

### Caso de estudio de PmL en una compañía de lácteos

#### Descripción General

LA BUENÍSIMA S.A. esta localizada en Camoapa, a 130 km de Managua. La Buenísima S.A. tiene una capacidad instalada de 30.000 litro de leche diaria, sin embargo su capacidad optima es de 28.000 litros por día. La planta cumple con los requisitos técnicos nacionales. Solo la recuperación y proceso de reciclaje de agua están todavía de estudio. Pronto, la empresa comenzara un estudio para el uso de suero.

La producción es básicamente queso Morolique (90% de la producción); seguido por crema (8% de la producción) y quesillo (2% de la producción).

La planta tiene 3 áreas: Área de recepción; Área de proceso y corte; y el área de empaque y almacenamiento.

Los productos son comercializados a nivel nacional y también en El Salvador, Honduras y Guatemala. Durante la temporada baja hay entre 10 y 12 personas procesando de 9.000 a 10.000 litros de leche diario (verano) y se procesa 26.000 litros por día durante la temporada alta (invierno). El horario de trabajo es de las 7:00 am hasta las 4:00 pm cada día.

La Buenísima S.A. tiene un manual de prácticas operativas<sup>1</sup> (B.M.P.) para las compañías alimenticias. La producción esta basada en batchs (entradas y salidas cuantificadas) y lotes registrados. Actualmente un consultor externo esta desarrollando un manual de HACCP. El Ministerio de Salud ya certifico la planta.

#### Efluentes

Frecuentemente los efluentes de la compañía contienen cantidades de leche y queso, sólidos orgánicos, grasa, lactosa, caseína, sodio, potasio, calcio, magnesio, fósforo, nitrógeno, detergentes, desinfectantes, desechos sólidos domésticos. El efluente domestico es enviado a una fosa séptica.

La compañía todavía no tiene un sistema de tratamiento de agua eficiente. Los efluentes industriales son vertidos en el río. Estos efluentes son en su mayoría son neutros o alcalinos con un pH de 6,5 – 7,5, pero tienden a convertirse en ácido (pH = 4,2) rápidamente debido a la fermentación de la lactosa o del ácido láctico.

Los valores de referencia<sup>2</sup> usados para la estimación de aguas residuales son:

DBO <sub>5</sub> de leche cruda	= 104,6 mg/L
DQO de leche cruda	= 173,0 mg/L

<sup>1</sup> Series B.M.P. (Buenas Prácticas de Manufactura) Reglas B.M.P. para Empleados de Plantas Procesadoras de Alimentos, L.J. Bianco & Asociados, Inc. (Asociados con L.J.B. Inc.), 1996

<sup>2</sup> Waste Management Control Handbook for Dairy Food Plants, Office of Research and Development, US EPA, 1984

Relación de DBO<sub>5</sub>/DQO de leche cruda = 0,605

La relación de DBO<sub>5</sub>/DQO de los desechos depende del producto elaborado, porque diferentes cantidades de oxígeno son necesarios para reducir elementos que están mezclados en la leche tales como grasas, carbohidratos o proteínas.

### ***Descripción del proceso***

#### **Recepción de leche:**

La Buenísima S.A. recopila la leche a través de diferentes rutas cercanas a la planta en contenedores de 40 litros. Hay 17 rutas y el proceso de recepción comienza a las 7:00 am. En un futuro cercano se planea construir un centro de acopio.

### **VII. Almacenamiento:**

La leche es recibida por volumen y luego es bombeada a un tanque de almacenamiento frío donde es almacenada temporalmente. Este tanque está localizado en una pequeña sala separada del área de proceso por una pared. En esta área existen fugas de leche debido a fugas en la conexión entre el tanque y la manguera. Se estima que diariamente se derrama 1,5 litros de leche. La leche recepcionada es cuantificada por medio de un flujómetro. En la temporada baja se almacenan 9.675 litros de leche. En la temporada alta se almacenan 23.957 litros de los cuales se venden 4.000 litros a otras compañías. En la temporada baja se venden 965 litros.

La siguiente tabla muestra la cantidad de leche almacenada por mes:

**Tabla 3** Leche almacenada en temporada baja y alta

<b>Meses</b>	Leche almacenada en litros
Mayo	904.303,6
Junio	812.290,21
Julio	745.362,68
Agosto	412.960,52
<b>Total temporada alta</b>	<b>2.874.917,01</b>
Septiembre	282.336,24
Octubre	290.729,64
Noviembre	297.763,64
<b>Total temporada baja</b>	<b>870.829,52</b>

Para obtener la cantidad de leche en Kg. Utilice el valor de densidad de la leche que es de = 1.03 Kg. /l.

Leche vendida a otras compañías:

**Tabla 4.** Leche vendida

Meses	Cantidad de leche vendida (l)
Mayo	107.122
Junio	107.122
Julio	137.662
Agosto	128.056
Septiembre	42.477
Noviembre	15.417

### Pasteurización:

La compañía tiene un sistema de pasteurización automático en el cual la leche es calentada de 70°-75°C en 16-20 segundos, luego es enfriada a 37-38°C. Toda el agua (proveniente del vapor condensado) en la pasteurización es vertida en el drenaje y no es recuperada. Después de la pasteurización la leche es colocada en las tinas de proceso para elaborar la cuajada.

### Descremado

Después de la pasteurización, una parte de la leche se descrema para producir un promedio de 118 libras de crema diariamente. Se obtiene 0.57 libras de crema por cada galón de leche.

### Coagulación



La leche pasteurizada y homogenizada es vertida en los tanques mezcladores donde se le adiciona  $\text{CaCl}_2$ , cultivo *thermophylum*, cuajo y sal. En este tanque hay un sistema de agitación, que una vez que la leche es vertida en el, comienza a derramarla porque no está diseñado apropiadamente. La leche derramada se estima en 27,42 kg/día en la temporada alta y 4,64 kg/día en temporada baja.

La siguiente tabla muestra la adición de insumos auxiliares para la elaboración de queso:

**Tabla 5.** Adición de insumos auxiliares para la elaboración de queso

Ingrediente	kg/ kg de leche
<b>Cuajo</b>	<b>0,000057</b>
<b>Calcio</b>	<b>0,0005</b>
<b>Cultivo</b>	<b>0,000014</b>
<b>Sal</b>	<b>0,032</b>

**Utilice los siguientes datos para las conversiones de unidades**

**1 Kg. = 2.2 lb.**

**1000 gr. = 1 Kg**

I.

La siguiente tabla muestra los indicadores internacionales para los derrames de leche

**Tabla 6.** Indicadores internacionales para el derrame de leche

Concept	Indicadores internacionales <sup>3</sup>	
	Porcentaje medio	Porcentaje Alto
Perdidas de leche en plantas procesadoras de queso	0,5 – 2,5 % de la leche procesada	3 – 4 % de la leche procesada

### Proceso de corte

Después del proceso de la coagulación sigue el proceso de corte. En este proceso se da la separación del suero. En esta parte del proceso los empleados desarrollan todas las actividades en la misma tina, usando una cortadora que causa el derrame del producto.

### Desuerado

El suero que resulta se dispone por medio de un sistema de bombeo a una pila receptora de suero dulce. Normalmente se genera un 85% de suero de la leche que ingresa al proceso.

### Salado, Moldeado y Prensado

Esta fase varia según el tipo de queso que se vaya a producir. Básicamente se introduce la cuajada en moldes para darle forma y se prensa utilizando aire comprimido. Este es un proceso de elaboración típico de queso morolique. Esta actividad genera perdidas de producto. En el proceso de salado, moldeado y prensado se pierden 3,64 kg de queso por día. Este queso tiene un valor económico tanto de leche comprada como de queso que no termino el proceso

<sup>3</sup> Estudio "Cleaner Production Assessment in Dairy Processing" Danish Enviromental Protection Agency, programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

de producción. El costo de la leche es de 0,21 US\$/lt en la temporada alta y de 0,24 US\$/lt en la temporada baja. El costo del queso es de 1,40 US \$ por libra.

En esta etapa, una gran cantidad de suero salado es producido y enviado a otra laguna de recepción. En la temporada alta se estimó que la cantidad de suero salado que va a la laguna es de 810,82 kg por día, y 115,44 kg de suero se va al drenaje a través del sistema de tratamiento. En la temporada baja las cantidades equivalen a 502,22kg de suero por día que va a la laguna y 76,97 kg de suero por día que se va al drenaje.

### Almacenado:

El queso es almacenado en el cuarto frío a una temperatura de 4°C. Esta bodega tiene reglas de madera natural que únicamente han sido tratados con aceite de linaza. Luego el queso es comercializado en el mercado nacional e internacional.

Desarrolle las siguientes actividades tomando en cuenta las operaciones y etapas del proceso de elaboración del queso:

1. el diagrama de flujo, incluyendo todas las entradas y las salidas
2. el balance de materiales para la elaboración de queso en la compañía. Información del producto:

**Tabla 10.** Información de producción de La Buenísima S.A.

Mes	Total de Producción (Libras)
MAYO	193.370
JUNIO	179.915
JULIO	163.162
AGOSTO	80.707
SEPTIEMBRE	63.834
OCTUBRE	76.906
NOVIEMBRE	73.410

3. Con los datos de leche almacenada (en galones, use el factor de conversión: 1 galón igual a 3.785 litros) y el nivel de producción (tabla 10), calcule la eficiencia de la planta y compárela con los estándares internacionales.

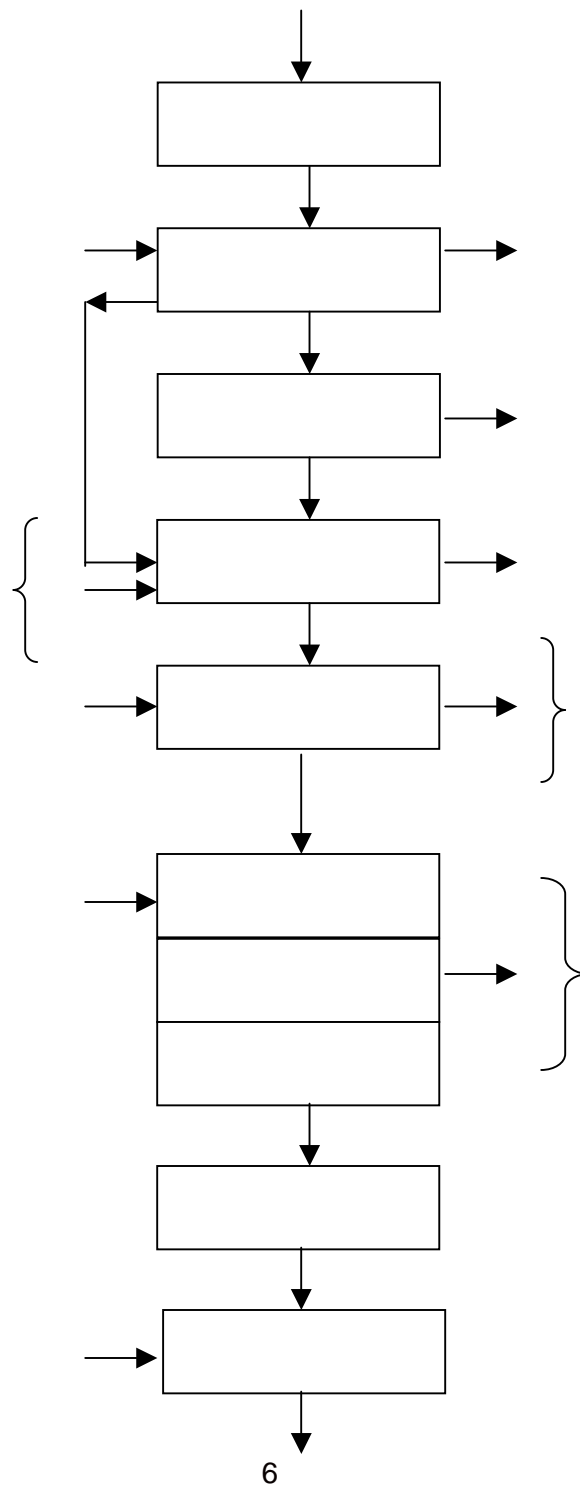
**Tabla 11. Indicadores de eficiencia internacional**

Libras de queso / galón de leche	Kg de queso/ kg de leche
<b>1</b>	<b>0,1</b>

4. Realice un análisis técnico, económico y ambiental factible sobre las pérdidas de leche.
5. Escriba de acuerdo a su experiencia en la industria de lácteos los problemas que comunes que enfrenta esta industria y las posibles soluciones que usted puede sugerir.

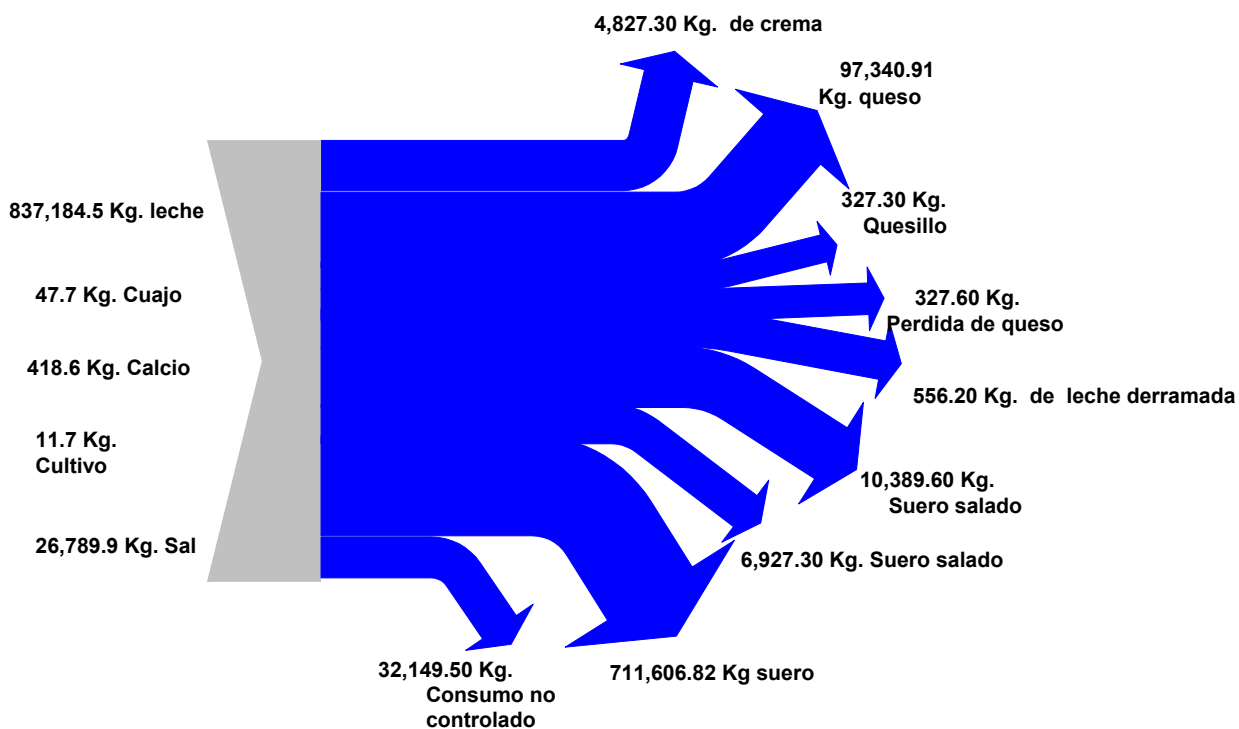
RESPUESTAS:

## 1.- Diagrama de flujo de materiales

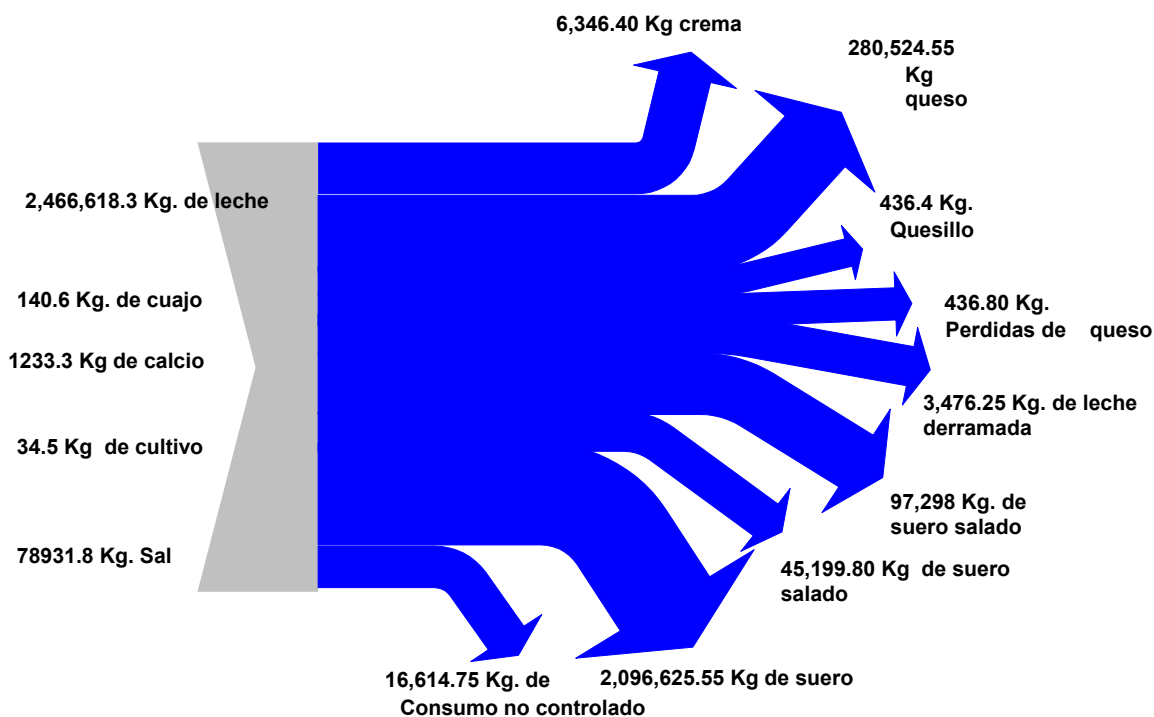


### 2. Balance de Materiales

<b>Entradas</b>	<b>Temporada alta</b>	<b>Temporada baja</b>
Leche	2.466.618,3	837.184,5
Cuajo	140,6	47,7
Calico	1233,3	418,6
Cultivo	34,5	11,7
Sal	78931,8	26.789,9
<b>Total entrada</b>	<b>2.546.958,5</b>	<b>864.452,5</b>
<b>Salidas</b>	<b>Temporada alta</b>	<b>Temporada baja</b>
Queso	280.524,55	97.340,91
Crema	6.346,40	4.827,30
quesillo	436,4	327,3
Pérdidas de queso	436,8	327,6
Leche derramada	3.476,25	556,2
Suero salado	97.298	10.389,60
Suero salado	45.199,80	6.927,30
suero	2.096.625,55	711.606,82
Consumo no controlado	16.614,75	32.149,50
<b>Total salida</b>	<b>2.546.958,50</b>	<b>864.452,53</b>



**Temporada baja**



**Temporada alta**



### 3.- Pérdida de leche

Hay pérdidas de leche debido a fugas en la conexión entre el tanque y la manguera en el área de recepción. También hay pérdidas de leche en el proceso de coagulación debido al diseño del tanque mezclador el cual causa derrames de leche. El contenedor donde se da el proceso de coagulación tiene que ser rediseñado para evitar los derrames a través de un diseño mas eficiente o reduciendo la cantidad de leche que es vertida en el tanque. Todas las fugas deben ser reparadas. En el balance de materiales se determinaron pérdidas de leche en la temporada baja y alta.

Costo de la leche<sup>4</sup>:

Temporada alta:

1 litro = 0,24 US\$/l de leche + 1,4 US\$/l de queso  
= 1,61 US\$/l

Temporada baja

1 litro = 0,21 US\$/l de leche + 1,4 US\$/l de queso  
= 1,64 US\$/l

	<b>Pérdidas de leche (litros)</b>	<b>Costos de la leche</b>	<b>Total (US \$/ año)</b>
<b>Temporada alta</b>	3.476,25	1,61	5596,7625
<b>Temporada baja</b>	556,2	1,64	912,168
		<b>Total</b>	<b>6.508,93</b>

<sup>4</sup> Precio de la leche comprada mas la leche que no fue procesada para convertirse en queso