

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y  
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**“ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE QUESO  
“QUESO EDAM Y QUESO CRIOLLO” PRODUCIDOS EN LA EMPRESA “MAYA”  
PROVINCIA MURILLO LA PAZ”**

**ELIAS MAMANI HUACANI**

La Paz - Bolivia

2018

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y**  
**COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**“ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE QUESO**  
**“QUESO EDAM Y QUESO CRIOLLO” PRODUCIDOS EN LA EMPRESA “MAYA”**  
**PROVINCIA MURILLO LA PAZ”**

Trabajo dirigido presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero en producción y comercialización agropecuaria

**ELIAS MAMANI HUACANI**

**Asesor:**

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. M. Sc. Gloria Cristal Taboada Belmonte .....

Ing. Delia Georgina Burgoa Fernández .....

**Aprobado**

**Presidente Tribunal Examinador:** .....

2018

## DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría, iluminarme, guiarme, cuidarme todos los días de mi vida y porque amor nunca se alejó de mí.

A mis admirables padres Gabriel Mamani Parí y Virginia Huacani Paco con todo mi cariño y afecto, por su gran amor, esfuerzo, comprensión, confianza y apoyo durante mi formación profesional.

A mis hermanos Gabriel y Ruth Virginia por su comprensión y constante colaboración incondicional.

## AGRADECIMIENTO

---

Un especial agradecimiento a DIOS, quien nos guía e ilumina todos los días y nos brinda el conocimiento y la sabiduría necesaria para alcanzar nuestros sueños y porque su gracia nunca se aleja de sus hijos.

Agradecimiento al Lic. Antonio Helmut Kiering Von Boris y a su señora esposa Zedenka ríos de Kiering por abrirme las puertas de su empresa incondicionalmente para la ejecución del presente trabajo de investigación, otorgándome su apoyo y consejos hasta la culminación del trabajo dirigido.

De igual manera mis agradecimientos a la Quesería Maya, y a sus trabajadores y por proporcionarme información relacionada a la producción de quesos madurados dentro de la empresa.

Mi agradecimiento al Ing. José Eduardo Oviedo Farfán, por su constante apoyo por la asesoría, dándome sabios consejos relacionados con el conocimiento de la aplicación de herramientas relacionadas al desarrollo de la investigación, también por su amistad y apoyo incondicional.

Otro sincero agradecimiento al Lic. Rodrigo Avalos Quispe, por la colaboración incondicional, sugerencias vertidas y recomendaciones, además por su sincera amistad y las palabras de aliento que me fortalecieron para seguir adelante.

También agradezco al Tribunal Revisor compuesto por el Ing. M.sc. Gloria Cristal Tabuada Belmonte e Ing. Delia Georgina Burgoa Fernández, por el tiempo empleado para la revisión del documento, aportando valiosas sugerencias y correcciones que me permitieron concluir el trabajo dirigido.

También agradezco a mis admirables padres Gabriel Mamani Parí y Virginia Huacani Paco por su cariño y afecto, por su gran amor, esfuerzo, paciencia, confianza y apoyo durante mi formación profesional.

A mis hermanos Gabriel Mamani Huacani y Ruth Virginia Mamani Huacani por su comprensión y constante colaboración incondicional.

A mi abuelo Gumersindo Mamani Quito por sus sabios consejos que se resume en cuatro palabras "TODO SE CONSIGUE TRABAJANDO"

A mis amigos por acompañarme durante la formación profesional, brindándome su amistad, confianza, apoyo y sobre todo por escuchar y entender.

en los momentos buenos y malos que vivimos juntos, de la misma manera a todos mis compañeros que cursamos los semestres de la carrera.

Del mismo modo agradezco a la Facultad de Agronomía por cobijarme y brindarme conocimiento en sus aulas que fueron un segundo hogar para soñar y poder alcanzar nuestras metas, finalmente muchos agradecimientos al plantel docente y administrativo, quienes me enseñaron y forjaron para ser un buen profesional con la misión de contribuir a la sociedad con conocimiento.

---

## ÍNDICE

INDICE DE CUADROS .....	5
INDICE DE FIGURAS .....	6
RESUMEN .....	7
INTRODUCCION .....	8
CAPITULO I .....	9
ASPECTOS GENERALES .....	9
1.1. Antecedentes .....	9
1.1.2. Ubicación geográfica .....	10
1.1.3. Aspectos físico naturales .....	11
1.1.4. Características físico biológica.....	11
1.1.5. Premeditación pluvial.....	11
1.1.6. Aspectos sociodemográficos .....	11
1.2. Planteamiento del problema .....	12
1.2.1. Justificación .....	12
1.3. Objetivos del trabajo dirigido.....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivo específicos.....	12
1.4. Metas del trabajo dirigido .....	13
CAPITULO II .....	14
REFERENCIAS TEÓRICO, ORGANIZACIONALES Y LEGALES .....	14
2.1. Marco conceptual.....	14
2,1.2. Cadena de producción.....	14
2.1.3. Sistemas de producción.....	15

2.1.4. Concepto de comercialización .....	16
2.2. Marco teórico .....	17
2.2.1. Investigación de operaciones .....	17
2.2.2. Programación lineal .....	17
2.2.3. La técnica de revisión y evaluación del programa (PERT) y el método de la ruta crítica (CPM).....	17
2.2.3. Diagrama de flujo del proceso .....	18
2.2.4. Producción de queso .....	18
2.3. Marco legal .....	18
CAPITULO III .....	20
METODOLOGÍA DE LA INTERVENCIÓN .....	20
3.1. Tipos De Intervención .....	20
3.2. Universo o población de estudio .....	20
3.3. Determinación de la muestra .....	20
3.4. Selección de métodos y técnicas.....	20
3.5. Instrumentos de relevamiento de información .....	21
3.5.1. Relevamiento de datos primarios.....	21
3.5.2. Relevamiento de datos secundarios.....	21
CAPITULO IV .....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Marco Técnico .....	22
4.1.1. Cadena de suministros .....	22
4.1.2. Distribución de la leche.....	22
4.1.3. Evaluación del proceso de producción .....	23
4.2. Análisis de la situación actual – diagnóstico del proceso.....	24

4.2.1. Descripción de la empresa .....	24
4.2.2 Descripción Por Proceso Del Producto.....	25
4.2.3. Organigrama de la empresa .....	27
4.2.4 Descripción de las diferentes áreas .....	28
4.2.5. Descripción del equipo y maquinaria .....	29
4.2.6. Descripción de los insumos .....	29
4.2.7. Descripción del producto .....	31
4.2.8. Descripción de las instalaciones.....	32
4.2.9. Descripción de los servicios básicos.....	33
4.2.10. Descripción aspectos administrativos .....	33
4.2.11. Descripción de la gestión en seguridad y salud ocupacional.....	33
4.3. Secuencia del modelado real para dos variedades (queso fresco y queso Edam) de queso en la empresa MAYA.....	34
4.4. Gestión por proceso.....	35
4.4.1. Proceso de producción del queso Edam .....	35
4.4.2. Desarrollo del diagrama de flujos para la producción de queso Edam ....	35
4.4.3. Descripción del proceso.....	37
4.4.4. Desarrollo de programa de evaluación y revisión técnica (pert, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica (cpm, critical path method) para el queso Edam.....	41
4.4.5. Tiempos de actividad .....	43
4.4.6. Desarrollo de la ruta crítica .....	45
4.4.7. Probabilidad de concluir el proceso de manufactura .....	49
4.5.8. Planeación y programación de los costos para el queso Edam.....	51
4.4.9. Desarrollo de la solución modelo de red para el queso Edam .....	55

4.4.10. Calculo Del VAN (Valor Actual Neto) Y Del TIR (Tasa De Interés De Retorno).....	59
4.5.1. Proceso de producción del queso fresco .....	61
4.5.2. Desarrollo del diagrama de flujos para la producción de queso fresco o criollo .....	61
4.5.3. Descripción de la manufactura.....	63
4.5.4. Desarrollo de programa de evaluación y revisión técnica (pert, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica (cpm, critical path method) para el queso fresco o criollo .....	65
4.5.5. Tiempos por actividad.....	66
4.4.6. Desarrollo de la ruta crítica .....	68
4.4.7. Probabilidad de concluir el proceso de manufactura .....	72
4.5.8. Planeación y programación de los costos para el queso fresco o criollo ..	74
4.5.9. Desarrollo de la solución modelo de red para el queso fresco .....	77
4.5.10 Calculo del VAN (Valor Actual Neto) y del TIR (Tasa De Interés De Retorno).....	81
Capitulo V.....	83
PROPUESTA .....	83
5.1. Propuesta.....	83
5.1.1. Planillas de operaciones .....	83
5.1.2. Desarrollo de los diagramas recorridos, analítico y sinóptico .....	87
5.3.2. Seguridad e higiene.....	95
Capítulo VI.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
6.1. Conclusiones .....	97
6.2. Recomendaciones .....	99

ANEXOS .....	101
BIBLIOGRAFIA .....	117

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variedad de quesos producidos por la empresa maya.....	9
Cuadro 2. Descripción de la jornada laboral.....	28
Cuadro 3. Secuencia del modelado real .....	34
Cuadro 4. Actividades y predecesoras inmediatas (queso Edam) .....	41
Cuadro 5. Estimaciones de tiempos (en horas) para manufactura de queso Edam..	44
Cuadro 6. Programación y tiempos de holgura para manufactura del queso Edam	48
Cuadro 7. Estimación de tiempos de producción (Queso Edam) .....	49
Cuadro 8. Costos de manufactura del queso Edam.....	51
Cuadro 9. Costos de producción por proceso para queso Edam .....	52
Cuadro 10. Costos de producción por actividad para queso Edam.....	53
Cuadro 11. Implementación de resultado.....	58
Cuadro 12. Análisis del VAN y TIR (queso Edam) .....	59
Cuadro 13. Actividades y predecesoras inmediatas (queso fresco).....	65
Cuadro 14. Estimaciones de tiempos (en horas) para manufactura de queso Edam	67
Cuadro 15. Programación y tiempos de holgura para manufactura del queso fresco	71
Cuadro 16. Varianza de la ruta crítica (queso fresco o fresco).....	72
Cuadro 17. Costos de manufactura del queso fresco .....	74
Cuadro 18. Costos de producción por proceso para queso fresco.....	75
Cuadro 19. Costos de producción por actividad para queso fresco .....	76
Cuadro 20. Implementación de los resultados .....	80
Cuadro 21. Análisis VAN y TIR (queso fresco criollo) .....	81
Cuadro 22. Planilla de operación (maestro queso) .....	83
Cuadro 23. Planilla de operación (vendedor- chofer) .....	85
Cuadro 24. Planilla de operación (ayudante) .....	86

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica.....	10
Figura 2. Descripción de la cadena de suministros .....	22
Figura 3. Distribución de la leche .....	22
Figura 4. Parámetros de la administración de operaciones de la empresa maya .....	23
Figura 5. Proceso productivo de quesos de pasta fresca.....	25
Figura 6. Proceso productivo de quesos de pasta prensada .....	26
Figura 7. Organigrama de la empresa.....	27
Figura 8. Descripción de las diferentes áreas de la empresa.....	28
Figura 9. Queso Edam .....	31
Figura 10. Queso fresco o criollo.....	32
Figura 11. Diagrama de flujos para el queso Edam .....	36
Figura 12. Distribución de probabilidad Beta.....	43
Figura 13. Desarrollo de CPM, Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method) Para El Queso Edam .....	47
Figura 14. Porcentaje de tiempo para la manufactura de queso Edam.....	53
Figura 15. Diagrama de flujos queso fresco o criollo.....	62
Figura 16. Desarrollo del el método de la ruta crítica (cpm, critical path method) para el queso fresco o criollo.....	70
Figura 17. Porcentaje de tiempo para la manufactura de queso fresco .....	75
Figura 18. Diagrama de recorrido (queso Edam) .....	89
Figura 19. Diagrama sinóptico (queso Edam) .....	90
Figura 20. Diagrama analítico (queso Edam) .....	91
Figura 21. Diagrama de recorridos (queso fresco o criollo).....	92
Figura 22. Diagrama sinóptico (queso fresco o criollo) .....	93
Figura 23. Diagrama analítico (queso fresco o criollo) .....	94

**“ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE QUESO  
“QUESO EDAM Y QUESO CRIOLLO” PRODUCIDOS EN LA EMPRESA “MAYA”  
PROVINCIA MURILLO LA PAZ”**

---

**RESUMEN**

El primer paso que se reanalizó dentro la empresa MAYA para la planeación y programación consistió en desarrollar una estructura desglosada del trabajo, lo cual requiere identificar las actividades que tienen que realizarse en el proceso de la manufactura para los dos tipos de quesos.

Una actividad es un trabajo o una tarea que forma parte de un proceso. Puede haber varios niveles de detalle y cada actividad debe desglosarse en sus componentes más básicos. Para cada actividad se logró identificar tiempo, costo, recursos requeridos, actividades predecesoras e individuos responsables. Posteriormente, se desarrolla un programa de actividades para el proceso dentro la línea de producción

La técnica de revisión y evaluación del programa; por sus siglas en inglés (PERT, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica; por sus sigla inglés (CPM, critical path method) son dos técnicas de análisis cuantitativo que ayudan a los gerentes a planear, programar y supervisar.

Fueron desarrolladas porque existía una necesidad importante de una mejor forma de administrar.

## INTRODUCCION

El presente trabajo trata de mostrar que el concepto del agro negocio alude a todo el proceso interconectado en red que va transformando el producto primario hasta que llega al consumidor final.

La producción agropecuaria es el primer y principal eslabón de toda la cadena productiva y de un sistema mayor compuesto de varias etapas relacionadas entre sí esto no solo se refiere al proceso manufacturero sino al flujo de energía, insumos y dinero, que los integren.

Al hablar de agronegocios nos referimos a una manera de ver y analizar el circuito de producción desde la obtención de su materia prima hasta la oferta al consumidor final Todo este circuito, incluye a las empresas e instituciones.(Nacionales, normas, tecnología y servicios vinculados a este flujo).

Así el agronegocio constituye una manera de integrar a los procesos productivos de cada eslabón como ser los procesos agroindustriales de la carne, leche, maíz, en un conjunto dinámico impulsados por flujo de transiciones económicas.

Al asumir la realidad económica de los sectores primarios, secundarios y terciarios como sistemas conectados entre sí desde una perspectiva sistemática, entonces se visualiza e integran las instituciones y normativas relacionadas al intercambio que se realizan entre los actores de las cadenas y redes.

En Bolivia la producción de leche se ha incrementado de gran manera sin embargo esto solo beneficia al sector agroindustrial debido a que existe un sobre producción de este elemento es por esta razón que se establecen pequeñas micro empresas unifamiliares destinadas a la producción y comercialización de quesos de manera artesanal y también se dedican a la producción de quesos maduros.

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. Antecedentes

**Productos MAYA**, fue fundada por la familia Burgaud-Rospigliozi en 1994, luego de comprobar que el camembert y otros quesos de origen europeo, eran importados por los países vecinos.

De manera artesanal, comenzaron a elaborar quesos gourmet que tuvieron buena acogida en el mercado, por lo que decidieron cualificar su producción pasando cursos especializados en la fabricación de quesos en Francia.

Actualmente, los Productos **“MAYA”** cumple con los más rigurosos estándares de calidad, utilizando procesos normalizados de elaboración para productos lácteos. La variedad y excelencia de sus quesos le ha permitido participar como empresa invitada en exposiciones a nivel nacional. La empresa MAYA se provee de leche de vaca (utilizada para la mayoría de los quesos), de pobladores de zonas periurbanas de la Sede de Gobierno como Callapa, Chinchaya, Chicani, Bajo y Alto Irpavi.

Tradicionalmente en Francia, los quesos se dividen en ocho familias, por esta razón que Productos maya ofrece una variedad dentro de cada una de estas familias. En el (cuadro 1) se presenta el detalle de su oferta.

**Cuadro 1.** Variedad de quesos producidos por la empresa maya

Producto	Variedad
Quesos de pasta blanda	<ul style="list-style-type: none"><li>• Camembert</li><li>• Brie</li><li>• Crotin de la paz</li></ul>
Queso de cabra	<ul style="list-style-type: none"><li>• Crotin de cabra</li><li>• Chavret de la paz</li><li>• Chavret</li></ul>
Quesos azul	<ul style="list-style-type: none"><li>• Blue de la paz</li></ul>
Queso de pasta prensada no cocida	<ul style="list-style-type: none"><li>• Edam</li><li>• Reblochon</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raclette</li> </ul>
Quesos de pasta prensada cocida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruyere</li> </ul>
Queso de pasta fresca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bursin</li> <li>• Provenal</li> <li>• Queso fresco</li> <li>• Requesón</li> </ul>
Quesos fundidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Queso fundido</li> </ul>

Fuente: Empresa MAYA

### 1.1.2. Ubicación geográfica

La Empresa MAYA se encuentra ubicada a al sur este de la sede de gobierno en la meseta de la zona de Achumani.

La zona de Achumani se encuentra a 3200 m.s.n.m. Presenta una precipitación anual de 26.6 mm y un temperatura media de 15 a 25 ° C.

Geográficamente se encuentra localizada a 16°30'00" de Latitud Sur y los 68°08'00" de Longitud Oeste de Meridiano de Greenwich. (Instituto Geográfico Militar)

**Figura 1.** Ubicación geográfica



Fuente: Google Earth

### **1.1.3. Aspectos físico naturales**

La ciudad presenta una topografía bastante accidentada y con planicies altiplánicas, la residencia de los ciudadanos se encuentra en lugares planos también se observa lugares de amplias quebradas dando lugar a mesetas altiplánicas y a la cuenca paceña (Plan Integral La Paz, 2040).

### **1.1.4. Características físico biológica**

La zona de Achumani del municipio de La Paz tiene una temperatura media anual que se encuentra alrededor de 17,3 ° C la temperatura ambiente varía según las estaciones del año observándose que las mayores temperaturas en la estaciones de primavera y verano con un promedio de 15,5 ° C respectivamente.

Las estaciones de otoño e invierno son las más frías del año alcanzando temperaturas de hasta 3°C. Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología (SENAMHI, 2018).

### **1.1.5. Premeditación pluvial**

De acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica de la zona sur nos indica que la precipitación anual es de 50,7 mm y una media anual de 4,2 mm dándonos a conocer que los meses de mayor precipitación pluvial de da en los meses de diciembre hasta marzo (SENAMHI, 2018).

### **1.1.6. Aspectos sociodemográficos**

**a) Idioma:** La Paz es un municipio multi cultural, el idioma predominante es el español en las zonas urbanizadas, sin embargo existen áreas periurbanas donde el idioma es el aymara, esto debido a la migración existente del área rural al área urbana y por la necesidad de comunicación, los hijos tuvieron que aprender el español y como lengua materna se quedó el aymara esto dio origen al bilingüismo existente. En algunas familias migrantes la lengua materna se extinguió por completo debido a los prejuicios de la zona residencial de Achumani (Plan Integral La Paz, 2040).

**b) Población:** según el GAML P, para el 2016 la población del macrodistrito sur fue de 147 mil habitantes concentrando el 15.9% de los habitantes del municipio paceño.

La zona de Achumani está constituida por la clase media pero a su vez la clase media se divide en dos clases sociales media superior y la clase media inferior.

Clase media superior.- está conformada por profesionales, microempresarios, empresarios y asalariados que residen dentro del área urbana de la zona de sur.

Clase media inferior.- está conformada por cuenta propistas como ser albañiles, zapateros, carpinteros, etc. Que residen en su mayoría en las zonas periurbanas de la zona sur de Achumani. (Plan Integral La Paz, 2040).

**c) Aspectos socioeconómicos:** En el área urbana existen pequeñas unidades productivas destinadas a la transformación, y grandes empresas destinadas a la comercialización de productos de manufactura de origen agropecuario y de origen industrial. (Plan Integral La Paz, 2040).

## **1.2. Planteamiento del problema**

No existe de un modelo matemático de programación lineal para evaluar el proceso de producción de quesos Edam y queso criollo fresco en la empresa MAYA.

### **1.2.1. Justificación**

El presente trabajo se realizara con el fin de mejorar las estrategias de producción en la empresa de quesos y así poder minimizar los recursos invertidos y poder mejorando los ingresos económicos de la empresa MAYA.

La principal amenaza para la baja producción de los quesos madurados es la falta del hábito de consumo de este tipo de queso y esto implica que el mercado es muy reducido no pudiendo ser encontrado en mercados de abasto, sino más bien son productos exclusivos para la venta en súper mercados ya que necesita de refrigeración constante y tienen un precio muy elevado para el consumidor final a comparación con el queso fresco que es de consumo masivo.

## **1.3. Objetivos del trabajo dirigido**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Analizar el proceso productivo de dos variedades de queso “queso Edam y queso criollo” producidos en la empresa “MAYA” Provincia Murillo La paz

### **1.3.2. Objetivo específicos**

- Describir el proceso productivo de dos tipos de queso Edam y criollo dentro la Empresa MAYA.

- Plantear el flujo de operaciones en el procesamiento de la empresa MAYA.
- Determinar el organigrama de la Empresa MAYA.
- Proponer nuevas alternativas para implementar dentro de proceso de producción.
- Determinar la rentabilidad de la actividad de los dos tipos quesos.

#### **1.4. Metas del trabajo dirigido**

- Obtener un plan de operaciones para el personal de producción.
- Obtener un manual para un buen manejo de los procesamientos del producto.
- Obtener un documento que describa el flujo organizacional y de operaciones de la empresa.

## CAPITULO II

### REFERENCIAS TEÓRICO, ORGANIZACIONALES Y LEGALES

#### 2.1. Marco conceptual

Según Ponssa (2000), indica que existen tres sectores de producción dentro del sector secundario, es usual referirse a las manufacturas de origen agropecuario (MOA) y a las manufacturas de origen industrial (MOI) las MOA constituyen los proyectos de la agroindustria los mismos se basan en el agregado de valor los productos primarios agropecuarios.

Las empresas existen por muchas razones pero la más importante es que las empresas son organizaciones especializadas dedicadas a administrar el proceso de producción y comercialización entre sus funciones más importantes está la explotación de economías de producción masiva la obtención de fondos y la organización de los factores de producción (Samuelson y Nordhaus 2005).

En Bolivia existen tres tipos de empresas las cuales son la pequeña micro empresa las cuales son por lo general emprendimientos familiares, La mediana empresa que por lo general cuenta con pocos socios, y las grandes empresas que cuenta con muchos socios y capitales grandes según el instituto de investigaciones y capacitación en ciencias administrativas. (I.I.C.C.A. 2010).

#### 2.1.2. Cadena de producción

La función de producción especifica la máxima producción que se puede elaborar con una cantidad determinada de insumos, se define por un estado dado del conocimiento técnico y de ingeniería (Nordhaus, 2005).

**Centro de trabajo:** es un lugar donde se agrupan equipos o funciones similares, como todas las herramientas en otra. Así, la pieza que se está produciendo pasa, siguiendo una secuencia establecida de operaciones, de un centro de trabajo a otro, donde se encuentran las máquinas necesarias para cada operación. En ocasiones, este tipo de distribución se conoce como taller (Richard B. 2009).

**Celda de manufactura:** se refiere a un área dedicada a la fabricación de productos que requieren procesamientos similares. Estas células son diseñadas para desempeñar un conjunto específico de procesos y se dedican a una variedad limitada de productos. Una empresa puede tener muchas células diferentes en un área de producción y cada una de ellas estará preparada para producir con eficiencia un solo producto o un grupo de productos similares. Por lo general, las células están programadas para producir “conforme se necesita” para responder a la demanda actual de los clientes. (Richard B. 2009).

**Línea de ensamble:** se refiere a un lugar donde los procesos de trabajo están ordenados en razón de los pasos sucesivos que sigue la producción de un producto. De hecho, la ruta que sigue cada pieza es una línea recta. Para la fabricación de un producto, las piezas separadas pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado y siguiendo la secuencia necesaria para fabricarlo (Richard B.2009).

### **2.1.3. Sistemas de producción**

Sistema de producción es el conjunto estructurado de actividades agrícolas y pecuarias y no pecuarias establecidas por un productor y su familia para garantizar la reproducción y su explotación económica resultado de la combinación de los medios de producción (tierra capital) y de la fuerza de trabajo en su entorno socio económico (Dufumier cit. en CICDA, 1995).

La producción de queso tiende a incrementarse durante tres meses (noviembre diciembre enero febrero marzo y abril) esto a razón de la abundancia de forraje. (Aliaga, 2006).

Según Mendoza (1991), los vocablos mercadeo y comercialización son sinónimos sin que ello signifique diferenciación de conceptos o de alcance de sus términos.

Según (Harrison et al citado por Mendoza 1991), señala que resulta conveniente considerar el sistema de comercialización como un mecanismo primario para coordinar las actividades de producción y distribución de insumos. Visto de esa manera el mercado, incluirá las actividades de intercambio asociados a la transferencia de derechos de propiedad de un producto.

En el proceso económico en general se, distinguen tres fases: la producción, la circulación y el consumo, asimilando el término de circulación en su aceptación o transferencia de bienes o la comercialización se puede señalar que en la comercialización de productos de manufactura de origen agropecuario es la segunda fase (Mendoza, 1991).

Una cadena productiva es un sistema constituido por actores interrelacionados y por una sucesión de operaciones de producción, transformación y comercialización de un producto o grupo de productos en un entorno determinado (Camacho, 2004).

#### **2.1.4. Concepto de comercialización**

La comercialización o mercadeo (son términos sinónimos), usualmente es analizada como un “sistema” en razón de estar conformada por un complejo de estructuras diversas (de orden técnico, económico, político, institucional, sociológico y otros), que se ligan entre sí por relaciones relativamente estables (Mendoza, 1990).

La comercialización se entiende como el conjunto de actividades en donde se adquieren los elementos necesarios para la producción hasta que el producto es llevado a la persona que lo va a consumir (Meléndez, 1984).

La comercialización de los productos agropecuarios es mucho más que el proceso por medio del cual los productos se llevan desde el productor hasta el consumidor, involucra alimentos, materias primas, insumos y en general bienes y servicios, pero ante todo es el resultado del esfuerzo del hombre, individual e institucionalmente, mediante el cual logra superar una serie de conflictos para llegar a una coordinación entre la producción y el consumo (Meléndez, 1984),

Por lo tanto, la comercialización de los productos es vista como un sistema estable, que coordina la producción con el consumo, conformando de esta manera los tres pilares del proceso económico: producción, distribución y consumo (Mendoza, 1990).

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Investigación de operaciones**

Las primeras actividades formales de la investigación de operaciones se iniciaron en Inglaterra en la segunda guerra mundial cuando un equipo de científicos empezó a tomar decisiones con respecto a la mejor utilización de material bélico. Al término de la guerra, las ideas formuladas en operaciones militares se adoptaron para mejorar la eficiencia y la productividad en el sector civil. (Handy A. Taha, 2012).

### **2.2.2. Programación lineal**

La programación lineal (P.L.) se refiere a varias técnicas matemáticas utilizadas para asignar, en forma óptima, los recursos limitados a distintas demandas que compiten por ellos. La PL es el más popular de los enfoques que caben dentro del título general de técnicas matemáticas para la optimización y se ha aplicado a muchos problemas de la administración de operaciones. (Richard B. 2009).

La programación lineal está teniendo enorme aceptación en muchas industrias en razón de la disponibilidad de información detallada de las operaciones y el interés por optimizar los procesos para reducir los costos. (Richard B. 2009).

### **2.2.3. La técnica de revisión y evaluación del programa (PERT) y el método de la ruta crítica (CPM)**

En 1958 la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Estados Unidos desarrolló la técnica de revisión y evaluación de programas (PERT) para planear y controlar el programa del misil Polaris. Este proyecto implicaba la coordinación de miles de contratistas. En la actualidad PERT se usa todavía para supervisar un sin número de programas contratados del gobierno. Aproximadamente en la misma época (1957), J. E. Kelly de Remington Rand y M.R. Walker de du Pont desarrollaron el método de la ruta crítica (CPM). En un principio, el CPM se utilizó para ayudar en la construcción y mantenimiento de las plantas químicas en du Pont (Render, 2012).

La técnica de revisión y evaluación del programa (PERT, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica (CPM, critical path method) son dos técnicas de análisis cuantitativo que ayudan a los gerentes a planear, programar,

supervisar y controlar proyectos grandes y complejos. Fueron desarrolladas porque existía una necesidad importante de una mejor forma de administrar. (Render, 2012).

### **2.2.3. Diagrama de flujo del proceso**

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y por ende, reducir sus costos. (Niebel, Freivalds 2009).

### **2.2.4. Producción de queso**

La población boliviana consume queso en la medida de sus posibilidades económicas sin embargo, los quesos que se comercializan en el mercado son los quesos regionales, como el chaqueño, menonita y quesos provenientes de industrias queseras en volumen industrial elaborados por el grupo PIL o los quesos San Javier. (Nueva Economía, 2010).

En el caso de los quesos maduros, recién, desde mediados de los 90, existe una oferta en Bolivia con la apertura de emprendimientos artesanales y semi artesanales. (Nueva Economía, 2010).

Un estudio de mercado realizado en las ciudades de La Paz, El Alto, Cochabamba y Oruro sobre el queso y algunos derivados impulsado por el Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano (PDLA) señala que 52% de las personas “siempre” compran queso criollo. (Nueva Economía. 2010).

El consumo, el queso criollo ocupa un 71%, el menonita 6%, el collana 4%, el Chaqueño 6% y los argentinos procesados 1%. (Nueva Economía, 2010).

## **2.3. Marco legal**

La Ley N° 947 del 11 de mayo del 2017 LEY DE LA PEQUEÑA MICRO EMPRESA

***El capítulo I.*** La Ley establece que el gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia incentiva la creación y el desarrollo de pequeñas unidades productivas en el marco de la economía plural orientadas a mejorar la calidad de vida y el vivir bien.

***El capítulo II.*** La Ley establece las características que tiene la pequeña micro empresa el aspecto de la mano de obra que interviene el acceso a la maquinaria y tecnología al mismo tiempo la caracteriza según su formación de producción en tres grupos y también la caracteriza según sus características económicas.

***El capítulo III.*** La Ley establece que a través del ministerio de desarrollo productivo y economía plural se realizara un registro de las pequeñas micro empresas para el mecanismo de comercio legal dentro del estado plurinacional de Bolivia.

***El capítulo IV.*** La Ley establece que en base los datos obtenidos se realizarán las políticas para el desarrollo de las pequeñas micro empresas.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INTERVENCIÓN

#### 3.1. Tipos De Intervención

El tipo de intervención que se realizó dentro la empresa MAYA es el *tipo diagnóstico propuesta* para lo cual se realizó un diagnóstico de la condición actual de cada uno de los procesos de producción y sus variables en base a la indagación de los tiempos de producción o capacidad de producción en línea para poder proponer medidas y opciones a cada variable identificada dentro la capacidad de producción o al proceso productivo en la empresa MAYA.

#### 3.2. Universo o población de estudio

Según registros de funda empresas, Fermype y Conamype el municipio de La Paz cuenta con pocas empresas destinadas a la manufactura de origen agropecuario (MOA) debido a la inexistencia de producción de materia prima (en este caso particular leche ) esto debido a la expansión de las zonas urbanas en el municipio de la paz.

#### 3.3. Determinación de la muestra

La empresa MAYA lleva veinte cuatro años en la producción de alimentos de origen lácteo como ser las diferentes variedades de quesos de origen europeo, yogurt mantequilla con ajo entre otros.

La empresa MAYA es la única empresa procesadora de productos lácteos hasta la fecha en el municipio paceño según funda empresa.

#### 3.4. Selección de métodos y técnicas

El método empleado para el estudio de la empresa, es el método exploratorio y descriptivo.

Según Sampieri (2014), los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tiene muchas dudas o no se ha abordado antes es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay quías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el

problema de estudio, o bien si deséanos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.

Según Sampieri (2014), en los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis es decir únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conjuntos o variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es como se relacionan estas.

### **3.5. Instrumentos de relevamiento de información**

#### **3.5.1. Relevamiento de datos primarios**

**Investigación documentada:** en este tipo de investigación nos basamos en fuentes de carácter documental con esto nos referimos cualquier documento relacionado al tema de producción.

Durante el proceso de investigación se exploró todo el proceso de producción de las dos variedades de queso (queso Edam y queso fresco o criollo).

#### **3.5.2. Relevamiento de datos secundarios**

**Investigación campo:** tiene como objetivo describir y recoger datos de forma ordenada y sistemática relacionada al proceso de producción. Se apoya en información que proviene entre otras de entrevista, cuestionarios y observación.

Se realizó la investigación en el departamento producción por medio de la entrevista, cuestionarios y observación donde se identificó las variables dentro de cada proceso en el ciclo de producción del queso Edam y queso criollo.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Marco Técnico

##### 4.1.1. Cadena de suministros

La tendencia central de la administración en cadena de suministro es aplicar el enfoque de un sistema completo a la administración del flujo de información, materiales y servicios, provenientes de proveedores de materias primas, mientras pasan por el proceso de manufactura y los almacenes, hasta llegar al consumidor final.

El punto focal es optimizar las actividades centrales a efecto de maximizar la velocidad de respuesta ante los cambios de las expectativas de los clientes.

**Figura 2.** Descripción de la cadena de suministros

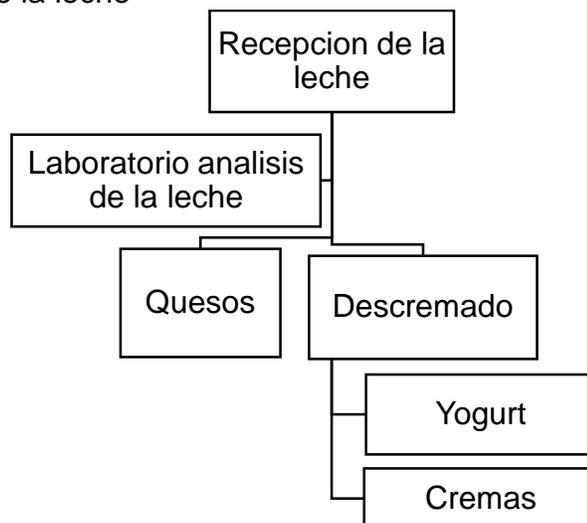


Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.2. Distribución de la leche

El realiza acopio de la leche conforme a los requerimientos de la empresa MAYA para su aceptación y posterior uso dentro la empresa.

**Figura 3.** Distribución de la leche



Fuente: Elaboración propia

Durante el proceso de manufacturación de las dos variedades de quesos, se realiza una planificación conforme a los requerimientos de los clientes .Una vez realizada la recepción y el análisis de la leche se determina que proceso de transformación sufrirá la leche.

### 4.1.3. Evaluación del proceso de producción

#### 4.1.3.1. Administración de operaciones

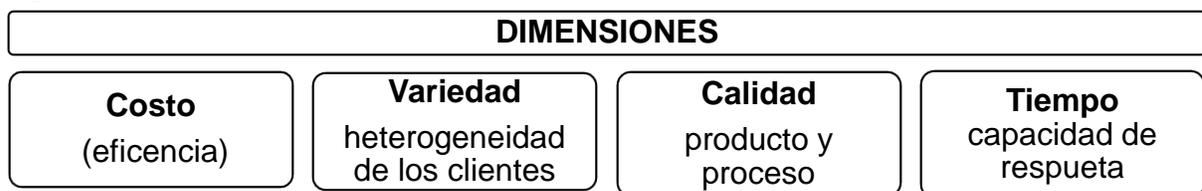
La administración de operaciones se estructura en cuatro grandes espacios que son Los costos que se relacionan con la eficiencia de los procesos.

La Variedad o heterogeneidad de los clientes y productos.

La Calidad que está relacionado con el producto y el proceso.

El tiempo que está relacionado con la capacidad de respuesta de la cadena de producción.

**Figura 4.** Parámetros de la administración de operaciones de la empresa maya



Fuente: Elaboración propia

Este estudio se realizó conforme al sistema de producción de la empresa y se procedió a proponer el mejoramiento del sistema de fabricación. Para este caso analizaremos los siguientes indicadores:

Velocidad de flujo o rendimiento: el número de unidades que pasan a través de proceso por unidad de tiempo.

Tiempo de proceso: tiempo que toma procesar una o varias unidades.

Tiempo de ciclo: tiempo entre unidades sucesivas que salen de un proceso.

Inventario: número de unidades que se encuentran en el sistema en un tiempo dado

Unidades: materia prima productos en proceso o productos terminados.

En base al modelo de producción de la fábrica se identificara la capacidad de cada operación.

Una vez realizado los cálculos de capacidad para cada operación se lograra identificar el cuello de botella, identificaremos la capacidad de proceso.

Cuello de botella = capacidad menor = capacidad del proceso

Una vez identificado la velocidad de flujo del proceso y la capacidad de cada operación se calcula la utilización de tiempo y tiempo de holgura.

A su vez se realizará el cálculo de productividad laboral dentro la empresa

Productividad laboral: son las unidades trabajadas en un proceso dado sobre un tiempo requerido para producir dicha unidad.

Se analizara todo el proceso productivo desde, el almacenamiento de materia prima, pasando por el proceso de transformación que sufre la leche, hasta el producto final que llega ser queso maduro o fresco terminando en el sellado al vacío del queso para su posterior comercialización.

## **4.2. Análisis de la situación actual – diagnosticó del proceso**

### **4.2.1. Descripción de la empresa**

La empresa MAYA dedicada a la producción de quesos madurados reinicia sus operaciones el 8 de marzo del año 2000 en la ciudad de La Paz a efectos de satisfacer la demanda existente de alimentos en el mercado de los quesos madurados convirtiéndose la primera empresa destinada a este rubro.

La empresa MAYA se encuentra en la ciudad de La Paz en la meseta de Achumani Se crea por iniciativa de la familia Burgaud-Rospigliosi dedicándose primeramente a la producción de quesos de origen europeo.

Posteriormente la empresa es adquirida por el Lic. Antonio Helmut Kiering con él se inicia con la producción de queso fresco o criollo.

#### **4.2.1.2. Razón social**

##### **Misión**

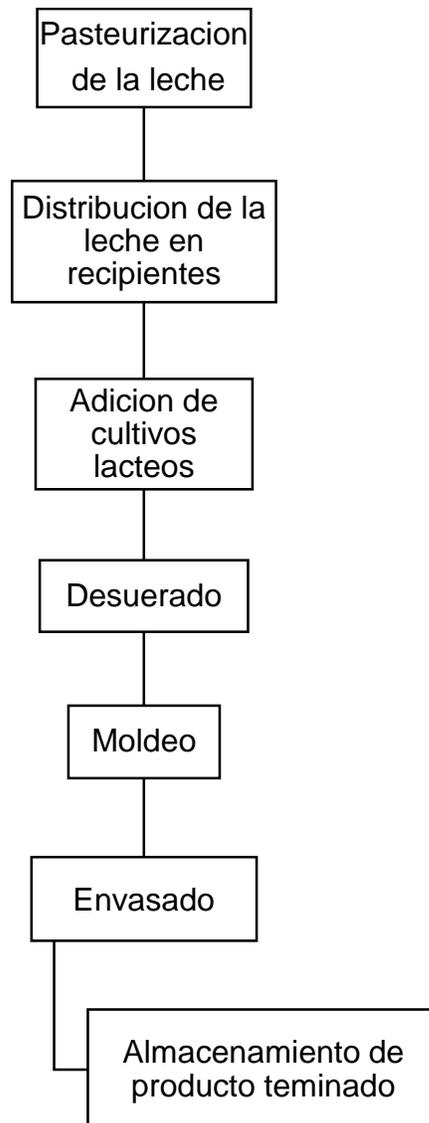
Ser una empresa competitiva en el mercado nacional de productos lácteos, apoyando al desarrollo y generación de industrias agroalimentarias en el país buscando el reconocimiento de nuestros productos por su calidad, innovación y precio Justo.

## Visión

Transformar, producir y comercializar productos lácteos, de calidad para el mercado nacional dirigido por un equipo comprometido con el desarrollo de nuestro país y con sólidos principios de ética orientados a servir de la mejor manera posible a nuestros clientes y consumidores.

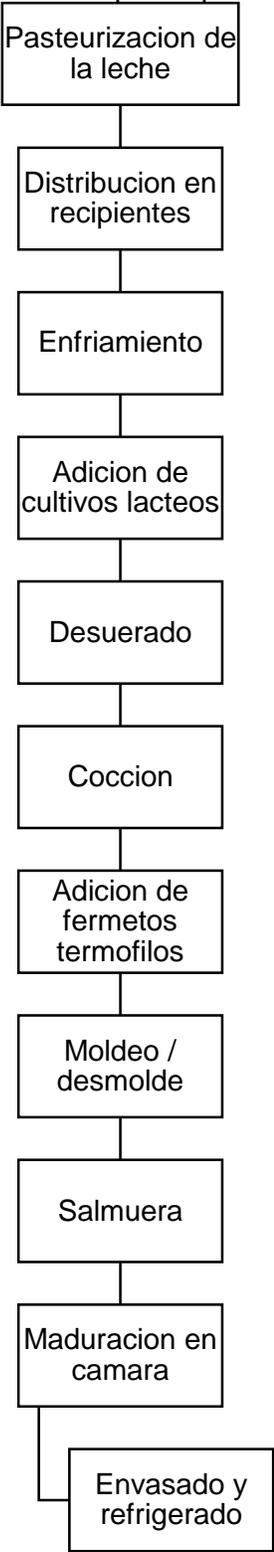
### 4.2.2 Descripción Por Proceso Del Producto

**Figura 5.** Proceso productivo de quesos de pasta fresca



Fuente: Empresa MAYA

**Figura 6.** Proceso productivo de quesos de pasta prensada

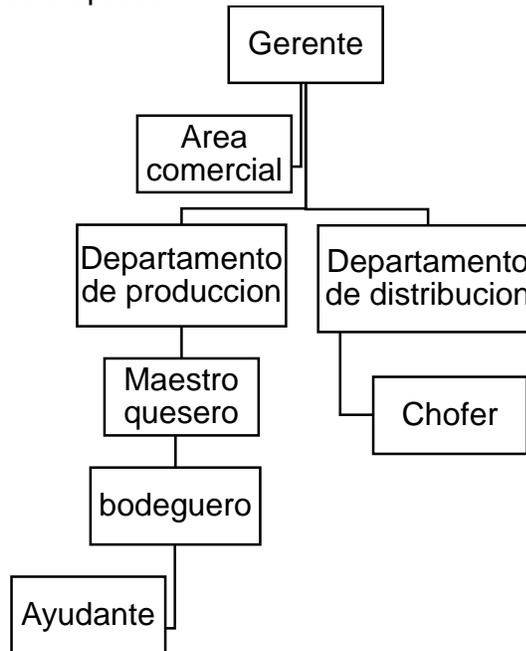


Fuente: Empresa MAYA

### 4.2.3. Organigrama de la empresa

La empresa MAYA cuenta con cuatro empleados, un maestro quesero, un ayudante, un bodeguero, un chofer los cuales son trabajadores que cumple una jornada laboral de ocho horas.

**Figura 7.** Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

**Maestro quesero:** es el encargado de controlar las cantidades necesarias de insumos para la producción y elaboración de los quesos durante el día.

**Ayudantes:** son los encargados de mantener los insumos y los materiales limpios y en orden y es el encargado de embolsar y posteriormente sellar el producto al vacío con el respectivo etiquetado.

**El bodeguero:** es el encargado de proporcionar un orden y seguimiento a las diferentes cámaras de maduración de los quesos y sus respectivos tratamientos de curación, También se encarga de trasladar el producto al almacén de producto terminado para su posterior comercialización.

**Chofer:** es el encargado de transportar la mercadería a los diferentes supermercados, restaurantes y tiendas ecológicas del municipio de La Paz.

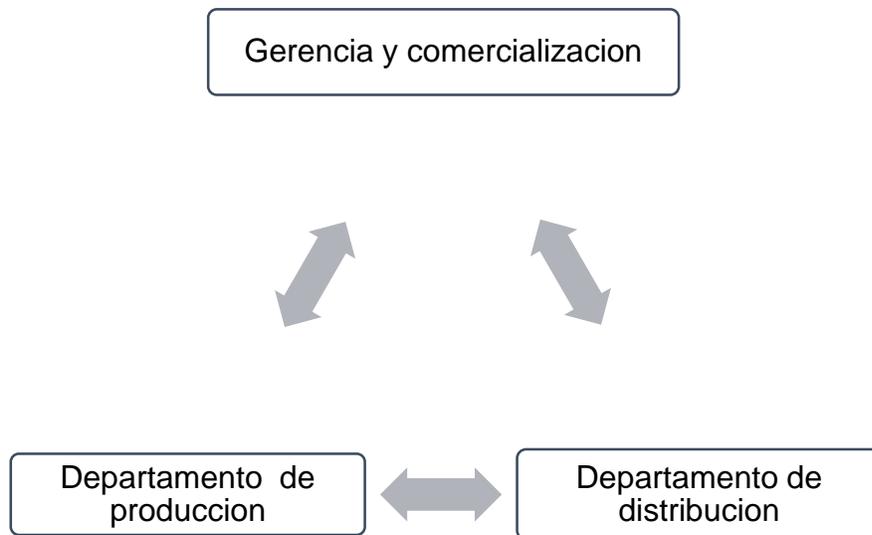
**Cuadro 2.** Descripción de la jornada laboral

<b>N</b>	<b>Mano de obra directa</b>	<b>Horarios</b>	<b>Turno</b>
1	Maestro quesero	8:00 - 15:00	1turno
2	Ayudante	8:00 - 15:00	1turno
3	Bodeguero	8:00 - 15:00	1turno
4	Chofer	8:00 - 15:00	1turno
<b>Mano de obra indirecta</b>			
1	Gerente Gral.		
2	La esposa de gerente (bodeguero)	8:00 – 15:00	1 turno

Fuente: Empresa MAYA

#### 4.2.4 Descripción de las diferentes áreas

**Figura 8.** Descripción de las diferentes áreas de la empresa



Fuente: Elaboración propia

##### 4.2.4.1. Gerencia y comercialización

La gerencia es la encargada de adquirir los distintos insumos y el equipo necesario para la elaboración de quesos dentro de la empresa, al mismo tiempo es la encargada de comercializar. La empresa solo realiza la elaboración de los quesos a pedido de los supermercados, restaurantes y clientes.

#### 4.2.4.2. Departamento de producción

Se encarga de la elaboración de los quesos y surtir el pedido de los clientes en coordinación con la gerencia para su posterior comercialización.

#### 4.2.4.3. Departamento de distribución

Es el encargado de transportar los productos requeridos por los clientes a los principales centros de comercialización o restaurantes que realizan los pedidos.

#### 4.2.5. Descripción del equipo y maquinaria

La Empresa MAYA cuenta con los siguientes equipos para la elaboración de los quesos (Descripción de maquinaria y equipo anexo 1).

- Analizador lácteo
- Pasteurizador
- Cocina surge original semi industrial 3 hornillas 1.34 m.
- Descremadora
- Balanza electrónica kretz con torre
- Moldes
- Selladora al Vacío
- Prensa

#### 4.2.6. Descripción de los insumos

**Leche fluida:** se entiende con este nombre a la leche a la leche a granel higienizada, enfriada y mantenida 5°C. Sometida opcionalmente pasteurización y homogenización de materia grasa, transportada desde los lugares de producción o ya sea desde una industria láctea a otra. (Empresa MAYA, 2000).

**Agua destilada:** (H<sub>2</sub>O) es un compuesto químico inorgánico formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O). Hay que distinguir entre el agua potable y el agua pura, pues la primera es una mezcla que también contiene sales en solución; en cambio el agua destilada no contiene sales solubles, es por esto que en laboratorio y en otros ámbitos se usa agua destilada. (Empresa MAYA, 2000).

**Colorante de achiote:** es una especie de color rojizo-amarillento de la semilla del arbusto homónimo (cuyo nombre botánico es: *Bixa orellana*). El achiote contiene

xantófila y carotenoide oxigenado. Se trata de una mezcla de los colorantes *bixina* y *norbixina*, si bien este último es resultado de la saponificación de la bixina. (Empresa MAYA, 2000).

**Cuajo:** es una sustancia presente en el estómago de los mamíferos rumiantes. Contiene principalmente la enzima llamada rennina (EC 3.4.23.4), también conocida como quimosina, utilizada en la fabricación de quesos, cuya función es separar la caseína (el 80% aproximadamente del total de proteínas) de su fase líquida (agua, proteínas del lactosuero y carbohidratos), llamado suero instituto boliviano de normativa de calidad (I.B.NOR.CA. 2010).

En la elaboración de algunos quesos se emplean cuajos de origen vegetal, que suelen provenir de la flor del cardo (*Cynara cardunculus*). (Empresa MAYA, 2000).

**Cultivos lácteos:** Son bacterias seleccionadas por los cambios que pueden producir y que poseen una serie de características comunes como ser fermentadoras de carbohidratos, productoras de ácido, ser ácido tolerantes, gram positivas, no esporuladas, catalasa negativa, incapaces de reducir los nitratos, preferentemente anaeróbicas y usualmente no móviles. Microorganismos involucrados.

Los géneros empleados en quesería pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus*. Hay bacterias de los géneros *Pediococcus* y *Enterococcus* que se han encontrado en quesos muy madurados, pero que no se emplean en los cultivos lácteos por motivos diversos. (I.B.NOR.CA. 2010).

**Cloruro de calcio:** ( $\text{CaCl}_2$ ) es una sal de calcio muy utilizada como aditivo alimentario. En la elaboración de quesos, se utiliza para reforzar el contenido en calcio de una leche que ha sido pasteurizada, proceso que en parte destruye el calcio natural. La falta de calcio impide un cuajado efectivo y con ello la elaboración. Es importante aclarar que el cloruro de calcio tiene una capacidad limitada a la hora de facilitar un cuajado y si se aplica a una leche tratada por el método UHT y de calidad dudosa es más que probable que no seamos capaces de cuajar un queso por mucho cloruro que pongamos. (Com. Per. Antonio Kiering).

**Fermentos termófilos:** cultivo láctico compuesto por varias cepas de las especies strepto-coccus, salivarius subsp.termophilus y Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus para la utilización en la industria láctea, en particular para la producción de queso por su elevada actividad permite alcanzar acidificaciones rápidas aún en condiciones difíciles, pudiendo aumentar la producción diaria de quesos hasta en un 30%. Por estas características, estandariza la calidad y las propiedades organolépticas de los quesos, protegiéndolos de posibles contaminaciones es recomendado para todo tipo de queso de masa hilada, blanda y semidura tipo: Mozzarella, Provolone, Caccio Cavalo, Cremoso, Magro, Cuartirolo, etc. (IBNORCA, 2010).

**Sal:** Se trata del cloruro sódico, que puede hallarse en el agua de mar o en algunas masas sólidas. La sal se utiliza como condimento (para sazonar las comidas) y para la conservación de carnes. Denominada en su forma mineral como halita es un compuesto químico con la fórmula NaCl (Com. Per. Antonio Kiering).

#### 4.2.7. Descripción del producto

##### 4,2.7.1. Queso Edam:

**Origen:** holandés.

**Descripción:** Queso de textura firme, semi duro, madurado, de color marfil a amarillo

**Presentación:** Envasado al vacío en bolsas plásticas especiales para quesos, con un peso aproximado de 400 g.

**Vida útil:** Dos meses. Conservar refrigerado entre 4° - 6° C.

**Figura 9.** Queso Edam



Fuente: Empresa MAYA

#### 4.2.7.2. Queso fresco o criollo:

**Origen:** varios países.

**Descripción:** Queso fresco de elaboración artesanal con leche pasteurizada de vaca.

**Presentación:** Envasado al vacío en bolsas plásticas especiales para quesos, con un peso aproximado de 800 g.

**Vida útil:** Veinte días. Conservar refrigerado entre 4° - 6° C.

**Figura 10.** Queso fresco o criollo



Fuente: Empresa MAYA

#### 4.2.8. Descripción de las instalaciones

La empresa MAYA cuenta con siguientes instalaciones:

- Una sala de producción destinada para el acopio de la materia prima y posterior elaboración primaria de queso.
- Una sala destinada al moldeado de queso.
- Un laboratorio destinado para la evaluación de la calidad de la leche y el cálculo de insumos.
- Una cámara de maduración para los quesos de pasta blanda.
- Una sala de almacén de insumos, pesaje del queso y posterior sellado al vacío.
- Una cámara de maduración atemperada con una temperatura de 15 - 20 c.
- Una cámara de maduración con luz ultra violeta.
- Una cámara de maduración húmeda.
- Un almacén de producto terminado donde se encuentran los productos listos para ser comercializados.
- Un almacén de herramientas y gas.

- Dos baños para los empleados y sus respectivos vestidores.
- Un garaje para el respectivo ingreso y egreso de mercadería.
- Una oficina para las labores del gerente general.

#### **4.2.9. Descripción de los servicios básicos**

La empresa MAYA cuenta con todos los servicios básicos como ser:

- Alcantarillado
- Energía eléctrica
- Gas natural
- Agua potable
- Vías de acceso

#### **4.2.10. Descripción aspectos administrativos**

**Nombre de la empresa:** MAYA (destinada a la producción y comercialización de quesos madurados).

**Situación jurídica:** una empresa en formación.

**NIT:** 3427526019

**Registro SENASAG:** 0402030300001

**Registro:** funda empresas.

**Propietario:** Lic. Antonio Helmut Kiering Von Borris

**Sede social:** Achumani meseta calle 3.

#### **4.2.11. Descripción de la gestión en seguridad y salud ocupacional**

La empresa cuenta con dos extintores un extintor se encuentra ubicado en la entrada a la sala de operaciones y el otro en la sala de insumos.

Los problemas de salud que pueden ocurrir en el trabajo son los siguientes:

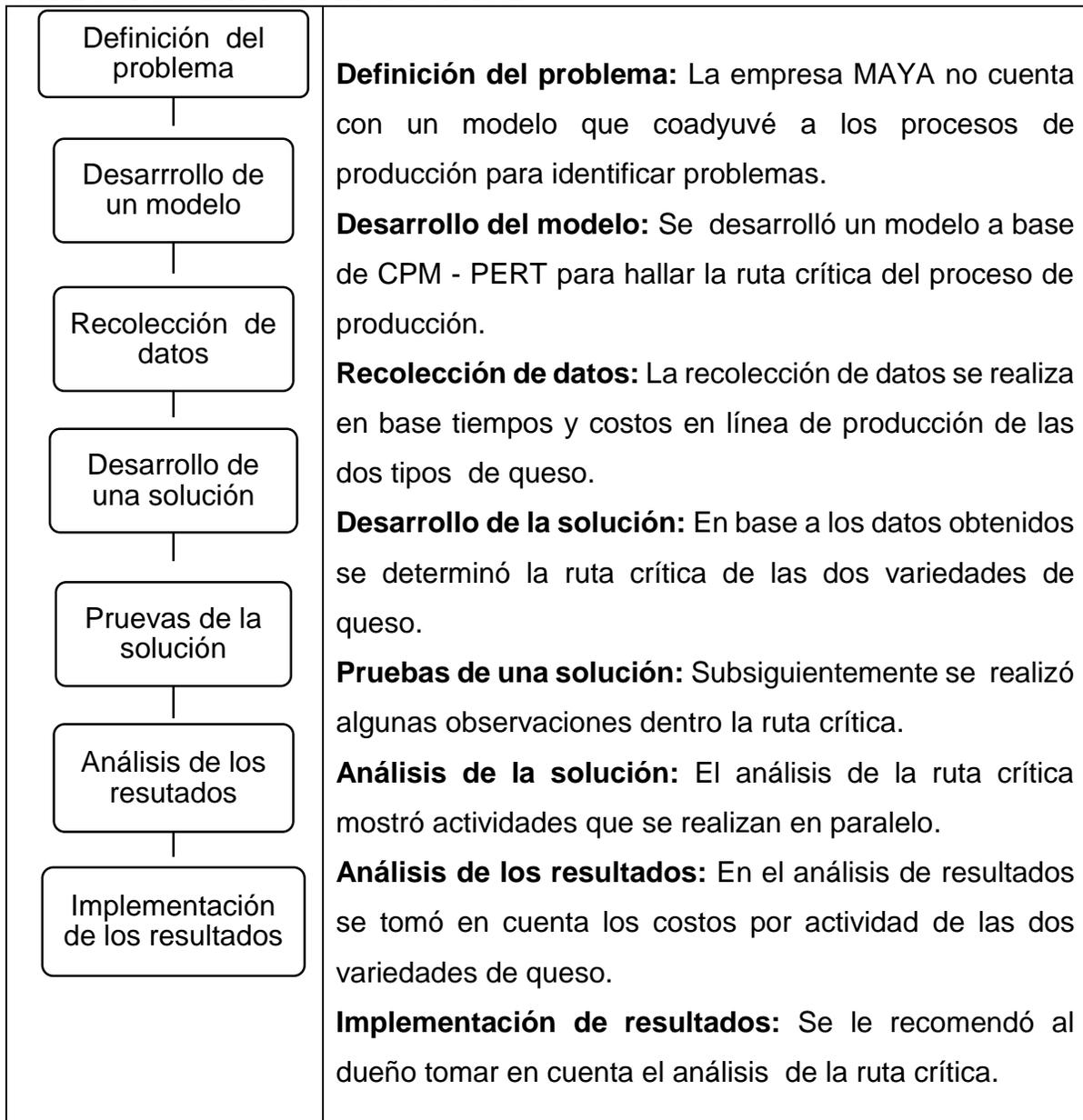
- Cortaduras fracturas y torceduras
- Trastornos por movimiento respectivo
- Resfriados u otras enfermedades por cambio de temperatura brusco
- Quemadura

La empresa no realiza ningún tratamiento de residuos o desecho esto debido a que su forma de producción es artesanal y en armonía con el medio ambiente.

Pero como en toda pequeña micro empresa destinada a la producción de queso existe un alto uso de agua potable.

### 4.3. Secuencia del modelado real para dos variedades (queso fresco y queso Edam) de queso en la empresa MAYA

**Cuadro 3.** Secuencia del modelado real



Fuente: Elaboración propia basada en industrial Management - data Systems

#### **4.4. Gestión por proceso**

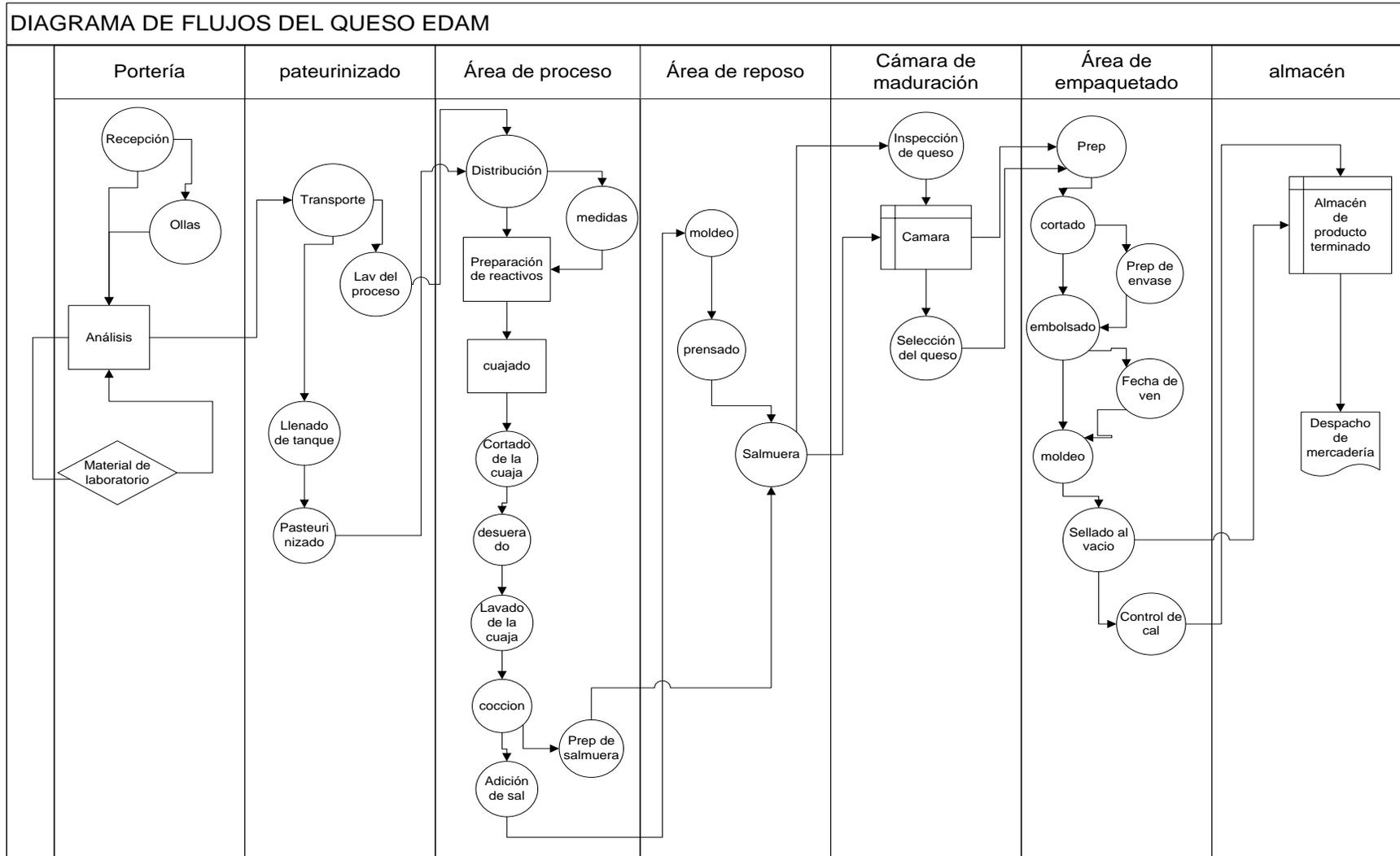
##### **4.4.1. Proceso de producción del queso Edam**

- **Materia prima**
  - Leche entera
- **Insumos**
  - Agua tratada
  - Colórate
  - Cultivos lácteos
  - Sal nitrito
  - Cuajo líquido o en pastillas
  - Clorura de calcio
  - Sal
- **materiales**
  - recipientes de aceró inox
  - Cuchillos
  - Liras de corte
  - Moldes
  - Termómetro
  - Balanza
  - Equipo de laboratorio
  - cocina

##### **4.4.2. Desarrollo del diagrama de flujos para la producción de queso Edam**

El desarrollo del diagrama de flujos nos ayudó a identificar los procesos y las actividades que conlleva cada proceso dentro el proceso de manufactura para el queso Edam

**Figura 11.** Diagrama de flujos para el queso Edam



Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.3. Descripción del proceso**

**Análisis:** Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color). La acidez de la leche debe estar entre 6,4 y 6,6 de pH.

**Recepción:** La leche de buena calidad se pesa para conocer la cantidad que entrará a proceso. La leche debe filtrarse a través de un tamiz, para eliminar cuerpos extraños.

**Pasteurización:** Consiste en calentar la leche a una temperatura de 65°C por 30 minutos, para eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, para luego producir un queso de buena calidad.

**Atemperado:** La leche pasteurizada se enfría a una temperatura de 37-39 °C, pasando agua fría por al redor del recipiente.

**Adición de colorante de achiote:** El colorante más usado es el extracto de la semilla de achiote, ya sea en polvo, en pastillas o en solución.

Se emplean 20 cc de éste para 100 kg de leche el colorante se mezcla con la leche antes de agregar el cultivo o el cloruro de calcio, porque si se agrega después se presenta una coloración dispareja en el queso.

**Adición de sal de nitrito:** Se agrega en forma de solución en agua, 15 gramos para 100 kg de leche. Eso se hace con el fin de disminuir el peligro de que se presenten defectos posteriores en el queso, como la hinchazón.

**Adición de cloruro de calcio:** Esto ayuda a la coagulación de la leche, sobre todo si ésta es pobre en calcio.

El cloruro de calcio se agrega en forma de solución, 30 gramos para 100 kg de leche. Se adiciona a la leche y se remueve durante 3-5 minutos más.

**Adición del cultivo láctico:** Cuando la leche esta pasteurizada se agregar cultivo láctico (Str. Lactis, Str. Cremoris, el Str. Diacetilactis y el leuconostoc citrovorum.) Se debe emplear cultivo normal al 1%. Antes de agregarlo se debe verificar que no tenga contaminaciones, luego se agita y se saca la cantidad necesaria.

Después de agregar a la leche, distribuyéndolo por la superficie y se remueve continuamente algunos minutos más.

**Adición del cuajo:** Se añade 2 pastillas para 100 kg (siga las instrucciones del fabricante). Se agita la leche durante un minuto para disolver el cuajo y se deja en reposo para que se produzca el cuajado, lo cual toma de 20 a 30 minutos a una temperatura de 38-39 °C.

**Corte:** La masa cuajada se corta, con una lira o con cuchillos, en cuadros pequeños para dejar salir la mayor cantidad de suero posible. Para mejorar la salida del suero debe batirse la cuajada. Esta operación de cortar y batir debe durar 10 minutos y al finalizar este tiempo se deja reposar la masa durante 5 minutos.

**Desuerado:** Consiste en separar el suero dejándolo escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque o recipiente donde se realizó el cuajado. Se debe separar entre el 70 y el 80% del suero.

**Lavado de la cuajada:** La cuajada se lava para eliminar residuos de suero y bloquear el desarrollo de microorganismos dañinos al queso. Se puede asumir que por cada 100 kg de leche que entra al proceso, hay que sacar 35 kg de suero y reemplazarlo con 30 kg de agua tibia (35°C), que se escurren de una vez.

**Desuerado:** se procede a desuerado por segunda vez para la posterior cocción de la masa.

**Cocción:** el proceso de cocción de la cuaja se realiza durante 15-20 min a una temperatura de 55 ° C.

**Adición de fermentos termófilos:** Con un óptimo de 37-45° C, se utilizan cuando la temperatura de calentamiento de la cuajada es elevada (45-54° C), y están formados por una o varias cepas de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* y *Lactobacillus lactis*. El fermento debe producir la proporción de ácido requerida, no debe ocasionar sabores desagradables y debe conferir a la cuajada las condiciones necesarias para el desarrollo del sabor buscado.

**Moldeado:** Los moldes, que se emplean son de acero inoxidable y de plástico PVC, cuadrados o redondos, se cubren con un lienzo y se llenan con la cuajada. En este momento, se debe hacer una pequeña presión al queso para compactarlo mejor. Este queso no se prensa, solamente se voltean los moldes tres veces a intervalos de 15 minutos. Seguidamente, se deja reposar por 3 horas y luego se sacan los moldes y se guarda el queso en refrigeración.

**Salmuera:** Se dispone la preparación de la solución salina (salmuera) a una concentración de sales del 20% se controla su estado higiénico. Además, controle la temperatura (10 - 12° C). Se sacan los quesos de la prensa y se introducen en el tanque de salado. Se dejan el tiempo necesario de acuerdo con el peso del queso.

**Cámara de maduración;** Se prepara la cámara de maduración controlando la temperatura (15-18° C), humedad (50%), aireación, pH (5-6). De la cámara.

Se colocan los quesos en los estantes. Se dejan allí durante dos meses, volteándolos a diario y controlándolos higiénicamente. Así se logrará el desarrollo óptimo de las características físicas típicas de sabor, color, cuerpo, textura y olor.

**Manejo del queso Edam:** Este queso generalmente no se empaca. Solamente cuando se realiza la presentación en tajadas y lonjas.

Este queso se puede mantener al medio ambiente en un lugar fresco o refrigerado a 4-5° C de temperatura. Se puede conservar por un mes o más.

**Almacenado:** Se debe almacenar en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos se debe tener un control constante para evitar la propagación de microorganismos dañinos. El almacenamiento no debe ser mayor de 15 días ya que esto genera pérdidas económicas a la empresa.

**Fragmentado y Pesaje:** Este proceso se realiza una vez confirmado el pedido. La empresa, provee este tipo queso en sus dos presentaciones de 400 gramos y 250 gramos.

**Envasado:** El envasado, se hace con material que no permita el paso de humedad. Por lo general se usa un bolsas de plástico para el envasado y se sella al vacío para su posterior comercialización.

## **Proceso de elaboración**

### **Para elaborar queso Edam se procede así:**

- Filtrar y pasteurizar la leche fresca a 63° C por 30 minutos
- Agregar colorante en solución usando 20 cc para 100 kg de leche a 30-32° C
- Agregar Cultivo Normal al 1%
- Agregar la sal de nitrito en solución empleando de 15 gramos para 100 kg de leche
- Agregar cloruro de calcio en solución aplicando de 30 gramos para 100 kg de leche
- Agregar el cuajo en cantidad suficiente para coagular la leche en 25-30 minutos.
- Cortar la cuajada finamente
- Dejar 5 minutos en reposo y luego agitar suavemente durante 5 minutos.
- Extraer una tercera parte del suero
- Agregar agua a 32° C y agitar
- Extraer el suero hasta ver la cuajada.
- Extraer todo el suero
- Cortar la cuajada e introducirla en los moldes
- Prensar el queso
  - Prensar de 15 a 20 minutos y voltearlos
  - Prensar durante 1 hora y voltearlos
  - Prensar durante 1 hora y voltearlos
  - Prensar durante 1 hora, voltearlos y dejarlos así hasta el día siguiente
- Pesar los quesos
- Se procede a reposar el queso en salmuera durante
- Colocarlos sobre la mesa de trabajo, dejarlos escurrir y secar al medio ambiente
- Madurarlos durante 15 - 30 días, volteándolos diariamente
- Mantenerlos en lugar fresco o refrigerado a 4 – 5 ° C.

## **Control de calidad**

El producto no debe contener impurezas ni mal sabor, debe cuidarse de obtener un producto de color amarillo crema debido al colorante de achiote.

Durante la evaluación se toma muy en cuenta los siguientes aspectos:

- Forma y presentación
- Corteza
- Aroma y sabor
- Textura

### Calculo de rendimiento y porcentaje rendimiento

Durante el proceso de elaboración del queso Edam se emplearon 100 kg de leche de ganado vacuno se obtuvo un peso total de 9.345 Kg de queso en base al dato obtenido se hizo el cálculo de rendimiento para el proceso de fabricación del queso Edam.

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ kg de leche} \longrightarrow 100 \% \\
 9.345 \text{ kg de queso} \longrightarrow \% \\
 \% = \frac{9.345 \text{ kg} \times 100 \%}{100 \text{ kg}} \\
 = 9.345 \%
 \end{array}$$

- El rendimiento del proceso es de 9.345 %.

#### 4.4.4. Desarrollo de programa de evaluación y revisión técnica (pert, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica (cpm, critical path method) para el queso Edam

En base al método de la observación se definió todas las actividades que conlleva el proceso de manufactura para la elaboración de queso Edam dentro la empresa MAYA Una vez establecido las actividades y predecesora dentro el proceso de manufactura La información se muestra en la (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Actividades y predecesoras inmediatas (queso Edam)

	ACTIVIDADES	PREDESESORAS
Proceso 1		
A	Análisis	
a)	Preparación De Ollas	A
B	Recepción	B – a
b)	Preparación De Laboratorio	B
Proceso 2		
C	Transporte	B – b
c)	Limpieza Del Proceso	C

D	Llenado De Tanque	C
E	Pasteurizado	D
Proceso 3		
F	Distribución	E
f)	Preparaciones Medidas	F
G	Preparación De Reactivos	F-c
H	Cuajado	G-f
I	Cortado De La Cuaja	H
J	Desuerado	I
K	Lavado De La Cuaja	J
L	Desuerado	K
M	Cocción	L
m)	Preparación De Salmuera	M
N	Adición De Sal	M
Proceso 4		
O	Moldeo	N
P	Presentado	O
Q	Salmuera	P-m
q)	Inspección De Queso	Q
Proceso 5		
R	Cámara	Q-q
r)	Selección De Queso	R
proceso 6		
S	Preparado	R-r
T	Cortado	S
t)	Preparación De Envase	T
U	Embolsado	T-t
u)	Asignado De Fecha de ven	U
V	Pesado	U-u
W	Sellado	V
w)	Control De Calidad	W
proceso 7		
X	Almacén	W-w

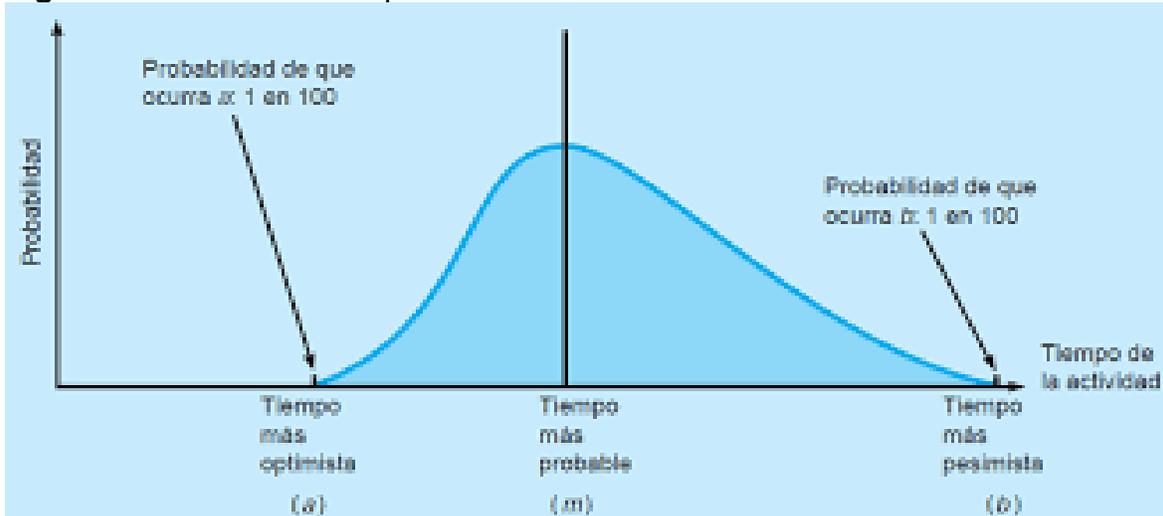
Fuente: Elaboración propia

Al construir la red AON (actividad nodo), un nodo que representa el inicio de la actividad, y otro que represente la terminación del mismo. Habrá un nodo (dibujado como rectángulo para cada actividad) la Figura 13 muestra la red completa para la manufactura de queso Edam, los arcos (las flechas) se usan para mostrar las predecesoras de cada actividad.

#### 4.4.5. Tiempos de actividad

El siguiente paso tanto en CPM como en PERT consiste en asignar las estimaciones del tiempo requerido para completar cada actividad. Dentro el proceso de manufactura para el queso Edam.

**Figura 12.** Distribución de probabilidad Beta



Fuente: Basada en Industrial Management and Data Systems

No obstante, no se cuenta con las estimaciones de los tiempos para las actividades y no se cuenta con datos históricos sólidos, Por ello, se realizó una distribución de probabilidad basada en tres estimaciones para cada actividad. Después se obtiene un promedio ponderado de estos tiempos para usarlo con PERT, en vez de una sola estimación del tiempo que se necesita en CPM; estos promedios se emplean para encontrar la ruta crítica. Las estimaciones de tiempo con PERT son:

**Tiempo optimista (a)** \_ tiempo que tomaría una actividad si todo sale tan bien como sea posible. Debería haber únicamente una pequeña probabilidad (digamos, 1/100) de que esto ocurra.

**Tiempo pesimista (b)** \_ tiempo que tomaría una actividad suponiendo condiciones muy desfavorables. Tiene que haber únicamente una pequeña probabilidad de que la actividad tome tanto tiempo.

**Tiempo más probable (m)** \_ estimación de tiempo más realista para completar la actividad.

PERT con frecuencia supone que las estimaciones de tiempo siguen la **distribución de probabilidad beta** (Figura 12). Se ha encontrado que esta distribución continua es adecuada, en muchos casos, para determinar un valor esperado y la varianza de los tiempos de terminación de las actividades. Para encontrar el **tiempo esperado de la actividad** ( $t$ ), la distribución beta lo estima como sigue:

$$t = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

Para calcular la dispersión o **varianza del tiempo de terminación de la actividad**, se usa la siguiente fórmula:

$$varianza = \left(\frac{a+b}{6}\right)^2 \quad (2)$$

El cuadro 5 muestra las estimaciones de tiempo optimista, más probable y pesimista para cada actividad. También revela el tiempo esperado ( $t$ ) y la varianza de cada una de las actividades, según se calcularon con las ecuaciones 1 y 2.

**Cuadro 5.** Estimaciones de tiempos (en horas) para manufactura de queso Edam

	Optimista a	Esperado	Pesimista b	$t = \frac{a + 4m + b}{6}$	$varianza = \left(\frac{a + b}{6}\right)^2$
PROCESO 1					
A	0,4	0,5	0,6	0,5	0,001111111
a)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,001111111
B	0,4	0,5	0,6	0,5	0,001111111
b)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,001111111
PROCESO 2					
C	0,2	0,25	0,3	0,25	0,000277778
c)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,001111111
D	0,2	0,25	0,3	0,25	0,000277778
E	1	1	1	1	0
PROCESO 3					
F	0,12	0,16	0,2	0,16	0,000177778
F1	0,4	0,5	0,6	0,5	0,001111111
G	0,5	0,58	0,66	0,58	0,000711111
H	0,7	0,75	0,8	0,75	0,000277778
I	0,3	0,33	0,36	0,33	0,0001
J	0,3	0,33	0,36	0,33	0,0001
K	0,2	0,25	0,3	0,25	0,000277778
L	0,3	0,33	0,36	0,33	0,0001

M	0,4	0,5	0,6	0,5	0,0011111111
m)	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
N	0,1	0,16	0,22	0,16	0,0004
Proceso 4					
O	0,8	1	1,2	1	0,0044444444
P	14	16	18	16	0,4444444444
Q	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
q)	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
Proceso 5					
R	300	322,11	344,22	322,11	54,3169
r)	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
proceso 6					
S	1	1,5	2	1,5	0,0277777778
T	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
t)	0,5	0,75	1	0,75	0,0069444444
U	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
u)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,0011111111
V	0,5	1	1,5	1	0,0277777778
W	1	1,5	2	1,5	0,0277777778
w)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,0011111111
proceso 7					
X	10	17	24	17	5,4444444444
		375,75			60,4521

Fuente elaboración propia

#### 4.4.6. Desarrollo de la ruta crítica

La ruta crítica es la trayectoria con el tiempo más largo en la red. Cualquier demora de una actividad en la ruta crítica retrasará el proceso de manufactura del queso Edam. Para encontrar la ruta crítica, necesitamos determinar las siguientes cantidades para cada nódulo dentro la actividad en la red.

1. **Tiempo de inicio más cercano (IC):** lo más pronto que se puede comenzar una actividad sin contravenir los requerimientos de precedencia inmediata.

Terminación más cercana = inicio más cercano + tiempo esperado de la actividad

$$TC = IC + t \quad (3)$$

2. **Tiempo de terminación más cercana (TC):** lo más pronto que se puede terminar una actividad.

Inicio cercano = el mayor tiempo de terminación cercana de predecesoras inmediatas

IC =TC mayor entre las predecesoras inmediatas

3. **Tiempo de inicio más lejano (IL):** lo más tarde que se puede comenzar una actividad sin retrasar todo el proyecto.

Tiempo de inicio más lejano =Tiempo de terminación más lejana - tiempo de la actividad

$$IL =TL - t \quad (4)$$

4. **Tiempo de terminación más lejana (TL):** lo más tarde que se puede terminar una actividad sin retrasar todo el proyecto.

Terminación más lejana = inicio más lejano menor entre todas las actividades que siguen, o bien,

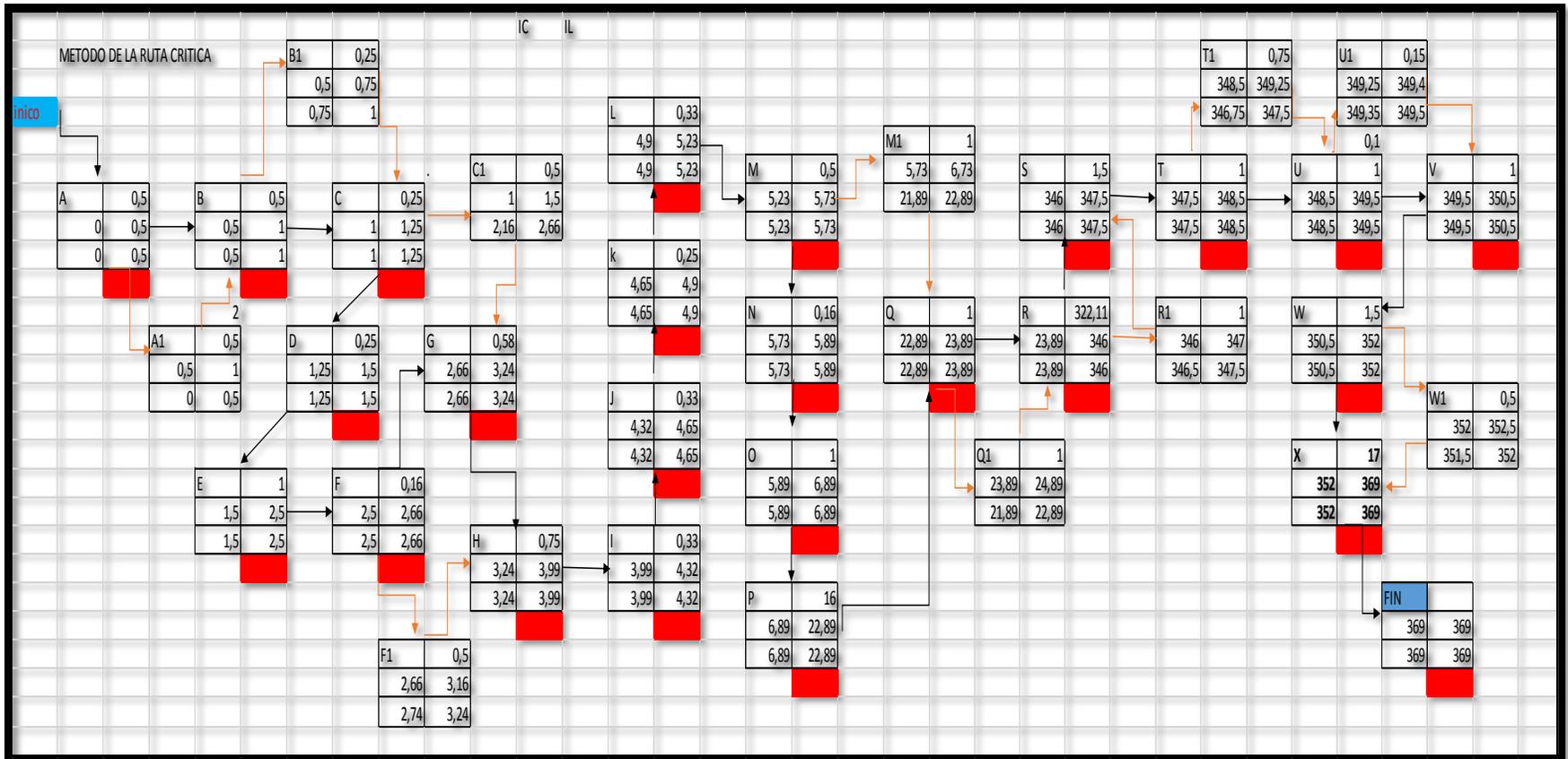
TL = IL menor entre las siguientes actividades

Estos tiempos se representan en los nodos de la red, al igual que los tiempos de las actividades ( $t$ ), como se indica.

Actividad	( $t$ )
IC	TC
IL	TL

Inicialmente se muestra cómo fijar los tiempos más cercanos. Cuando se localizan, es posible calcular los tiempos lejanos.

**Figura 13.** Desarrollo de CPM, Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method) Para El Queso Edam



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6.1. Holgura y la ruta crítica

Una vez que se establecen IC, IL, TC y TL, es sencillo hallar la cantidad de tiempo de holgura, o tiempo libre, que tiene cada actividad. La holgura es el tiempo que se puede retrasar una actividad sin que se retrase todo la manufactura.

$$\text{Holgura} = \text{IL} - \text{IC}, \text{ de otra manera, } \text{holgura} = \text{TL} - \text{TC} \quad (5)$$

El cuadro 6 resuelve los tiempos de IC, TC, IL, TL y de holgura para todas las actividades dentro el proceso manufactura para queso Edam.

**Cuadro 6.** Programación y tiempos de holgura para la manufactura del queso Edam

	inicio más cercano IC	terminación más cercana TC	inicio más lejano IL	terminación más lejana TL	holgura	en la ruta crítica
Proceso 1						
A	0	0,5	0	0,5	0	Si
a)	0,5	1	1	5	0,5	No
B	0,5	1	0,5	1	0	Si
b)	0,5	0,75	0,75	1	0,25	No
Proceso 2						
C	1	1,25	1	1,25	0	Si
c)	1	1,5	2,16	2,66	1,16	No
D	1,25	1,5	1,25	1,5	0	Si
E	1,5	2,5	1,5	2,5	0	Si
Proceso 3						
F	2,5	2,66	2,5	2,66	0	Si
f)	2,66	3,16	2,74	3,24	0,08	No
G	2,66	3,24	2,66	3,24	0	Si
H	3,24	3,99	3,24	3,99	0	Si
I	3,99	4,32	3,99	4,32	0	Si
J	4,32	4,65	4,32	4,65	0	Si
K	4,64	4,9	4,64	4,9	0	Si
L	4,9	5,23	4,9	5,23	0	Si
M	5,23	5,53	5,23	5,53	0	Si
m)	5,73	6,73	21,89	22,89	16,16	No
N	5,73	5,89	5,73	5,89	0	Si
Proceso 4						
O	5,89	6,68	5,89	6,68	0	Si
P	6,89	22,89	6,89	22,89	0	Si
Q	6,89	23,89	6,89	23,89	0	Si

q)	23,89	24,89	22,89	22,89	-1	No
Proceso 5						
R	238,9	346	238,9	346	0	Si
r)	346	347	346,5	347,5	0,5	No
proceso 6						
S	346	347,5	346	347,5	0	Si
T	347,5	348,5	347,5	348,5	0	Si
t)	348,5	349,5	349,75	347,5	1,25	No
U	348,5	349,25	348,5	349,5	0	Si
u)	349,32	349,75	349	349,5	-0,32	No
V	349	350,5	349	350,5	0	Si
W	350,5	352	350,5	352	0	Si
w)	352	352,5	351,5	353,5	-0,5	No
proceso 7						
X	352	369	352	369	0	Si

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.7. Probabilidad de concluir el proceso de manufactura

El **análisis de la ruta crítica** nos ayudó a determinar que el **tiempo esperado** del proceso de manufactura es de 369 horas sin embargo, sabemos que el tiempo de entrega esta en relación con el costo de producción del queso Edam que tiende a incrementarse también, estamos consciente de que existe una variación significativa en las estimaciones de los tiempos para las diversas actividades.

**Cuadro 7.** Varianza de la ruta crítica del (Queso Edam)

	Actividades	$t = \frac{a + 4m + b}{6}$	$varianza = \left(\frac{a + b}{6}\right)^2$
Proceso 1			
A	Análisis	0,5	0,001111111
a)	Preparación De Ollas	0,5	0
B	Recepción	0,5	0,001111111
b)	Preparación De Laboratorio	0,5	0
Proceso 2			
C	Transporte	0,25	0,000277778
c)	Limpieza Del Proceso	0,5	0
D	Llenado De Tanque	0,25	0,000277778
E	Pasteurizado	1	0
Proceso 3			
F	Distribución	0,16	0,000177778
f)	Preparación De Medidas	0,5	0

G	Preparación De Reactivos	0,58	0,0007111111
H	Cuajado	0,75	0,000277778
I	Cortado De La Cuaja	0,33	0,0001
J	Desuerado	0,33	0,0001
K	Lavado De La Cuaja	0,25	0,000277778
L	Desuerado	0,33	0,0001
M	Cocción	0,5	0,0011111111
m)	Preparación De Salmuera	1	0
N	Adición De Sal	0,16	0,0004
Proceso 4			
O	Moldeo	1	0,0044444444
P	Presentado	16	0,4444444444
Q	Salmuera	1	0,027777778
q)	Inspección De Queso	1	0
Proceso 5			0
R	Cámara	322,11	54,3169
r)	Selección De Queso	1	0
proceso 6			
S	Preparado	1,5	0,027777778
T	Cortado	1	0,027777778
t)	Preparación De Envase	0,75	0
U	Embolado	1	0,027777778
u)	Asignado De Fecha De Vencimiento	0,5	0
V	Pesado	1	0,027777778
W	Sellado	1,5	0,027777778
w)	Control De Calidad	0,5	0
proceso 7			
X	Almacén	17	5,4444444444
		375,75	60,385

Fuente elaboración propia

Una variación en las actividades que están en la ruta crítica llega a afectar la terminación del proceso completo y retrasarlo. PERT utiliza la varianza de las actividades de la ruta crítica, para ayudar a determinar la varianza de todo el proceso de manufactura del queso Edam. Si los tiempos de las actividades son estadísticamente independientes, la varianza del proyecto se calcula sumando las varianzas de las actividades críticas.

Sabemos que la desviación estándar es tan solo la raíz cuadrada de la varianza, así que:

$$\begin{aligned} \text{Desviación estándar del proyecto} &= \sqrt{\text{varianza de la manufactura}} \\ &= \sqrt{60,38} = 7,77 \text{ horas} \end{aligned}$$

Para la empresa MAYA encontrar la probabilidad que su proceso de manufactura termine. Cuyo **tiempo de entrega** es de 374,75 horas o menos, necesita determinar el área adecuada bajo la curva normal. Se puede aplicar la ecuación normal estándar como sigue:

$$z = \frac{\text{tiempo de entrega} - \text{tiempo esperado de conclusión}}{\text{varianza}} \quad (12-7)$$

$$Z = \frac{374,75 \text{ horas} - 369 \text{ horas}}{7,77} = 0,78$$

**Donde:**

Z es el número de desviaciones estándar a las que la fecha de entrega o la fecha meta se separa de la media o fecha esperada. Si consultamos el anexo 2, encontramos una probabilidad de 0.74. Entonces, hay una posibilidad de 77.03% de que el proceso de manufactura del queso Edam termine en 374,75 horas.

**4.5.8. Planeación y programación de los costos para el queso Edam**

Según datos obtenidos de la empresa MAYA los costos de producción para el proceso de manufactura del queso Edam son los siguientes que se indican en el (cuadro 8).

**Cuadro 8.** Costos de manufactura del queso Edam

costos de producción			
cantidad leche	200	Kg/día	
costo leche	3,5	Bs	
VARIEDAD	8		
ciclo producción	15 días		
costos variables	Cantidad	Precio	Total
leche	200	3,5	2100
costos indirectos			125

sub total			2225
concepto	costos total	Costo por vard	costo por siglo
maestro quesero	3000	375	187,5
Ayudante	2500	312,5	156,25
Chofer	3000	375	187,5
ayudante 2	2060	257,5	128,75
CTMO		1320	660
concepto	Costo		
Alquiler	7000	875	437,5
agua	200	25	12,5
Electricidad	1000	125	62,5
costo de gas	90	11,25	5,625
		1036,25	518,125
Total			3403,125

Fuente: Elaboración propia

Los costos por proceso se desarrollaron en base a los datos obtenidos de la empresa MAYA para el queso Edam. (Cuadro 9) y de la misma manera se determinó los porcentajes de cada proceso dentro del siglo de producción.

**Cuadro 9.** Costos de producción por proceso para queso Edam

costos por proceso								
Proceso	1	2	3	4	5	6	7	Total
Tiempos	2	2	4,89	19	322,11	7,75	17	374,75
% de proc.	0,0053	0,0053	0,01304	0,05070	0,85953	0,02068	0,045363	1
costo total	18,162	18,162	44,016	172,54	2925,091	70,378	154,37	3403,1

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.8.1. Costos por actividad para Edam

En la Figura 14 donde una barra horizontal muestra el porcentaje de tiempo de producción de cada proceso. Para desarrollar un programa presupuestal, se calculó con todo cuidado los costos asociados con cada una de sus treinta y cuatro actividades y siete procesos También se realizó el porcentaje de tiempo utilizado por cada proceso.

**Figura 14.** Porcentaje de tiempo para la manufactura de queso Edam



Fuente elaboración propia

El presupuesto para el proceso cinco tiene un costo de Bs 2275,076 y el porcentaje de utilización de tiempo es de 85% del total de tiempo (cuadro 9). Ya que el tiempo esperado ( $t$ ) es de 322,11 h. Observar que la actividad 5 tiene la mayor asignación de recursos económicos y de tiempo (cuello de botella).

**Cuadro 10.** Costos de producción por actividad para queso Edam

costos variable de manufactura para 54 kg de queso Edam por un ciclo de producción (1 MES)						
Actividad	i. c.	T. c.	tiempo	% de t.t.	c. t. p. a.	%
<b>Proceso 1</b>						
recepción	0	0	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
preparación de ollas	0,5	1	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
Análisis	0,5	0,5	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
preparación de reactivos	0,5	0,75	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
<b>Proceso 2</b>						
transporte	1	1	0,25	0,00066534	2,26422156	0,0665336
limpieza del proceso	1	2,16	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
llenado de tanque	1,25	1,25	0,25	0,00066534	2,26422156	0,0665336
Pasteurizado	1,5	1,5	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
<b>Proceso 3</b>						
distribución	2,5	2,5	0,16	0,00042582	1,4491018	0,0425815
Preparación de medidas	2,66	2,74	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
preparación de reactivos	2,66	2,66	0,58	0,00154358	5,25299401	0,15435795
cuajado	3,24	3,24	0,75	0,00199601	6,79266467	0,1996008
cortado de la cuaja	3,99	3,99	0,33	0,00087824	2,98877246	0,08782435
desuerado	4,32	4,32	0,33	0,00087824	2,98877246	0,08782435

lavado de la cuaja	4,64	4,64	0,25	0,00066534	2,26422156	0,0665336
desuerado	4,9	4,9	0,33	0,00087824	2,98877246	0,08782435
cocción	5,23	5,23	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
preparación de salmuera	5,73	21,89	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
adición de sal	5,73	5,73	0,16	0,00042582	1,4491018	0,0425815
Proceso 4						
Moldeo	5,89	5,89	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
Prensado	6,89	6,89	16	0,0425815	144,91018	4,25815037
Salmuera	6,89	6,89	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
inspección de queso	23,89	22,89	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
Proceso 5						
Cámara	238,9	238,9	322,11	0,85724551	2917,31362	85,7245509
selección de queso	346	346,5	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
Proceso 6						
Preparado	346	346	1,5	0,00399202	13,5853293	0,3992016
Cortado	347,5	347,5	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
preparación de envase	348,5	349,75	0,75	0,00199601	6,79266467	0,1996008
embolsado	348,5	348,5	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
asignado de fecha de ven	349,32	349	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
Pesado	349	349	1	0,00266134	9,05688623	0,2661344
Sellado	350,5	350,5	1,5	0,00399202	13,5853293	0,3992016
control de calidad	352	351,5	0,5	0,00133067	4,52844311	0,1330672
Proceso 7						
almacén	352	352	17	0,04524285	153,967066	4,52428476
			375,75	1	3403,125	100

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de presupuesto para el proceso de producción de un siglo de se deriva de los datos del (cuadro 10). Tomado en cuenta, qué:

El proceso 1 abarca el 0,5% del total de proceso que equivale a 2 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 18,2. El de proceso 2 abarca el 0.5% del total de proceso que equivale a 2 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 18,2. El de proceso 3 abarca el 1,3% del total de proceso que equivale a 4,89 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 44,1. El de proceso 4 abarca el 5,07% del total de proceso que equivale a 19 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 172,50. El de proceso 5 abarca el 85,95% del total de proceso que equivale a 22,11 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 2925,10 El de proceso 6 abarca el 2,06 % del total de proceso que equivale a 7,25 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 70,40 y

por último El de proceso 7 abarca el 4,53% del total de proceso que equivale a 17 horas con un presupuesto de 154,40 Bs.

La suma total de los costos por actividad nos muestra el presupuesto requerido para la manufactura del queso Edam. Esto se ilustra en el cuadro 10 Observe la similitud entre la figura 14, cuadro 9 y el cuadro 10.

#### 4.4.9. Desarrollo de la solución modelo de red para el queso Edam

En la empresa MAYA se desarrolló el modelo de red en base a los datos del CPM para la producción de queso Edam (figura 13) los resultados finales del CPM son las secuencias del proceso de manufactura del queso Edam de donde se formula las diferentes ecuaciones (anexo 3).

##### 4.4.9.1. Solución de modelo

###### 1.- Variables de decisión

- $x_{(A-x)}$  = costos por actividad

###### 2.- función objetivo (Red de optimización)

$$\begin{aligned}
 Z = & x_{(inicio-A)} + x_{(A-B)} + x_{(A-a)} + x_{(a-B)} + x_{(B-C)} + x_{(B-b)} + x_{(b-C)} + x_{(C-D)} + x_{(C-c)} \\
 & + x_{(D-E)} + x_{(E-F)} + x_{(F-f)} + x_{(F-G)} + x_{(f-H)} + x_{(c-G)} + x_{(G-H)} + x_{(H-I)} \\
 & + x_{(I-J)} + x_{(J-K)} + x_{(K-L)} + x_{(L-M)} + x_{(M-m)} + x_{(M-N)} + x_{(m-Q)} + x_{(N-O)} \\
 & + x_{(O-P)} + x_{(P-Q)} + x_{(Q-q)} + x_{(Q-R)} + x_{(q-R)} + x_{(R-r)} + x_{(R-S)} + x_{(r-S)} \\
 & + x_{(S-T)} + x_{(T-t)} + x_{(T-U)} + x_{(t-U)} + x_{(U-u)} + x_{(U-V)} + x_{(u-V)} + x_{(V-W)} \\
 & + x_{(W-w)} + x_{(W-X)} + x_{(w-X)} + x_{(X-final)}
 \end{aligned}$$

###### 3.- Sujeto a restricciones

$$A) \quad x_{(o-A)} - x_{(A-B)} - x_{(A-a)} = 0$$

$$\begin{aligned}
 a) \quad & x_{(A-a)} - x_{(a-B)} = 0 \\
 & x_{(o-A)} = 4,5
 \end{aligned}$$

$$B) \quad x_{(A-B)} + x_{(a-B)} - x_{(B-b)} - x_{(B-C)} = 0$$

$$\begin{aligned}
 b) \quad & x_{(B-b)} - x_{(b-C)} = 0 \\
 & x_{(A-B)} = 4,5
 \end{aligned}$$

$$C) \quad x_{(B-C)} + x_{(b-C)} - x_{(C-c)} - x_{(C-D)} = 0$$

- c)  $x_{(C-c)} - x_{(c-G)} = 0$   
 $x_{(B-C)} = 2,3$
- D)  $x_{(C-D)} - x_{(D-E)} = 0$   
 $x_{(C-D)} = 2,3$
- E)  $x_{(D-E)} - x_{(E-F)} = 0$   
 $x_{(D-E)} = 9,1$
- F)  $x_{(E-F)} - x_{(F-f)} - x_{(F-G)} = 0$
- f)  $x_{(F-f)} - x_{(f-H)} = 0$   
 $x_{(E-F)} = 1,5$
- G)  $x_{(F-G)} + x_{(c-G)} - x_{(G-H)} = 0$   
 $x_{(F-G)} = 5,3$
- H)  $x_{(G-H)} + x_{(f-H)} - x_{(H-I)} = 0$   
 $x_{(G-H)} = 6,8$
- I)  $x_{(H-I)} - x_{(I-J)} = 0$   
 $x_{(H-I)} = 2,9$
- J)  $x_{(I-J)} - x_{(J-K)} = 0$   
 $x_{(I-J)} = 2,9$
- K)  $x_{(J-K)} - x_{(K-L)} = 0$   
 $x_{(J-K)} = 2,3$
- L)  $x_{(K-L)} - x_{(L-M)} = 0$   
 $x_{(K-L)} = 2,9$
- M)  $x_{(L-M)} - x_{(M-m)} - x_{(M-N)} = 0$
- m)  $x_{(M-m)} - x_{(m-Q)} = 0$   
 $x_{(L-M)} = 4,5$
- N)  $x_{(M-N)} - x_{(N-O)} = 0$   
 $x_{(M-N)} = 1,4$
- O)  $x_{(N-O)} - x_{(O-P)} = 0$   
 $x_{(N-O)} = 9,1$

$$\begin{aligned}
\mathbf{P)} \quad & x_{(O-P)} - x_{(P-Q)} = 0 \\
& x_{(O-P)} = 144,9 \\
\mathbf{Q)} \quad & x_{(P-Q)} + x_{(m-Q)} - x_{(Q-q)} - x_{(Q-R)} = 0 \\
\mathbf{q)} \quad & x_{(Q-q)} - x_{(q-R)} = 0 \\
& x_{(P-Q)} = 9,1 \\
\mathbf{R)} \quad & x_{(Q-R)} + x_{(q-R)} - x_{(R-r)} - x_{(R-S)} = 0 \\
\mathbf{r)} \quad & x_{(R-r)} - x_{(r-S)} = 0 \\
& x_{(Q-R)} = 2917,3 \\
\mathbf{S)} \quad & x_{(R-S)} + x_{(r-S)} - x_{(S-T)} = 0 \\
& x_{(R-S)} = 13,6 \\
\mathbf{T)} \quad & x_{(S-T)} - x_{(T-t)} - x_{(T-U)} = 0 \\
\mathbf{t)} \quad & x_{(T-t)} - x_{(t-U)} = 0 \\
& x_{(S-T)} = 9,1 \\
\mathbf{U)} \quad & x_{(T-U)} + x_{(t-U)} - x_{(U-u)} - x_{(U-V)} = 0 \\
\mathbf{u)} \quad & x_{(U-u)} - x_{(u-V)} = 0 \\
& x_{(T-U)} = 9,1 \\
\mathbf{V)} \quad & x_{(U-V)} + x_{(u-V)} - x_{(V-W)} = 0 \\
& x_{(U-V)} = 9,1 \\
\mathbf{W)} \quad & x_{(V-W)} - x_{(W-w)} - x_{(W-X)} = 0 \\
\mathbf{w)} \quad & x_{(W-w)} - x_{(w-X)} = 0 \\
& x_{(V-W)} = 13,6 \\
\mathbf{X)} \quad & x_{(W-X)} - x_{(W-X)} - x_{(X-FINAL)} = 0 \\
& x_{(X-FINAL)} = 153,9
\end{aligned}$$

### **Solución del modelo matemático aplicando software**

Para la solución del modelo matemático se utilizó el software solver, una extensión de Excel para la resolución de ejercicios de programación lineal.

A continuación se procede a la solución del modelo matemático asistido por ordenador mediante la extensión solver.

- a) Identificar las variables de decisión y se procede al armado de modelo según la especificación del software. (anexo 5)
- b) Una vez elaborado las restricciones según la especificaciones de solver se procede a la aplicación del software (anexo 6)
- 1.- Se establece la celda objetivo (FO)
  - 2.- Se establece las celdas que van a cambiar de variables (celeste y blanco)
  - 3.- Las restricciones del problema (A-X) según al modelo matemático
- c) El software lo resuelve conforme a las especificaciones realizadas (anexo7).

**Cuadro 11. Implementación de resultado**

costos variable de manufactura para 54 kg de queso Edam por un ciclo de producción (1 MES)							
	Actividad	IC	IL	Tiempo	% de t t	c t p a	%
	Proceso 1						
A	recepción	0	0	0,5	0,001330	4,528	0,1330672
a)	prep de ollas	0,5	1	0,5	0,001330	0	0,1330672
B	Análisis	0,5	0,5	0,5	0,001330	4,528	0,1330672
b)	prep de reactivos	0,5	0,75	0,5	0,001330	0	0,1330672
	Proceso 2						
C	transporte	1	1	0,25	0,000665	2,264	0,0665336
c)	limpieza del proceso	1	2,16	0,5	0,001330	0	0,1330672
D	llenado de tanque	1,25	1,25	0,25	0,000665	2,264	0,0665336
E	Pasteurizado	1,5	1,5	1	0,002661	9,056	0,2661344
	Proceso 3						
F	distribución	2,5	2,5	0,16	0,000425	1,449	0,0425815
f)	Prep de medidas	2,66	2,74	0,5	0	0	0
G	prep de reactivos	2,66	2,66	0,58	0,001543	5,252	0,15435795
H	cuajado	3,24	3,24	0,75	0,001996	6,792	0,1996008
I	cortado de la cuaja	3,99	3,99	0,33	0,000878	2,988	0,08782435
J	desuerado	4,32	4,32	0,33	0,000878	2,988	0,08782435
K	lavado de la cuaja	4,64	4,64	0,25	0,000665	2,264	0,0665336
L	desuerado	4,9	4,9	0,33	0,000878	2,988	0,08782435
M	cocción	5,23	5,23	0,5	0,001330	4,528	0,1330672
m)	prep de salmuera	5,73	21,89	1	0	0	0
N	adición de sal	5,73	5,73	0,16	0,000425	1,449	0,0425815
	Proceso 4						
O	Moldeo	5,89	5,89	1	0,002661	9,056	0,2661344

P	Presentado	6,89	6,89	16	0,04258	144,91	4,25815037
Q	Salmuera	6,89	6,89	1	0,002661	9,056	0,2661344
q)	inspección de queso	23,89	22,89	1	0,002661	0	0,2661344
	Proceso 5						
R	Cámara	238,9	238,9	322,11	0,857245	2917,31	85,7245509
r)	Selecc. de queso	346	346,5	1	0,002661	0	0,2661344
	Proceso 6						
S	Preparado	346	346	1,5	0,0039	13,585	0,3992016
T	Cortado	347,5	347,5	1	0,00266	9,056	0,2661344
t)	Prep. de envase	348,5	349,75	0,75	0,001996	0	0,1996008
U	embolado	348,5	348,5	1	0,002661	9,056	0,2661344
u)	asignado de fv	349,32	349	0,5	0,001330	0	0,1330672
V	Pesado	349	349	1	0,002661	9,056	0,2661344
W	Sellado	350,5	350,5	1,5	0,003992	13,585	0,3992016
w)	control de calidad	352	351,5	0,5	0,00133	0	0,1330672
	Proceso 7						
X	almacén	352	352	17	0,045242	153,967	4,52428476
				375,75	0,996007	3341,99	99,6007984

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.10. Calculo Del VAN (Valor Actual Neto) Y Del TIR (Tasa De Interés De Retorno)

Para realizar el cálculo del VAN y del TIR se empleó los resultados obtenidos en la ruta crítica de la línea de producción del queso Edam para los análisis tanto como del VAN y del TIR se empleó dos criterios de producción (uno empleando la ruta crítica y otro sin emplear la ruta crítica).

**Cuadro 12.** Análisis del VAN y TIR (queso Edam)

QUESO EDAM							
Periodo	flujo C RC	flujos S RC	Tasa	van c rc	tir	van s rc	tir cr
0	-40104	-40837,2	0,10	-40.837,20 bs	11%	-40.104,00 bs	11%
1	10000	10000	0,10	9.078,53 bs		9.078,53 bs	
2	9000	9000	0,10	7.417,77 bs		7.417,77 bs	
3	6000	6000	0,10	4.489,50 bs		4.489,50 bs	
4	4500	4500	0,10	3.056,85 bs		3.056,85 bs	
5	5000	5000	0,10	3.083,53 bs		3.083,53 bs	
6	5000	5000	0,10	2.799,39 bs		2.799,39 bs	
7	3500	3500	0,10	1.779,00 bs		1.779,00 bs	

8	3000	3000	0,10	1.384,35 bs		1.384,35 bs
9	4000	4000	0,10	1.675,71 bs		1.675,71 bs
10	2500	2500	0,10	950,81 bs		950,81 bs
11	5000	5000	0,10	1.726,40 bs		1.726,40 bs
12	15000	15000	0,10	4.701,94 bs		4.701,94 bs

1.306,58 bs

2.039,78 bs

Fuente: Elaboración propia

$$VAN = -I + \frac{F1}{(I+i)} + \frac{F2}{(I+i)^2} \dots \dots \dots$$

VAN C RC = 1.306,58 bs

VAN S RC = 2.039,78 bs

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{Fn}{(I+i)^n} = 0$$

TIR C RC = 11%

TIR S RC = 11%

### Inventario

La producción es de 18,75 kg que se dividen en 4 unidades para su respectiva maduración en cámaras.

La empresa MAYA produce para mantener en inventario hasta un cierto punto esto debido a dos factores, la primera, el queso Edam es un queso maduro por lo tanto la maduración se realiza en una bodega y el segundo factor es que la demanda de este producto es muy dinámico ya que no se consideran artículos de primera necesidad y por lo tanto el cliente tendrá las unidades respectivas en el momento del pedido.

### Productividad laboral

Este cálculo se realizó solo durante la los tres primeros procesos justamente es donde se realiza el proceso de manufactura del queso Edam lo cual ocurre en una jornada laboral de ocho horas y un total de 200 kg de leche en línea de producción por siglo de producción programado.

La productividad laboral dentro la empresa se formuló de la siguiente manera en base a la formula.

$$\text{productividad laboral} = \frac{\text{unidades porducidas}}{\text{horas laoradas}}$$

$$\text{productividad laboral} = \frac{18,7 \text{ kg}}{8 \text{ h}}$$

$$\text{productividad laboral} = 2.3 \text{ kg/h}$$

- La producción laboral dentro la empresa es de 2,3 kg /h.

#### 4.5.1. Proceso de producción del queso fresco

##### ➤ **Materia prima**

- Leche entera

##### ➤ **Insumos**

- Agua tratada
- Cuajo líquido o en pastillas
- Cloruro de calcio
- Sal

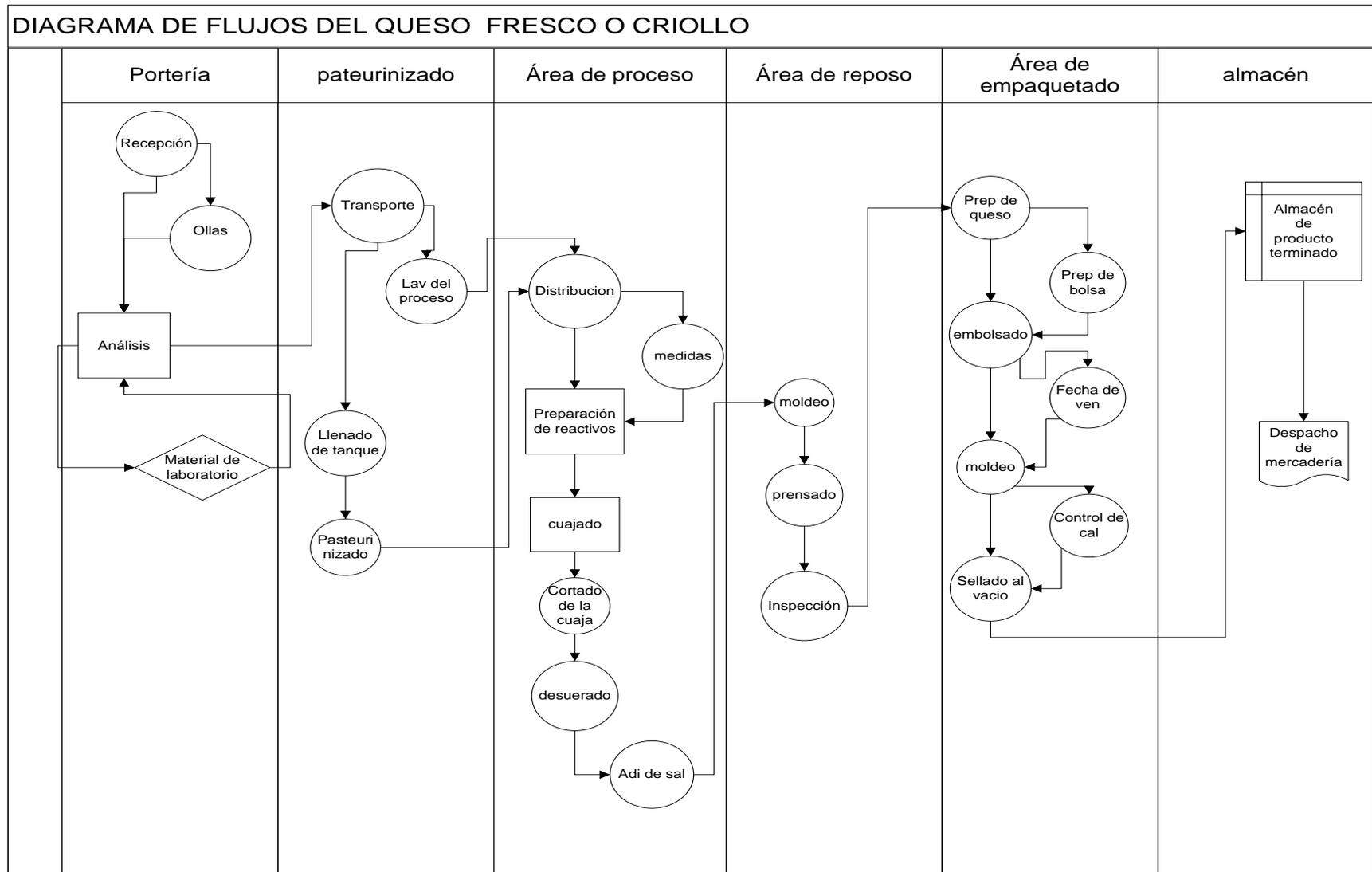
##### ➤ **Materiales**

- Recipientes de acero inox.
- Cuchillos
- Paletas
- Moldes
- Termómetro
- Balanza
- Equipo de laboratorio

#### 4.5.2. Desarrollo del diagrama de flujos para la producción de queso fresco o criollo

El desarrollo del diagrama de flujos nos ayudó a identificar los procesos y las actividades que conlleva cada proceso dentro el proceso de manufactura para el queso fresco o criollo.

**Figura 15.** Diagrama de flujos queso fresco o criollo



Fuente: Elaboración propia

### 4.5.3. Descripción de la manufactura

**Análisis:** Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color). La acidez de la leche debe estar entre 6,4 y 6,6 de pH.

**Recepción:** La leche de buena calidad se pesa para conocer la cantidad que entrará a proceso. La leche debe filtrarse a través un tamiz, para eliminar cuerpos extraños.

**Pasteurización:** Consiste en calentar la leche a una temperatura de 65°C por 30 minutos, para eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, para luego producir un queso de buena calidad.

**Atemperado:** La leche pasteurizada se enfría a una temperatura de 37-39 °C, pasando agua fría.

**Adición del cultivo láctico:** Cuando la leche es pasteurizada es necesario agregar cultivo láctico (bacterias seleccionadas y reproducidas) a razón de 0.3%.

**Adición del cuajo:** Se agrega entre 2 pastillas para 100 kg Se agita la leche durante un minuto para disolver el cuajo y luego se deja en reposo para que se produzca el cuajado, lo cual toma de 20 a 30 minutos a una temperatura de 38-39 °C.

**Corte:** La masa cuajada se corta, con una lira o con cuchillos, en cuadros pequeños para dejar salir la mayor cantidad de suero posible. Para mejorar la salida del suero debe batirse la cuajada. Esta operación de cortar y batir debe durar 10 minutos y al finalizar este tiempo se deja reposar la masa durante 5 minutos.

**Desuerado:** Consiste en separar el suero dejándolo escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque o marmita donde se realizó el cuajado. Se debe separar entre el 70 y el 80% del suero.

**Salado:** Se adicionan de 400 a 500 gramos de sal fina por cada 100 kg de leche y se revuelve bien con una paleta.

**Moldeo:** Los moldes, que se utilizan son de plástico PVC, redondos, se cubren con un lienzo y se llenan con la cuajada. En este momento, se debe hacer una pequeña

Presión al queso para compactarlo mejor. Este queso no se prensa, solamente se voltean los moldes tres veces a intervalos de 15 minutos. Seguidamente, se deja reposar por 3 horas y luego se sacan los moldes y se guarda el queso en refrigeración.

**Envasado:** El envasado, se realizara con un material que no permita el paso de humedad. Generalmente se usa un empaque plástico.

**Almacenado:** Se debe almacenar en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos y tener siempre queso fresco. El almacenamiento no debe ser mayor de 5 -7 días ya que genera pérdidas económicas

## **Proceso**

**Para elaborar queso criollo o fresco se procede así:**

- Filtrar y pasteurizar la leche fresca a 63° C por 30 minutos.
- Agregar Cultivo Normal al 3%.
- Agregar cloruro de calcio en solución usando de 30 gramos para 100 litros de leche.
- Agregar el cuajo en cantidad suficiente para coagular la leche en 25-30 minutos.
- Cortar la cuajada finamente.
- Dejar 5 minutos en reposo y luego agitar suavemente durante 5 minutos.
- agregue sal fina en cantidad necesaria o a gusto.
- Extraer todo el suero.
- Cortar la cuajada e introducirla en los moldes.
- Prensar el queso.
- Colocarlos sobre la mesa de trabajo, dejarlos escurrir.
- Empacarlos para la venta.
- Mantenerlos en lugar fresco o refrigerado a 4 – 5 ° C.

## **Control de calidad**

El producto no debe contener impurezas ni mal sabor, debe cuidarse de obtener un producto de color blanco. Durante la evaluación se toma muy en cuenta los siguientes aspectos:

- Forma y presentación

- Aroma y sabor
- Textura

### Calculo de rendimiento y porcentaje rendimiento

Durante el proceso de fabricación del queso fresco o criollo se emplearon 100 kg de leche de ganado vacuno se obtuvo un peso total de 9.136 Kg de queso en base al dato obtenido se hizo el cálculo de rendimiento para dicho proceso de fabricación.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg de leche} \longrightarrow 100 \% \\ 9.136 \text{ kg de queso} \longrightarrow \% \end{array}$$

$$\begin{aligned} \% &= \frac{9.136 \text{ kg} \times 100 \%}{100 \text{ kg}} \\ &= 9.136 \% \end{aligned}$$

- El rendimiento del proceso es de 9.136 %.

#### 4.5.4. Desarrollo de programa de evaluación y revisión técnica (pert, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica (cpm, critical path method) para el queso fresco o criollo

En base al método de la observación se definió todas las actividades que conlleva el proceso de manufactura para la elaboración de queso fresco dentro la empresa MAYA Una vez establecido las actividades y predecesora dentro el proceso de manufactura La información se muestra en el (cuadro 13).

**Cuadro 13.** Actividades y predecesoras inmediatas (queso fresco)

	ACTIVIDADES	PREDESESORAS
Proceso 1		
A	Análisis	
a)	preparación de ollas	A
B	Recepción	A –a
b)	preparación de laboratorio	B
Proceso 2		
C	transporte	B-b
c)	limpieza del proceso	C
D	llenado de tanque	C
E	Pasteurizado	D
Proceso 3		
F	distribución	E

f)	Preparación de medidas	F
G	preparación de reactivos	F-c
H	cuajado	G-f
I	cortado de la cuaja	H
J	desuerado	I
K	adición de sal	J
Proceso 4		
L	Moldeo	K
M	Prensado	L
m)	inspección de queso	M
proceso 5		
N	Preparado	M-m
n)	preparación de envase	N
O	Embolsado	N-n
o)	Asignado de fecha de ven.	O
P	Sellado	O-o
p)	control de calidad	P
proceso 6		
Q	almacén	P-p

Fuente: Elaboración propia

Al construir la red AON, debe haber un nodo que represente el inicio de la actividad, y otro que represente la terminación del mismo. Habrá un nodo (dibujado como rectángulo para cada actividad). La Figura 16 muestra la red completa para la manufactura de queso fresco Los Arcos (las flechas) se usan para mostrar las predecesoras de cada actividad.

#### 4.5.5. Tiempos por actividad

El siguiente paso tanto en CPM como en PERT consiste en asignar las estimaciones del tiempo requerido para completar cada actividad. Dentro del proceso de manufactura para el queso fresco.

No obstante, no se cuenta con las estimaciones de los tiempos para las actividades y tampoco cuenta con datos históricos sólidos, Por ello, se realizó una distribución de probabilidad basada en tres estimaciones para cada actividad. Después se obtiene un promedio ponderado de estos tiempos para usarlo con PERT, en vez de una sola

estimación del tiempo que se necesita en CPM; estos promedios se emplean para encontrar la ruta crítica. Las estimaciones de tiempo con PERT son:

**Tiempo optimista (a)** \_ tiempo que tomaría una actividad si todo sale tan bien como sea posible. Debería haber únicamente una pequeña probabilidad (digamos, 1/100) de que esto ocurra.

**Tiempo pesimista (b)** \_ tiempo que tomaría una actividad suponiendo condiciones muy desfavorables. Tiene que haber únicamente una pequeña probabilidad de que la actividad tome tanto tiempo.

**Tiempo más probable (m)** \_ estimación de tiempo más realista para completar la actividad. PERT con frecuencia supone que las estimaciones de tiempo siguen la **distribución de probabilidad beta** (figura 12). Se ha encontrado que esta distribución continua es adecuada, en muchos casos, para determinar un valor esperado y la varianza de los tiempos de terminación de las actividades. Para encontrar el **tiempo esperado de la actividad (t)**, la distribución beta lo estima como sigue:

$$t = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

Para calcular la dispersión o **varianza del tiempo de terminación de la actividad**, se usa la siguiente fórmula:

$$varianza = \left(\frac{a+b}{6}\right)^2 \quad (2)$$

El cuadro 14 muestra las estimaciones de tiempo optimista, más probable y pesimista para cada actividad. También revela el tiempo esperado (t) y la varianza de cada una de las actividades, según se calcularon con las ecuaciones 1 y 2.

**Cuadro 14.** Estimaciones de tiempos (en horas) para manufactura de queso Edam

	OPTIMISTA	ESPERADO	PESIMISTA	$t = \frac{a+4m+b}{6}$	$varianza = \left(\frac{a+b}{6}\right)^2$
Proceso 1					
A	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
a)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
B	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
c)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
Proceso 2					
C	0,2	0,25	0,3	0,25	0,00027778
c)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111

D	0,2	0,25	0,3	0,25	0,00027778
E	1	1	1	1	0
Proceso 3					
F	0,12	0,16	0,2	0,16	0,00017778
f)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
G	0,5	0,58	0,66	0,58	0,00071111
H	0,7	0,75	0,8	0,75	0,00027778
I	0,3	0,33	0,36	0,33	0,0001
J	0,3	0,33	0,36	0,33	0,0001
K	0,1	0,16	0,22	0,16	0,0004
Proceso 4					
L	0,8	1	1,2	1	0,00444444
M	14	16	18	16	0,44444444
m)	0,5	1	1,5	1	0,02777778
proceso 5					
N	1	1,5	2	1,5	0,02777778
n)	0,5	0,75	1	0,75	0,00694444
O	0,5	1	1,5	1	0,02777778
o)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
P	1	1,5	2	1,5	0,02777778
p)	0,4	0,5	0,6	0,5	0,00111111
proceso 6					
Q	10	17	24	17	5,44444444
		47,56		47,56	6,0226

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6. Desarrollo de la ruta crítica

La ruta crítica es la trayectoria con el tiempo más largo en la red. Cualquier demora de una actividad en la ruta crítica retrasará el proceso de manufactura del queso criollo. Para encontrar la ruta crítica, necesitamos determinar las siguientes cantidades para cada nódulo dentro la actividad en la red

1. **Tiempo de inicio más cercano (IC):** lo más pronto que se puede comenzar una actividad sin contravenir los requerimientos de precedencia inmediata.

Terminación más cercana = inicio más cercano + tiempo esperado de la actividad

$$TC = IC + t \quad (3)$$

2. **Tiempo de terminación más cercana (TC):** lo más pronto que se puede terminar una actividad.

Inicio cercano = el mayor tiempo de terminación cercana de predecesoras inmediatas

$$IC = TC \text{ mayor entre las predecesoras inmediatas}$$

3. **Tiempo de inicio más lejano (IL):** lo más tarde que se puede comenzar una actividad sin retrasar todo el proyecto.

Tiempo de inicio más lejano = Tiempo de terminación más lejana - tiempo de la actividad

$$IL = TL - t \quad (4)$$

4. **Tiempo de terminación más lejana (TL):** lo más tarde que se puede terminar una actividad sin retrasar todo el proyecto.

Terminación más lejana = inicio más lejano menor entre todas las actividades que siguen, o bien,

$$TL = IL \text{ menor entre las siguientes actividades}$$

Estos tiempos se representan en los nodos de la red, al igual que los tiempos de las actividades ( $t$ ), como se indica

Actividad	( $t$ )
IC	TC
IL	TL

Inicialmente se muestra cómo fijar los tiempos más cercanos. Cuando se localizan, es posible calcular los tiempos lejanos



#### 4.5.6.1. Holgura y la ruta crítica

Una vez que se establecen IC, IL, TC y TL, es sencillo hallar la cantidad de tiempo de holgura, o tiempo libre, que tiene cada actividad. La holgura es el tiempo que se puede retrasar una actividad sin que se retrase todo la manufactura.

$$\text{Holgura} = \text{IL} - \text{IC}, \text{ de otra manera, } \text{holgura} = \text{TL} - \text{TC} \quad (5)$$

El cuadro 15 resuelve los tiempos de IC, TC, IL, TL y de holgura para todas las actividades dentro el proceso manufactura para queso fresco o criollo.

**Cuadro 15.** Programación y tiempos de holgura para la manufactura del queso fresco

	inicio más cercano IC	terminación más cercana TC	inicio mas lejano IL	terminación más lejana TL	holgura	en la ruta crítica
Proceso 1						
A	0	0,5	0	0,5	0	Si
a)	0,5	1	1	5	0,5	No
B	0,5	1	0,5	1	0	Si
b)	0,5	0,75	0,75	1	0,25	No
Proceso 2						
C	1	1,25	1	1,25	0	Si
c)	1	1,5	2,16	2,66	1,16	No
D	1,25	1,5	1,25	1,5	0	Si
E	1,5	2,5	1,5	2,5	0	Si
Proceso 3						
F	2,5	2,66	2,5	2,66	0	Si
f)	2,66	3,16	2,74	3,24	0,08	No
G	2,66	3,24	2,66	3,24	0	Si
H	3,24	3,99	3,24	3,99	0	Si
I	3,99	4,32	3,99	4,32	0	Si
J	4,32	4,65	4,32	4,65	0	Si
K	4,61	5,89	4,61	5,59	0	Si
Proceso 4						
L	4,81	5,81	4,81	5,81	0	Si
M	5,81	21,81	5,81	21,81	0	Si
m)	3,81	24,89	21,81	22,89	18	No
proceso 5						
N	21,81	21,06	21,81	21,81	0	Si
n)	21,06	23,06	22,81	2381	1,75	No
O	23,81	22,81	23,81	23,06	0	Si

o)	22,81	24,31	23,06	24,31	0,25	No
P	24,31	25,31	24,31	25,81	0	Si
p)	24,56	24,61	23,81	23,81	0,8	No
proceso 6						
Q	25,81	42,81	25,81	42,81	0	Si

Fuente Elaboración propia

#### 4.4.7. Probabilidad de concluir el proceso de manufactura

El análisis de la ruta crítica nos ayudó a determinar que el tiempo esperado del proceso de manufactura es de 42,81 horas sin embargo, sabemos que el tiempo de entrega esta en relación con el costo de producción del queso criollo que tiende a incrementarse también, estamos consciente de que existe una variación significativa en las estimaciones de los tiempos para las diversas actividades.

**Cuadro 16.** Varianza de la ruta crítica (queso fresco o criollo)

	ACTIVIDADES	$t = \frac{a + 4m + b}{6}$	$varianza = \left(\frac{a + b}{6}\right)^2$
Proceso 1			
A	Recepción	0,5	0,00111111
a)	Preparación De Ollas	0,5	0
B	Análisis	0,5	0,00111111
b)	Preparación De Laboratorio	0,5	0
Proceso 2		0	0
C	Transporte	0,25	0,00027778
c)	Limpieza Del Proceso	0,5	0
D	Llenado De Tanque	0,25	0,00027778
E	Pasteurizado	1	0,00444444
Proceso 3		0	0
F	Distribución	0,16	0,00017778
f)	Preparación De Medidas	0,5	0
G	Preparación De Reactivos	0,58	0,00071111
H	Cuajado	0,75	0,00027778
I	Cortado De La Cuaja	0,33	0,0001
J	Desuerado	0,33	0,0001
K	Adición De Sal	0,16	0,0004
Proceso 4		0	0
L	Moldeo	1	0,00444444
M	Prensado	16	0,44444444
m)	Inspección De Queso	1	0
proceso 5		0	0

N	Preparado	1,5	0,02777778
n)	Preparación De Envase	0,75	0
O	Embolsado	1	0,02777778
o)	Asig De Fecha De Vencimiento	0,5	0
P	Sellado	1,5	0,02777778
p)	Control De Calidad	0,5	0
proceso 6		0	0
Q	Almacén	17	5,44444444
		47,56	6,0226

Fuente: Elaboración propia

Una variación en las actividades que están en la ruta crítica llega a afectar la terminación del proceso completo y retrasarlo. PERT utiliza la varianza de las actividades de la ruta crítica para ayudar a determinar, la varianza de todo el proceso de manufactura del queso criollo. Si los tiempos de las actividades son estadísticamente independientes, la varianza del proyecto se calcula sumando las varianzas de las actividades críticas.

Sabemos que la desviación estándar es tan solo la raíz cuadrada de la varianza, así que:

$$\begin{aligned} \text{Desviación estándar del proyecto} &= \sqrt{\text{varianza de la manufactura}} \\ &= \sqrt{6,021} = 2,45 \text{ horas} \end{aligned}$$

Para la empresa MAYA encontrar la probabilidad que su proceso de manufactura termine. Cuyo **tiempo de entrega** es de 47,56 horas o menos, necesita determinar el área adecuada bajo la curva normal. Se puede aplicar la ecuación normal estándar como sigue:

$$z = \frac{\text{tiempo de entrega} - \text{tiempo esperado de conclusión}}{\text{varianza}} \quad (12-7)$$

$$z = \frac{47,56 \text{ horas} - 42,81 \text{ horas}}{2,45} = 1,9$$

**Dónde:**

Z es el número de desviaciones estándar a las que la fecha de entrega o la fecha meta se separa de la media o fecha esperada. Si consultamos el anexo 2, encontramos una probabilidad de 1,9 Entonces, hay una posibilidad de 86,2% de que el proceso de manufactura del queso fresco o criollo termine en 47,56 horas.

**4.5.8. Planeación y programación de los costos para el queso fresco o criollo**

Según datos obtenidos de la empresa MAYA los costos de producción para el proceso de manufactura el queso fresco son los siguientes que se indican en el (cuadro 17)

**Cuadro 17. Costos de manufactura del queso fresco**

costos de producción			
cant leche	200	Kg/día	
cost leche	3,5	Bs	
VARIEDAD	8		
ciclo producción	2 días		
costos variables	Cantidad	precio	Total
leche	600	3,5	2100
costos indirectos			125
sub total			2225
concepto	costos total	cost por vard	cost por siglo
mast quesero	3000	375	25,0000125
Ayudante	2500	312,5	20,83334375
Chofer	3000	375	25,0000125
ayudante 2	2060	257,5	17,16667525
TMO	10560	1320	88,000044
concepto	Costo		
Alquiler	7000	875	58,333625
agua	200	25	1,666675
Electricidad	1000	125	8,333375
costo de gas	90	11,25	0,75000375
		1036,25	69,08367875
Total			2382,083723

Fuente: Elaboración propia

Los costos por proceso se calcularon en base a los datos obtenidos de la empresa MAYA. Se dedujeron los precios la manufactura del queso fresco o criollo (cuadro 18) y de la misma manera se determinó los porcentajes de cada proceso dentro de un siglo de producción.

**Cuadro 18.** Costos de producción por proceso para queso fresco

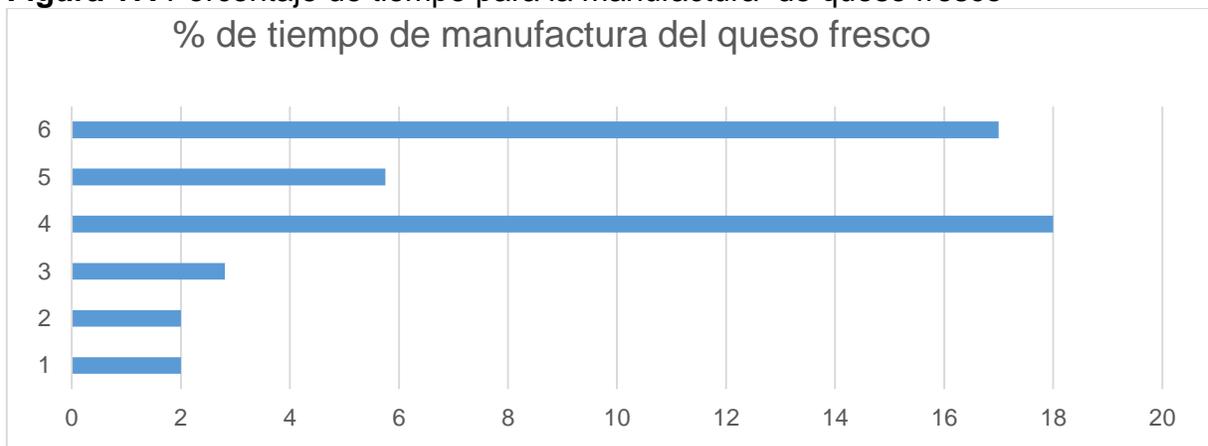
costos por proceso							
Proceso	1	2	3	4	5	6	Total
Tiempos	2	2	2,81	18	5,75	17	47,56
% de tiempo total	0,0420	0,0420	0,059	0,378	0,120	0,357	1
Costo /proceso	100,17	100,17	140,74	901,54	287,99	851,45	2382,08

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.8.1 Costos por actividad para queso fresco

En la figura 17 donde una barra horizontal muestra el porcentaje tiempo de producción de cada proceso. Para desarrollar un programa presupuestal, se calculó con todo cuidado los costos asociados con cada una de sus veinte y cinco actividades y 7 procesos También se realizó el porcentaje de tiempo utilizado por cada proceso

**Figura 17.** Porcentaje de tiempo para la manufactura de queso fresco



Fuente: Elaboración propia

El presupuesto para el proceso cinco tiene un costo de Bs 901,5 y el porcentaje de utilización de tiempo es de 37% del total de tiempo (véase el cuadro 18). Porque, el tiempo esperado ( $t$ ) es de 18 h. Observar que la actividad 4 tiene la mayor asignación de recursos económicos y de tiempo (cuello de botella).

**Cuadro 19.** Costos de producción por actividad para queso fresco

costos variable de manufactura para 75 kg de queso fresco o criollo por un ciclo de producción ( mes)						
actividad	IC	IL	tiempo	% de t t	c t p a	%
<b>Proceso 1</b>						
recepción	0	0	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
preparación de ollas	0,5	1	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
Análisis	0,5	0,5	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
preparación de reactivos	0,5	0,75	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
<b>Proceso 2</b>						
transporte	1	1	0,25	0,00525652	12,5214662	0,52565181
limpieza del proceso	1	2,16	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
llenado de tanque	1,25	1,25	0,25	0,00525652	12,5214662	0,52565181
Pasteurizado	1,5	1,5	1	0,02102607	50,0858646	2,10260723
<b>Proceso 3</b>						
distribución	2,5	2,5	0,16	0,00336417	8,01373834	0,33641716
Preparación de medidas	2,66	2,74	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
preparación de reactivos	2,66	2,66	0,58	0,01219512	29,0498015	1,2195122
cuajado	3,24	3,24	0,75	0,01576955	37,5643985	1,57695542
cortado de la cuaja	3,99	3,99	0,33	0,0069386	16,5283353	0,69386039
desuerado	4,32	4,32	0,33	0,0069386	16,5283353	0,69386039
adición de sal	5,73	5,73	0,16	0,00336417	8,01373834	0,33641716
<b>Proceso 4</b>						
Moldeo	5,89	5,89	1	0,02102607	50,0858646	2,10260723
Presado	6,89	6,89	16	0,33641716	801,373834	33,6417157
inspección de queso	23,89	22,89	1	0,02102607	50,0858646	2,10260723
<b>Proceso 5</b>						
Preparado	346	346	1,5	0,03153911	75,128797	3,15391085
preparación de envase	348,5	349,75	0,75	0,01576955	37,5643985	1,57695542
embolsado	348,5	348,5	1	0,02102607	50,0858646	2,10260723
Asign. de fecha de venc.	349,32	349	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
Sellado	350,5	350,5	1,5	0,03153911	75,128797	3,15391085
control de calidad	352	351,5	0,5	0,01051304	25,0429323	1,05130362
<b>Proceso 6</b>						
almacén	352	352	17	0,35744323	851,459699	35,744323
			47,56	1	2382,08372	100

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de presupuesto para el proceso de producción de un siglo de se deriva de los datos de la cuadro 19. Tomando en cuenta, que el de proceso

1 abarca el 4,2% del total de proceso que equivale a 2 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 100,2.

El de proceso 2 abarca el 5,2% del total de proceso que equivale a 2 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 100,2.

El de proceso 3 abarca el 5 % del total de proceso que equivale a 2,89 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 140,50

El de proceso 4 abarca el 37,07% del total de proceso que equivale a 18 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 901,50.

El de proceso 5 abarca el 12,5% del total de proceso que equivale a 287,9 y por último

El de proceso 6 abarca el 35% del total de proceso que equivale a 17 horas para lo cual se tiene un presupuesto de Bs 851,4.

La suma total de los costos por actividad nos muestra el presupuesto requerido para la manufactura del queso fresco o criollo.

Observe la similitud entre la figura 17 cuadro 18 y el cuadro 19

#### **4.5.9. Desarrollo de la solución modelo de red para el queso fresco**

En la empresa MAYA se desarrolló el modelo de red en base a los datos del CPM para la producción de queso Edam (figura 16) los resultados finales del CPM son la secuencia del proceso de manufactura del queso Edam de donde se formula las diferentes ecuaciones (anexo 4).

##### **4.5.9.1. Solución del modelo**

###### **1.- Variables de decisión**

- $x_{(A-Q)}$  costos por actividad

###### **2.- función objetivo (Red de optimización)**

$$\begin{aligned} Z = & x_{(inicio-A)} + x_{(A-B)} + x_{(A-a)} + x_{(a-B)} + x_{(B-C)} + x_{(B-b)} + x_{(b-C)} + x_{(C-D)} + x_{(C-c)} \\ & + x_{(D-E)} + x_{(E-F)} + x_{(F-f)} + x_{(F-G)} + x_{(f-H)} + x_{(c-G)} + x_{(G-H)} + x_{(H-I)} \\ & + x_{(I-J)} + x_{(J-K)} + x_{(K-L)} + x_{(L-M)} + x_{(M-m)} + x_{(M-N)} + x_{(m-N)} + x_{(N-n)} \\ & + x_{(N-O)} + x_{(n-O)} + x_{(O-o)} + x_{(O-P)} + x_{(o-P)} + x_{(P-p)} + x_{(P-Q)} + x_{(p-Q)} \\ & + x_{(Q-final)} \end{aligned}$$

### 3.- Sujeto a (restricciones)

A)  $x_{(o-A)} - x_{(A-B)} - x_{(A-a)} = 0$

a)  $x_{(A-a)} - x_{(a-B)} = 0$

$$x_{(o-A)} = 25$$

B)  $x_{(A-B)} + x_{(a-B)} - x_{(B-b)} - x_{(B-C)} = 0$

b)  $x_{(B-b)} - x_{(b-C)} = 0$

$$x_{(A-B)} = 25$$

C)  $x_{(B-C)} + x_{(b-C)} - x_{(C-c)} - x_{(C-D)} = 0$

c)  $x_{(C-c)} - x_{(c-G)} = 0$

$$x_{(B-C)} = 12,5$$

D)  $x_{(C-D)} - x_{(D-E)} = 0$

$$x_{(C-D)} = 12,5$$

E)  $x_{(D-E)} - x_{(E-F)} = 0$

$$x_{(D-E)} = 50,1$$

F)  $x_{(E-F)} - x_{(F-f)} - x_{(F-G)} = 0$

f)  $x_{(F-f)} - x_{(f-H)} = 0$

$$x_{(E-F)} = 8$$

G)  $x_{(F-G)} + x_{(c-G)} - x_{(G-H)} = 0$

$$x_{(F-G)} = 29$$

H)  $x_{(G-H)} + x_{(f-H)} - x_{(H-I)} = 0$

$$x_{(G-H)} = 37,6$$

I)  $x_{(H-I)} - x_{(I-J)} = 0$

$$x_{(H-I)} = 16,5$$

J)  $x_{(I-J)} - x_{(J-K)} = 0$

$$x_{(I-J)} = 16,5$$

K)  $x_{(J-K)} - x_{(K-L)} = 0$

$$x_{(J-K)} = 8$$

L)  $x_{(K-L)} - x_{(L-M)} = 0$

$$x_{(K-L)} = 50,8$$

**M)**  $x_{(L-M)} - x_{(M-m)} - x_{(M-N)} = 0$   
m)  $x_{(M-m)} - x_{(m-N)} = 0$   
 $x_{(L-M)} = 801,4$

**N)**  $x_{(M-N)} + x_{(m-N)} - x_{(N-n)} - x_{(N-O)} = 0$   
n)  $x_{(N-n)} - x_{(n-O)} = 0$   
 $x_{(M-N)} = 75,1$

**O)**  $x_{(N-O)} + x_{(n-O)} - x_{(O-o)} - x_{(O-P)} = 0$   
o)  $x_{(O-o)} - x_{(o-P)} = 0$   
 $x_{(N-O)} = 50,4$

**P)**  $x_{(O-P)} + x_{(o-P)} - x_{(P-p)} - x_{(P-Q)} = 0$   
p)  $x_{(P-p)} - x_{(P-q)} = 0$   
 $x_{(O-P)} = 75,1$

**Q)**  $x_{(P-Q)} + x_{(p-Q)} - x_{(Q-FINAL)} = 0$   
 $x_{(P-Q)} = 851,5$

### **Solución del modelo matemático aplicando software**

Para la solución del modelo matemático se utilizó el software solver, una extensión de Excel para la resolución de ejercicios de programación lineal.

A continuación se procede a la solución del modelo matemático asistido por ordenador

- a) Identificar las variables de decisión y se procede al armado de modelo según la especificación del software (a nexa 8).
- b) Una vez elaborado el problema según las especificaciones de solver se procede a la aplicación del software (anexo 9).
  - 1.- se establece la celda objetivo (FO)
  - 2.- se establece las celdas que van a cambiar de variables (verde caqui)
  - 3.- las restricciones del problema (A-X) según al modelo matemática
- c) El software lo resuelve conforme a las especificaciones realizadas (anexo 10).

**Cuadro 20.** Implementación de los resultados

costos variable de manufactura para 75 kg de queso fresco o criollo por un ciclo de producción (15 días)							
	actividad	IC	IL	Tiempo	% de t t	c t p a	%
	Proceso 1						
A	recepción	0	0	0,5	0,01051304	25,0429	1,051303
a)	Prep de ollas	0,5	1	0,5	0,01051304		1,051303
B	Análisis	0,5	0,5	0,5	0,01051304	25,0429	1,051303
b)	Prep de reactivos	0,5	0,75	0,5	0,01051304		1,051303
	Proceso 2						
C	Transporte	1	1	0,25	0,00525652	12,5214	0,52565
c)	Limpieza del proceso	1	2,16	0,5	0,01051304		1,05130
D	Llenado de tanque	1,25	1,25	0,25	0,00525652	12,5214	0,52565
E	Pasteurizado	1,5	1,5	1	0,02102607	50,0858	2,10260
	Proceso 3						
F	Distribución	2,5	2,5	0,16	0,00336417	8,01373	0,33641
f)	Prep. de medidas	2,66	2,74	0,5	0,01051304		1,05130
G	Prep. de reactivos	2,66	2,66	0,58	0,01219512	29,0498	1,21951
H	Cuajado	3,24	3,24	0,75	0,01576955	37,5643	1,57695
I	Cortado de la cuaja	3,99	3,99	0,33	0,0069386	16,5283	0,69386
J	Desuerado	4,32	4,32	0,33	0,0069386	16,5283	0,69386
K	Adición de sal	5,73	5,73	0,16	0,00336417	8,01372	0,33641
	Proceso 4						
L	Moldeo	5,89	5,89	1	0,02102607	50,0858	2,10260
M	Presentado	6,89	6,89	16	0,33641716	801,373	33,6417
m)	Inspección de queso	23,89	22,89	1	0,02102607		2,10260
	Proceso 5						
N	Preparado	346	346	1,5	0,03153911	75,1287	3,1539
n)	Prep. de envase	348,5	349,75	0,75	0,01576955		1,5769
O	Embolado	348,5	348,5	1	0,02102607	50,0858	2,1026
o)	Asignado de fv	349,32	349	0,5	0,01051304		1,0513
P	Sellado	350,5	350,5	1,5	0,03153911	75,128	3,1539
p)	Control de calidad	352	351,5	0,5	0,01051304		1,0513
	Proceso 6						
Q	Almacén	352	352	17	0,35744323	851,459	35,744
				47,56	1	2144,17	100

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.10 Calculo del VAN (Valor Actual Neto) y del TIR (Tasa De Interés De Retorno)

Para realizar el cálculo del VAN y del TIR se empleó los resultados obtenidos en la ruta crítica de la línea de producción del queso criollo para los análisis tanto como del VAN y del TIR se empleó dos criterios de producción (uno empleando la ruta crítica y otro sin emplear la ruta crítica).

**Cuadro 21.** Análisis VAN y TIR (queso fresco criollo)

QUESO FRESCO							
Periodo	flujo C RC	flujos S RC	Tasa	van c rc	tir	van s cr	tir cr
0	-25730,4	-28585,2	0,10	-25.533,75 bs	-2%	-28.388,55 bs	-3%
1	2000	2000	0,10	1.815,71 bs		1.815,71 bs	
2	2000	2000	0,10	1.648,39 bs		1.648,39 bs	
3	1500	1500	0,10	1.122,37 bs		1.122,37 bs	
4	1500	1500	0,10	1.018,95 bs		1.018,95 bs	
5	2000	2000	0,10	1.233,41 bs		1.233,41 bs	
6	1000	1000	0,10	559,88 bs		559,88 bs	
7	2000	2000	0,10	1.016,57 bs		1.016,57 bs	
8	2000	2000	0,10	922,90 bs		922,90 bs	
9	1500	1500	0,10	628,39 bs		628,39 bs	
10	1500	1500	0,10	570,49 bs		570,49 bs	
11	1500	1500	0,10	517,92 bs		517,92 bs	
12	4000	4000	0,10	1.253,85 bs		1.253,85 bs	

-13.224,92 bs

-16.079,72 bs

Fuente: Elaboración propia

$$VAN = -I + \frac{F1}{(I+i)} + \frac{F2}{(I+i)^2} \dots \dots \dots$$

VAN C RC = -13.224,92 bs

VAN S RC = -16.079,72 bs

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{Fn}{(I+i)^n} = 0$$

TIR C RC = -2%

TIR S RC = -3%

## **Inventario**

La producción es de 18,2 kg las cuales que en 15 unidades de 1 kg cada uno, y en 6 unidades de 1/2 kg, para su respectivo empaquetado y su posterior venta a las diferentes cadenas de supermercados.

La empresa MAYA produce esta variedad de queso simplemente para cumplir pedido esto dividido a dos factores la primera el queso criollo es fresco no es un queso maduro por lo tanto el cliente lo consume fresco segundo factor es que la demanda de este producto es muy alta ya que se consideran artículos de primera necesidad y el costo es bajo.

## **Productividad laboral**

Este cálculo se realizó solo durante la los tres primeros procesos por que es donde se realiza el proceso de manufactura del queso fresco o criollo lo cual ocurre en una jornada laboral de ocho horas y un total de 200 kg de leche en línea de producción por siglo de producción programado.

La productividad laboral dentro la empresa se formuló de la siguiente manera en base a la fórmula:

$$\text{productividad laboral} = \frac{\text{unidades porducidas}}{\text{horas laboradas}}$$

$$\text{productividad laboral} = \frac{18,278 \text{ kg}}{8 \text{ h}}$$

$$\text{productividad laboral} = 2,28 \text{ kg/h}$$

- La productividad laboral dentro la empresa es de 2,28 kg/ h

## Capítulo V

### PROPUESTA

#### 5.1. Propuesta

Dentro el proceso de producción se desarrollo un modelo matemático para las dos variedades de quesos (edam y fresco o criollo) sobre la cuales se trabajo en base al CPM y al PERT la cual nos mostraron datos reales de la linea producción de queso fresco la cual no genera rentabilidad alguna y es por este motivo que se le propone realizar un analisis de rentabilidad para cada uno de los tipos de quesos se producen en la empresa en base al metodo CPM PERT.

De la misma manera se logro realizar una planilla de operaciones para la empresa para el área de producción y para cada uno de los empleados.

##### 5.1.1. Planillas de operaciones

La planilla se realizó con el fin de realizar un entrenamiento rápido a los empleados de la empresa MAYA y la asignación de tareas a realizarse dentro la empresa.

**Cuadro 22.** Planilla de operación (maestro quesero)

<b>Planilla de operaciones del personal</b>	
<b>Maestro quesero</b>	
<b>Objetivo del puesto</b> Mantener el constante abastecimiento de las distintas variedades de queso dentro la empresa.	
<b>Ingresar al puesto de trabajo</b>	
Verificar aspecto de la higiene personal	Asegúrese de tener las uñas bien cortas, cabello recogido, lavar las manos con agua y jabón y posterior mente proceda con la desinfección de manos con alcohol en gel.
Verificación de uniforme	El uniforme debe estar limpio, usar barbijo, calatrava y botas.
Verifique el área de trabajo	Verifique que cuenta con todas la hermanitas de trabajo necesarias para la jornada de trabajo que la maquinaria

	esté funcionando correctamente además verifique la limpieza y el orden en su área de trabajo.
Recorrido de verificación	Realice un recorrido de verificación por las cámaras de maduración para verificar los productos que faltan y que productos estas con bajo abastecimiento y programe que variedad de queso se procederá fabricar.
Verifique los insumos	Verifique si tiene todos los insumos necesario para el proceso de fabricación de queso.
Preparar faltantes	Programe la producción según a los productos que falten según cronograma del día.
Recetario	Utilizar siempre el recetario del área de para producción de todas la variedades de queso que se producen dentro la empresa.
Producción de queso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepciones y filtre la leche en un tanque.</li> <li>• Pasteurice la leche.</li> <li>• Atemperado de la leche.</li> <li>• Ingrese los aditivos.</li> <li>• Proceda al desuerado.</li> <li>• Proceda al moldeo del queso.</li> </ul>
Curado del queso	Se procede a curar el queso en salmuera para su posterior maduración.
Manejo correcto de los utensilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina de trabajo debe ser manipulado con cuidado y cumpliendo con las normas de manipuleo e higiene de los mismos.</li> <li>• Los utensilios de trabajo deben ser limpiados constantemente y deben guardar su integridad constantemente.</li> </ul>
Limpieza	Toda el área de proceso de estar siempre impecable por lo cual se debe limpiar constantemente toda el área de trabajo.
Buen humor	Entrar al puesto de trabajo en buen estado anímico,

Seguridad	En todo momento mantenga los procedimientos de seguridad para evitar accidentes o incidentes no deseados.
-----------	---

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 23.** Planilla de operación (vendedor- chofer)

<b>Planilla de operaciones del personal</b>	
<b>Vendedor</b>	
<b>Vendedor</b> realizar la entrega constante de nuestros productos a todos nuestros clientes y tomar nota de los diferentes reclamos que existieren.	
<b>Ingresar al puesto de trabajo</b>	
Verificar aspecto de la higiene personal	Asegúrese de tener las uñas bien cortas, cabello recogido, lavar las manos con agua y jabón y posterior mente proceda con la desinfección de manos con alcohol en gel.
Verificación de uniforme	El uniforme debe estar limpio, usar barbijo, calatrava y botas.
Verifique el área de trabajo	Verifique que cuenta con todas la hermanitas de trabajo necesarias para la jornada de trabajo que la maquinaria esté funcionando correctamente además verifique la limpieza y el orden en su área de trabajo.
Verificar orden de compra	Se debe verificar los requerimientos de nuestros clientes para satisfacer sus necesidades.
Pesar el queso correctamente ‘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener la seguridad de la variedad de queso que se envía.</li> <li>• Pesar correctamente el queso.</li> <li>• Colocar la etiqueta correcta.</li> <li>• Proceder con el sellado al vacío del producto.</li> <li>• Codificar el precio y código del producto correctamente y legible.</li> </ul>
Antes del envió	Verificar que las cantidades y producto sea la misma figura en la orden de compra para la satisfacción de nuestros clientes.

Cargado al camión	Se debe realizar con mucho cuidado para no maltratar el producto y así evitar la devolución del mismo por mala presentación.
Limpieza	Toda el área de proceso de estar siempre impecable por lo cual se debe limpiar contantemente toda el área de trabajo.
Buen humor	Entrar al puesto de trabajo en buen estado anímico.
Seguridad	En todo momento mantenga los procedimientos de seguridad para evitar accidentes o incidentes no deseados.

Fuente: Elaboracion propia

**Cuadro 24.** Planilla de operación (ayudante)

<b>Planilla de operaciones</b>	
<b>Ayudante</b>	
<b>Objetivo del puesto</b> mantener limpio y en orden todos los utensilios que se usen en la empresa para la elaboración de queso y ayudar en su elaboración.	
<b>Antes de ingresar</b>	
Higiene personal	Asegúrese de tener las uñas bien cortas, cabello recogido, lavar las manos con agua y jabón y posterior mente proceda con la desinfección de manos con alcohol en gel.
Verificación de uniforme	El uniforme debe estar limpio, usar barbijo, calatrava y botas.
Verifique el área de trabajo	Verifique que cuenta con todas la hermanitas de trabajo necesarias para la jornada de trabajo que la maquinaria esté funcionando correctamente además verifique la limpieza y el orden en su área de trabajo.
Limpieza de moldes	Se debe limpiar los moldes que se usaron el día anterior. <ul style="list-style-type: none"> <li>• El remojo se efectúa con agua caliente durante 30 min.</li> <li>• Se procede al lavado con detergente líquido.</li> <li>• Se procede a enjuagar dos veces.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luego al secado y se procede a ordenarlos maldes.</li> </ul>
Manejo de queso	Una vez desmoldado los quesos se procede a almacenar en las diferentes cámaras para su maduración o incubación dependiendo el caso.
Pasteurizadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La limpieza se debe realiza a diario una vez concluido el proceso de pasteurización.</li> </ul>
Descremadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La limpieza se debe realiza a diario una vez concluido el proceso de descremado del leche.</li> </ul>
Utensilios de cocina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La limpieza se debe realiza a diario una vez concluido el proceso de fabricación.</li> </ul>
Manejo correcto de los utensilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina de trabajo debe ser manipulado con cuidado y cumpliendo con las normas de manipuleo e higiene delos mismos.</li> <li>• Los utensilios de trabajo deben ser limpiados contantemente y deben guardar su integridad constantemente.</li> </ul>
Limpieza	Toda el área de proceso de estar siempre impecable por lo cual se debe limpiar contantemente toda el área de trabajo.
Buen humor	Entrar al puesto de trabajo en buen estado anímico.
Seguridad	En todo momento mantenga los procedimientos de seguridad para evitar accidentes o incidentes no deseados.

Fuente:Elaboracion propia

### 5.1.2. Desarrollo de los diagramas recorridos, analítico y sinóptico

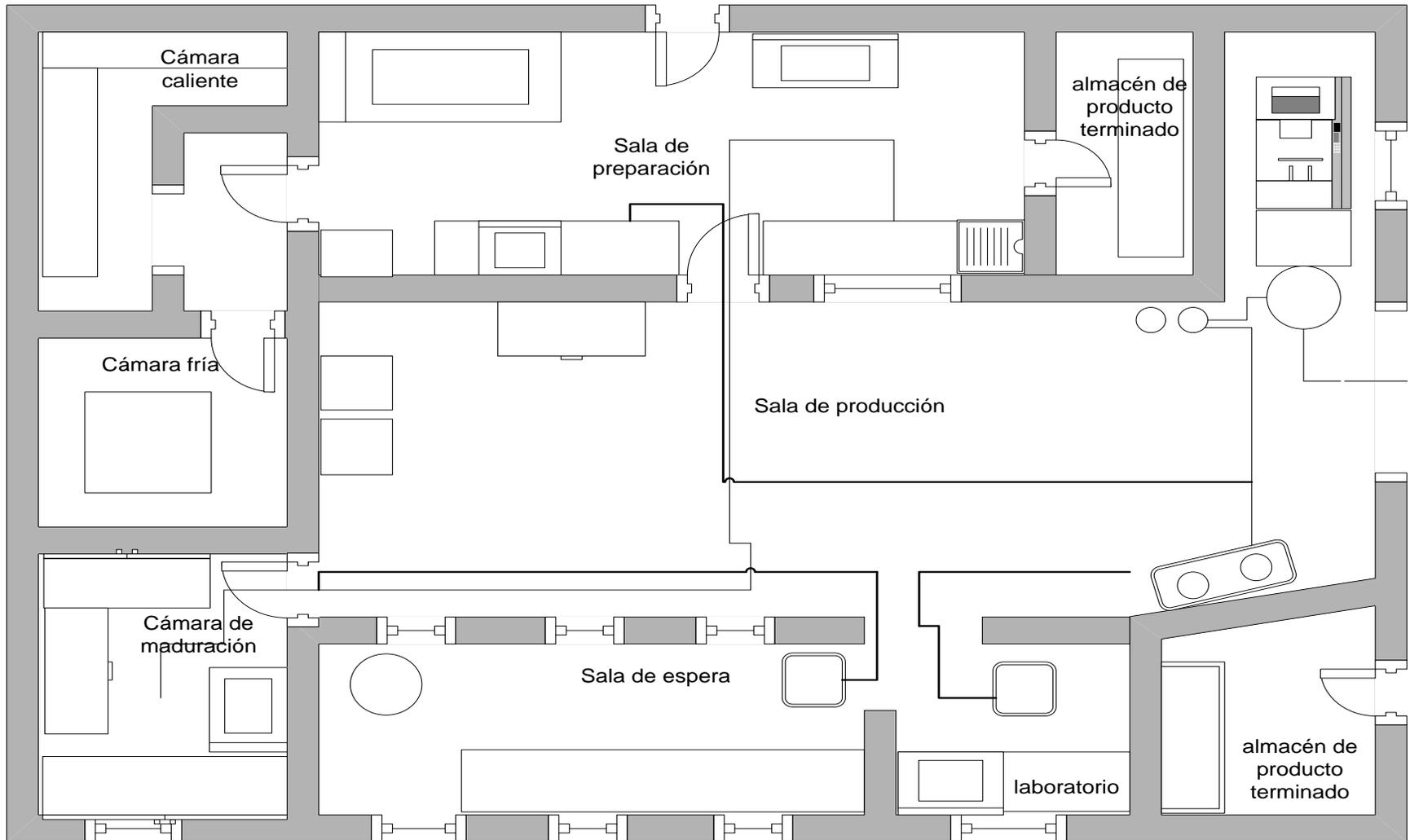
De la misma manera se logro realizar desarrollar un diagrama de recorridos, diagrama analítico y un diagrama sinóptico para la Producción de las dos variedades de quesos(queso edam y queso criollo o fresco)

**Diagrama de recorridos:** se desarrollo con el fin de tener una referencia espacial de la planta procesadora de quesos y asi tomar decisiones que colleven al mejor desempeño espacial dentro la empresa.

**Diagrama analítico:** nos muestra tiempos y las distancias que conlleva cada actividad dentro la línea de Producción para poder tomar decisiones respecto a un movimiento dentro de un proceso.

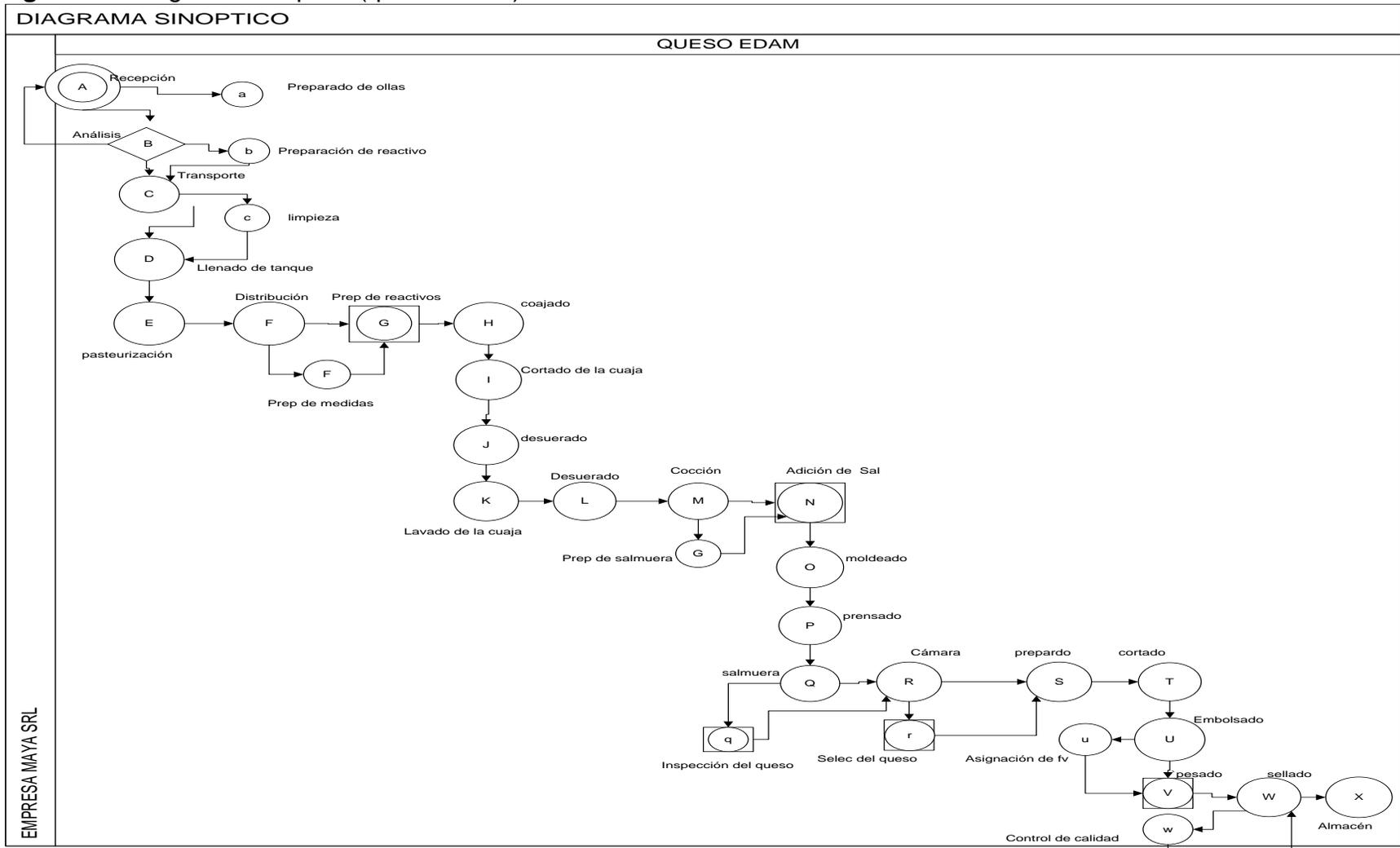
**Diagrama sinóptico:** nos muestra las operaciones que requieren inspección y la toma de decisiones dentro de cada actividad respecto del tiempo al mismo tiempo muestra las actividades que se realizan en paralelo dentro de la línea de manufactura dentro el proceso de Producción de quesos.

**Figura 18.**Diagrama de recorrido (queso Edam)



Fuente: Elaboracion propia

**Figura 19. Diagrama sinóptico (queso Edam)**



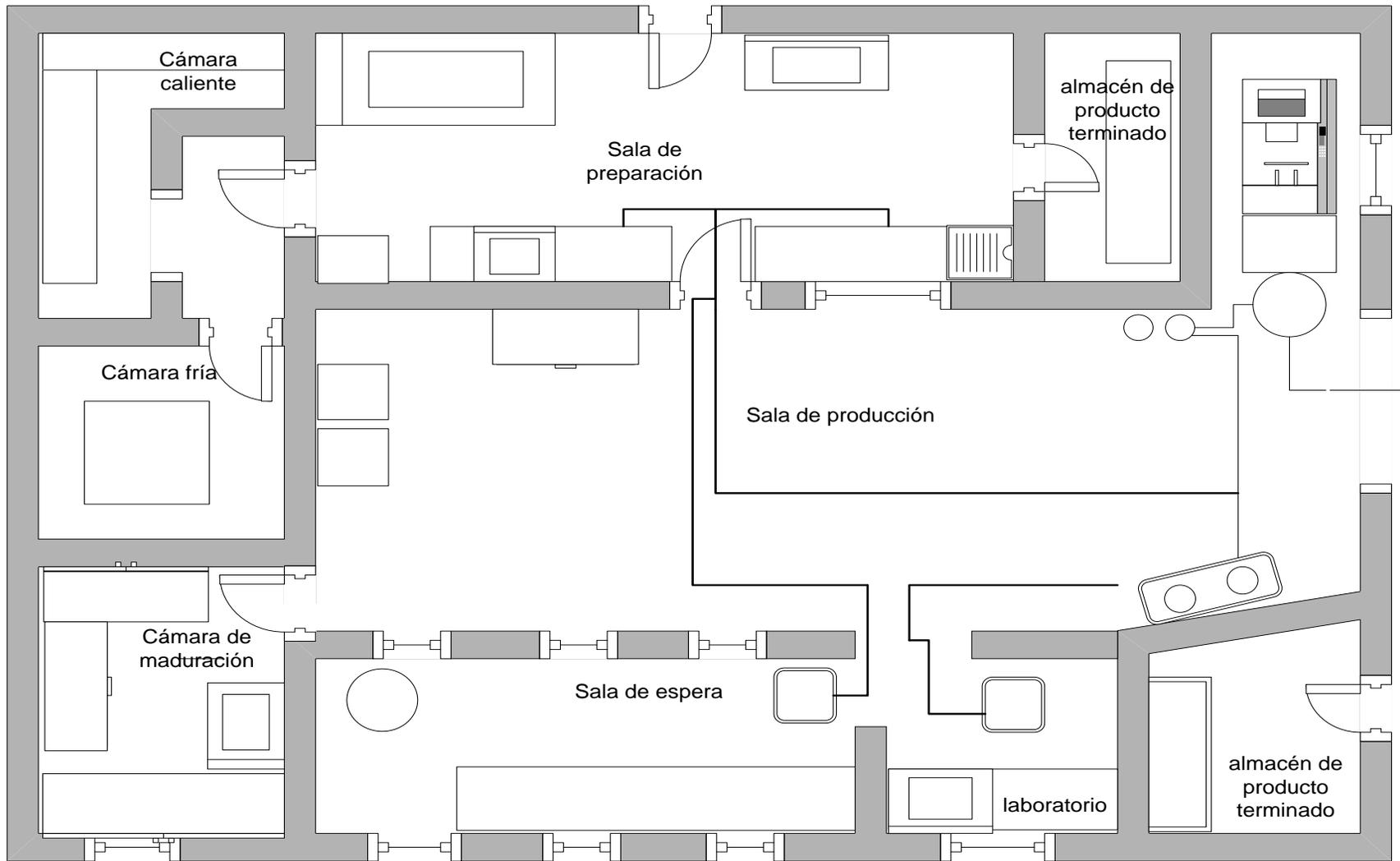
Fuente: Elaboración propia

**Figura 20.** Diagrama analítico (queso Edam)

Curso analítico	Actividad				tiempo	distancia	observaciones
actividad proceso de queso	Operación	●			15		
Metodo manual	Transporte	➔			5		
	Demora	◐			2		
Elaborado por Elias Mamani	Inspeccion	■			3		
	Almacenamiento	▲			3		
Aprovado por	Operacion e inspeccion	◑			7		
	total				35		
	simbolo				min	m	
	●	■	➔	◐	▲	◑	
Analisis					0,5	1	toma de muestras para laboratorio
Resepcion					0,5	5	se toma resgistro de la leche
Preparacion de ollas					0,5	5	tamizado de la leche
Preparacion de lab					0,5	1	ordenar laboratorio
					0		
Trasporte					0,25	2	entrada de la leche a sala de produccion
Limpeza del proceso					0,5	3	limpeza del molde del dia antrior
Llenado de tanque					0,25	1	para pasteurizado
Pasteurizado					1	1	según la capacidad de equipo
					0		
Distribucion					0,16	2	en dos vandejas de acero inox
Preparacion de medidas					0,5	5	para el tipo de queso
Preparacion de reactivos					0,58	5	cultivos lacteos
Cuajado					0,75	0	esperar efecto del cuajo
Cortado de la masa					0,33	3	en lonjas y cuadrados
Desuerado					0,33	0	separar la masa de la cuaja
Lavado de la cuaja					0,25	1	se agraga agua a 35°C
Desuerado					0,33	2	se realiza
Coccion de la masa					0,5	3	se realiza de 25 - 30 min a 50°C
Preparacion de salmuera					1	5	se prepara una concentracion al 20 %
Adicion de sal					0,16	5	catidad exacta ala masa
Moldeo					1	4	moldes de acero inox
Presansado					16	1	
Salmuera					1	5	al 20 % de solucion
Inspeccion de queso					1	8	inocuidad alimentaria
Camara					322,11	8	madurara durante 15 dias
Selección						5	seleccionar el queso madurado
Preparado					1,5	3	material de trabajo
Cortado					1	1	según la presentacion mas adecuada
Preparacion de enbase					0,75	1	bolsas de plastico
Enboldado					1	1	asignado de logotipo
Asignado de fv					0,5	1	para 30 dias
Pesado					1	1	según la presentacion de peso
Sellado					1,5	1	calibrar la maquina
Control de calidad					0,5	1	ver los apectos de presentacion
Almacen					17	8	transporte al almacen del sobrante de queso
Despacho de mercaderia					1	10	cargar ala canbiom segum orden de compra
Total					375,75	109	

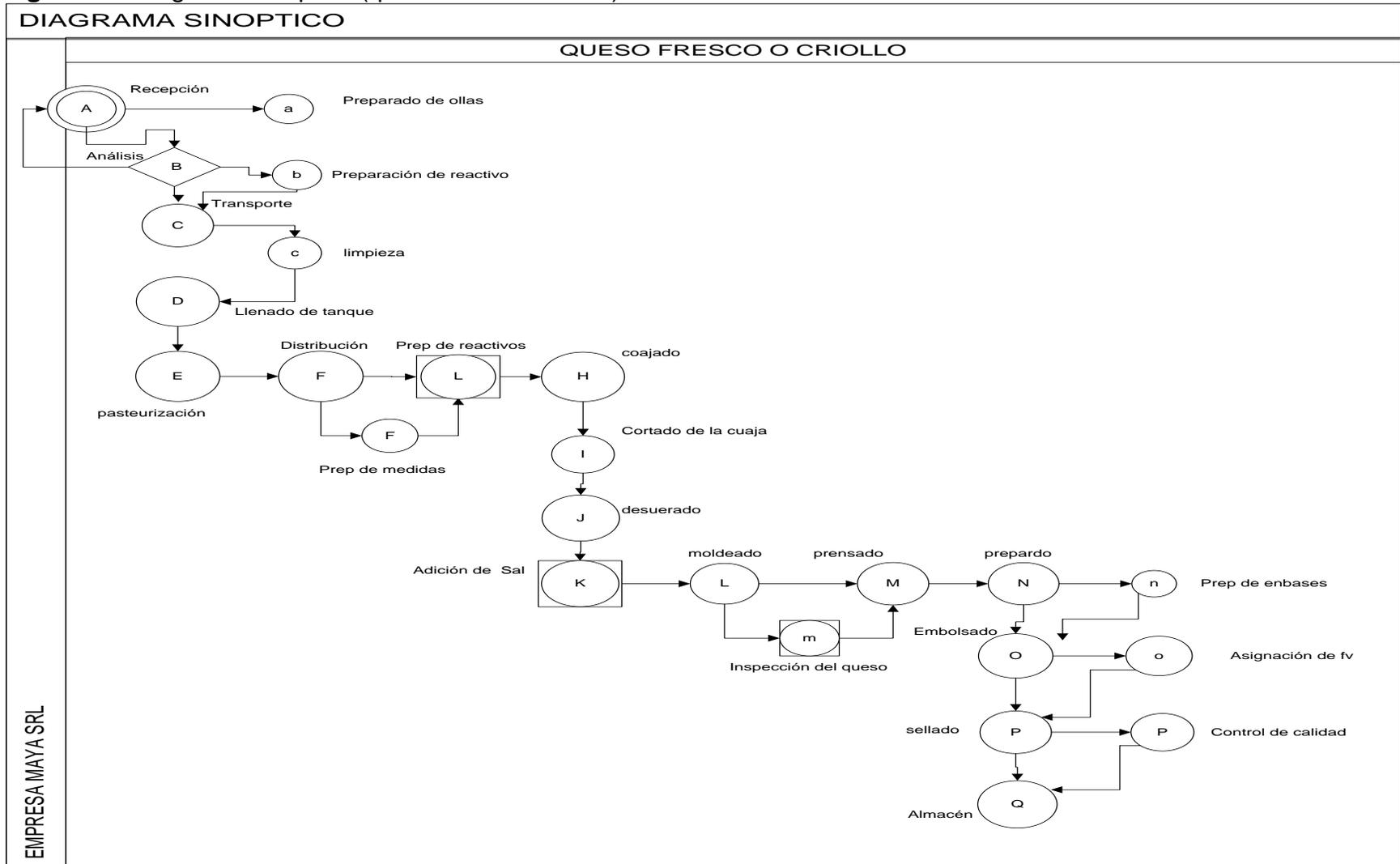
Fuente: elaboración propia

**Figura 21.** Diagrama de recorridos (queso fresco o criollo)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 22.** Diagrama sinóptico (queso fresco o criollo)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 23.** Diagrama analítico (queso fresco o criollo)

Curso analítico	Actividad		tiempo	distanci	obserbaciones	
Proceso de queso fresco	Operación	●			13	
Metodo manual	Transporte	➔			4	
	demora	◐			3	
Elaborado por; Elias Mamani	Inspeccion	■			1	
	Almacenamiento	▲			3	
Aprovado por	Operecion e inspeccion	◑			2	
	total				26	
			min	m		
	simbolo					
	●	■	➔	◐	▲	◑
Analisis			0,5	1	toma de nuetras para analisis	
Resepcion			0,5	5	se toma resgistro de la leche	
Preparacion de ollas			0,5	5	tamizado de la leche	
Preparcion de lab			0,5	1	ordenar laboratorio	
			0			
TranSporte			0,25	2	entrada de la leche a sala de proceso	
Limpieza del proceso			0,5	3	limpeza del molde del dia antrior	
Llenado de tanque			0,25	1	para pasteurizado	
Pasteurizado			1	1	según la capacidad de equipo	
			0			
Distribucion			0,16	2	en dos vandejas de acero inox	
Preparacion de medidas			0,5	5	para el tipo de queso	
Preparacion de reactivos			0,58	5	cultivos lacteos	
Cuajado			0,75	0	esperar efecto del cuajo	
Cortado de la cuaja			0,33	3	en lonjas y cuatrados	
Desuerado			0,33	0	tamizado	
Adicion de sal			0,16	5	cantoidad exacta	
Moldeo			1	3	preparacion de los moldes	
Presansado			16	0	durante 18 h	
Inspeccion del queso			1	7,5	revisar características organolepticas	
Almacen			1,5	5	esrrimiato del suero 6 h	
Preparacion de embase			0,75	3	bolsa nailon	
Emboldado			1	0	aginado de logotipo	
Asignado de fv			0,5	0	para 7 dias	
Sellado			1,5	3	calibrado de la maquina	
Control de calidad			0,5	0	revisar prentacion	
Almancen			17	7,5	durante 6 horas	
Despacho de mercaderia			0	10	cargado al cambion según orden de compra	
Total			47,56	67		

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2. Seguridad e higiene

**Seguridad:** La Ley general del Trabajo establece que la empresa debe brindar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos sus trabajadores y estimular la prevención de accidentes

Toda lesión que sobre el trabajador por consecuencia del trabajo que realiza para que sea considerado como accidente de trabajo se requiere que las características siguientes se cumplan; el acontecimiento o suceso inesperado se produzca al realizar un trabajo, sea súbito y no deseable.

El accidente de trabajo puede presentar dos tipos de pérdidas:

- Sobre el personal: nos referimos toda pérdida de la seguridad Anatómica fisiológica y psicológica del trabajador.
- Sobre los procesos: nos referimos a la interrupción en el flujo continuo de la producción.

**Higiene:** La empresa MAYA cumple con todos los procesos de inocuidad alimentaria para la producción de quesos con el fin de que no exista ningún tipo de contaminación dentro del proceso los empleados deben cumplir las siguientes instrucciones.

- Antes de ingresar deben estar con los uniformes bien puestos que consta de cinco piezas.( barbijo, calatrava, botas, guardapolvo y guantes)
- El ingreso a la sala de producción se debe desinfectar las botas.
- El uso del barbijo es muy importante evitar la contaminación por secreción durante el proceso de manufactura.
- El uso de la calatrava es importante para el evitar la caída de cabello al producto que se está elaborando.
- Los guarda polvos son importantes para que no exista contaminación por parte de nuestra ropa al producto.
- El uso de las botas es muy importante ya que nos evita sufrir accidentes por que durante el proceso de fabricación existe mucho movimiento y utilización de agua.

Una vez terminado el proceso de producción de quesos se procede al lavado del área de producción que se realiza todos los días e incluyendo las cámaras de maduración cada fin de semana.

La empresa MAYA adopta todas las normas de calidad, seguridad e higiene industrial para la producción y procesamiento de alimentos lácteos y así cumplir con las exigencias y estándares de inocuidad alimentaria que rigen a este rubro.

## Capítulo VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Conforme a los objetivos del presente trabajo dirigido se desarrolló el análisis del proceso productivo de las dos variedades de queso (queso Edam y queso criollo) para los cuales se realizaron los análisis respectivos en base a la técnica de revisión y evaluación del programa (PERT, program evaluation and review technique) y el método de la ruta crítica (CPM, critical path method) mediante la cuales se estimaron tiempos de procesos y costos a su vez desarrolló la red del proceso de producción de los dos tipos de quesos llegando a las siguientes conclusiones.

- Se observó que la empresa MAYA cumple los parámetros y estándares de higiene e inocuidad alimentaria.
- Se ha planteado las planillas de operaciones para todos los empleados del área de producción; esta herramienta debe ser empleada para realizar un entrenamiento rápido, delimitar funciones y asignar tareas al personal.

#### Queso Edam

Conforme al estudio realizado en la empresa MAYA se llegaron a las siguientes conclusiones para la producción del queso Edam:

- la empresa MAYA adquiere un promedio de 200 kg de leche diariamente de los cuales se obtiene un rendimiento del 9,345% lo cual equivale a 18,7 kg aprox. Los cuales se producen en 8 horas en su fase de elaboración teniendo una productividad laboral de 2,3 kg / hora.
- Para este caso el PERT nos reveló que la elaboración del queso Edam tiene 7 procesos y 34 actividades a los cuales se les asigno tiempos basados en la distribución beta la cual nos mostró que el tiempo total de procesamiento es de 374,75 horas.
- Mediante el CPM se desarrolló un cronograma basado en las 34 actividades y nos permitió realizar un manejo lineal de los costos y tiempos para la

manufactura del queso apoyado en los cálculos de la ruta crítica el porcentaje de que se concluya con el proceso de manufactura en 374,75 horas es de 77,3%.

- El CPM identifica cuello de botella es el proceso 5 (maduración) ya tiene la mayor asignación de presupuesto y el mayor porcentaje de utilización del tiempo total de producción.
- Se desarrolla el análisis de la red de producción en base a 2 estructuras de manufactura.
  - La primera sin el algoritmo de la ruta crítica, que identifique 34 actividades y 7 procesos con una duración de 374,75 horas y una asignación de presupuesto de 3303,10 bs.
  - La segunda con el algoritmo de la ruta crítica que identifique 24 actividades críticas y 10 actividades secundarias con una duración de 369 horas una asignación de presupuesto de 3341,9 bs.
- Se realizaron 2 análisis del VAN y del TIR (un periodo de 12 meses) el primer análisis se realizó sin la aplicación de la ruta crítica y el segundo análisis se aplicando los resultados de la ruta crítica.
  - Para el primer análisis se obtuvo un VAN de bs 2.039,7 y un TIR del 11%
  - Para el segundo análisis se obtuvo un VAN de bs 1.306,6 y un TIR del 11%

### **Queso criollo**

Conforme al estudio realizado en la empresa MAYA se llegaron a las siguientes conclusiones para la producción del queso fresco criollo:

- la empresa MAYA adquiere un promedio de 200 kg de leche diariamente de los cuales se obtiene un rendimiento del 9,13 % lo cual equivale a 18,26 kg aprox. Los cuales se producen en 8 horas en su fase de elaboración teniendo una productividad laboral de 2,3 kg / hora.
- El PERT nos reveló la elaboración del queso criollo tiene 6 procesos y 25 actividades a los cuales se les asigno tiempos basados en la distribución beta la cual mostro que el tiempo total de procesamiento es de 47,56 horas.

- Mediante el CPM se desarrolló un cronograma basado en las 25 actividades y nos permitió realizar un manejo lineal de los costos y tiempos para la manufactura del queso apoyado en los cálculos de la ruta crítica el porcentaje de que se concluya con el proceso de manufactura en 47,56 horas es de 86,2%.
- El CPM identifica que el cuello de botella es proceso 4 ya tiene la mayor asignación de presupuesto y el mayor porcentaje de utilización del tiempo total de producción.
- Se desarrolla el análisis de la red de producción en base a 2 estructuras de manufactura.
  - La primera sin el algoritmo de la ruta crítica, que identifique 25 actividades y 6 procesos con una duración de 47,56 horas y una asignación de presupuesto de 2382,10 bs.
  - La segunda con el algoritmo de la ruta crítica que identifique 17 actividades críticas y 8 actividades secundarias con una duración de 42.82 horas una asignación de presupuesto de 2144,10 bs.
- Se realizaron 2 análisis del VAN y del TIR (un periodo de 12 mes) el primer análisis se realizó sin la aplicación de la ruta crítica y el segundo análisis se aplicando los resultados de la ruta crítica.
  - Para el primer análisis se obtuvo un VAN de bs -16.079,9 y un TIR del -2%
  - Para el segundo análisis se obtuvo un VAN de bs -13.244,7 y un TIR del- 3%

## **6.2. Recomendaciones**

- Se identificó que en el área de limpieza de los moldes se requiere de una lava plato industrial para el proceso de lavado y evitar pérdida de tiempo y así mejorar las condiciones laborales del trabajador evitar futuras lesiones en la columna del trabajador.
- Se requiere una buena distribución de planta para los insumos y materia prima por que estos problemas están causando pérdidas dentro la empresa.
- Ubicar el depósito de material más cerca al área de empaque para que el procedimiento sea más rápido.

- Realizar los pedidos de material de empaque con varios meses de anticipación para evitar problemas de desabastecimiento de mismo.
- Se requiere un tanque de almacenamiento de refrigerado para la leche antes del procesamiento
- se recomienda reajustar los costos y la línea de producción de queso fresco o criollo ya que no genera rentabilidad alguna.

## ANEXOS

### Anexo 1

<b>Pasteurizador</b>
Características
Equipo compacto compuesto por: <ul style="list-style-type: none"><li>• Tanque de balance, de 100 litros, en AISI 304.</li><li>• Bomba de alimentación centrífuga Hyginox SE</li></ul> Intercambiador de calor de placas, que puede ser de 1, 2 o 3 etapas, a petición del cliente y/o proceso. Con bastidor de acero inoxidable, placas de Acero inoxidable AISI 316L de 0,6 mm de espesor. Con juntas de NBR, fijada, mecánicamente. <ul style="list-style-type: none"><li>• El tubo retenedor se ha diseñado con ligera inclinación para mejorar el drenaje del tubo</li><li>• Válvula de desvío automática tipo KH (3 vías), además de válvulas de mariposa de operación manual y la instrumentación necesaria para el control de la temperatura de pasteurización</li><li>• Válvula modulante de 3 vías, para el agua caliente, con posicionado electro neumático</li><li>• Todo el kid de pasteurización va montado sobre una estructura en acero inoxidable con patas regulables en altura.</li><li>• Para operar con el equipo, se incluye un cuadro de control en acero inoxidable AISI 304. El cuadro de mando lleva regulador de temperatura.</li></ul>

<b>Analizador lácteo</b>
Características
<ul style="list-style-type: none"><li>• Marca: MILKOTRONIC</li><li>• Modelo: MCC</li></ul> Descripción MCC LACTOSCAN. Analizador ultrasónico de leche, analiza 70 muestras por hora, determinación en 30 segundos. Para determinar materia grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, porcentaje de agua contenida, temperatura, pH, sólidos, punto de congelación, sales, conductividad y densidad, con

impresora incluida en el panel de control, bajo consumo de energía, no utiliza productos químicos. Características principales:

- Gabinete de acero inoxidable.
- Visualización en pantalla LCD
- Resultados de fácil lectura.
- Posibilidad de conectar un electrodo de pH
- Muy pequeña cantidad de leche requerida
- No usa productos químicos peligrosos
- Calibraciones para leche de vaca, oveja y leche UHT (ultra pasteurizada) Condiciones ambientales

Incluye:

- Impresora interna y teclado interno incluidos.
- Electrodo - Función para Medir PH + Conductividad
- Opera a 120 Volts, 50 Hz.

Dimensiones:

290 x 300 x 330 mm

Marca Milkotronic. Hecho en Bulgaria

### **Cocina surge original semi industrial 3 hornillas 1.30 m**

Características

- Tres hornillas,
- Quemador
- cuatro parrillas desmontable frente y bandeja de acero

### **Descremadora**

Características

De la marca Milky de origen europeo (Austria).

- Capacidad de proceso de 85 litros de leche por hora
- Control eléctrico
- Número de discos de tambor 12 piezas
- Salidas de leche y crema en aluminio
- De alto rendimiento y calidad
- Disponibles: Eléctricas y manuales.
- En capacidades de: 85,l/h

<b>Balanza electrónica kretz con torre</b>
Características
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo: Novel Eco 2.</li> <li>• Capacidad máxima: 30kg.</li> <li>• Capacidad mínima: 100gr.</li> <li>• Bandeja de acero inoxidable.</li> <li>• Batería interna recargable con 100hs de autonomía.</li> <li>• Teclado alfanumérico.</li> <li>• Pesaje multi - rango: de 0,1 a 15kg x 2gr y de 15 a 30kg x 5gr.</li> <li>• Función precio-peso.</li> <li>• Visor inferior para el vendedor y visor en torre para el cliente.</li> <li>• Indicadores de cero, tara, ítems y total.</li> <li>• Suma artículos pasables y no pasables.</li> <li>• Función contadora de piezas.</li> <li>• Alimentación: 220 v.</li> </ul>

<b>Moldes</b>
Características
<p>La empresa cuenta con una variedad de moldes para elaboración de todo tipo de quesos maduros y frescos moldes de acero inoxidable y de tubo pvc.</p> <p>Las características de del molde a acero inoxidable son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soldaduras y pulido sanitario.</li> <li>• Excelente presentación.</li> <li>• Procedencia chilena.</li> </ul>

<b>Selladora al Vacío</b>
Características
<p>Modelo 20 m 3.</p> <p>Marca Maigas.</p> <p>Características.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia: 500W.</li> <li>• Construida en Acero Inoxidable.</li> <li>• Panel de control digital de Fácil Operación.</li> <li>• Equipo de alta seguridad de sellado.</li> <li>• Voltaje: 220V/50Hz.</li> <li>• Selladores de 45cm cada uno.</li> <li>• Presión absoluta más baja: 1.33Kpa</li> </ul>

- Volumen de espacio del vacío: 52x50x12.
- Capacidad de la bomba de vacío: 20m<sup>3</sup>/h.

Medidas

<b>Frente</b>	<b>Fondo</b>	<b>Alto</b>	<b>Peso en kg</b>
55 cm	48 cm	50 cm	45

### **Prensa**

#### **Características**

La empresa cuenta con una prensa para queso de plancha tipo Holandesa con contrapeso en brazo de palanca.

Características del producto.

- Construido a base de acero inoxidable 304.
- Varias capacidades.
- Cubierta y charola para suero.
- Tornillo sinfín acme para modulación de presión
- Fácil limpieza.
- Lavable.

Anexo 2

Áreas bajo la curva normal estándar										
	00.	01.	02.	03.	04	05	06	07	08	09
0.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
0.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
0.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
0.6	.72575	.72907	.73237	.73536	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
0.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
0.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
0.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97784	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99889	.99893	.99896	.99900
3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950

Anexos 3

Actividad	Ecuación
Actividad A	$\frac{x}{0-A} = \frac{x}{A-B} + \frac{x}{A-a}$ $\frac{x}{A-a} = \frac{x}{a-B}$ $\frac{x}{0-A} = 4,5$
Actividad B	$\frac{x}{A-B} + \frac{x}{a-B} = \frac{x}{B-b} + \frac{x}{B-C}$ $\frac{x}{B-b} = \frac{x}{b-C}$ $\frac{x}{A-B} = 4,5$
Actividad C	$\frac{x}{B-C} + \frac{x}{b-C} = \frac{x}{C-c} + \frac{x}{C-D}$ $\frac{x}{C-c} = \frac{x}{c-G}$ $\frac{x}{B-C} = 2,3$
Actividad D	$\frac{x}{C-D} = \frac{x}{D-E}$ $\frac{x}{C-D} = 2,3$
Actividad E	$\frac{x}{D-E} = \frac{x}{E-F}$ $\frac{x}{D-E} = 9,1$
Actividad F	$\frac{x}{E-F} = \frac{x}{F-f} + \frac{x}{F-G}$ $\frac{x}{F-f} = \frac{x}{f-H}$ $\frac{x}{E-F} = 1,4$
Actividad G	$\frac{x}{F-G} + \frac{x}{c-G} = \frac{x}{G-H}$ $\frac{x}{F-G} = 5,2$
Actividad H	$\frac{x}{G-H} + \frac{x}{f-H} = \frac{x}{H-I}$ $\frac{x}{G-H} = 6,8$
Actividad I	$\frac{x}{H-I} = \frac{x}{I-J}$ $\frac{x}{H-I} = 2,9$

Actividad J	$\frac{x}{I-J} = \frac{x}{J-K}$ $\frac{x}{I-J} = 2,9$
Actividad k	$\frac{x}{J-K} = \frac{x}{K-L}$ $\frac{x}{J-K} = 2,3$
Actividad L	$\frac{x}{K-L} = \frac{x}{L-M}$ $\frac{x}{K-L} = 2,9$
Actividad M	$\frac{x}{L-M} = \frac{x}{M-m} + \frac{x}{M-N}$ $\frac{x}{M-m} = \frac{x}{m-Q}$ $\frac{x}{L-M} = 4,5$
Actividad N	$\frac{x}{M-N} = \frac{x}{N-O}$ $\frac{x}{M-N} = 1,4$
Actividad O	$\frac{x}{N-O} = \frac{x}{O-P}$ $\frac{x}{N-O} = 9,1$
Actividad P	$\frac{x}{O-P} = \frac{x}{P-Q}$ $\frac{x}{O-P} = 144,9$
Actividad Q	$\frac{x}{P-Q} + \frac{x}{m-Q} = \frac{x}{Q-q} + \frac{x}{Q-R}$ $\frac{x}{Q-q} = \frac{x}{q-R}$ $\frac{x}{P-Q} = 9,1$
Actividad R	$\frac{x}{Q-R} + \frac{x}{q-R} = \frac{x}{R-r} + \frac{x}{R-S}$ $\frac{x}{R-r} = \frac{x}{r-S}$ $\frac{x}{Q-R} = 2917,3$
Actividad S	$\frac{x}{R-S} + \frac{x}{r-S} = \frac{x}{S-T}$ $\frac{x}{R-S} = 13,6$
Actividad T	$\frac{x}{S-T} = \frac{x}{T-t} + \frac{x}{T-U}$

	$\frac{x}{T-t} = \frac{x}{t-U}$ $\frac{x}{S-T} = 9,1$
Actividad U	$\frac{x}{T-U} + \frac{x}{t-U} = \frac{x}{U-u} + \frac{x}{U-v}$ $\frac{x}{U-u} = \frac{x}{u-v}$ $\frac{x}{T-U} = 9,1$
Actividad V	$\frac{x}{U-v} + \frac{x}{u-v} = \frac{x}{v-w}$ $\frac{x}{U-v} = 9,1$
Actividad W	$\frac{x}{v-w} = \frac{x}{w-w} + \frac{x}{w-x}$ $\frac{x}{w-w} = \frac{x}{w-x}$ $\frac{x}{v-w} = 13,6$
Actividad X	$\frac{x}{w-x} + \frac{x}{w-x} = \frac{x}{x-final}$ $\frac{x}{w-x} = 153,9$

#### Anexos 4

Actividad	Ecuación
Actividad A	$\frac{x}{o-A} = \frac{x}{A-B} + \frac{x}{A-a}$ $\frac{x}{A-a} = \frac{x}{a-B}$ $\frac{x}{o-A} = 25,1$
Actividad B	$\frac{x}{A-B} + \frac{x}{a-B} = \frac{x}{B-b} + \frac{x}{B-C}$ $\frac{x}{B-b} = \frac{x}{b-C}$ $\frac{x}{A-B} = 25,1$
Actividad C	$\frac{x}{B-C} + \frac{x}{b-C} = \frac{x}{C-c} + \frac{x}{C-D}$ $\frac{x}{C-c} = \frac{x}{c-G}$ $\frac{x}{B-C} = 12,5$

Actividad D	$\frac{x}{C-D} = \frac{x}{D-E}$ $\frac{x}{C-D} = 12,5$
Actividad E	$\frac{x}{D-E} = \frac{x}{E-F}$ $\frac{x}{D-E} = 50,1$
Actividad F	$\frac{x}{E-F} = \frac{x}{F-f} + \frac{x}{F-G}$ $\frac{x}{F-f} = \frac{x}{f-H}$ $\frac{x}{E-F} = 8$
Actividad G	$\frac{x}{F-G} + \frac{x}{c-G} = \frac{x}{G-H}$ $\frac{x}{F-G} = 29$
Actividad H	$\frac{x}{G-H} + \frac{x}{f-H} = \frac{x}{H-I}$ $\frac{x}{G-H} = 37,5$
Actividad I	$\frac{x}{H-I} = \frac{x}{I-J}$ $\frac{x}{H-I} = 16,5$
Actividad J	$\frac{x}{I-J} = \frac{x}{J-K}$ $\frac{x}{I-J} = 16,5$
Actividad k	$\frac{x}{J-K} = \frac{x}{K-L}$ $\frac{x}{J-K} = 8$
Actividad L	$\frac{x}{K-L} = \frac{x}{L-M}$ $\frac{x}{K-L} = 50,8$
Actividad M	$\frac{x}{L-M} = \frac{x}{M-m} + \frac{x}{M-N}$ $\frac{x}{M-m} = \frac{x}{m-N}$ $\frac{x}{L-M} = 801,4$
Actividad N	$\frac{x}{M-N} + \frac{x}{m-n} = \frac{x}{N-n} + \frac{x}{N-O}$ $\frac{x}{N-n} = \frac{x}{n-O}$

	$\frac{x}{N-M} = 75,1$
Actividad O	$\frac{x}{N-O} + \frac{x}{n-O} = \frac{x}{O-o} + \frac{x}{O-P}$ $\frac{x}{O-o} = \frac{x}{O-P}$ $\frac{x}{N-O} = 50,4$
Actividad P	$\frac{x}{O-P} + \frac{x}{o-P} = \frac{x}{P-p} + \frac{x}{P-Q}$ $\frac{x}{P-p} = \frac{x}{p-q}$ $\frac{x}{O-P} = 75,1$
Actividad Q	$\frac{x}{P-Q} + \frac{x}{p-Q} = \frac{x}{q-final}$ $\frac{x}{P-Q} = 851,5$

# Anexo 5 (queso Edam)



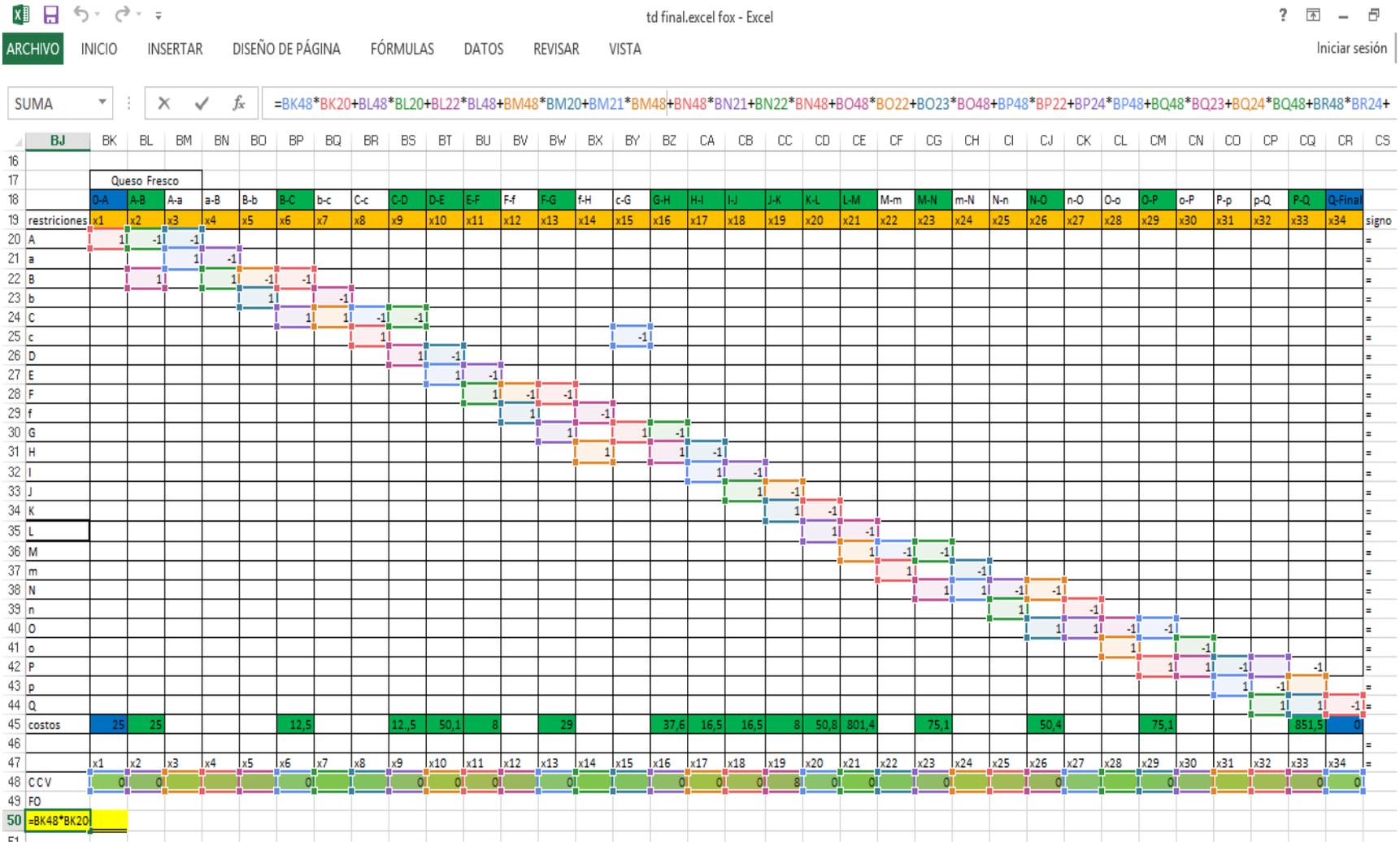
# Anexo 6

AU154

	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO									
109																																																								
110																																																								
111		0-A	A-B	A-a	a-B	B-b	B-C	b-c	C-c	C-D	D-E	E-F	F-f	F-G	o-G	G-H	f-H	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	M-m	M-N																																
112	restriccione	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23																																
113	A	1	-1	-1																																																				
114	a			1	-1																																																			
115	B		1		1	-1	-1																																																	
116	b					1		-1																																																
117	C						1	1	-1	-1																																														
118	o							1							-1																																									
119	D								1	-1																																														
120	E									1	-1																																													
121	F										1	-1	-1																																											
122	f											1																																												
123	G												1	1	-1																																									
124	H													1	1	-1																																								
125	I														1	1	-1																																							
126	J															1	-1																																							
127	K																1	-1																																						
128	L																	1	-1																																					
129	M																		1	-1																																				
130	m																				1																																			
131	N																						1																																	
132	O																																																							
133	P																																																							
134	Q																																																							
135	q																																																							
136	R																																																							
137	r																																																							
138	S																																																							
139	T																																																							
140	t																																																							
141	U																																																							
142	u																																																							
143	V																																																							
144	v																																																							
145	w																																																							
146	X																																																							
147	costos	4,5	4,6			2,3		2,3	3,1	1,9		5,3		6,8		2,8	2,9	2,3	2,3	4,5		1,4																																		
148		4,5	2			3		4	5	6		7		8		9	10	11	12	13		14																																		
149																																																								
150		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17																																						



# 8 (queso fresco o criollo)



# Anexo 9

td final.excel fox - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Inicio sesión

1

	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA
16																		
17		Queso Fresco																
18		0-A	A-B	A-a	a-b	B-b	B-C	b-c	C-c	C-D	D-E	E-F	F-f	F-G	f-H	c-G	G-H	H-I
19	restricciones	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17
20	A	1	-1	-1														
21	a			1	-1													
22	B		1	0	1	-1	-1											
23	b					1	0	-1										
24	C						1	1	-1	-1								
25	c									1							-1	
26	D										1	-1						
27	E											1	-1					
28	F												1	-1	-1			
29	f													1		-1		
30	G														1		1	-1
31	H															1		-1
32	I																	1
33	J																	
34	K																	
35	L																	
36	M																	
37	m																	
38	N																	
39	n																	
40	O																	
41	o																	
42	P																	
43	p																	
44	Q																	
45	costos	25	25			12,5			12,5	50,1	8		29				37,6	16,5
46																		
47		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17
48	CCV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	FO	0																
50																		
51																		
52																		

### Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para:  Máx  Mín  Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución  
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

# Anexo 10

td final.excel fox - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

BO51

	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	
16																																					
17		Queso fresco																																			
18		O-A	A-B	A-a	a-B	B-b	B-C	b-c	C-c	C-D	D-E	E-F	F-f	F-G	f-H	c-G	G-H	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	M-m	M-N	m-N	N-n	N-O	n-O	O-o	O-P	o-P	P-p	p-Q	P-Q	Q-Final		
19	restricciones	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25	x26	x27	x28	x29	x30	x31	x32	x33	x34	sign	
20	A	1	-1	-1																																	
21	a			1	-1																																
22	B		1		1	-1	-1																														
23	b					1		-1																													
24	C						1	1	-1	-1																											
25	c								1							-1																					
26	D									1	-1																										
27	E										1	-1																									
28	F											1	-1	-1																							
29	f												1		-1																						
30	G													1		1	-1																				
31	H														1		1	-1																			
32	I																1	-1																			
33	J																	1	-1																		
34	K																		1	-1																	
35	L																				1	-1															
36	M																					1	-1	-1													
37	m																						1		-1												
38	N																							1	1	-1	-1										
39	n																									1		-1									
40	O																										1	1	-1	-1							
41	o																												1		-1						
42	P																													1	1	-1	-1				
43	p																														1	-1					
44	Q																															1	1	-1			
45	costos	25	25			12,5			12,5	50,1	8	29		37,5	16,5	16,5	8	50,8	801,4	75,1		50		75,1								851,5	0	25			
46																																					
47		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25	x26	x27	x28	x29	x30	x31	x32	x33	x34		
48		25	25	0	0	0	12,5	0	0	12,5	50,1	8	0	29	0	0	37,6	16,5	16,5	8	50,8	801,4	0	75,1	0	0	50,4	0	0	75,1	0	0	0	851,5	0		
49	FO																																				
50		2144,5																																			
51																																					
52																																					

## BIBLIOGRAFIA

- Aliaga, R. 2006. Estudio de la Comercialización del Leche con P.I.L. Andina y Venta de Quesos por los Productores De La Comunidad Tarapaya Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz Bolivia.
- BENJAMIN W. NIEBEL Ingeniería Industrial Métodos, Estándares Y Diseño Del Trabajo Duodécima edición McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México 2009
- C.I.C.D.A. 1994 Análisis y Diagnóstico De Los Sistemas De Producción En Medio Rural Guía Metodológica.
- Cada Queso es un Mundo, Nueva Economía 27 Julio. 2 Agosto. 2010 pág. 13
- DAMIEN VAN DER HEYDEN, PATRICIA CAMACHO, Guía metodológica para el Análisis de Cadenas Productivas, Quito, Ecuador, Ediciones CICDA, 2004.
- I.I.C.C.A. 2010 Instituto de Investigaciones y Capacitación en Ciencias Administrativas Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Económicas y Financieras La Paz Bolivia.
- Gobierno autónomo municipal de la paz, secretaria municipal de planificación para del desarrollo (cartillas macrodistritales
- Handy A, Taha Investigación De Operaciones novena edición Pearson educación México 2012
- Hernández Sampieri Roberto Metodología de la investigación sexta edición McGRAW-HILL / interamericana de editores S.A.DE V.C. México 2014
- Industrial Management and Data Systems (marzo-abril de 1986): 6-7
- Instituto Geográfico Militar.2018.
- IBNORCA, NB 33009 Productos Lácteos - Queso fresco requisitos, Junio 2003.
- Plan integral de la Paz 2040 ( La Paz que queremos)
- Mendoza 1991 Metodología Para El Estudio De Canales De Comercialización en Proyectos de Desarrollo Agrícola con Pequeños Productores Instituto Interamericano De Cooperación Agrícola IICA San José Costa Rica.

- MELENDEZ, Mercadeo de Productos Agropecuarios, edición Limusa México, 1984.
- MENDOZA GILBERTO, Metodología para el estudio de canales y márgenes de comercialización de productos agropecuarios, Lima Perú, Junio 1990.
- PAUL A. SAMUELSON, WILLIAM D. Nordhaus Economía. “Decimoctava Edición” Nueva York EE. UU. McGraw Hill Interamericana; 2005 P .753.
- Ponssa, Eduardo. 2000. Los Agronegocios y La Empresa Agropecuaria. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- RENDER, BARRY Métodos cuantitativos para los negocios. Undécima edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2012
- RICHARD B. CHASE ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros Duodécima edición MCGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México 2009.
- Senamhi Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología 2018