo implica obtener conclusiones generales a partir de la observación de hechos particulares, de forma que, se estudió la posibilidad de procesar la materia prima (leche), con el fin de obtener un subproducto que permita su aprovechamiento, para lo cual se caracterizó la materia prima, se analizó las alternativas de aprovechamiento, se llevó a cabo la parte experimental y finalmente, se elaboró el producto para compararlo con la norma y su comercialización con respecto a la materia prima de partida.

- Método Experimental

Se utilizó diversas técnicas de laboratorio para caracterizar tanto la materia prima como el producto obtenido, manipulando las variables de proceso, técnicas, equipos y demás, con el fin de obtener un producto de alta calidad, que asegure el bienestar de los futuros consumidores y que además cumpla con los parámetros establecidos por la normativa.

3.2.2.2. Técnicas

Las técnicas se llevaron a cabo según lo establecido en las normas INEN tanto para el muestreo y caracterización de la materia prima, así como también para el análisis del producto final con el objetivo de validar el diseño del proceso.

- Siguiendo los lineamientos establecidos en la norma: NTE INEN- ISO 707, la cual nos da a conocer las directrices para la toma de muestras en la leche y productos lácteos, se realizó la caracterización de la materia prima, mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, tomando como base los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012, que indica lo siguiente:

Tabla 2-3: Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda

Requisitos	Unidad	Min.	Max.	Método de Ensayo
Densidad relativa: a 15 °C a 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	-
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16

Fuente: NTE INEN 9:2012

Tabla 3-3: Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos REP, UFC/cm ³	1,5 x 10 ⁶	NTE INEN 1529-5

Fuente: NTE INEN 9:2012

- En cuanto a la caracterización del queso, se realizó los análisis establecidos en la Norma: NTE INEN 1528:2012, que establece los siguientes requisitos:

Tabla 4-3: Especificaciones de quesos frescos no madurados.

Tipo o clase	Humedad % max NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco , % m/m Mínimo NTE INEN 64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero ó graso	-	45
Semidescremado o bajo en grasa	-	20
Descremado ó magro	-	0,1

Fuente: NTE INEN 1528:2012

Tabla 5-3: Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	2x10 ²	10 ³	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10 ²	1	NTE INEN 1529-14
<i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	5	ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25g	5	AUSENCIA	-	0	NTE INEN 1529-15

Fuente: NTE INEN 1528:2012

- Análisis Físico-Químicos

Tabla 6-3: Análisis Físico-Químico: Densidad

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN 11	<ul style="list-style-type: none"> • Probeta de 250 cm³ • Lactodensímetro • Termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Manteniendo inclinada la probeta para evitar la formación de espuma, verter la muestra hasta llenar la probeta completamente. • Introducir la probeta en el baño de agua, en tal forma que el nivel de agua quede de 1 cm a 3 cm por debajo del borde de la probeta. • Luego de estabilizar la temperatura de la leche con una variación máxima de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, determinar su valor mediante el termómetro y registrarlo como t. Sumergir suavemente el lactodensímetro hasta que esté cerca de su posición de equilibrio e imprimirle un ligero movimiento de rotación para impedir que se adhiera a las paredes de la probeta. Durante la inmersión debe desbordarse la leche de tal manera que la zona de lectura del lactodensímetro quede por encima del plano superior de la probeta. • Esperar que el lactodensímetro quede en completo reposo y, sin rozar las paredes de la probeta, leer la medida de la graduación correspondiente al menisco superior y registrar su valor como d. • Realizar los cálculos.

Fuente: NTE INEN 11:2012

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

Tabla 7-3: Análisis Físico-Químico: pH

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN-ISO 2446	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente • Vaso de precipitación de 250 ml • Potenciómetro 	Calibrar el potenciómetro y medir el pH de la leche.

Fuente: NTE INEN-ISO 2446-2012

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

Tabla 8-3: Análisis Físico-Químico: Grasa

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN-ISO 2446	Reactivos <ul style="list-style-type: none"> • Ácido sulfúrico concentrado • Alcohol iso-amílico Materiales <ul style="list-style-type: none"> • Pipeta volumétrica • Embudo con llave de paso • Butirómetro de Gerber • Tapones para butirómetro. • Ajustador para tapones automáticos de butirómetro Equipos <ul style="list-style-type: none"> • Centrífuga para butirómetro Gerber. • Equipos de Laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar 10 cm³ de ácido sulfúrico y colocarlo en el butirómetro impidiendo bañar las paredes internas del cuello; verter con mesura resbalando por las paredes y sin combinar, 11 cm³ de leche de manera que se genere un estrato de leche en el ácido, inmediatamente añadir 1 cm³ de alcohol iso- amílico. Tapar con el tapón y remover vigorosamente, con lo que se produce un calentamiento exotérmico de 80 °C y la suspensión en ácido de las proteínas de la leche; añadir el butirómetro en un baño de agua caliente y conservarlo a 65 °C por 10 minutos. • Centrifugar a 1100 revoluciones por minuto en 120 segundos y ponerlo en el baño de maría por 5 min.

Fuente: NTE INEN-ISO 2446-2012

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

Tabla 9-3: Análisis Físico-Químico: Proteína

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN 16	<ul style="list-style-type: none"> • 2 vasos de precipitación de 250 ml. • termómetro de 0 – 150 °C. • Lactodensímetro. • Probeta de 250 ml. • Bureta de 25 ml. • Pipeta de 5 ml. • Pipeta de 10 ml. 	<ul style="list-style-type: none"> • En cada uno de los vasos (2) de precipitación se pipetea 50 ml de leche. • Añadir a cada uno 2 ml de solución de oxalato de potasio al 28 %. • A un vaso se le agrega 1 ml. de solución de sulfato de cobalto al 5 % como comparación de color. • Al otro vaso se le agrega 0,5 ml. de fenolftaleína y luego se titula con 0,25 N de NaOH hasta el color de comparación. • Añadir luego 10 ml. de formalina neutralizada al 40 %. • Neutralizar la muestra titulando con NaOH 0,143 N hasta el color de comparación.

Fuente: NTE INEN 16-2012.

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

Tabla 10-3: Análisis Físico-Químico: Acidez

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN 13	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Matraz Erlenmeyer • Matraz aforado • Bureta • Estufa • Desecador Reactivos • Solución 0,1 N de hidróxido de sodio • Solución indicadora de fenolftaleína • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar cuidadosamente y secar el matraz Erlenmeyer en la estufa a 103 ± 2 °C durante 30 min. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. • Invertir, lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir al matraz Erlenmeyer y pesar con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra. • Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína. • Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente (fácilmente perceptible si se compara con una muestra de leche diluida de acuerdo con lo indicado en el punto anterior) que desaparece lentamente. • Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s. • Leer en la bureta el volumen de solución empleada.

Fuente: NTE INEN 13-2012.

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

Tabla 11-3: Análisis Físico-Químico: Sólidos totales de la leche

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN 14	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Capsula de platino • Estufa • Desecador • Mufla 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar cuidadosamente y secar la cápsula en la estufa ajustada a 103 ± 2 °C durante 30 min. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. • Invertir lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir a la cápsula y pesar con aproximación al 0,1 mg aproximadamente 5 g de muestra. • Colocar la cápsula en el baño María a ebullición durante 30 min, cuidando que su base quede en contacto directo con el vapor. • Transferir la capsula a la estufa ajustada a 103 ± 2 °C y calentar durante 3 h. • Dejar enfriar la cápsula (con los sólidos totales) en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa. • Introducir la cápsula en la mufla a 530 ± 20 °C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtiene al cabo de 2 ó 3 h).

Fuente: NTE INEN 14-2012.

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

Tabla 12-3: Análisis Físico-Químico: Reductasa de la leche

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN 18	<ul style="list-style-type: none"> Pipeta aforada de 10 cm³ Pipeta aforada de 1 cm³ Tubos de ensayo Tapones de goma Reactivo <ul style="list-style-type: none"> Solución de azul de metileno. 	<ul style="list-style-type: none"> Enjuagar asépticamente la pipeta de 10 cm³, dos o tres veces, con la leche que se va a ensayar; medir exactamente 10 cm³ de leche y verterlos asépticamente en el tubo de ensayo. Agregar 1 cm³ de la solución de azul de metileno, teniendo cuidado de no introducir la pipeta en la leche, ni mojar la pared interna del tubo. Tapar el tubo con un tapón de goma y calentar en el baño de agua a 37 °C ± 0,5 °C durante un tiempo no mayor de 5 min. Invertir el tubo varias veces hasta homogeneizar su contenido e, inmediatamente, colocarlo verticalmente en el baño de agua a 37 °C ± 0,5 °C, protegido de la luz solar o artificial, para la incubación. Repetir la inversión cada media hora, y tomar como tiempo de reducción el intervalo transcurrido desde la puesta en incubación hasta que la mezcla de leche con azul de metileno se haya decolorado totalmente.

Fuente: NTE INEN 18-2012.

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

- Análisis Microbiológicos

Tabla 13-3: Análisis microbiológico: Aerobios Mesófilos

Método / Norma	Materiales	Procedimiento
NTE INEN 1529-5	Pipetas serológicas de punta ancha de 1, 5 cm ³ y 10 cm ³ graduadas en 1/10 de unidad. Cajas Petri de 90 mm x 15 mm. Erlenmeyer y/o frasco de boca ancha de 100 cm ³ , 250 cm ³ , 500 cm ³ y 1000 cm ³ con tapa de rosca autoclavable. Tubos de 150 mm x 16 mm. Gradillas Contador de colonias Balanza de capacidad no superior a 2 500 g y de 0,1 g de sensibilidad. Baño de agua regulado a 45°C ± 1°C Incubador regulable (25°C - 60°C). Autoclave Refrigeradora para mantener las muestras y medios de cultivo. Congelador para mantener las muestras a temperatura de -15 °C a - 20 °C. Medios de cultivo.	<ul style="list-style-type: none"> Para cada dilución el ensayo se hará por duplicado. En cada una de las cajas Petri bien identificadas se depositará 1 cm³ de cada dilución. Para cada depósito se usará una pipeta distinta y esterilizada. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 cm³ de agar para recuento en placa-PCA, fundido y templado a 45 °C ± 2 °C. La adición del medio no debe pasar de más de 45 minutos a partir de la preparación de la primera dilución. Cuidadosamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén: 5 veces en el sentido de las agujas del reloj y 5 veces en el contrario. Como prueba de esterilidad verter agar en una caja que contenga el diluyente sin inocular. No debe haber desarrollo de colonias. Dejar reposar las placas para que se solidifique el agar. Invertir las cajas e incubarlas a 30 °C ± 1 °C por 48 a 75 horas. No apilar más de 6 placas. Las pilas de placas deben estar separadas entre sí, de las paredes y del techo de la incubadora. Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas de dos diluciones consecutivas que presenten entre 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias, contar todas las colonias que hayan crecido en el medio, incluso las pequeñas, pero, se debe

		<p>tener cuidado para no confundirlas con partículas de alimentos o precipitados, para esto, utilizar lupas de mayor aumento.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las colonias de crecimiento difuso deben considerarse como una sola colonia si el crecimiento de este tipo de colonias cubre menos de un cuarto de la placa; si cubre más la caja no será tomada en cuenta en el ensayo. Anotar el número de colonias y la respectiva dilución.
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: NTE INEN 1529-5-2012.

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

3.2.3 Resultado de la caracterización de la materia prima

Los análisis físico-químicos y microbiológicos de la materia prima fueron realizados por el laboratorio SAQMIC, ya que se trata de un laboratorio acreditado por tanto sus resultados son confiables.

Los resultados de los análisis físico-químicos de la leche, se muestran en la Tabla 3-14 mientras que los resultados del análisis microbiológico se muestran en la Tabla 3-15. **Ver Anexo A**

Tabla 14-3: Análisis físico-químico de la leche cruda de la Planta Láctea JB

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Norma	
				Min.	Max.
Densidad	INEN 11	g/mL	1,029	1,028	1,032
Grasa Total	INEN 12	%	4,16	3,0	-
Acidez titulable, como ácido láctico	INEN 13	%	0,17	0,13	0,17
Sólidos Totales	INEN 14	%	12,84	11,2	-
Sólidos No Grasos	-	%	8,68	8,2	-
Proteína	INEN 16	%	3,58	2,9	-

Fuente: SAQMIC

De acuerdo a los resultados indicados en la Tabla 3-14 se da a conocer que todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma.

Tabla 15-3: Análisis microbiológico de la leche cruda de la Planta Láctea JB

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado
Aeróbios mesófilos	Siembra en masa	UFC/mL	1800
Escherichia coli	Siembra en masa	UFC/mL	40
Reductasa	INEN 18	UFC/mL	100000

Fuente: SAQMIC

De acuerdo a los resultados indicados en la Tabla 3-15 se da a conocer que todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma.

3.2.4 Selección de la materia prima

La selección de la materia prima deberá ser considerada tomando en cuenta los resultados obtenidos en los análisis físico-químicos y microbiológicos de su caracterización, por tanto, si los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles en la norma NTE INEN 9:2012, entonces la leche cruda podrá ser utilizada como materia prima para la elaboración de queso.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización de la leche cruda, existe 1 parámetro que sobrepasa los límites establecidos por la norma, sin embargo, se puede considerar como materia prima apta ya que mediante el procesamiento este puede llegar a estar dentro de los límites. Además, la posible causa a la que se atribuye estos inconvenientes, es la falta de higiene en el ordeño y manipulación, lo cual se puede enmendar con una mayor asepsia y cuidado.

La información concerniente a la toma de muestras para la elaboración del producto se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 16-3: Toma de muestras para la elaboración de queso

Semana	Día	Número de muestras	Cantidad (L)	Hora	Lugar
1	Lunes	1	3	08:00	Planta Láctea JB
2	Lunes	1	3	08:00	
3	Lunes	1	3	08:00	
4	Lunes	1	3	08:00	

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

3.2.5 Procedimiento a nivel de Laboratorio para Queso Mozzarella

Se realizó pruebas para determinar el proceso más idóneo para la elaboración de queso mozzarella, dichas pruebas fueron sustentadas teóricamente mediante la revisión de bibliografía. Para llevar a cabo las pruebas mencionadas es necesario el uso y aplicación de ciertos materiales, equipos e insumos.

3.2.5.1. Composición esencial y factores de calidad

Como se establece en la Norma del CODEX STAN 262-2006 para queso mozzarella, apartado 3, indica los insumos y aditivos necesarios para el procesamiento.

Materias primas

- Para el procesamiento de este tipo de queso, comúnmente suelen utilizar leche de vaca, de búfala o puede ser una combinación de ambas.

Ingredientes permitidos

- Cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas idóneas
- Cloruro de sodio y cloruro de potasio.
- Coadyuvantes de elaboración inocuos idóneos
- Cultivos iniciadores de bacterias inocuas del ácido láctico y/o productoras de sabor y cultivos de otros microorganismos inocuos.
- Agua potable.
- Vinagre
- Harinas y almidones de arroz, maíz, trigo y patata: No obstante, las disposiciones de la Norma General para el queso (CODEX STAN283-1978), pueden utilizarse estas sustancias en la misma función como agentes anti aglutinantes para tratamiento de la superficie de Queso Mozzarella con un bajo contenido de humedad cortada, rebanada y rallada, siempre que se añadan únicamente en cantidades funcionalmente necesarias según exigen las buenas prácticas de fabricación (BPF).

3.2.5.2. Requerimientos de materia prima e insumos, materiales y equipos

Una vez determinado que la leche cumple con los parámetros establecidos por la norma, se procede a la elaboración de queso mozzarella.

Tabla 17-3: Materia prima e Insumos necesarios para la elaboración de queso mozzarella

Materia prima	Insumos
Leche cruda	Cuajo líquido Fermento láctico TCC-20 (<i>Streptococcus Thermophilus</i> y <i>Lactobacillus Helveticus</i>) Cloruro de calcio

	Cloruro de sodio
	Ácido cítrico

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 18-3: Materiales y Equipos necesarios para la elaboración de queso mozzarella

Materiales	Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Pipeta • Espátula • Vidrio reloj • Varilla de agitación • Malla • Moldes • Lienzos • Recipientes (jarras, baldes, ollas) • Cucharones • Cuchillo • Vasos de precipitación de 250 y 500 ml • Fundas plásticas (específico para quesos) • Equipo de protección personal (guantes, mascarilla, botas, cofia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de recepción • Caldera • Marmita • Liras horizontal y vertical • Tanque de hilado y amasado • Mesa quesera • Prensadora • Cocina industrial • pH-metro • Termómetro industrial • Balanza analítica • Selladora • Cámara de refrigeración 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.5.3. Descripción del proceso a nivel de laboratorio

A continuación, se detalla el procedimiento que se llevó a cabo para la obtención de queso mozzarella.

Control de calidad y recepción de materia prima:



Fotografía 1-3: Recepción de materia prima

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

La leche solo es aceptada para su producción siempre y cuando cumpla a cabalidad los

requisitos establecidos por la norma NTE INEN 0009:2012.

Filtración:

Después de que la leche receptada es aceptada para ser procesada, se efectúa a través de un filtro de lienzo la remoción de partículas sólidas e impurezas presentes en la leche.



Fotografía 2-3: Filtro
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Pasteurización:

Es el proceso mediante el cual se eliminan todos aquellos microorganismos patógenos presentes en la leche, por lo cual el tiempo de vida e inocuidad de la misma incrementa. Esto se logra calentando la leche en el evaporador hasta una temperatura de 72 °C durante 15-20 segundos y luego, se disminuye la temperatura hasta una temperatura de 38-40 °, el enfriamiento se efectúa con el paso de agua fría proveniente de una vertiente natural cercana a la planta a través de la chaqueta que presenta el evaporador.



Fotografía 3-3: Pasteurización.
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Fermentación (inoculación):

Consiste en adicionar fermento láctico TCC-20 cuando la leche está a 40 °C, éste fermento se encuentra en estado sólido, por lo cual es necesario disolverlo, por formulación se utilizan 0,16 g de fermento en 10 mL de leche caliente, con lo cual se lo puede añadir al resto de leche batiendo constantemente para lograr su homogenización.



Fotografía 4-3: Adición de fermento láctico
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Adición de cloruro de calcio:

Es necesario añadirlo ya que su presencia provee mayor firmeza mecánica a la cuajada, al igual que un mayor rendimiento. Éste aditivo también se encuentra en estado sólido, así que se disuelven 3 g de cloruro de calcio en 10 mL de agua, finalmente se adiciona a la leche cuando ésta se encuentra a 40 °C y se bate suavemente hasta homogenización completa.



Fotografía 5-3: Adición de cloruro de calcio
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Coagulación:



Fotografía 6-3: Adición de cuajo
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Se añade 1g de cuajo por cada 100 litros de leche cuando la leche se encuentra a 37 °C, se debe batir constantemente de forma que las proteínas de la leche se coagulen y por último se deja en reposo durante 20 minutos de tal manera que se forme la cuajada.

Corte de la cuajada:

Se corta la cuajada con una lira de acero inoxidable batiendo lentamente durante 5 minutos hasta obtener trozos de 3-4 cm. Luego se vuelve a cortar la cuajada hasta que queden pedazos del tamaño de un grano de maíz, por último, se bate 15 minutos más a velocidad moderada para que la cuajada obtenga consistencia.



Fotografía 7-3: Corte de la cuajada
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Se retira 2/3 partes del suero y se deja reposar la leche durante 20 minutos.



Fotografía 8-3: Desuerado Parcial
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Acidificación:

Es necesario mantener una temperatura de 40 °C en la cuajada y se deja reposar durante 3 horas, con el objetivo de alcanzar un pH óptimo de 5,2-5,4. (el pH se mide con un potenciómetro)



Fotografía 9-3: Medición de pH del suero
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Posteriormente, mediante el uso de mallas se separa la cuajada del suero, de forma que éstos últimos se elimina, para finalmente cortar la cuajada en trozos pequeños de entre 8 y 10 cm.



Fotografía 10-3: Corte de masa de cuajada
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Hilado y amasado:

Consiste en colocar la masa de cuajada en agua o suero caliente (70 °C) durante 2 min, realizar el amasado e introducir en el agua caliente hasta el momento del moldeo con la finalidad de que adquiriera brillo, plasticidad y capacidad de formar hebras.



Fotografía 11-3: Hilado y amasado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Moldeado y Desuerado:

Colocar la masa hilada en la mesa de moldeo para que adquiriera mayor compactación y firmeza, a la vez que todo el suero en exceso será retirado, ya que los moldes solo retendrán la cuajada mientras que por gravedad el suero desciende y es eliminado.



Fotografía 12-3: Moldeado y Desuerado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Prensado:

Es un proceso necesario para la eliminación total o casi total del suero contenido en el queso y se realiza por presión por peso, es decir, se colocan los quesos en fila y se les pone una tapa de forma que los aplaste completamente, luego encima se coloca un recipiente que proporcione el peso necesario para eliminar el suero.

*Éste procedimiento toma entre 4-6 horas.

*Transcurrido la mitad del tiempo de prensado (2-2,5 horas) se voltean los quesos y se sigue prensando.



Fotografía 13-3|: Prensado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Enfriado:

Se hace circular agua fría (5-10 °C) durante 20 minutos de forma que el queso quede frío y de esta forma se evitan deformaciones en el queso y también que quede muy salado.

Salado:

Se realiza para que el queso adquiriera un sabor más agradable y apetecible, a la vez que se detiene la carga microbiana, esto se logra sumergiendo el queso en salmuera a una concentración del 23% durante 3 horas.

Empacado:



Fotografía 14-3: Empaquetadora y etiquetas
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Los quesos reposan 24 horas en un cuarto frío (4 °C) y posteriormente se empacan al vacío y se etiquetan.

Refrigerado:

Se coloca el producto empacado y etiquetado en un cuarto de refrigeración a 4 °C, con lo cual se conserva de mejor manera el producto antes de su distribución.



Fotografía 15-3: Refrigerado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.6 Procedimiento a nivel de Laboratorio para Queso Fresco

3.2.6.1. Composición esencial y factores de calidad

Según la Norma del CODEX STAN 283-2006 para queso fresco, apartado 3, indica los insumos y aditivos necesarios para el procesamiento.

Materias primas

Leche y/o productos obtenidos de la leche.

Ingredientes permitidos

- Cultivos de fermentos de bacterias inocuas productoras de ácido láctico y/o modificadores del sabor y aroma, y cultivos de otros microorganismos inocuos;
- Enzimas inocuas e idóneas;
- Cloruro de sodio;
- Agua potable

3.2.6.2. Requerimientos de materia prima e insumos, materiales y equipos

Una vez determinado que la leche cumple con los parámetros establecidos por la norma, se procede a la elaboración de queso fresco.

Tabla 19-3: Materia prima e Insumos necesarios para la elaboración de queso fresco

Materia prima	Insumos
Leche cruda	<ul style="list-style-type: none">• Cuajo líquido• Cloruro de calcio• Cloruro de sodio• Agua potable

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 20-3: Materiales y Equipos necesarios para la elaboración de queso fresco

Materiales	Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Pipeta• Espátula• Vidrio reloj• Varilla de agitación• Malla• Moldes• Lienzos• Recipientes (jarras, baldes, ollas)• Cucharones• Cuchillo• Vasos de precipitación de 250 y 500 ml• Fundas plásticas (específico para quesos)• Equipo de protección personal (guantes, mascarilla, botas, cofia)	<ul style="list-style-type: none">• Tanque de recepción• Caldera• Liras horizontal y vertical• Tanque de hilado y amasado• Mesa quesera• Prensadora• Cocina industrial• pH-metro• Termómetro industrial• Balanza analítica• Selladora• Cámara de refrigeración	<ul style="list-style-type: none">• Agua potable

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.6.3. Descripción del proceso a nivel de laboratorio

A continuación, se detalla el procedimiento que se llevó a cabo para la obtención de queso fresco.

Control de calidad y recepción de materia prima:

La leche solo es aceptada para su producción siempre y cuando cumpla a cabalidad los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 0009:2012.



Fotografía 16-3: Recepción de materia prima

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Filtración:

Después de que la leche receptada es aceptada para ser procesada, se efectúa a través de un filtro de lienzo la remoción de partículas sólidas e impurezas presentes en la leche.



Fotografía 17-3: Filtro
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Pasteurización:

Es el proceso mediante el cual se eliminan todos aquellos microorganismos patógenos presentes en la leche, por lo cual el tiempo de vida e inocuidad de la misma incrementa. Esto se logra calentando la leche en el evaporador hasta una temperatura de 72 °C durante 15-20 segundos y luego, se disminuye la temperatura hasta una temperatura de 38-40 °, el enfriamiento se efectúa con el paso de agua fría proveniente de una vertiente natural cercana a la planta a través de la chaqueta que presenta el evaporador.



Fotografía 18-3: Pasteurización.
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Inoculación:

Se eleva la temperatura de la leche a 50 °C, con el fin de mantener homogeneidad en el proceso se realiza una agitación constante y se añade 4,8 g de fermento láctico (Choozit) por cada 500 L de leche.



Fotografía 19-3: Adición de fermento láctico
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Adición de cloruro de calcio:

Es necesario añadirlo ya que su presencia provee mayor firmeza mecánica a la cuajada, al igual que un mayor rendimiento. Éste aditivo también se encuentra en estado sólido, así que se disuelven 3 g de cloruro de calcio en 10 mL de agua, finalmente se adiciona a la leche y se bate suavemente hasta homogenización completa.



Fotografía 20-3: Adición de cloruro de calcio
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Coagulación:



Fotografía 21-3: Adición de cuajo
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Se añade 1g de cuajo por cada 100 litros de leche cuando la leche se encuentra a 37 °C, se debe batir constantemente de forma que las proteínas de la leche se coagulen y por último se deja en reposo durante 20 minutos de tal manera que se forme la cuajada.

Corte de la cuajada:

Se corta la cuajada con una lira de acero inoxidable batiendo lentamente durante 5 minutos hasta obtener trozos de 5-6 cm. Luego se vuelve a cortar la cuajada hasta que queden pedazos del tamaño de un grano de maíz, por último, se bate 15 minutos más a velocidad moderada para que la cuajada obtenga consistencia.



Fotografía 22-3: Corte de la cuajada
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Después se retira el 2/3 partes del suero que contiene la cuajada.



Fotografía 23-3: Desuerado Parcial
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Moldeado y Desuerado:



Fotografía 24-3: Moldeado y Desuerado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Se llevan los productos a la mesa de desuerado, en la cual están colocados moldes y por debajo de estos se encuentra una malla que retiene la cuajada pero deja pasar el suero. Luego con los moldes llenos de cuajada y libras de suero, se iguala la cantidad de cuajada contenida en cada molde.

Prensado:

Es un proceso necesario para la eliminación total o casi total del suero contenido en el queso y se realiza por presión por peso, es decir, se colocan los quesos en fila y se les pone una tapa de forma que los aplaste completamente, luego encima se coloca un recipiente que proporcione el peso necesario para eliminar el suero.

*Éste procedimiento toma entre 4-5 horas.

*Transcurrido la mitad del tiempo de prensado (2-2,5 horas) se voltean los quesos y se sigue prensando.



Fotografía 25-3: Prensado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Enfriado:

Se hace circular agua fría (5-10 °C) durante 20 minutos de forma que el queso quede frío y de esta forma se evitan deformaciones en el queso y también que quede muy salado.

Salado:

Se realiza para que el queso adquiriera un sabor más agradable y apetecible, a la vez que se detiene la carga microbiana, esto se logra sumergiendo el queso en salmuera a una concentración del 23% durante 3 horas.

Empacado:

Los quesos reposan 24 horas en un cuarto frío (4 °C) y posteriormente se empacan al vacío y se etiquetan.



Fotografía 26-3: Empacado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Refrigerado:

Se coloca el producto empacado y etiquetado en un cuarto de refrigeración a 4 °C, con lo cual se conserva de mejor manera el producto antes de su distribución.



Fotografía 27-3: Refrigerado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.7. Operaciones Unitarias del proceso

3.2.7.1. Queso Mozzarella

El proceso de elaboración de queso mozzarella consta de varias operaciones unitarias que deben ser controladas durante todo el proceso de producción, de forma que se obtenga el máximo rendimiento en la producción del mismo.

Las operaciones unitarias utilizadas en el proceso de elaboración de queso mozzarella son las siguientes:

a) Filtración

Es la separación de partículas sólidas a partir de un fluido mediante el paso del fluido a través de un medio filtrante o pared separadora sobre el que se depositan los sólidos.

(McCabe, Smith, & Harriot, 2007)

En pequeñas plantas queseras mayoritariamente se utiliza lienzo como medio filtrante, ya que éste es barato y muy eficiente para retener partículas extrañas presentes en la leche previo a su uso en el proceso de producción de queso. (Tetra Pak International S.A., 2018)

b) Transferencia de calor (Pasteurización)

Es el proceso de calentamiento de alimentos líquidos, con el objeto de reducir los elementos patógenos que puedan existir. La finalidad del tratamiento es la esterilización parcial de los líquidos alimenticios, alterando lo menos posible la estructura física y los componentes químicos de éste.

Para la pasteurización de la leche para quesos, existen dos tipos de tratamiento; en el tratamiento rápido (flash), se calienta el líquido a 70°C, de 15 a 20 segundos, mientras que en el tratamiento lento se realiza a 65°C, en 30 minutos. durante 15 minutos y después enfriar a 37 °C. (Vásquez, 2015)

La Plata Láctea JB lleva a cabo la pasteurización rápida ya que ésta utiliza menor tiempo de exposición a mayores temperaturas, lo que da como resultado una conservación casi total de las propiedades organolépticas de los alimentos.

c) Agitación

Operación unitaria que consiste en realizar movimientos en el seno de una masa fluida, a fin de conseguir una mezcla homogénea, es decir mantener la concentración en todas partes de la masa. (Uribe Ramírez, Rivera Aguilera, Aguilera Alvarado, & Murrieta Luna, 2012)

Para la elaboración de queso mozzarella, ésta operación unitaria se lleva a cabo luego del corte de la cuajada para que ésta adquiriera mayor consistencia, así como cuando se agrega el cloruro de calcio, fermento láctico y cuajo de manera tal que se forme una mezcla completamente homogénea.

3.2.7.2. Queso Fresco

El proceso de elaboración de queso fresco consta de varias operaciones unitarias que deben ser controladas durante todo el proceso de producción, de forma que se obtenga el máximo rendimiento en la producción del mismo.

Las operaciones unitarias utilizadas en el proceso de elaboración de queso fresco son las siguientes:

a) Filtración

Es la separación de partículas sólidas a partir de un fluido mediante el paso del fluido a través de un medio filtrante o pared separadora sobre el que se depositan los sólidos. (McCabe, Smith, & Harriot, 2007)

En pequeñas plantas queseras mayoritariamente se utiliza lienzo como medio filtrante, ya que éste es barato y muy eficiente para retener partículas extrañas presentes en la leche previo a su uso en el proceso de producción de queso. (Tetra Pak International S.A., 2018)

b) Transferencia de calor (Pasteurización)

Es el proceso de calentamiento de alimentos líquidos, con el objeto de reducir los elementos patógenos que puedan existir. La finalidad del tratamiento es la esterilización parcial de los líquidos alimenticios, alterando lo menos posible la estructura física y los componentes químicos de éste.

Para la pasteurización de la leche para quesos, existen dos tipos de tratamiento; en el tratamiento rápido (flash), se calienta el líquido a 70°C, de 15 a 20 segundos, mientras que en el tratamiento lento se realiza a 65°C, en 30 minutos. durante 15 minutos y después enfriar a 37 °C.(Vásquez, 2015)

La Plata Láctea JB lleva a cabo la pasteurización rápida ya que ésta utiliza menor tiempo de exposición a mayores temperaturas, lo que da como resultado una conservación casi total de las propiedades organolépticas de los alimentos.

c) Agitación

Operación unitaria que consiste en realizar movimientos en el seno de una masa fluida, a fin de conseguir una mezcla homogénea, es decir mantener la concentración en todas partes de la masa. (Uribe Ramírez et al., 2012)

Para la elaboración de queso fresco, ésta operación unitaria se lleva a cabo luego del corte de la cuajada para que ésta adquiera mayor consistencia, así como cuando se agrega el cloruro de calcio, fermento láctico y cuajo de manera tal que se forme una mezcla completamente homogénea.

3.2.8. Variables y parámetros del proceso

3.2.8.1. Queso Mozzarella

En el proceso de elaboración de queso mozzarella se identificaron las siguientes variables y parámetros.

Tabla 21-3: Variables y Parámetros del proceso de elaboración de queso mozzarella

Variables	Tipos de variables	Descripción	Método de medición	Etapas durante el proceso	Parámetro
Temperatura	Independiente	Cantidad de calor o frío de los cuerpos.	Termómetro	Pasteurización	72 °C
				Acidificación	45 °C
				Enfriamiento	38 °C
				Hilado	70 °C
				Salado	10-15 °C
Tiempo	Dependiente	Duración de las etapas del proceso.	Cronómetro	Pasteurización	30 seg
				Enfriamiento	5-10 min
				Acidificación	2-3 horas
				Salado	3 horas
pH	Dependiente	Nivel de acidez o basicidad de una solución acuosa.	Potenciómetro	Acidificación	5,2 – 5,4
Cantidad de fermento láctico, cloruro de calcio, cuajo y cloruro de sodio	Dependiente	Aditivos que brindan características propias al queso mozzarella.	Balanza	Estandarización	Fermento láctico 1% Cloruro de calcio 21% Cuajo 7% Cloruro de sodio 1%

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.8.2. Queso Fresco

En el proceso de elaboración de queso fresco se identificaron las siguientes variables y parámetros.

Tabla 22-3: Variables y Parámetros del proceso de elaboración de queso fresco

Variables	Tipos de variables	Descripción	Método de medición	Etapas durante el proceso	Parámetro
Temperatura	Independiente	Cantidad de calor o frío de los cuerpos.	Termómetro	Pasteurización	72 °C
				Acidificación	45 °C
				Enfriamiento	38 °C
				Hilado	70 °C
				Salado	10-15 °C
Tiempo	Dependiente	Duración de las etapas del proceso.	Cronómetro	Pasteurización	30 seg
				Enfriamiento	5-10 min
				Acidificación	2-3 horas
				Salado	3 horas
Cantidad de fermento láctico, cloruro de calcio, cuajo y cloruro de sodio	Dependiente	Aditivos que brindan características propias al queso mozzarella.	Balanza	Estandarización	Fermento láctico 1% Cloruro de calcio 21% Cuajo 7% Cloruro de sodio 1%

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.9. Balance de Masa y Energía

3.2.9.1. Queso Mozzarella

a) Datos adicionales

Tabla 23-3: Datos Adicionales

Simbología	Parámetro	Valor	Unidad
ρ_{leche}	Densidad de la leche	1029	kg/m^3
K	Conductividad del material (acero AISI 304)	16,3	$W/m.K$

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

b) Balance de masa

El balance de masa es la cuantificación de entrada y salida de masa en un proceso, ya sea de todo el proceso o de una parte del mismo. Es importante ya que, a través de él, se puede realizar el dimensionamiento de los equipos necesarios para la producción de acuerdo con las especificaciones requeridas.

(Zapata & Artbox, 2013)

- **Recepción de Materia Prima**

La planta pretende procesar 1000 litros de leche para la elaboración del Queso Mozzarella. Dado que existe un porcentaje mínimo de pérdidas en el proceso al momento de realizar análisis de calidad, filtrado, etc., para efectos de cálculo se agrega un litro más a los mil litros iniciales, con el objetivo de minimizar pérdidas de producto y facilitar los cálculos.

$$V = 1001L$$

Donde:

V = Volumen de la leche (L)

- **Calculo de masa de la materia prima**

$$\rho_{leche} = m_{leche} / V$$

$$m_{leche} = \rho_{leche} \times V$$

$$m_{leche} = 1.032kg/L \times 1001L$$

$$m_{leche} = 1033.03 \text{ Kg}$$

Donde:

ρ_{leche} = Densidad de la leche (Kg/L)

m_{leche} = Masa de la leche (Kg)

- **Filtrado**

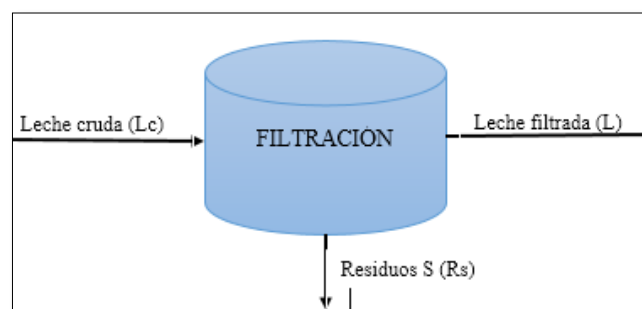


Figura 1-3: Balance de masa etapa de filtrado

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$L_c = L + R_s$$

Durante la etapa de recepción de materia prima se realiza el filtrado, etapa durante la que se pierde el 0,05% del volumen debido a los residuos presentes en la leche y por adherencia a las paredes del tanque, lo que significa un rendimiento del 99,95%.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{L_f}{L_e}$$

$$L_f = \frac{\text{Rendimiento}(\%)}{100} \times L_e$$

$$L_f = \frac{99,95\%}{100} \times 1033,03 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{L_f = 1032,48 \text{ Kg}}$$

$$L_e = L_f + R$$

$$1033,03 \text{ Kg} = 1032,48 \text{ Kg} + R$$

$$\mathbf{R = 0.546 \text{ Kg}}$$

Donde:

L_f = Leche filtrada (Kg)

L_e = Leche Entera (Kg)

R = Residuo (Kg)

- ***Pasteurizado***

En el ensayo a nivel de laboratorio, el rendimiento en el proceso de pasteurización es de 99.95% por concepto de adherencia de la leche en las paredes del propio pasteurizador.

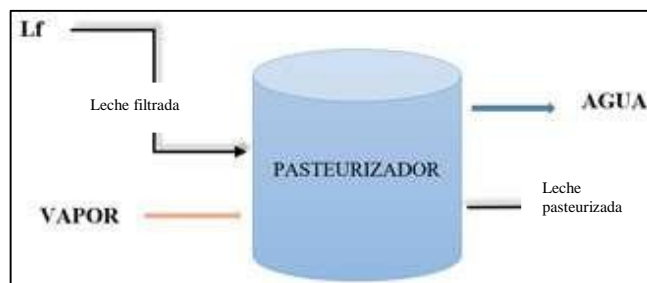


Figura 2-3: Balance de masa en la etapa de pasteurizado

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{L_p}{L_f}$$

$$L_p = \frac{\text{Rendimiento}(\%)}{100} \times L_f$$

$$L_p = \frac{99,95\%}{100} \times 1032,48 \text{ Kg}$$

$$L_p = 1031,96 \text{ Kg}$$

$$L_f = L_p + R$$

$$1032,48 \text{ Kg} = 1031,96 \text{ Kg} + R$$

$$R = 0.52 \text{ Kg}$$

Donde:

L_f = Leche filtrada (Kg)

L_p = Leche Pasteurizada (Kg)

R = Residuo (Kg)

- **Agitación**

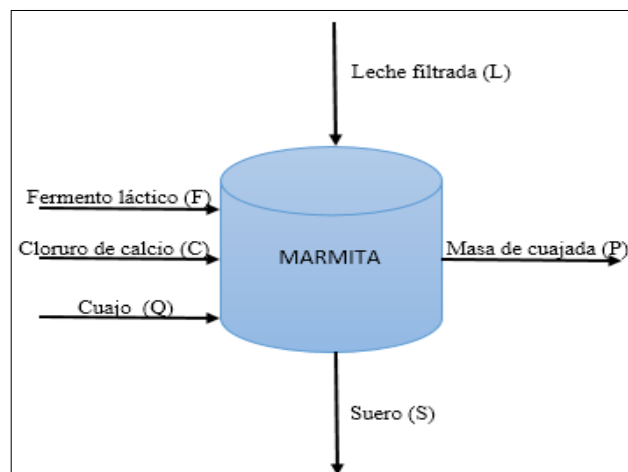


Figura 3-3: Balance de masa en la marmitta

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$L+F+C+Q=P+S$$

- El fermento utilizado es el TCC-20 para queso mozzarella, cuya composición contiene bacterias *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus*, y tiene una presentación comercial con peso neto de 16 gramos para un volumen de 1000 L.

$$F = 16\text{g}$$

- El cloruro de calcio se utiliza mediante la siguiente relación por cada 10 L de leche se empleará 3 g.

$$C = 300g$$

- El cuajo utilizado en la elaboración del Queso Mozzarella fue El Cuajo del Quesero, el cual está estandarizado a una fuerza de coagulación de 250.000 unidades de coagulación por gramo por lo que es de un alto rendimiento, y según el fabricante la dosificación recomendada es de 1 gramo por cada 100 litros de leche a temperatura de coagulación de 37 °C.

$$Q = 10g$$

Por lo tanto, la masa de alimentación en la marmita es:

$$M_{FM} = \Sigma(m_{leche} + m_{fermento} + m_{calcio} + m_{cuajo})$$

$$M_{FM} = (1031,96 + 0,016 + 0,3 + 0,01) Kg$$

$$M_{FM} = 1032,286 kg$$

Considerando un rendimiento del 75%, debido a la eliminación parcial del suero y por la adherencia de los granos de cuajada en las paredes de la marmita, se determina:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa de cuajada y suero}}{\text{masa de alimentación}} * 100 \%$$

$$\text{masa de cuajada y suero (kg)} = \frac{\% \text{Rendimiento}}{100 \%} * \text{masa de alimentación (kg)}$$

$$P = \frac{75}{100} * 1032,286 Kg$$

$$P = 774,21 Kg$$

Por tanto, el balance de masa en la marmita es:

$$S = L + F + C + Q - P$$

$$S = M_{FM} - P$$

$$S = (1032,286 - 774,21) Kg$$

$$S = 258,07 Kg$$

Donde:

L: Masa de leche filtrada, (kg)

F: Masa del fermento, (kg)

C: Masa de cloruro de calcio, (kg)

Q: Masa de la quimosina (cuajo), (kg)

P: Masa de cuajada y suero, (kg)

S: Masa de suero marmita, (kg)

- **Desuerado**

En la etapa de desuerado se considera un rendimiento del 20%

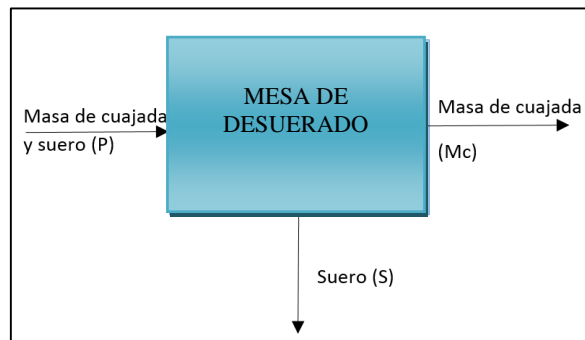


Figura 4-3: Balance de masa en la mesa de desuerado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$P = Mc + S_1$$

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa de cuajada}}{\text{masa de cuajada y suero}} * 100 \%$$

$$Mc \text{ (Kg)} = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * P \text{ (Kg)}$$

$$Mc = \frac{20}{100} * 774,21 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{Mc = 154,84 \text{ Kg}}$$

Por lo tanto, la cantidad de suero es:

$$S_1 = P - Mc$$

$$S_1 = (774,21 - 154,84) \text{ Kg}$$

$$\mathbf{S_1 = 619,37 \text{ Kg}}$$

Dónde:

Mc: Masa de cuajada, (kg)

S1: Masa del suero mesa de desuerado, (kg)

- Cálculo de cantidad total del suero

$$ST = S - S_1$$

$$ST = (258,07 + 619,37) \text{ Kg}$$

$$\mathbf{ST = 877,44 \text{ Kg}}$$

- **Hilado y Amasado**

- Calculo de la masa de agua:

$$\text{Densidad del agua} = 998,95 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, la masa de agua queda expresado de la siguiente manera:

$$\rho_{\text{agua}-15^{\circ}\text{C}} = m_{\text{agua}} * v_{\text{agua}}$$

$$m_{\text{agua}} = 998,95 \text{ kg/m}^3 * 300\text{L} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}}$$

$$m_{\text{agua}} = 299,685 \text{ kg} = A$$



Figura 5-3: Balance de masa en la etapa de hilado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$M_c + A = M_h + R$$

Tomando en cuenta que en la etapa de hilado hay un rendimiento del 92%, debido a que la masa de cuajada sufre un tratamiento térmico y los granos de cuajada quedan en el tanque.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa hilado y amasado}}{\text{masa de cuajada}} * 100 \%$$

$$M_h (\text{kg}) = \frac{\% \text{Rendimiento}}{100 \%} * M_c (\text{kg})$$

$$M_h = \frac{92 \%}{100 \%} * 154,84 \text{ Kg}$$

$$M_h = 142,45 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, el balance de masa en la etapa de hilado se tiene:

$$R = M_c + A - M_h$$

$$R = (154,84 + 299,685 - 142,45) \text{ Kg}$$

$$R = 312,075 \text{ Kg}$$

Dónde:

A: Masa de agua, (kg)

Mh: Masa hilada y amasado, (kg)

R: Masa de residuos y agua, (kg)

- **Moldeo y Prensado**

En la etapa de moldeo y prensado se considera un rendimiento del 98%, debido a que existe pérdida de agua que está adherida a la masa hilada, el cual al ser expulsada disminuye.

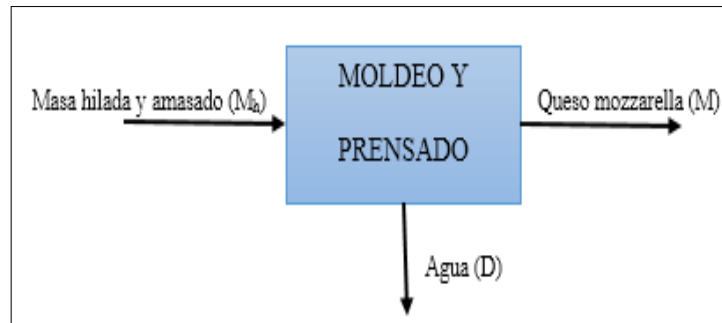


Figura 6-3: Balance de masa en la etapa de prensado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$M_h = M + D$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{M}{M_h} * 100\%$$

$$M = \frac{\% \text{Rendimiento}}{100 \%} * M_h$$

$$M = \frac{98}{100} * 142,45 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{M = 139,601 \text{ Kg}}$$

El balance de masa en la etapa de moldeo y prensado se tiene:

$$D = M_h - M$$

$$D = (142,45 - 139,601) \text{ Kg}$$

$$\mathbf{D = 2,85 \text{ Kg}}$$

Dónde:

M: Masa de queso mozzarella, (kg)

D: Masa de suero adherida en la masa de queso mozzarella, (kg)

- **Cálculo de rendimiento total del proceso**

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Masa de queso mozzarella}}{\text{Masa de leche}} * 100\%$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{139,601 \text{ Kg}}{1033,03 \text{ Kg}} * 100\%$$

$$\% \text{Rendimiento} = 13,5 \%$$

Balance global de masa del proceso

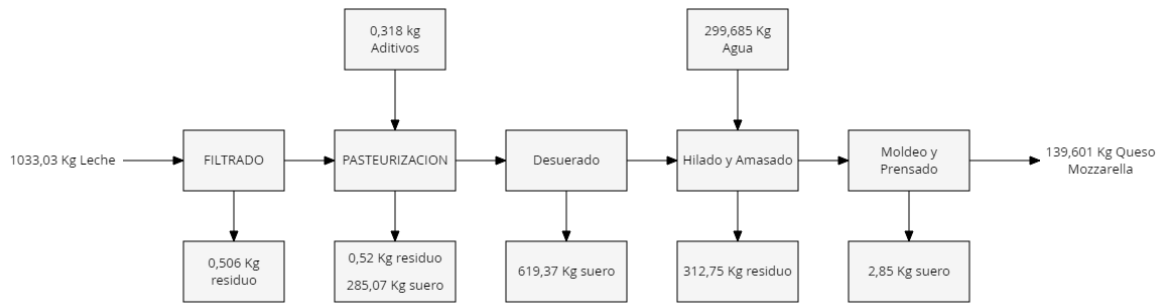


Figura 7-3: Balance global de masa para la elaboración de queso mozzarella

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.9.2. Queso Fresco

a) Datos Adicionales

Tabla 23-3: Datos Adicionales

Simbología	Parámetro	Valor	Unidad
ρ_{leche}	Densidad de la leche	1029	kg/m^3
k	Conductividad del material (acero AISI 304)	16,3	$W/m.K$

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

b) Balance de Masa

El balance de masa es la cuantificación de entrada y salida de masa en un proceso, ya sea de todo el proceso o de una parte del mismo. Es importante ya que, a través de él, se puede realizar el dimensionamiento de los equipos necesarios para la producción de acuerdo con las especificaciones requeridas. (Zapata & Artbox, 2013)

- **Recepción de Materia Prima**

La planta pretende procesar 1000 litros de leche para la elaboración del Queso Fresco. Dado que existe un porcentaje mínimo de pérdidas en el proceso al momento de realizar análisis de calidad, filtrado, etc., para efectos de cálculo se agrega un litro más a los mil litros iniciales.

$$V = 1001L$$

Donde:

V = Volumen de la leche (L)

- Cálculo de masa de la materia prima

$$\rho_{leche} = m_{leche} / V$$

$$m_{leche} = \rho_{leche} \times V$$

$$m_{leche} = 1.032 \text{ kg/L} \times 1001 \text{ L}$$

$$m_{leche} = 1033.03 \text{ Kg}$$

Donde:

ρ_{leche} = Densidad de la leche (Kg/L)

m_{leche} = Masa de la leche (Kg)

- Filtrado**

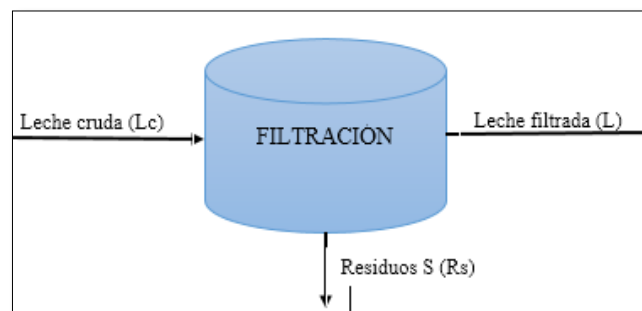


Figura 8-3: Balance de masa etapa de filtrado

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$Lc = L + Rs$$

Durante la etapa de recepción de materia prima se realiza el filtrado, etapa durante la que se pierde el 0,05% del volumen debido a los residuos presentes en la leche y por adherencia a las paredes del tanque, lo que significa un rendimiento del 99,95%.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{L_f}{L_e}$$

$$L_f = \frac{\text{Rendimiento}(\%)}{100} \times L_e$$

$$L_f = \frac{99,95\%}{100} \times 1033,03 \text{ Kg}$$

$$L_f = 1032,48 \text{ Kg}$$

$$L_e = L_f + R$$

$$1033,03 \text{ Kg} = 1032,48 \text{ Kg} + R$$

$$R = 0.546 \text{ Kg}$$

Donde:

L_f = Leche filtrada (Kg)

L_e = Leche Entera (Kg)

R = Residuo (Kg)

- **Pasteurizado**

En el ensayo a nivel de laboratorio, el rendimiento en el proceso de pasteurización es de 99.95% por concepto de adherencia de la leche en las paredes del propio pasteurizador.



Figura 9-3: Balance de masa en la etapa de pasteurizado

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{L_p}{L_f}$$

$$L_p = \frac{\text{Rendimiento}(\%)}{100} \times L_f$$

$$L_p = \frac{99,95\%}{100} \times 1032,48 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{L_p = 1031,96 \text{ Kg}}$$

$$L_f = L_p + R$$

$$1032,48 \text{ Kg} = 1031,96 \text{ Kg} + R$$

$$\mathbf{R = 0.52 \text{ Kg}}$$

Donde:

L_f = Leche filtrada (Kg)

L_p = Leche Pasteurizada (Kg)

R = Residuo (Kg)

- **Agitación**

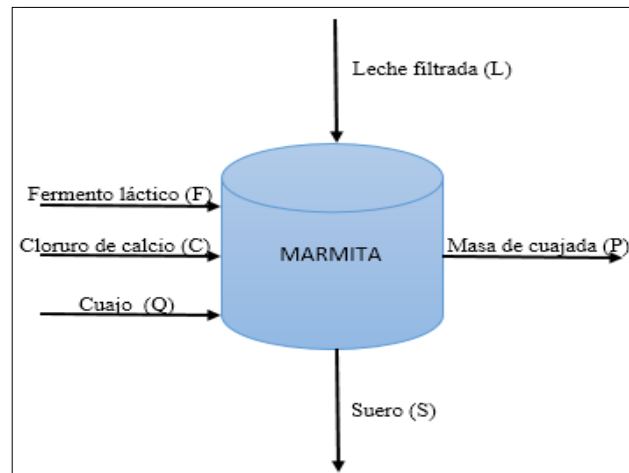


Figura 10-3: Balance de masa en la marmita

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$L+F+C+Q=P+S$$

- El fermento utilizado es el Choozit de la Danisco para queso fresco el cual es el más utilizado en el mercado por su rendimiento cada sobre de 4.8 gramos netos de este fermento rinde para 500L de leche.

$$F = 8,16g$$

- El cloruro de calcio se utiliza mediante la siguiente relación por cada 10 L de leche se empleará 3 g.

$$C = 300g$$

- El cuajo utilizado en la elaboración del queso fresco fue El Cuajo del Quesero, el cual está estandarizado a una fuerza de coagulación de 750 a 770 % MCU / g por lo que es de un alto rendimiento, y según el fabricante la dosificación recomendada es de 1 gramo por cada 100 litros de leche a temperatura de coagulación de 37 °C.

$$Q = 10g$$

Por lo tanto, la masa de alimentación en la marmita es:

$$M_{FM} = \Sigma(m_{leche} + m_{fermento} + m_{calcio} + m_{cuajo})$$

$$M_{FM} = (1031,96 + 0,00816 + 0,3 + 0,01) Kg$$

$$M_{FM} = 1032,278 kg$$

Considerando un rendimiento del 75%, debido a la eliminación parcial del suero y por la adherencia de los granos de cuajada en las paredes de la marmita, se determina:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa de cuajada y suero}}{\text{masa de alimentación}} * 100 \%$$

$$\text{masa de cuajada y suero (kg)} = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * \text{masa de alimentación(kg)}$$

$$P = \frac{75}{100} * 1032,278 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{P = 774,21 \text{ Kg}}$$

Por tanto, el balance de masa en la marmita es:

$$S = L + F + C + Q - P$$

$$S = M_{FM} - P$$

$$S = (1032,278 - 774,21) \text{ Kg}$$

$$\mathbf{S = 258,068 \text{ Kg}}$$

Donde:

L: Masa de leche filtrada, (kg)

F: Masa del fermento, (kg)

C: Masa de cloruro de calcio, (kg)

Q: Masa de la quimosina (cuajo), (kg)

P: Masa de cuajada y suero, (kg)

S: Masa de suero marmita, (kg)

- ***Desuerado***

En la etapa de desuerado se considera un rendimiento del 20%

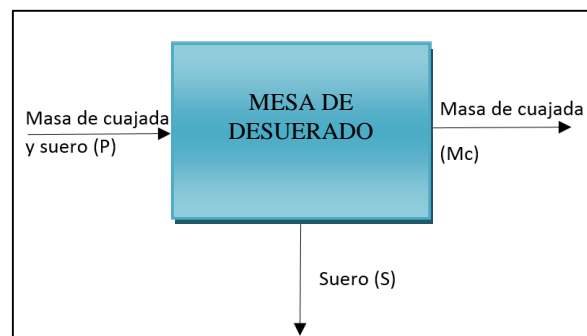


Figura 11-3: Balance de masa en la mesa de desuerado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

$$P = Mc + S_1$$

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa de cuajada}}{\text{masa de cuajada y suero}} * 100 \%$$

$$Mc (\text{Kg}) = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * P (\text{Kg})$$

$$Mc = \frac{20}{100} * 774,21 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{Mc = 154,84 \text{ Kg}}$$

Por lo tanto, la cantidad de suero es:

$$S_1 = P - Mc$$

$$S_1 = (774,21 - 154,84) \text{ Kg}$$

$$\mathbf{S_1 = 619,37 \text{ Kg}}$$

Dónde:

Mc: Masa de cuajada, (kg)

S1: Masa del suero mesa de desuerado, (kg)

- Cálculo de cantidad total del suero

$$ST = S - S_1$$

$$ST = (258,07 + 619,37) \text{ Kg}$$

$$\mathbf{ST = 877,44 \text{ Kg}}$$

- **Moldeo y Prensado**

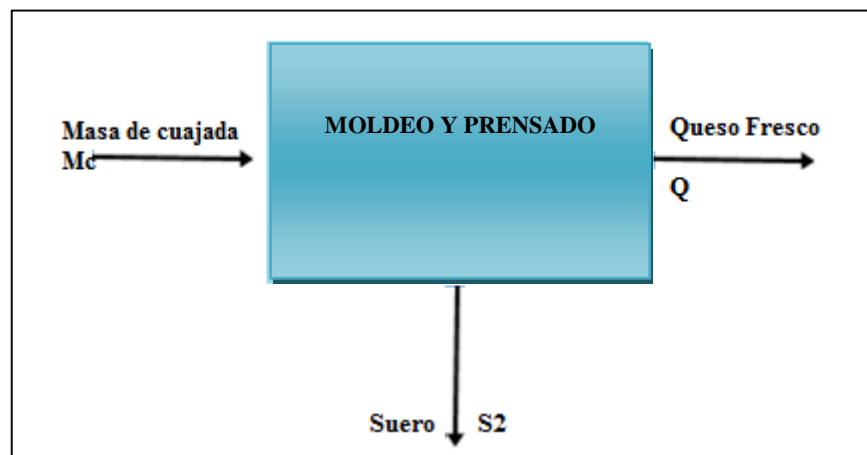


Figura 12-3: Balance de masa en la etapa de moldeo y prensado
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

En la etapa de moldeo la masa que entra es igual a la que sale:

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

$$154,84 \text{ Kg} = 154,84 \text{ Kg}$$

En la etapa de prensado se elimina el suero restante por presión, se estima que el 5% es suero.:

$$M_c = S_2 + Q$$

$$Q = M_c - S_2$$

$$Q = (154,84 - 7,74) \text{ Kg}$$

$$Q = 147,1$$

Dónde:

Q: Masa de queso fresco, (kg)

S2: Suero restante, (kg)

- **Cálculo de rendimiento total del proceso**

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Masa de queso fresco}}{\text{Masa de leche}} * 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{147,1 \text{ Kg}}{1033,03 \text{ Kg}} * 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 14,2 \%$$

Balance global de masa del proceso

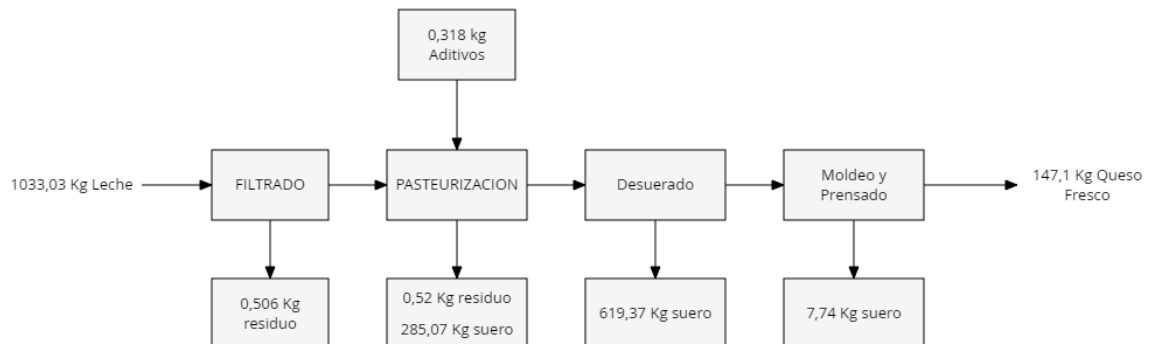


Figura 13-3: Balance global de masa para la elaboración de queso fresco

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.2.10. Diseño

- **Pasteurizador (Marmita)**

La pasteurización y la adición de aditivos se realiza en la marmita, por lo cual, éste equipo es el más importante en la producción de queso, puesto que la calidad del producto viene determinada principalmente por los procesos llevados a cabo en la marmita. Ya que durante la pasteurización se eliminan microorganismos patógenos y se garantiza la inocuidad de la leche, y con la adición de aditivos se logra la formación de la cuajada. Por tanto, es necesario dimensionar la marmita de forma tal que cumpla con los requerimientos de la empresa en cuanto a volumen de alimentación y capacidad de producción. (Gomez, 2005)

La marmita de vapor es un reactor, en este caso posee una chaqueta o camisa vapor, que funciona como cámara de calentamiento, la misma que rodea el reactor por lo que el calor se difunde de forma circular y uniforme de forma que no haya desperdicio de vapor en el proceso.

Para el dimensionamiento se consideró un volumen de producción de 1000L y se tomó el 15% como factor de seguridad, puesto que el tanque no debe encontrarse completamente lleno para evitar derrames, por tanto, pérdidas de materia prima y producto final.

- Cálculos de ingeniería

Volumen adicional

$$X = V \times fs$$

$$X = 1000L \times 0.15$$

$$X = 150L$$

Donde:

V: Volumen propuesto (L)

fs: factor de seguridad

x: Volumen adicional (L)

Calculo del volumen total

$$Vt = V + X$$

$$Vt = 1000 + 150$$

$$Vt = 1150 L$$

$$Vt = 1.15m^3$$

Donde:

Vt: Volumen total (L)

X: Volumen adicional (L)

V: Volumen propuesto (L)

Diámetro de la marmita

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{4 * Vt}{1,75 * \pi}}$$

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{4 * 1,15}{1,75 * \pi}}$$

$$\phi = 0,942 \text{ m}$$

Donde:

V_t = Volumen total (m³)

φ = Diámetro del equipo

Radio de la marmita

El radio es el segmento que va desde el eje central a cualquier lugar de la circunferencia, dado por la siguiente ecuación:

$$r = \phi / 2$$

$$r = 0.942\text{m} / 2$$

$$r = 0.47\text{m}$$

Donde:

r = Radio del equipo (m)

φ = Diámetro del equipo

Altura de la marmita

Es la dimensión vertical de un cuerpo y se calcula con la siguiente ecuación:

$$h = \frac{Vt}{\pi * r^2}$$

$$h = \frac{1,15}{\pi * 0,47^2}$$

$$h = 1.66 \text{ m}$$

Donde:

r = Radio del equipo (m)

$h =$ Altura (m)

$V_t =$ Volumen total (m³)

Diámetro de la chaqueta

El espacio entre la chaqueta y la cámara de ebullición es de un décimo del diámetro de la marmita:

$$\begin{aligned}ech &= \frac{1}{10} * \emptyset \\ech &= \frac{1}{10} * 0,942 \text{ m} \\ech &= 0.10\text{m}\end{aligned}$$

Donde:

$\emptyset =$ Diámetro del equipo (m)

$e_{ch} =$ Espacio entre la chaqueta y la cámara de ebullición (m)

Entonces el diámetro de la chaqueta viene dado por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\emptyset_{ch} &= ech*2+\emptyset \\ \emptyset_{ch} &= 0,1 \text{ m}*2+0,942 \text{ m} \\ \emptyset_{ch} &= 1,142 \text{ m}\end{aligned}$$

Donde:

$\emptyset_c:$ Diámetro de la chaqueta (m)

Altura de la chaqueta

$$\begin{aligned}h_{ch} &= ech*2+\emptyset \\ h_{ch} &= 0,1 \text{ m}*2+0,942 \text{ m} \\ h_{ch} &= 1,142 \text{ m}\end{aligned}$$

Volumen de la chaqueta

$$\begin{aligned}V_{ch} &= \pi * r_{ch}^2 * h_{ch} \\ V_{ch} &= \pi * (0,571\text{m})^2 * 1,142\text{m} \\ V_{ch} &= 1,7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

• Agitador

Longitud del agitador

La longitud del brazo del agitador debe medir entre el 50 y el 80 % del diámetro interno de la marmita. En éste caso se tomará el 60%.

$$\begin{aligned}L_b &= 0,6 * \emptyset \\ L_b &= 0,6 * 0,942 \text{ m} \\ &= 0,5652 \text{ m}\end{aligned}$$

$$Lb = 0,56 \text{ m}$$

Dónde:

Lb : Longitud del brazo del agitador, (m)

\emptyset : Diámetro de cámara de ebullición de la marmita, (m)

Espesor del agitador

El espesor del agitador debe ser entre 1/6 a 1/10 de la longitud del brazo, para este diseño se considerará 1/10.

$$Ea = 1/10 * Lb$$

$$Ea = 1/10 * 0,56 \text{ m}$$

$$Ea = 0,056 \text{ m}$$

Dónde:

Ea : Espesor del agitador, (m)

Diámetro del agitador

$$\emptyset a = \frac{3}{4} * \emptyset$$

$$\emptyset a = \frac{3}{4} * 0,942 \text{ m}$$

$$\emptyset a = 0,70 \text{ m}$$

Dónde:

$\emptyset a$: Diámetro del agitador, (m)

Distancia entre el fondo del tanque y la paleta de agitación

$$\frac{E}{\emptyset} = 0,5$$

$$E = 0,5 * \emptyset$$

$$E = 0,5 * 0,942 \text{ m}$$

$$E = 0,47 \text{ m}$$

Dónde:

E : Distancia entre el fondo del tanque y la paleta, (m)

Altura de la paleta

$$Ap = \frac{1}{5} * Lb$$

$$Ap = \frac{1}{5} * 0,56 \text{ m}$$

$$Ap = 0,11 \text{ m}$$

Dónde:

A_p : Altura de la paleta, (m)

Distancia entre rejillas

$$X_r = \frac{Lb}{g}$$

$$X_r = \frac{0,56 \text{ m}}{6}$$

$$X_r = 0,09 \text{ m}$$

Dónde:

X_r : Distancia entre rejillas, (m)

g : Número de palas planas

- **Lira vertical**

Espesor de la lira

Se considera que la longitud del brazo de la lira es $L_L = 1,3 \text{ m}$.

$$E_L = \frac{1}{20} * L_L$$

$$E_L = \frac{1}{20} * 1,3 \text{ m}$$

$$E_L = 0,065 \text{ m}$$

Dónde:

L_L : Longitud del brazo de la lira, (m)

E_L : Espesor de la lira, (m)

Ancho de la lira

Según los criterios del diseñador, se tomará un ancho de lira igual a $A_L = 0,34 \text{ m}$

Alto de la paleta de la lira

$$A_{pL} = \frac{1}{5} L_L$$

$$A_{pL} = \frac{1}{5} * 1,3 \text{ m}$$

$$A_{pL} = 0,26 \text{ m}$$

Dónde:

A_{pL} : Altura de paleta de la lira, (m)

A_L : Ancho de la lira, (m)

Altura total de la lira

$$h_L = L_L + A_{pL}$$
$$h_L = 1,3 \text{ m} + 0,26 \text{ m}$$
$$h_L = 1,56 \text{ m}$$

Dónde:

h_L : Altura total de la lira, (m)

Distancia entre el fondo del tanque y la lira

$$X_i = h - h_L$$
$$X_i = 1,66 \text{ m} - 1,56 \text{ m}$$
$$X_i = 0,1 \text{ m}$$

Dónde:

X_i : Distancia entre el fondo del tanque y la lira, (m)

h : Altura total de cámara de ebullición de la marmita, (m)

A_{pL} : Altura total de la lira, (m)

Distancia entre hilo e hilo

$$X_V = \frac{a_L}{N^\circ \text{ de hilos dispuestos en forma vertical}}$$
$$X_V = \frac{0,34}{10}$$
$$X_V = 0,034 \text{ m}$$

Dónde:

X_V : Distancia entre hilo e hilo dispuesto de forma vertical, (m)

a_L : Ancho de lira, (m)

• Tanque de hilado y amasado

Se realizará el dimensionamiento para una capacidad de $V_{RH} = 300 \text{ L}$ y se tomará un factor de seguridad del 15%.

Volumen de diseño

$$V_{DH} = V_{RH} * f_s$$
$$V_{DH} = 300 \text{ L} * 0,15$$
$$V_{DH} = 45 \text{ L}$$

Dónde:

V_{DH} : Volumen de diseño de hilado, (L)

V_{RH} : Volumen real de operación de hilado, (L)

f_s : Factor de seguridad, (15%)

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}V_H &= V_{DH} + V_{RH} \\V_H &= 300 L + 45 L \\V_H &= 345 L\end{aligned}$$

Dónde:

V_H : Volumen total del tanque de hilado, (L)

Diámetro interno del tanque

$$\begin{aligned}\frac{H}{\phi} &= 1 \\V_H &= \frac{\pi}{4} * \phi_H^2 * H_H \\V_H &= \frac{\pi}{4} * \phi_H^2 * \phi_H \\V_H &= \frac{\pi}{4} * \phi_H^3 \\\sqrt[3]{\phi_H^3} &= \sqrt[3]{\frac{V_H * 4}{\pi}} \\\phi_H &= \sqrt[3]{\frac{0,345 m^3 * 4}{\pi}} \\\phi_H &= 0,76 m\end{aligned}$$

Dónde:

ϕ_H : Diámetro del tanque de hilado, (m)

H_H : Altura del tanque de hilado, (m)

Radio interno del tanque de hilado

$$\begin{aligned}r_H &= \frac{\phi_H}{2} \\r_H &= \frac{0,76 m}{2} \\r_H &= 0,38 m\end{aligned}$$

Dónde:

r_H : Radio interno del tanque de hilado, (m)

Altura del tanque de hilado

$$h_H = \frac{V_H}{\pi * r_H^2}$$
$$h_H = \frac{0,345 \text{ m}^3}{\pi * (0,38 \text{ m})^2}$$
$$h_H = 0,76 \text{ m}$$

Dónde:

h_H : Altura del tanque de hilado, (m)

- **Mesa de desuerado y moldeo**

La mesa usada cumple con todos los requerimientos ergonómicos de trabajo, siendo las medidas de la misma las siguientes: $L_m = 2 \text{ m}$; $a_m = 1,20 \text{ m}$; $h_{cm} = 0,20 \text{ m}$.

$$V_{cm} = L_m \times a_m \times h_{cm}$$
$$V_{cm} = 2 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 0,20 \text{ m}$$
$$V_{cm} = 1,20 \text{ m}^3$$

Donde:

L_m : longitud de la mesa (m)

a_m : Ancho de la mesa (m)

h_{cm} : Alto de la caja de la mesa (m)

V_{cm} : Volumen de la mesa de desuerado y moldeo (m^3)

– Cálculos de balance de energía en la marmita.

Área de transferencia de calor

$$A = 2 \times \pi \times r \times h$$
$$A = 2 \times \pi \times 0,47 \times 1,66$$
$$A = 4,9 \text{ m}^2$$

Donde:

r = Radio del equipo (m)

h = Altura (m^2)

Gradiente de la temperatura

$$\Delta T = T_p - T_a$$
$$\Delta T = (72 - 12) \text{ } ^\circ\text{C}$$
$$\Delta T = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Donde:

T_p = Temperatura de pasteurización ($^\circ\text{C}$)

T_a = Temperatura de alimentación ($^{\circ}\text{C}$)

Calculo del flujo de calor producido por el agua

$$Q_{H2O} = m \times C_{pH2O} \times \Delta t$$

$$Q_{H2O} = 0.5 \text{Kg} \times 1.008 \text{Kcal/Kg} \times (345.15^{\circ}\text{K} - 285.15^{\circ}\text{K})$$

$$Q_{H2O} = 30.24 \text{Kcal/h}$$

Donde:

m = cantidad de agua usada en el caldero

C_{pH2O} = Capacidad calorífica del agua

ΔT = Gradiente de temperatura

Flujo de calor del metal

$$Q_M = K_{acero} \times A \times \Delta t$$

$$Q_M = 16.28 \text{W}/^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2 \times 4.9 \text{m}^2 \times (72^{\circ}\text{C} - 12^{\circ}\text{C})$$

$$Q_M = 4786,32 \times \frac{1 \text{kW}}{1000 \text{W}}$$

$$Q_M = 4,79 \times \frac{1 \text{Kcal/h}}{0.001163 \text{W}}$$

$$Q_M = 4118,66 \text{Kcal/h}$$

Donde:

ΔT = Gradiente de temperatura

A = Área de transferencia de calor

K_{acero} = Coeficiente de transmisión térmica del acero

Calculo del balance de energía

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

$$Q = Q_{H2O} + Q_M$$

$$Q = 30,24 \text{Kcal/h} + 4188,66 \text{Kcal/h}$$

$$Q = 4218,9 \text{Kcal/h}$$

Donde:

Q_M = Salida de calor por el metal

Q_{H2O} = Salida de calor por el caldero

Q = Flujo de calor necesario para calentar la leche

3.2.11. Resultados del diseño

Para la fabricación de éstos equipos el material más recomendable es el acero inoxidable tipo AISI 304 (19% Cr –10% Ni), ya que posee las características idóneas para el tratamiento de alimentos. (DYNA, 2002)

Tabla 24-3: Dimensiones de la marmita (pasteurizador)

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
MEDIDAS DE LA MARMITA			
Volumen de diseño	X	0,15	m ³
Volumen total de la cámara de ebullición	V _t	1,15	m ³
Diámetro de la cámara de ebullición	∅	0,94	m
Radio interno de la cámara de ebullición	r	0,47	m
Altura total de la cámara de ebullición	h	1,66	m
la chaqueta y cámara de ebullición	e _{ch}	0,10	m
Diámetro de chaqueta	∅ _{ch}	1,14	m
Altura total de chaqueta	h _{ch}	1,14	m
Volumen de chaqueta	V _{ch}	1,70	m ³
Material Acero Inoxidable AISI	-	304	-
SISTEMA DE AGITACIÓN			
Longitud de brazo del agitador	L _b	0,56	m
Espesor del agitador	E _a	0,05	m
Diámetro del agitador	∅ _a	0,70	m
l fondo del tanque y la paleta	E	0,47	m
Altura de la paleta	A _p	0,11	m
Distancia entre rejillas	X _r	0,09	m
Numero de paletas	g	6	-

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 25-3: Dimensiones de la lira vertical

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
Longitud del brazo de lira	L _L	1,30	m
Espesor de lira	E _L	0,065	m
Ancho de lira	AL	0,34	m
Alto de la paleta de lira	A _{pL}	0,26	m
Altura total de lira	h _L	1,56	m

Distancia entre el fondo del tanque y la lira	X_i	0,10	m
Distancia entre hilo e hilo	X_V	0,03	m

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 26-3: Dimensiones del tanque de hilado

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
Volumen de diseño de hiladora	V_{DH}	0,045	m
Volumen total de hiladora	V_{TH}	0,345	m
Diámetro interno del tanque	\varnothing_H	0,76	m
Radio del tanque de hiladora	r_H	0,38	m
Altura del tanque de hiladora	h_H	0,76	m

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 27-3: Dimensiones de la mesa de desuerado y moldeo

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
Longitud de mesa	L_m	2,00	m
Ancho de mesa	a_m	1,20	m
Altura de mesa	h_m	0,20	m
Volumen de mesa	V_m	1,20	m^3

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.3. Proceso de producción

3.3.1. Materia prima, insumos y aditivos.

3.3.1.1. Queso mozzarella

Tabla 28-3: Materia prima, insumos y aditivos para el queso mozzarella

Materia prima		Cantidad	Unidad
Leche cruda		1000	L
Aditivos	Cloruro de calcio	300	g
	Fermento láctico TCC-20 (bacterias thermophilus)	16	g
	Cuajo líquido	100	mL
	Cloruro de sodio	23%	-
Insumos	Fundas plásticas	280	Unidades
	Etiquetas	280	Unidades

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.3.1.2. Queso fresco

Tabla 29-3: Materia prima, insumos y aditivos para el queso fresco

Materia prima		Cantidad	Unidad
	Leche cruda	1000	L
Aditivos	Cloruro de calcio	300	g
	Fermento láctico TCC-20 (bacterias thermophilus)	16	g
	Cuajo líquido	100	mL
	Cloruro de sodio	23%	-
Insumos	Fundas plásticas	280	Unidades
	Etiquetas	280	Unidades

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.3.2. Diagrama de proceso para elaboración de Queso

3.3.2.1. Diagrama de proceso para elaboración de Queso Mozzarella

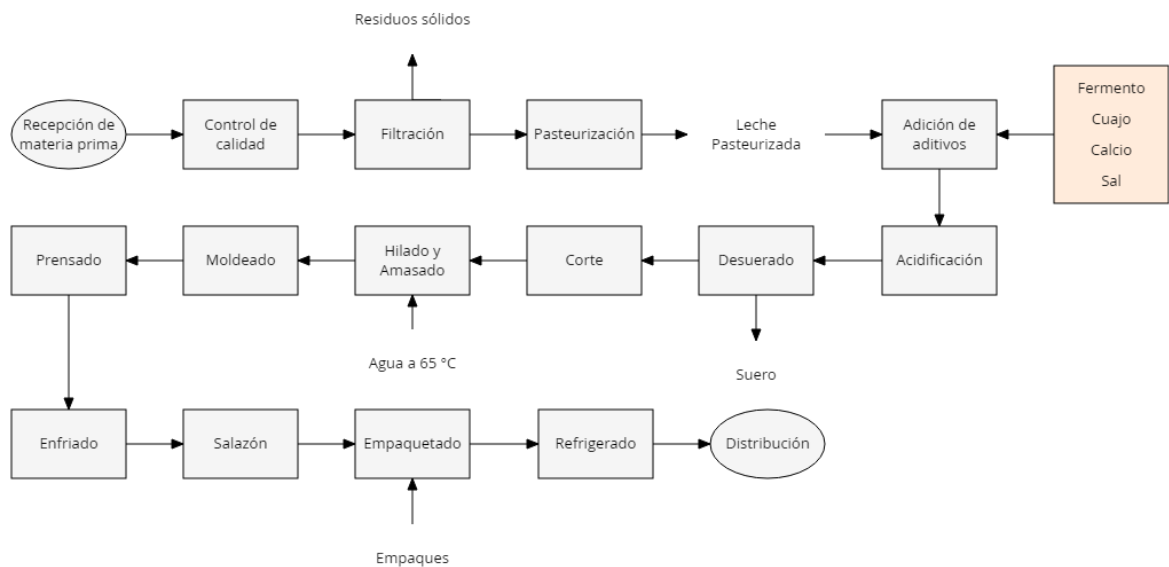


Figura 14-3: Diagrama de proceso para elaboración de Queso Mozzarella

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.3.2. Diagrama de proceso para elaboración de Queso Fresco

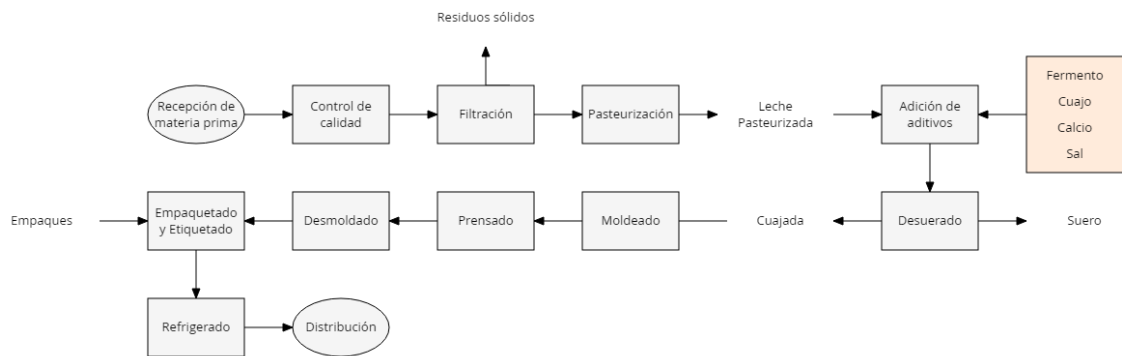


Figura 15-3: Diagrama de proceso para elaboración de Queso Fresco
Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.3.3. Descripción del proceso para la elaboración de Queso

3.3.3.1. Descripción del proceso para la elaboración de Queso Mozzarella.

• Recepción y control de la Materia Prima:

Se receiptan dos mil litros de leche diarios y se divide en dos lotes de mil cada uno, uno de ellos va a refrigeración y el otro a la línea de producción, ya que la empresa realiza el proceso de producción dos veces al día, una por la mañana y una por la tarde, luego de su correcta recepción se realiza el control de calidad de la materia prima mediante la toma de muestras y su posterior análisis, para de ésta forma dar visto bueno al uso de la misma para el proceso de producción de queso y el consumo de los productos derivados. Algunas de las pruebas a realizar son la densidad, el pH, presencia de antibióticos, acidez, punto de congelación, reductasa, entre otros; dichas pruebas deben cumplir con los parámetros establecidos en la norma vigente (NTE INEN 0009).

• Filtrado

Antes de ingresar a la marmita para su pasteurización, la leche debe ser filtrada con el objetivo de eliminar cualquier sólido suspendido o impurezas presentes en la misma, de forma que la leche a procesar es casi enteramente líquida por lo que la contaminación para los procesos subsiguientes es mínima. El filtro usado para dicho proceso es un lienzo sobre el cual quedan retenidos todos los sólidos presentes en la leche.

• Pasteurización

En la marmita se lleva a cabo la pasteurización con el fin de eliminar toda la carga patógena que puede contener la leche usada en el proceso de producción.

Dicho proceso consiste en someter la leche filtrada a un cambio brusco en su temperatura, llevándola a 72 °C durante 15 segundos y luego disminuirla mediante el paso de agua por la chaqueta hasta una temperatura de 10 °C.

• **Adición de Aditivos y Corte**

Teniendo la leche pasteurizada se procede a la adición de todos los aditivos que permiten la producción del queso.

- **Fermento (inoculación)**

Se eleva la temperatura de la leche a 40 °C, con el fin de mantener homogeneidad en el proceso se realiza una agitación constante y se añade la cantidad calculada de fermento láctico TCC-20 (un medio de cultivo de bacterias *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus helveticus*, específico para queso mozzarella).

- **Calcio**

A una temperatura de 40 °C se añade la cantidad calculada de cloruro de calcio (CaCl_2) con el fin de recuperar el calcio perdido por precipitación durante el proceso de pasteurización y además reduce mínimamente la producción de suero.

- **Cuajo (coagulación)**

A una temperatura de 38 °C se añade el cuajo a la leche fermentada en las cantidades calculadas con el objetivo de coagular las proteínas presentes en la leche, se agita durante 2 minutos y luego se deja reposar la leche durante 20 minutos.

- **Corte**

Éste proceso se lleva a cabo con el fin de reducir el tamaño de la cuajada a fragmentos pequeños de forma que se elimine el suero. El corte se realiza mediante el uso de liras de corte y se busca obtener trozos de entre 3 y 4 cm aproximadamente. Posteriormente se bate lentamente evitando disminuir aún más el tamaño de los trozos de cuajada durante 15 minutos para que estos adquieran mayor consistencia. Finalmente se debe eliminar 2/3 partes del suero.

• **Acidificación**

En este proceso se debe mantener la temperatura de 38-40 °C durante 3 horas de forma que los granos de la cuajada alcancen un pH óptimo (5,2-5,4). La determinación de dicha acidez se lleva a cabo mediante el uso de un potenciómetro, midiendo el pH cada 15 minutos.

En caso de no contar con un potenciómetro se puede realizar la prueba de hilado, que consiste en poner un pequeño trozo de cuajada en agua caliente a 65 °C y observar su comportamiento, si éste se estira, significa que está listo para el proceso de hilado.

- **Desuerado total y corte**

Se utilizan mallas de suero para eliminar completamente el suero presente y una vez esto ocurre se procede a cortar la masa de cuajada en trozos de 8-10 cm.

- **Hilado y amasado**

Se calienta el suero hasta una temperatura de 70 °C y posteriormente se introducen los trozos de cuajada durante 2 minutos. Luego se estira y se añade agua caliente hasta el moldeo de forma que adquiera plasticidad, capacidad formar hebras y brillo.

- **Moldeado**

Se lleva la masa hilada a moldes y se debe verificar que dichos moldes estén llenos en su totalidad.

- **Prensado**

Los moldes llenos con la masa hilada son llevados a la prensadora donde por presión debido al peso de ciertos recipientes que se colocan sobre ellos, se elimina todo el suero restante. Esto se realiza durante al menos 6 horas.

- **Desmoldado**

Se retiran los moldes.

- **Enfriado**

El queso se enfría antes del salado para evitar deformaciones, concentración muy alta de sal y deterioro acelerado de la salmuera, esto se realiza a una temperatura de 10 °C durante 20 minutos.

- **Salazón**

El queso es sumergido en salmuera al 23% durante 3 horas de forma que adquiere su característico sabor.

- **Empaquetado**

Se empacan al vacío los quesos en funda plásticas y se etiquetan con información nutricional y de la empresa.

- **Refrigerado**

En un cuarto de refrigeración a 4 °C se colocan los quesos empacados y se los deja reposar un día antes de su distribución y comercialización.

3.3.3.2. Descripción del proceso para la elaboración de Queso Fresco.

- **Recepción y control de la Materia Prima:**

Se receiptan dos mil litros de leche diarios y se divide en dos lotes de mil cada uno, uno de ellos va a refrigeración y el otro a la línea de producción, ya que la empresa realiza el proceso de producción dos veces al día, una por la mañana y una por la tarde, luego de su correcta recepción se realiza el control de calidad de la materia prima mediante la toma de muestras y su posterior análisis, para de ésta forma dar visto bueno al uso de la misma para el proceso de producción de queso y el consumo de los productos derivados. Algunas de las pruebas a realizar son la densidad, el pH, presencia de antibióticos, acidez, punto de congelación, reductasa, entre otros; dichas pruebas deben cumplir con los parámetros establecidos en la norma vigente (NTE INEN 0009).

- **Filtrado**

Antes de ingresar a la marmita para su pasteurización, la leche debe ser filtrada con el objetivo de eliminar cualquier sólido suspendido o impurezas presentes en la misma, de forma que la leche a procesar es casi enteramente líquida por lo que la contaminación para los procesos subsiguientes es mínima. El filtro usado para dicho proceso es un lienzo sobre el cual quedan retenidos todos los sólidos presentes en la leche.

- **Pasteurización**

En la marmita se lleva a cabo la pasteurización con el fin de eliminar toda la carga patógena que puede contener la leche usada en el proceso de producción.

Dicho proceso consiste en someter la leche filtrada a un cambio brusco en su temperatura, llevándola a 72 °C durante 15 segundos y luego disminuirla mediante el paso de agua por la chaqueta hasta una temperatura de 10 °C.

• **Adición de Aditivos y Corte**

Teniendo la leche pasteurizada se procede a la adición de todos los aditivos que permiten la producción del queso.

- **Fermento (inoculación)**

Se eleva la temperatura de la leche a 50 °C, con el fin de mantener homogeneidad en el proceso se realiza una agitación constante y se añade la cantidad calculada de fermento láctico comercial por su sabor y rendimiento.

- **Calcio**

A una temperatura de 40 °C se añade la cantidad calculada de cloruro de calcio (CaCl_2) con el fin de recuperar el calcio perdido por precipitación durante el proceso de pasteurización y además reduce mínimamente la producción de suero.

- **Cuajo (coagulación)**

A una temperatura de 38 °C se añade el cuajo a la leche fermentada en las cantidades calculadas con el objetivo de coagular las proteínas presentes en la leche, se agita durante 2 minutos y luego se deja reposar la leche durante 20 minutos.

- **Corte**

Este proceso se lleva a cabo con el fin de reducir el tamaño de la cuajada a fragmentos pequeños de forma que se elimine el suero. El corte se realiza mediante el uso de liras de corte y se busca obtener trozos de entre 3 y 4 cm aproximadamente. Posteriormente se bate lentamente evitando disminuir aún más el tamaño de los trozos de cuajada durante 15 minutos para que estos adquieran mayor consistencia. Finalmente se debe eliminar 2/3 partes del suero.

• **Desuerado**

Se llevan los productos a la mesa de desuerado, en la cual están colocados moldes y por debajo de estos se encuentra una malla que retiene la cuajada pero deja pasar el suero.

- **Moldeado**

Los moldes se llenan de cuajada y una vez están libres de suero se procede a igualar la cantidad de cuajada contenida en cada molde.

- **Prensado**

Los moldes llenos con la cuajada son llevados a la prensadora donde por presión debido al peso de ciertos recipientes que se colocan sobre ellos, se elimina todo el suero restante. Esto se realiza durante al menos 4 horas.

- **Desmoldado**

Se retiran los moldes.

- **Salado**

El queso es sumergido en salmuera al 23% durante 3 horas de forma que adquiere su característico sabor.

- **Empaquetado**

Se empacan al vacío los quesos en funda plásticas y se etiquetan con información nutricional y de la empresa.

- **Refrigerado**

En un cuarto de refrigeración a 4 °C se colocan los quesos empaquetados y se los deja reposar un día antes de su distribución y comercialización.

3.3.3.3. Distribución de la planta

- **Área de recepción de materia prima**

Área en la que se recibe la leche a procesar en 4 tanques de almacenamiento de 500L cada uno.

- **Área de control de calidad**

Área en la cual se lleva a cabo el análisis de calidad de la materia prima y del producto final de acuerdo a las normas correspondientes en cada caso.

- **Área de producción**

Área en la cual se encuentran todos los equipos y herramientas necesarias para transformar la materia prima (leche) en sus productos finales (queso fresco o queso mozzarella), es el área que debe ser más amplia de todas y los equipos deben estar ubicados de forma secuencial para garantizar un proceso más eficiente y la movilización sencilla y segura del personal de la planta.

- **Área de desuerado.**

Área en la que se realiza la eliminación del suero en la mesa de desuerado, debe contar con un adecuado sistema de drenaje por el cual se descargará el suero.

- **Área de hilado**

Área donde se ubica el tanque de hilado en el cual se produce el queso mozzarella.

- **Área de moldeado, prensado y desmoldado**

Área en la que se da forma a la cuajada en moldes y luego mediante presión se eliminará el suero restante.

- **Área de salmuera**

Área donde el queso adquiere su sabor mediante el uso de salmuera (solución de cloruro de sodio a una concentración del 23%) dispuesta en una tina o tanque.

- **Área de empaçado**

Área donde se realiza el empaquetado al vacío de los quesos y el etiquetado correspondiente. Debe contar con una mesa de acero inoxidable, una empacadora al vacío y una etiquetadora.

- **Área de almacenamiento**

Área destinada a la conservación del producto final, debe tener una temperatura de 4 °C y una corriente de aire, es el área en el que se mantienen los quesos antes de su distribución y comercialización.

- **Área de máquinas**

Área en la que se encuentra la caldera, equipo que genera vapor para los procesos de producción.

- **Área de bodega**

Área en la que se colocan y almacenan los insumos, aditivos, herramientas y utensilios necesarios para la elaboración de los quesos.

3.3.3.4. Capacidad de Producción

De 1000 L de leche usados para la producción se obtiene 139,6 kg de queso mozzarella, para su comercialización se producen quesos de 500 gramos.

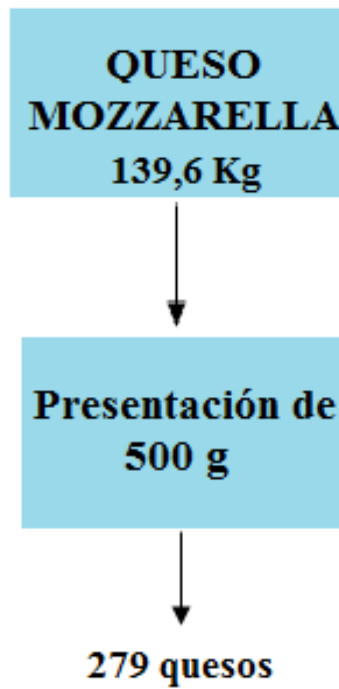


Figura 16-3: Capacidad de producción diaria de Queso Mozzarella
Realizado por: Vicente Galindo, 2019

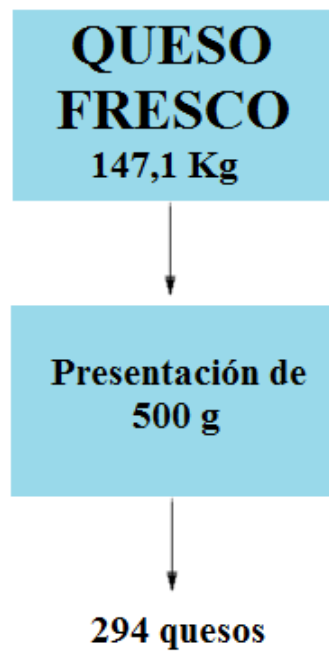


Figura 17-3: Capacidad de producción diaria de Queso Fresco

Realizado por: Vicente Galindo, 2019

3.3.5. Validación del Proceso

Al concluir la elaboración de los productos se realizó la validación del proceso en el laboratorio SAQMIC, mediante el análisis del cumplimiento de las normas establecidas: queso mozzarella (NTE INEN 0082:2011) y queso fresco (NTE INEN 1528:2012).

3.3.5.1. Queso Mozzarella

Tabla 30-3: Análisis físico-químico del queso mozzarella

Análisis físico-químico			
Parámetro	Método	Resultado	Unidad
Humedad	INEN 16	46,18	%
Grasa	INEN 12	28,32	%

Fuente: SAQMIC

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 31-3: Análisis microbiológico del queso mozzarella

Análisis microbiológico		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
<i>Escherichia Coli</i> UFC/g	Siembra en masa	10
<i>Stafilococcus Aureus</i> UFC/g	Siembra en masa	100

Fuente: SAQMIC

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Según los resultados obtenidos en la caracterización del queso mozzarella, se concluye que éste cumple con todos los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 0082:2011, por lo que la línea de producción diseñada puede ser implementada.

3.3.5.2. Queso Fresco

Tabla 32-3: Análisis físico-químico del queso fresco

Análisis físico-químico			
Parámetro	Método	Resultado	Unidad
Humedad	INEN 16	52,09	%
Grasa	INEN 12	24,13	%

Fuente: SAQMIC
 Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 33-3: Análisis microbiológico del queso fresco

Análisis microbiológico		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
<i>Escherichia Coli</i> UFC/g	Siembra en masa	11
<i>Stafilococcus Aureus</i> UFC/g	Siembra en masa	Ausencia

Fuente: SAQMIC
 Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Según los resultados obtenidos en la caracterización del queso fresco, se concluye que éste cumple con todos los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 1528:2012, por lo que la línea de producción diseñada puede ser implementada.

3.4. Requerimientos de tecnología, maquinarias y equipos

3.4.1. Requerimiento de equipos

Tabla 34-3: Equipos requeridos para la producción de queso fresco y mozzarella

Equipo	Descripción	Características
Filtro	Material de acero inoxidable 304 Sirve para filtrar la leche/ retener impurezas	Filtro tosco interior = 154 μ Filtro fino exterior de 80 μ
Marmita (Pasteurizador)	Material de acero inoxidable 304, posee una camisa o chaqueta por donde circulará el vapor para llevar a cabo la pasteurización, además contendrá un agitador tipo rejilla de paletas planas inclinadas con ángulo de inclinación de 45 °C permitiendo que la transferencia de calor se dé por todo el fluido logrando así que la mezcla sea homogénea, 1 válvula de salida y bridas para fijar el equipo en el piso.	Volumen = 575 L Altura = 0,90 m Diámetro = 0,90 m Área = 3,43 \square^2 Espesor del agitador = 0,044 m Diámetro del agitador = 0,66 m Altura de las paletas = 0,09 m Potencia del motor = 1 Hp
Lira vertical	Material de acero inoxidable 304, en el que el número de hilos depende del tipo de queso a elaborar y por lo tanto el corte es diferente.	Longitud del brazo de la lira =0,65 m Espesor de la lira = 0,065 m Alto de la paleta de la lira = 0,13 m Altura total de la lira = 0,78 m

Tanque de hilado	Material acero inoxidable 304. Forma cilíndrica.	Volumen total del tanque = 172.5 L. Diámetro interno del tanque = 0,60 m. Radio del tanque = 0,30 m. Altura del tanque = 0,60 m. Área = 1 m ²
Mesa de moldeo	Material de acero inoxidable 304, específicamente dimensionado para el moldeo.	Longitud = 1,50 m Ancho = 0,75 m Altura = 0,80 m Volumen = 0,90 m
Empacador al vacío	Material de acero inoxidable 304	

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.4.2. Requerimiento para el funcionamiento de la planta

Tabla 35-3: Equipos y materiales para controlar el proceso

Equipo	Cantidad	Función
Termómetro industrial	1	Controlar la temperatura de pasteurización de la leche y del agua para el hilado.
Balanza analítica	1	Pesar los insumos requeridos para el procesamiento.
Potenciómetro	1	Determinar el grado de acidez de la masa de cuajada para el hilado.
Balanza plataforma	1	Pesar la cantidad exacta de masa de cuajada.
Materiales		
Probetas volumétricos	3	Medir la cantidad exacta de insumos
Vaso de precipitación	1	Disolver el fermento y cloruro de calcio, diluir el cuajo.
Varilla de agitación	1	Agitación de insumos.
Lienzo (celulosa y algodón)	-	Filtración de leche.

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.5. Análisis costo-beneficio del proyecto

Se realizó el estudio financiero del proyecto, con lo que se logró determinar la viabilidad del mismo, esto se realizó mediante el análisis de los costos de equipos, materiales, materia prima, insumos, aditivos, mano de obra, mantenimiento, infraestructura, seguros, permisos de funcionamiento, y el capital para finalmente determinar los costos y ganancias a futuro.

3.5.1. Presupuesto

Tabla 36-3: Costo de materia prima directa por unidad

RUBROS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
LECHE	3,6	LITROS	0,2000	0,7200
FERMENTO LÁCTICO	0,05	GRAMOS	0,9600	0,0500
CLORURO DE CALCIO	1,02	GRAMOS	0,0088	0,0090
CUAJO	0,034	GRAMOS	0,0500	0,0017
CLORURO DE SODIO	2	KILOGRAMOS	0,4000	0,0800
FUNDAS DE POLIETILENO	1	UNIDAD	0,0200	0,0200
ETIQUETAS	1	UNIDAD	0,0200	0,0200
TOTAL				0,9007

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 37-3: Costo de materia prima y mano de obra mensual

MATERIA PRIMA DIRECTA MENSUALIZADA		
	CANTIDAD	TOTAL (\$)
UNIDADES DE 500 G QUESO MOZZARELLA	1395	1255,50
UNIDADES DE 500 G QUESO FRESCO	8820	7938,00
MANO DE OBRA DIRECTA MENSUALIZADA		
	CANTIDAD	TOTAL
RECOLECTORES DE LECHE	4	1640,00
OPERARIO	4	1640,00
LABORATORISTA DE CALIDAD	2	820,00
TÉCNICO	2	820,00
SUBTOTAL		4920,00

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 38-3: Producción de empaques al mes

DETALLE	DIARIO	DÍAS TRABAJADOS	PRODUCCIÓN MENSUAL ESPERADA
UNIDADES DE 500 g QUESO MOZZARELLA	279	5	1395
UNIDADES DE 500 g QUESO FRESCO	294	15	8820

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 39-3: Costos indirectos de producción

MATERIA PRIMA INDIRECTA	
RUBROS	VALORES POR MES (\$)
COMBUSTIBLE (Diésel)	300
SUBTOTAL	300
MANO DE OBRA INDIRECTA	

GERENCIA	1000,60
SUBTOTAL	1000,60
OTROS GASTOS FIJOS	
SERVICIOS BÁSICOS(AGUA, LUZ, TELÉFONO)	600
PUBLICIDAD	100
SUMINISTRO DE OFICINA(PAPEL ESFEROS, ETC)	5
SUBTOTAL	705
TOTAL	2005,60

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

La empresa cuenta con la ventaja de poseer ganado bobino por lo cual solo compra la mitad de su demanda diaria a otros productores de leche. El mayor gasto de la empresa se genera tanto en la mano de obra como en gastos indirectos.

Al sumar dichos gastos y dividir para la cantidad de quesos producidos mensualmente, se determina que el costo de producción por cada queso es de \$1,58. Éste costo de producción se debe a que se procesan 2000 litros diarios en dos turnos de 1000 litros cada uno, por lo cual se necesita de 2 turnos de trabajo, con la presencia de 2 operarios, 1 técnico y un laboratorista por turno. Mientras que de la recolección de la leche se ocupan 4 trabajadores.

La empresa ha decidido comercializar los productos considerando los precios del mismo producto ofertado por otras empresas de la siguiente manera:

El queso fresco a \$2,50 y el queso mozzarella a \$3,00.

Tabla 40-3: Precio de venta al público

PRODUCTO	COSTO TOTAL \$	UTILIDAD %	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN \$	PRECIOS DE VENTA \$
UNIDADES DE 500 g QUESO MOZZARELLA	1,58	47,33	1,42	3,00
UNIDADES DE 500 g QUESO FRESCO	1,58	36,8	0,92	2,50

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 41-3: Costo de maquinaria y equipos

MAQUINARIA Y EQUIPOS	VALOR (\$)
ÁREA DE PRODUCCIÓN	
MARMITA	3800
TANQUE DE HILADO	1200
LIRA DE CORTE	320
MESA DE MOLDEO	600

BALANZA INDUSTRIAL	650
EMPACADORA AL VACÍO	1680
BALANZA ANALÍTICA	2210
POTENCIOMETRO	1650
AREA ADMINISTRATIVA	
COMPUTADORA	800
IMPRESORA	200
TOTAL	13110

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 42-3: Costos de mantenimiento y seguros de equipos y maquinaria

EQUIPOS Y MAQUINARIA	VALOR (\$)	MANTENIMIENTO 5%	SEGUROS 3%
MARMITA	3800	190,00	114,00
TANQUE DE HILADO	1200	60,00	36,00
LIRA DE CORTE	320	16,00	9,60
MESA DE MOLDEO	600	30,00	18,00
BALANZA INDUSTRIAL	650	32,50	19,50
EMPACADORA AL VACÍO	1680	84,00	50,40
BALANZA ANALÍTICA	2210	110,50	66,30
POTENCIOMETRO	1650	82,50	49,50
TOTAL	13110	605,50	363,30

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 43-3: Costos de muebles y enseres

MUEBLES Y ENSERES			
AREA DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Mesas de trabajo	2	200	400
Estanterías	2	200	400
TOTAL			800

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 44-3: Costos y gastos de depreciación y seguros

COSTOS Y GASTOS DE DEPRECIACIÓN Y SEGUROS			
RUBRO	VIDA ÚTIL (AÑOS)	INVERSIONES	
		Depreciación	Valor
Activos fijos operativos/producción		Porcentaje %	USD \$
MARMITA	5	20,00%	760,00
TANQUE DE HILADO	5	20,00%	240,00
LIRA DE CORTE	5	20,00%	64,00
MESA DE MOLDEO	5	20,00%	120,00
BALANZA INDUSTRIAL	5	20,00%	130,00
EMPACADORA AL VACÍO	5	20,00%	336,00
BALANZA ANALÍTICA	5	20,00%	442,00

POTENCIOMETRO	5	20,00%	330,00
TOTAL			2442,00

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 45-3: Unidades de queso a producir

DETALLE	DIARIO	MENSUAL	ANUAL
UNIDADES A PRODUCIR QUESO MOZZARELLA	279	1395	16740
UNIDADES A PRODUCIR QUESO FRESCO	294	8820	105840

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Se considera un crecimiento poblacional del 1,5% (Banco Mundial, 2019) y una tasa de inflación anual de 0,70% (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019), el presupuesto de ventas para los próximos 5 años se detalla a continuación:

Tabla 46-3: Presupuesto de ventas a 5 años

PRESUPUESTO DE VENTAS					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UNIDADES A PRODUCIR	16740	17108	17476	17884	18213
	105840	108168	110497	112825	115154

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 47-3: Costos de permisos de funcionamiento

Categoría 1/Comercio	Mensual	Anual
RISE	10	120,0
Permiso de funcionamiento		122,4
TOTAL		242,4

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Tabla 48-3: Presupuesto de costos a 5 años

DETALLE/PARTIDA PRESUPUESTARIA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTO DE PRODUCCIÓN					
Materia prima directa	110562,0	112994.364	115426.728	117859.092	120291.456
Mano de obra directa	59040,0	6033.888	6163.776	6293.664	6423.552
Mantenimiento y seguros	968,8	990.1136	1011.4272	1032.7408	1054.0544
Subtotal	117434,8	120018.366	122601.931	125185.497	127769.062
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Sueldos	71047,0	72610.034	74173.068	75736.102	77299.136
Arriendo	0,0	0	0	0	0
Suministros de oficina	60,0	61.32	62.64	63.96	65.28
Servicios básicos	7200,0	7358.4	7516.8	7675.2	7833.6

Impuestos/permisos de funcionamiento	242,2	247.5284	252.8568	258.1852	263.5136
Subtotal	78549.2	80277.2824	82005.3648	83733.4472	85461.5296
GASTOS DE VENTAS					
Transporte	600	613.2	626.4	639.6	652.8
Publicidad	1200	1226.4	1252.8	1279.2	1305.6
Subtotal	1800	1839.6	1879.2	1918.8	1958.4
COSTOS FINANCIEROS					
Intereses Bancarios	100	100	100	100	100
Subtotal					
TOTAL	197884	202237.448	206590.896	210944.344	215297.792

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

3.5.2. Análisis costo-beneficio

Tabla 49-3: Flujo de caja

	RUBROS	AÑOS					
		0	1	2	3	4	5
+	VENTAS NETAS		314820	321746.04	328824.4529	336058.5908	343451.8798
-	COSTOS DE PRODUCCIÓN		-117344.8	-119926.3856	-122564.7661	-125261.1909	-128016.9371
-	COSTOS ADMINISTRATIVOS		-78549.2	-80277.2824	-82043.38261	-83848.33703	-85693.00044
-	COSTOS DE VENTAS		-1800	-1839.6	-1880.0712	-1921.432766	-1963.704287
-	COSTOS FINANCIEROS		-100	-102.2	-104.4484	-106.7462648	-109.0946826
-	INVERSION EN MAQUINAS Y EQUIPOS	-13110					
-	MUEBLES Y ENSERES	-800					
-	VEHICULO	-32000					
-	IMPREVISTOS	-5000					
+	CAPITAL SOCIO/PRESTAMO	30000					
=	FLUJO DE CAJA	-20910	117026	119600.572	122231.7846	124920.8838	127669.1433

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

Mediante los datos obtenidos en los costos de producción, ingresos y egresos de la planta, se procede a evaluar la factibilidad económica de la implantación del proyecto, aplicando tres indicadores: el valor actual neto (VAN), el período de recuperación (PDR) y la tasa interna de retorno (TIR).

Se decidió usar una tasa de rendimiento del mercado del 40%, y no la que actualmente tiene la empresa (80 %) dado que la producción diaria ha sido aumentada en un 185 %, pasando de 700 L/día a 2000 L/día, por ende, la inversión aumenta también, por lo que se tomó como tasa de rendimiento la mitad del valor actual de la empresa.

Tabla 50-3: Indicadores Económicos para la producción.

TASA DE RENDIMIENTO DEL MERCADO	40%
VAN	\$ 17982,74
TIR	562%
Años de recuperación de la inversión	1
Relación beneficio costo (fresco)	0,92
Relación beneficio costo (mozzarella)	1.42
Punto de equilibrio	5861

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

- **Requerimientos VAN (Valor Actual Neto)**

- VAN >0: Si el valor del VAN es mayor a cero el proyecto de generará beneficios.
 - VAN =0: Si el valor del VAN es igual a cero el proyecto no generará beneficios. ni perdidas.
 - VAN <0: Si el valor del VAN es menor a cero el proyecto generará pérdidas.
- (Benito, 2015)

- **TIR (Tasa Interna de Retorno)**

- TIR > i: Si la tasa de rendimiento interno es mayor a la tasa mínima de rentabilidad, el proyecto es aceptado.
- TIR = i: Si la tasa de rendimiento interno es igual a la tasa mínima de rentabilidad, El proyecto se podrá llevar acabo, pero debe mejorar.
- TIR < i: Si la tasa de rendimiento interno es menor a la tasa mínima de rentabilidad, no alcanza la rentabilidad mínima por lo cual el proyecto es rechazado.

(Benito, 2015)

El VAN es de \$17982, lo que significa que la implantación del proyecto es factible, puesto que se generaran ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

El TIR arrojó un valor de 562%, de forma que el proyecto es viable económicamente, ya que el TIR obtenido es mayor que la tasa de rendimiento del mercado.

La relación costo beneficio es de un promedio para ambos productos ofrecidos de \$1,17; es decir por cada queso vendido se genera una ganancia de \$1,17, por lo que el proyecto es altamente rentable.

Mediante estudios realizados previamente por parte de la empresa, se determinó que el tiempo de vida útil del producto es de 21 días después de su elaboración, cabe recalcar que dicha información se encuentra siempre en la etiqueta del producto.

Por último, para evitar pérdidas económicas se deben vender 5861 unidades al mes. Si se vende toda la producción mensual, la inversión se recuperará en el primer año de trabajo.

3.5.3. Financiamiento

El proyecto será financiado por los propietarios de la Planta Láctea JB: Jesús Brito y Blanca Heredia.

3.6. Cronograma de Actividades

Tabla 51-3: Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO																							
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Muestreo y caracterización de la leche	■	■	■	■																				
Establecer el diagrama de proceso de elaboración de queso mozzarella y queso fresco, determinar las variables de proceso,					■	■																		
Elaboración de queso mozzarella y queso fresco a escala piloto							■	■	■	■														
Diseño de ingeniería y cálculos											■	■	■	■	■	■								
Validación del diseño mediante la caracterización del producto.																		■	■					
Redacción del trabajo final					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Corrección de borradores																					■	■		
Auditoría académica																					■	■	■	
Defensa del trabajo																								■

Realizado por: Vicente Galindo, 2019.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El rediseño para la elaboración de queso fresco y queso mozzarella realizado en la planta láctea JB, inició con el muestreo de la leche cruda basada en la norma NTE INEN 0004, para con dichas muestras realizar la caracterización de la leche en base a la norma NTE INEN 009:2012 en el laboratorio SAQMIC; obteniéndose como resultados los siguientes valores: Proteína 3,34 %, Grasa 3,36 %, Sólidos Totales 11,48 %, Sólidos No Grasos 8,87 %, Densidad 1,029, Acidez titulable 0,15, número de bacterias por Ml 100000, *Aerobios mesófilos* 1800 UFC/mL y *Escherichia coli* 40 UFC/mL. Como resultado de los análisis se pudo verificar que la materia prima utilizada en la planta es aceptable ya que cumple con todos los parámetros exigidos por la norma.

Para la elaboración de los productos, se realizó pruebas en las actuales instalaciones de la empresa para identificar las variables de proceso involucradas, siendo éstas: Volumen total de ingreso de materia prima 1000 L, variación de la temperatura en pasteurizador (temperatura máxima 72°C y temperatura mínima 10°C), temperaturas de adición de los aditivos: en queso mozzarella: Fermento = 40 °C; Cuajo = 38 °C; Calcio = 40 °C; Sal = 10 °C; en queso fresco: Fermento = 50 °C; Cuajo = 38 °C; Calcio = 40 °C; Sal = 10 °C; tiempo de acidificación 2-3 horas, temperatura de acidificación 40 °C, pH de 5,2 a 5,4, temperatura de hilado 70 °C y tiempo de salado 3 horas. Según (Gomez, 2005) éstos parámetros son ideales para la producción de queso de alta calidad.

Realizar una apropiada pasteurización es indispensable para obtener un producto de calidad e inocuo para el consumo humano y también para evitar defectos durante la coagulación, pérdidas y menor rendimiento del proceso. Dentro de la marmita y una vez concluida la pasteurización se añade el fermento, el cloruro de calcio y el cuajo, posteriormente se realiza el corte, el desuerado, moldeado, prensado y salado para su posterior refrigeración y empaquetamiento.

En el caso del queso mozzarella se lleva a cabo el proceso de acidificación durante un tiempo de 1-3 horas con el objetivo de que la leche tome un valor de pH de 5,2-5,4 ya que dicho valor de acidez es indispensable para el proceso de hilado, además de brindar el aroma y sabor característico del queso mozzarella, éste proceso se debe llevar a cabo a 40 °C ya que a ésta temperatura las bacterias termófilas forman ácido láctico y remueven el calcio coloidal presente en la cuajada. (Eck, 2014)

El pH idóneo para la etapa de hilado es de 5,2-5,4, ya que si el pH es mayor se reduce la elasticidad, por lo tanto, no se puede hilar, por otro lado, si el pH es menor, existe una pérdida total de la elasticidad. También es importante mantener una temperatura de 70 °C durante ésta etapa ya que de esta forma la masa de la cuaja se funde y se estira sin perder sus características. (Maldonado, y otros, 2011).

Al elaborar los productos se obtuvo datos que sirvieron para realizar los balances de masa y energía y posteriormente el diseño de los equipos, considerando que la planta ha dispuesto aumentar su capacidad de producción a 2000 litros diarios en 2 turnos, es decir, se requieren equipos para manejar 1000 litros de leche, además se tomó en cuenta que la planta actualmente cuenta con ciertos equipos y materiales, siendo éstos: tanques de recepción de materia prima, caldera, prensa, refrigeradoras y bombas. Por lo tanto, la planta para cumplir con su nueva capacidad de producción requiere de marmita con sistema de agitación, lira para el corte de cuajada, tanque de hilado y mesa de moldeo.

La marmita se diseñó para tratar un volumen de 1150 litros, usando un factor de seguridad del 15% para evitar pérdidas de materia prima, aditivos y producto, a la vez, ésta cuenta con una chaqueta por la cual circulará agua, además cuenta con un sistema de agitación en su eje vertical y dispone de un agitador de tipo rejilla de paletas planas inclinadas, consta de 6 paletas perpendiculares con el fin de producir un flujo axial y radial, lo que permite conseguir una composición homogénea en el producto.

Todos los equipos diseñados deben ser de acero inoxidable 304 ya que resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300°C, resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, por lo tanto, es ideal para el tratamiento de alimentos. (Padilla, 2013)

Se verificó la viabilidad del proyecto al llevar a cabo la evaluación de la calidad de los productos obtenidos basados en las normas: NTE INEN 1528:2012 para queso fresco y NTE INEN 0082:2012 para queso mozzarella, obteniéndose los siguientes resultados: en el QUESO MOZZARELLA: Humedad 46,18 %, Grasa 28,32 %, *Eschericha coli* 100 UFC/g, *Sthaphylococcus aereus* 10 UFC/g; en el QUESO FRESCO: Humedad 52,09 %, Grasa 24,13 %, *Eschericha coli* 11 UFC/g y *Sthaphylococcus aereus* ausentes; por lo tanto, el queso mozzarella y el queso fresco son aptos para su distribución, comercialización y consumo, ya que todos los parámetros en ambos quesos están dentro de los rangos especificados por las normas.

Se determinó que el proyecto es económicamente viable mediante un análisis financiero, ya que el VAN es de \$17982, lo que significa que la implantación del proyecto es factible, puesto que se generaran ganancias por encima de la rentabilidad exigida y el TIR arrojó un valor de 562%, siendo éste mayor que la tasa de rendimiento del mercado. La relación costo beneficio es de un promedio para ambos productos ofrecidos de \$1,17. Se determinó que para evitar pérdidas económicas se deben vender 5861 unidades al mes. Por último, se resolvió que la inversión se recuperará en el primer año de funcionamiento de la planta.

Una vez entendido todo esto, se puede decir que al implementar el proyecto la empresa se verá beneficiada puesto que el proceso además de tener una capacidad de producción mayor, también será llevado a cabo de mejor manera, al tener un mejor control de calidad y equipos más tecnológicos, como la marmita a la que se le agregó un sistema semi-automatizado de agitación, mediante el cual los operarios podrán llevar a cabo el proceso de agitación de manera más fácil y con menor esfuerzo, así como también con la propuesta de implementar una nueva línea de producción a partir del suero obtenido durante el proceso, se generarán beneficios económicos para la empresa, que a su vez conlleva una menor contaminación ambiental generada por la misma.

CONCLUSIONES

- Se caracterizó la materia prima (leche cruda) para la elaboración del queso basado en las normas NTE INEN 0004:2012; Leche y productos lácteos. Muestreo y NTE INEN 0009:2012; Leche cruda. Requisitos; con lo cual se determinó que la leche usada en el proceso de elaboración de queso fresco y queso mozzarella en la planta láctea JB cumple con todos los requisitos estipulados, siendo los resultados los siguientes: Proteína 3,34 %, Grasa 3,36 %, Sólidos Totales 11,48 %, Sólidos No Grasos 8,87 %, Densidad 1,029, Acidez titulable 0,15, número de bacterias por MI 100000, *Aerobios mesófilos* 1800 UFC/mL y *Escherichia coli* 40 UFC/mL; por tanto, es apta para su procesamiento y consumo.
- Se identificó las variables de proceso que influyen en el proceso de elaboración de queso fresco y mozzarella, siendo éstas: Volumen total de ingreso de materia prima 1000 L, temperatura de pasteurización (máxima 72°C y mínima 10°C), temperaturas de adición de los aditivos: en queso mozzarella: Fermento = 40 °C; Cuajo = 38 °C; Calcio = 40 °C; Sal = 10 °C; en queso fresco: Fermento = 50 °C; Cuajo = 38 °C; Calcio = 40 °C; Sal = 10 °C; tiempo de acidificación 2-3 horas, temperatura de acidificación 40 °C, pH de 5,2 a 5,4, temperatura de hilado 70 °C y tiempo de salado 3 horas.
- Se realizó los cálculos de ingeniería para el rediseño del proceso para la elaboración de queso fresco y queso mozzarella con una capacidad de producción de 1000 litros, siendo necesario diseñar: una marmita, un sistema de agitación, lira vertical, tanque de hilado y mesa de moldeo; además se determinó que el material idóneo para la construcción de los equipos mencionados es el acero inoxidable AISI 304.
- Se verificó la viabilidad del rediseño del proceso mediante la caracterización de los productos finales en base a las normas: NTE INEN 1528:2012 para queso fresco y NTE INEN 0082:2012 para queso mozzarella, dado que ambos productos cumplen enteramente con los requisitos establecidos, siendo los resultados los siguientes: en el QUESO MOZZARELLA: Humedad 46,18 %, Grasa 28,32 %, *Escherichia coli* 100 UFC/g, *Staphylococcus aureus* 10 UFC/g; en el QUESO FRESCO: Humedad 52,09 %, Grasa 24,13 %, *Escherichia coli* 11 UFC/g y *Staphylococcus aureus* ausentes; además se verificó la viabilidad económica mediante el análisis del TIR y el VAN, y en ambos casos el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

- El personal debe ser capacitado en cuanto a las buenas prácticas de manufactura, esto es necesario tanto en la extracción de leche (ordeño) como en la línea de producción y además, contar con los respectivos implementos de seguridad e higiene.
- Se debe realizar mantenimiento y limpieza continuo y programado de los tanques de recepción, equipos y utensilios utilizados en la línea de producción.
- La empresa debe realizar una evaluación completa de calidad, tanto a su materia prima como a sus productos, para garantizar el cumplimiento de las normas y la inocuidad del producto para el consumo humano.
- Para evitar contaminación ambiental y pérdidas económicas, se recomienda la implementación de una línea de producción de queso ricota, ya que de ésta manera el suero generado (70% del volumen inicial de materia prima) no será desperdiciado.

BIBLIOGRAFÍA

ALAIS, Ch. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. 4ª ed. Manuel Company. Barcelona- España : Reverté, S. A., 1985, pp.212-263.

ALIMENTARIUS, C. (2009). Código de Prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos. Cac/Rcp, 1–54. Retrieved from www.codexalimentarius.net/input/download/standards/.../CXP_057s.pdf

ALIMENTARIUS, C. (2013). Código De Práctica Ecuatoriano Cpe Inen-Codex.

ANDINA, P. D. E. N., & Técnica, N. (2007). Leche cruda. requisitos.

ARTICA, L. Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos. 2ª edición. Perú: @ Libros y editoriales TEIA. Ltd., 2014. [Consulta: 15 diciembre 2018]. Disponible en: <https://luisartica.files.wordpress.com/2011/11/metodos-de-analisis-de-leche-2014.pdf>

ASKORA, S. Tipos y propiedades del queso. [en línea]. España: SN, 2017. [Consulta: 23 diciembre 2018]. Disponible en: <http://askora.com/noticias/tipos-y-propiedades-del-queso/>

BANCO MUNDIAL. (28 de Junio de 2019). worldbank.org. Obtenido de worldbank.org: <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>

BENITO, A. (18 de Marzo de 2015). Universidad Autonoma de Madrid. Obtenido de UAM: https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/portega/instrumentos-mate-financiera/presentaciones/matematica-financiera-1-3.pdf

CHIMBORAZO, G. Gobernación de Chimborazo. [en línea]. Ecuador: SN, 2016. [Consulta: 20 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/?p=396>

CORTÉS, J. Seguridad e higiene en el trabajo. Técnicas de prevención de riesgos. 9na edición. España: Editorial Tebar, 2007 p. 167.

DYNA. (5 de Septiembre de 2002). EL ACERO INOXIDABLE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Revista de Ingeniería DYNA, 77, 38-42. Obtenido de Revista de Ingeniería Dyna: <https://www.revistadyna.com/busqueda/el-acero-inoxidable-en-industria-alimentaria>

ECK, A. (2014). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos De Ingenieria De Alimentos*, 2, 18. Retrieved from <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>

ERNESTO, F., & SÁNCHEZ, P. (2017). Evaluación del proceso y parámetros de calidad para la comercialización y producción de quesos tipo gourmet en el salvador.

ESPINOSA, J. *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Primera. La Habana-Cuba: Universitaria, 2007.

FAO, (2010). *Perfiles de nutrición por país, Ecuador* [en línea]. Ecuador: SN, 2010. [Consulta: 18 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5062S/x5062S08.htm>

FAO. (2011). *Leche y Productos Lácteos*. In *CODEX Alimentarius*. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500010>

FAO/OMS,2008. *Leche y productos lácteos*. 2da edición. [en línea]. USA: SN, 2006. [Consulta: 18 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5062S/x5062S08.htm>

FDA, & OMS. (2015). Límites máximos de residuos (LMR) y recomendaciones sobre la gestión de riesgos (RGR) para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos CAC/MRL 2-2015 Actualizado en la 38. Sesión de la Comisión del Codex Alimentarius (julio de 2015). 106.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. (15 de Junio de 2019). fda.gov. Obtenido de U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION: <https://www.fda.gov/about-fda/fda-en-espanol/queso>
Fox, T.P., Guinne, T.P. *Fundamentals of Cheese Science*. Maryland, EE.UU. Aspen Publishers. pp. 392- 422.

GEANKOPLIS, C. *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. México : Compañía Editorial Continental,S.A.DE.C.V.México, 1998, pp.545-558.

GOMEZ, M. (2005). *DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA LECHE*. Bogotá: UNAD.

GOMEZ, M. (2005). Tecnología de Lácteos. Bogotá: UNAD.

GUIDELINES, I. (2005). ICAR MTL WG - Working Group on Milk Testing Laboratories ANALYTICAL METHODS FOR MILK RECORDING ANALYSIS ICAR MTL WG - Working Group on Milk Testing Laboratories. 1–6.

INEN. (2012). Instituto ecuatoriano de normalización- Norma Técnica Ecuatoriana. Leche Pasteurizada- Requisitos, 34, 2–7.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2012). Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. 1, 5. Retrieved from http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte_inen_14-1-C.pdf

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2012). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1528:2012 Primera revisión NORMA GENERAL PARA QUESOS FRESCOS NO MADURADOS. REQUISITOS. Primera Edición. Retrieved from <http://181.112.149.204/buzon/normas/1528.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. (15 de Mayo de 2019). ecuadorencifras.gob.ec. Obtenido de ecuadorencifras.gob.ec: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2019/Abril-2019/01%20ipc%20Presentacion_IPC_abr2019.pdf

JUÁREZ, G., GAMBOA, K., HERNÁNDEZ, M., MÉRIDA, L., SAMAYOA, M. A., JUÁREZ, B., & MOSCOSO, J. A. (2011). Manual de Laboratorio, Curso de Ingeniería de Alimentos. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. 122p. 29.

LAZAROTE, M. Características organolépticas de los quesos. [en línea]. España: L, Umpierrez, 2016. [Consulta: 24 diciembre 2018]. Disponible en: <https://saborealanzarote.org/caracteristicas-organolepticas-de-los-quesos-de-lanzarote/>

LIFEDER, T. Operaciones unitarias: Tipos y ejemplos. [en línea]. Venezuela: G. Bolívar, 2017. [Consulta: 22 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/operaciones-unitarias/>

MALDONADO, R., RODRIGUEZ, M., LLANCA, L., ROMÀN, Y., VÁSQUEZ, R.,

GIMENEZ, O., & MELENDEZ, B. (2011). Esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado. *Agronomía Tropical*, 177-188.

MARÍN, O. Planta para la elaboración de queso curado en Haro. [En línea] 2012. 2012 https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001477.pdf

MCCABE, W., SMITH, J., & HARRIOT, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. Mexico: McGraw-Hill.

MCSWEENEY, P.L.H. "Biochemistry of cheese ripening". *International Journal of Dairy Technology*. N° 57, (2004). (EE. UU) pp. 127-144.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. Registro de producción Agropecuaria [en línea].

MAGAP,2016. [Consulta: 11 mayo 2019]. Disponible en: <http://indestadistica.sni.gob.ec>

MURIELES, R. Elaboración de queso de capa a partir de leche ganado vacuno con adición de cultivos lácticos para mejorar su calidad y productividad industrial. [en línea] (Tesis). Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos, Cartagena

NTE INEN 0004. Leche y productos lácteos. Muestreo. [en línea]. Ecuador: INEN 1984 [consulta: 10 mayo 2019.] Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0004.1984>

NTE INEN 0009. Leche cruda. Requisitos. [en línea]. Ecuador: INEN 2008. [consulta: 10 diciembre 2018.] Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0009.2008>

NTE INEN 11. Leche. Determinación de la densidad relativa. [en línea]. Ecuador: INEN 2012. [consulta: 10 diciembre 2018.] Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0011.1984>

NTE INEN 14. Leche. Determinación de sólidos totales y ceniza. [en línea]. Ecuador: INEN 2012. [consulta: 10 diciembre 2018.] Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0014.1984>

NTE INEN 1500. Leche. Métodos de ensayos cualitativos para la determinación de la calidad. [en línea]. Ecuador: INEN 2010 [consulta: 10 diciembre 2018.] Disponible en:

<https://archive.org/details/ec.nte.1500.2011>

NTE INEN 2620. Queso Andino Fresco. Requisitos. [en línea]. Ecuador: INEN 2012 [consulta: 10 diciembre 2018.] Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.2620.2012>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA FAO. (17 de Diciembre de 2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>

OVIEDO, M., & RODRÍGUEZ, V. Diseño y construcción de un sistema para la producción de queso ricota a partir lacto suero de la Planta de Lácteos ESPOCH. [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobambamba, Ecuador. 2013.p 32. [Consulta: 12 de mayo 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3202/1/96T00236.pdf>

PADILLA, D. (2013). APLICACIONES DE LOS ACEROS INOXIDABLES. Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica Y Geográfica [en línea], 11-22 Vol. 2, (3) [consulta: 20 diciembre 2018.] ISSN 1682-3087. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/2114>

PATIÑO, S. Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el cantón Quilanga. [en línea] (Tesis). Universidad Técnica Particular de Loja, Area Biológica, Loja, Ecuador.2014. pp. 17-21. [consulta: 8 de enero 2019]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10718/1/Patino%20Montano%20Susana%20Judith.pdf>.

PORTALECHERO. Industria Láctea. [en línea]. Uruguay: SN, 2010. [Consulta: 21 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.portalechero.com/innovaportal/v/517/1/innova.front/industria-lactea.html>

PROFISICA. Transferencia de calor. [en línea]. Chile: SN, 2017. [Consulta: 23 diciembre 2018]. Disponible en:<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/CalorTransferencia.htm>

QUESO (CC). Producción y consumo de queso en el mundo. [en línea]. España: Commons, 2017. [Consulta: 02 enero 2019]. Disponible en: <https://quesos.es/historia-del-queso/produccion-y-consumo-en-el-mundo>

QUISHPE, C. (2009). Diseño de los procesos y rediseño de la planta de producción de queso fresco y yogur en la asociación agropecuaria “El Ordeño” de la Chimba. Retrieved from <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1717/1/CD-2330.pdf>

RAMÍREZ Y LÓPEZ. “Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad”. Temas selectos de Ingeniería de alimentos [en línea]. 2012 (México) 6(2), pp. 131-148 [Consulta: 24 diciembre 2018]. ISSN 72810. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos

REVILLA, A. Tecnología de la leche. México : Herrero Hermanos, 1985, pp.12-28.

RUBINO, G. (2010). Pasteurizadores de leche. Principios básicos para su correcto diseño, uso y mantenimiento.

SCOTT, R., ROBINSON, R.K. Cheese varieties. Cheesemaking Practice, 3ra edición. Nueva York. EE.UU. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1998, pp, 449.

TETRA PAK INTERNATIONAL S.A. (24 de Noviembre de 2018). Tetrapak. Obtenido de Tetrapak: <https://www.tetrapak.com/ec/processing/membrane-filtration/filtration-processes>

UNEP, & AMBIENTE, M. DE M. (2002). Prevención de la contaminación en la Industria Láctea. 164. Retrieved from www.cprac.org/docs/lac_es.pdf%5Cn

UNIVERSITAS NAVARRENSIS. Aditivos alimentarios. [en línea]. España: Dr. Francisco C. Ibañez, 2015. [Consulta: 26 diciembre 2018]. Disponible en: http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_ago_sto_03/Funcionales/aditivos.pdf

UNSJ. Balance de masa. [en línea]. Argentina: A. C. Deiana, 2018. p,2 [Consulta: 26 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/BalanceDeMasa.pdf>

URIBE RAMÍREZ, A. R., RIVERA AGUILERA, R., AGUILERA ALVARADO, A. F., & MURRIETA LUNA, E. (2012). Agitación Y Mezclado Stiring and Mixing. Revista Enlace Químico, Universidad de Guanajuato, 4(1), 22–23. Retrieved from <http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/41/A4.pdf>

VÁSQUEZ, G. (20 de Marzo de 2015). Innovación Salvador. Obtenido de DICA: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3372/Pasteurizacion%20Marzo.pdf> Xleche. Centro de la Industria Láctea [en línea]. Quito: SN, 2017. [Consulta: 21 diciembre 2018]. Disponible en: <http://masleche.ec/quesos-del-ecuador/>

ZAMBRANO VERA, D., & LÓPEZ IGLESIAS, E. (2018). La industria de lácteos de Riobamba – Ecuador: dinámicas en la economía local. *Economía y Negocios*, 9(1). <https://doi.org/10.29019/eyn.v9i1.441>

ZAMORÁN, D. Manual de procesamiento lácteo. [En línea] Managua, Nicaragua.

ZAPATA, A., & ARTBOX, E. (2013). BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada. 200.

ZNDT, Inc. Los quesos. Composición, elaboración y propiedades nutricionales. [en línea]. México: M, Licate, 2016. [Consulta: 22 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.zonadiet.com/comida/queso.htm>

ANEXOS

Anexo A: Análisis Físico-Químico y Microbiológico de la Leche Cruda



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 161-19

CLIENTE: Vicente Galindo

TIPO DE MUESTRA: Leche cruda

FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2019

FECHA DE MUESTREO: 17 de julio del 2019

EXAMEN FISICO

COLOR: Blanco

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 16	3.34
Grasa	%	INEN 12	3.36
Sólidos totales	%	INEN 14	11.48
Sólidos no grasos	%	-	8.87
Densidad	-	INEN 11	1.029
Acidez expresada como ácido láctico	%	INEN 13	0.15
Reductasa	Número de bacterias/ ml	INEN 18	100000
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	Siembra en masa	1800
Escherichia coli	UFC/ ml	Siembra en masa	40

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

Anexo B: Análisis Físico-Químico y Microbiológico del Queso Mozzarella



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 162-19

CLIENTE: Vicente Galindo

TIPO DE MUESTRA: Queso mozzarella

FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2019

FECHA DE MUESTREO: 17 de julio del 2019

EXAMEN FISICO


COLOR: Crema

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad	%	INEN 16	46.18
Grasa	%	INEN 12	28.32
Staphylococcus aureus	UFC/ g	Siembra en masa	100
Escherichia coli	UFC/ g	Siembra en masa	1000

RESPONSABLE:


Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

Anexo C: Análisis Físico-Químico y Microbiológico del Queso Fresco



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 163-19

CLIENTE: Vicente Galindo

TIPO DE MUESTRA: Queso fresco

FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2019

FECHA DE MUESTREO: 17 de julio del 2019

EXAMEN FISICO

COLOR: Blanco

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad	%	INEN 16	52.09
Grasa	%	INEN 12	24.13
Staphylococcus aureus	UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
Escherichia coli	UFC/ g	Siembra en masa	110

RESPONSABLE:


Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

Anexo D: NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Físico-químicos

NTE INEN 9

2012-01

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los que determine el Codex Alimentario CAC/MRL 2.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 1)

5.1.1.1 *Color.* Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 *Olor.* Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 *Aspecto.* Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasterización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo	-	NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo	-	Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS ⁵⁾	ug/l	----	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex ⁶⁾

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.
 ** °C= °H · f, donde f= 0,9656
 *** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento
 1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.
 2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.
 3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.
 4) "Fracción de masa de B, W_B": Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse".
 5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.
 6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

NOTA 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

5.1.3 Contaminantes. El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Límites máximo para contaminantes

Requisito	Límite máximo (L.M)	Método de ensayo
Picno, mg/kg	0,02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/kg	0,3	ISO 14674

5.1.4 Requisitos microbiológicos. La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm ³	$1,5 \times 10^7$	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm ³	$7,0 \times 10^7$	AOAC – 978.28

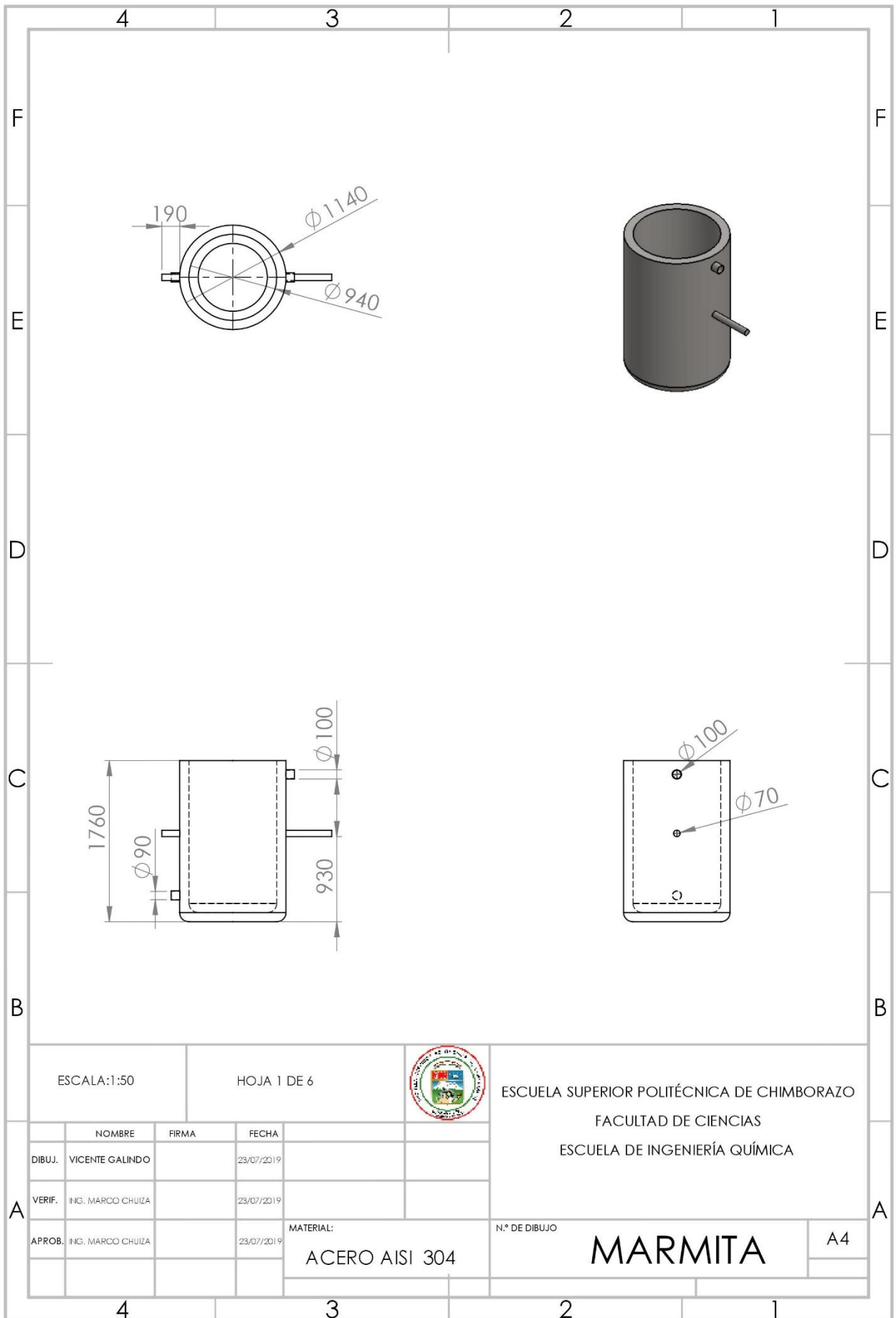
5.2 Requisitos complementarios. El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos del Ministerio de Salud Pública.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4.

6.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

ANEXO F: Diseño de Marmita



ANEXO G: Diseño de la marmita con sistema de agitación



ESCALA: 1:50

HOJA 6 DE 6



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

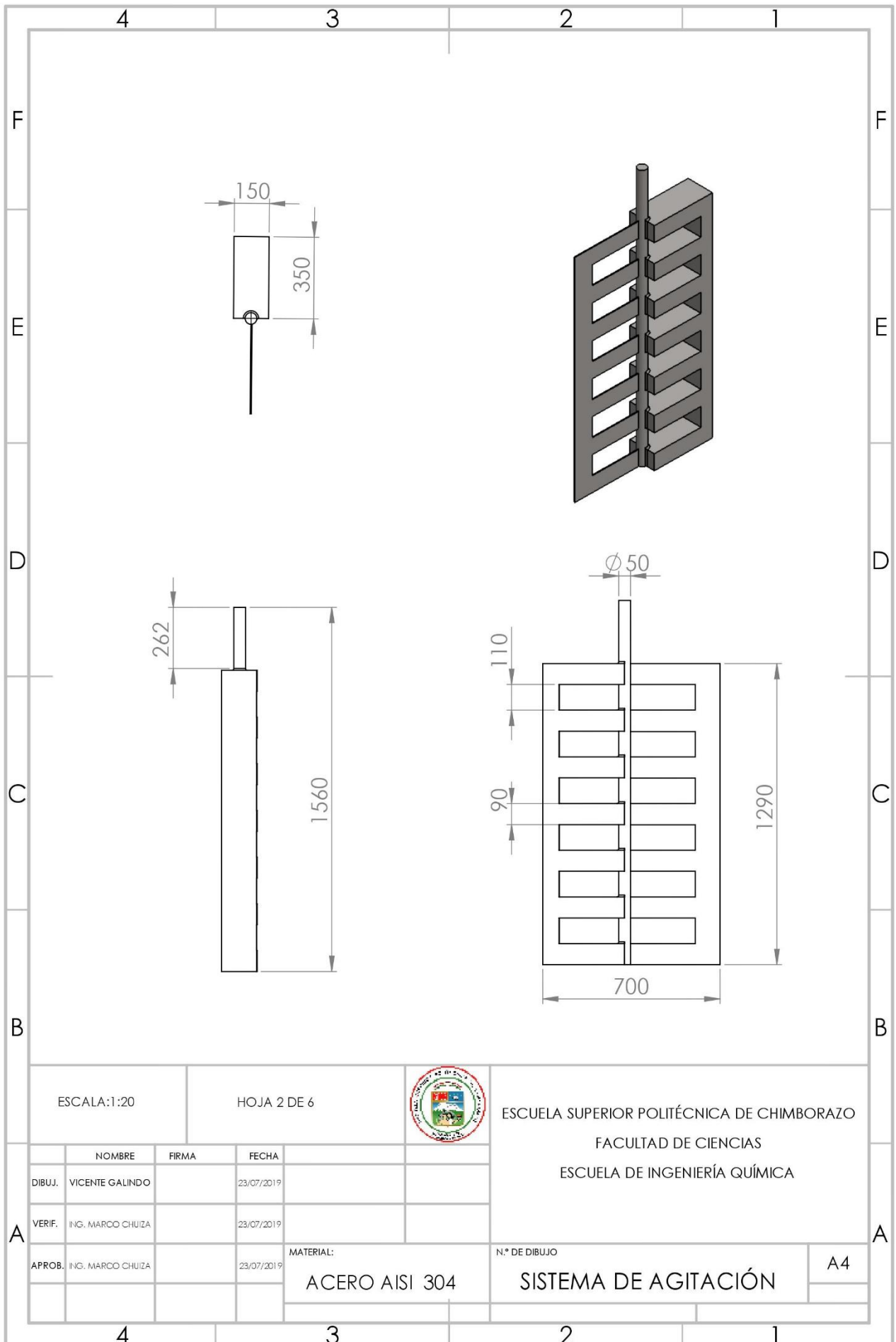
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	VICENTE GALINDO		23/07/2019
VERIF.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019
A	APROB.	ING. MARCO CHUIZA	23/07/2019

MATERIAL:
ACERO AISI 304

N.º DE DIBUJO
MARMITA CON SISTEMA DE AGITACIÓN

A4

ANEXO H: Diseño del sistema de agitación



ESCALA:1:20

HOJA 2 DE 6



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	VICENTE GALINDO		23/07/2019
VERIF.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019
APROB.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019

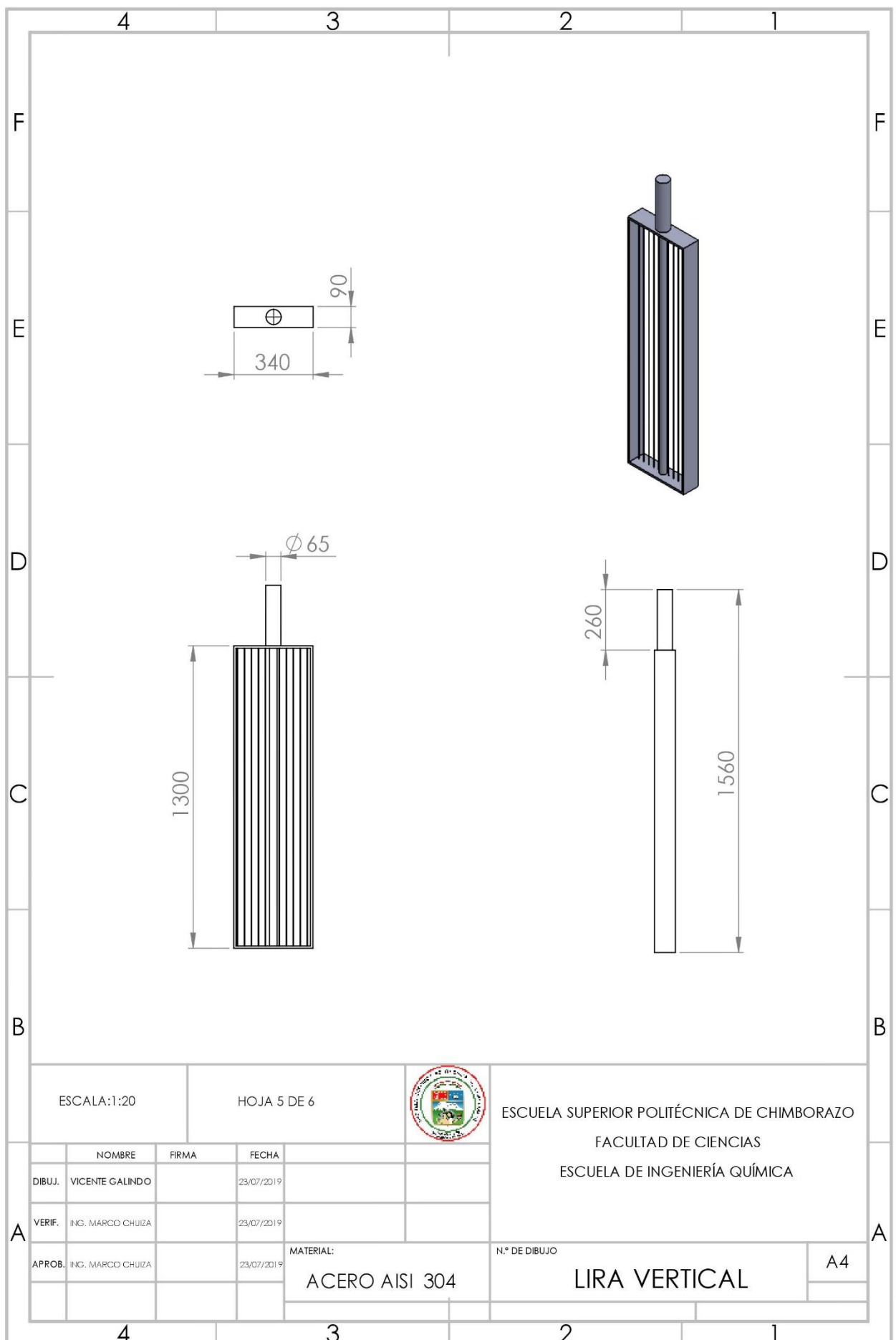
MATERIAL:
ACERO AISI 304

N.º DE DIBUJO

SISTEMA DE AGITACIÓN

A4

ANEXO I: Diseño de la Lira Vertical



ESCALA:1:20

HOJA 5 DE 6



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	VICENTE GALINDO		23/07/2019
VERIF.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019
APROB.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019

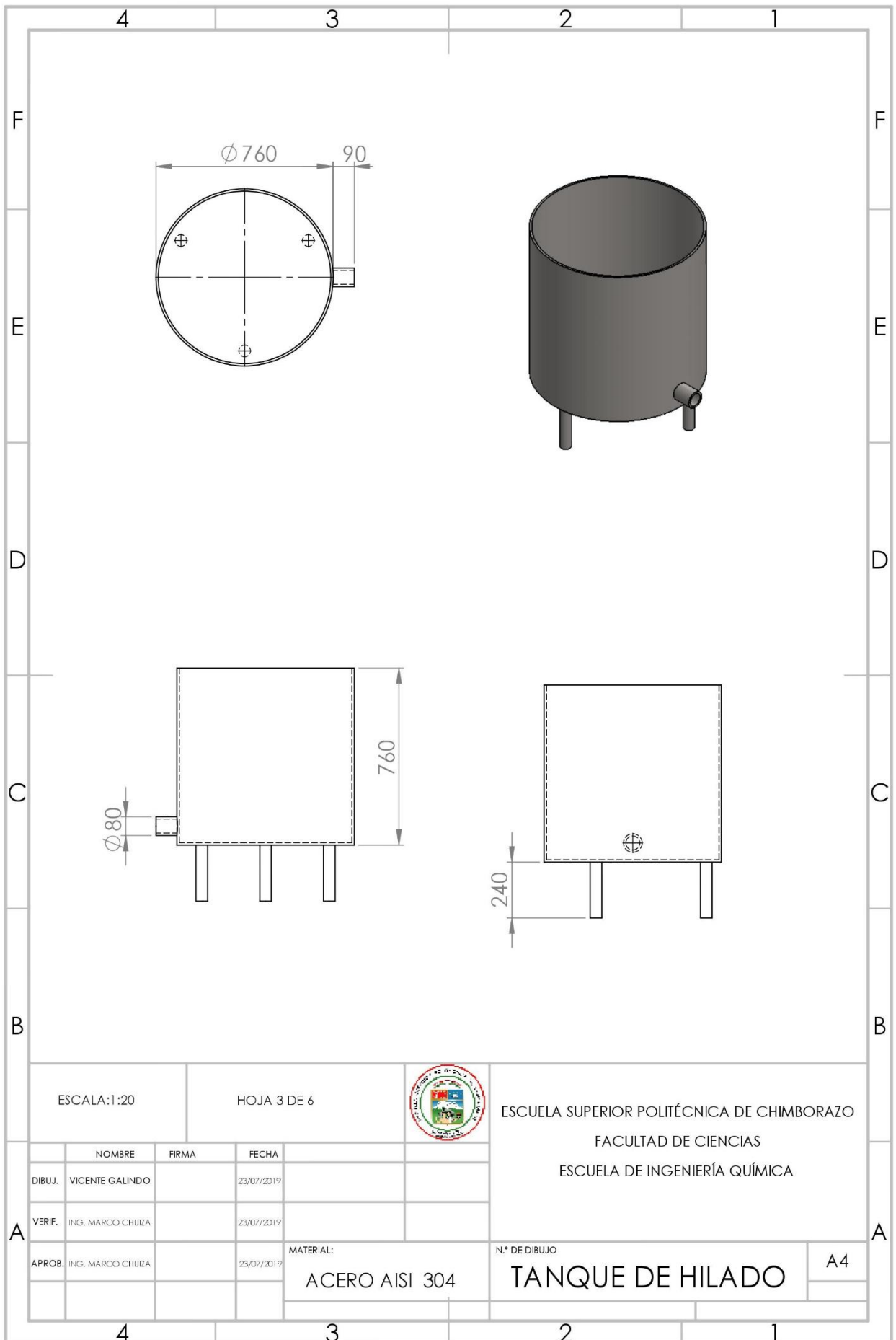
MATERIAL:
ACERO AISI 304

N.º DE DIBUJO

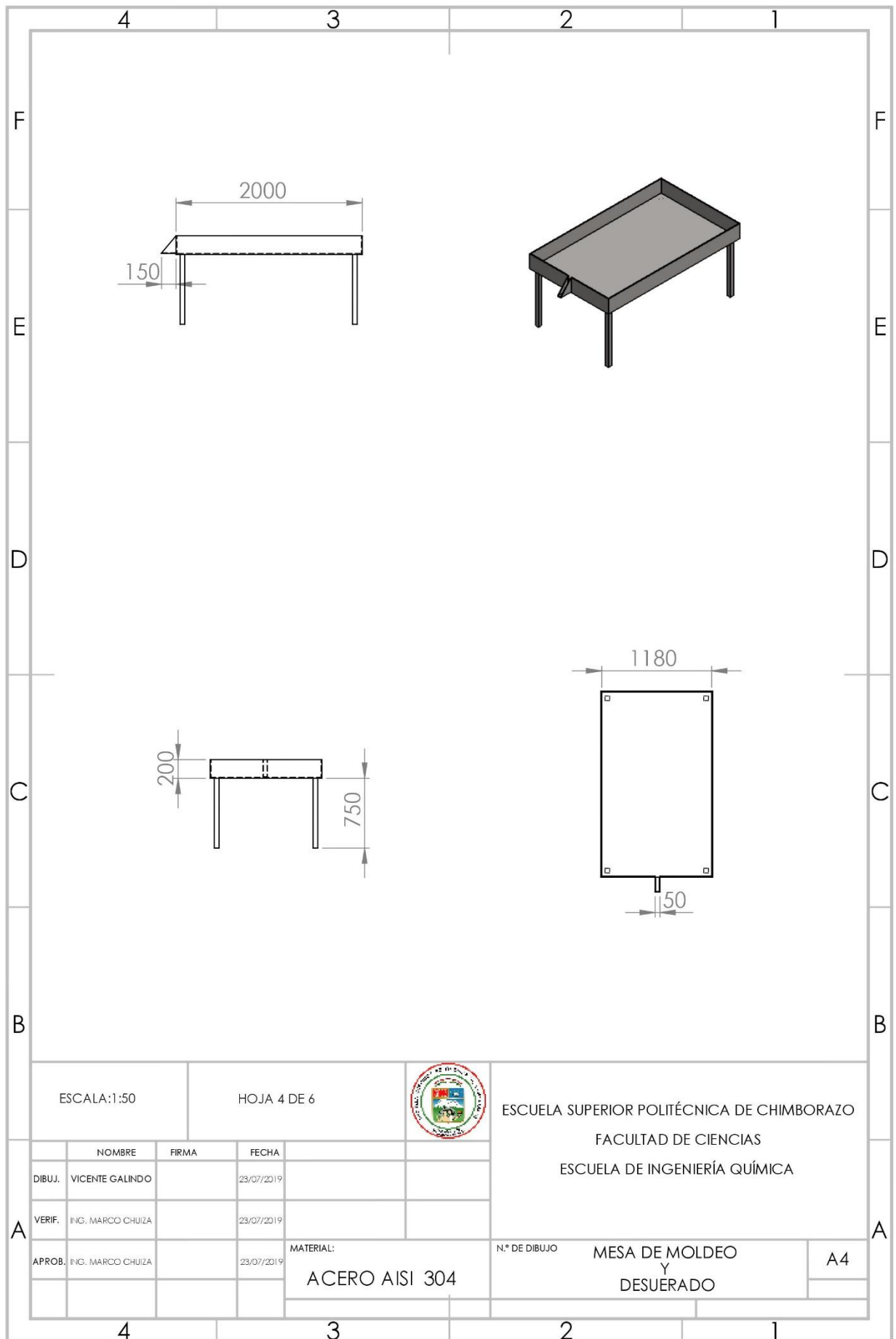
LIRA VERTICAL

A4

ANEXO J: Diseño del Tanque de Hilado



ANEXO K: Diseño de la Mesa de Moldeo y Desuerado



ESCALA:1:50

HOJA 4 DE 6



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	VICENTE GALINDO		23/07/2019
VERIF.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019
APROB.	ING. MARCO CHUIZA		23/07/2019

MATERIAL:
ACERO AISI 304

N.º DE DIBUJO
**MESA DE MOLDEO
Y
DESUERADO**

A4

ANEXO L: Distribución de Planta

