



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA FÁBRICA DE LÁCTEOS “UNIÓN LIBRE” DE LA PARROQUIA 10 DE AGOSTO, PROVINCIA DE PASTAZA.

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Mayra Alexandra Vilema Condo

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Leo Rodríguez Badillo

Noviembre, 2011

PRESENTACIÓN DEL TEMA:

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA FÁBRICA DE LÁCTEOS UNIÓN LIBRE DE LA PARROQUIA 10 DE AGOSTO, PROVINCIA DE PASTAZA.

Ing. Luis Manosalvas, MBA

Presidente del Tribunal

Ing. Juan Elías Gonzales

Miembro del Tribunal

Ing. Wagner Ramírez

Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración de este trabajo existe un sinnúmero de personas a quien debo hacerles llegar un especial agradecimiento, ya que sin su ayuda no hubiese podido culminar con este documento.

A Dios, a mis padre y hermanos que no me permitieron rendir frente a los problemas que se me presentaron como estudiante, me estimulaban a seguir adelante para llegar a cumplir con mi meta propuesta desde niña y que ahora he logrado alcanzar por su infinito amor y apoyo, gracias a ti mamita, papi y hermanos.

A mí amado esposo que llego a mi vida para apoyarme en la culminación de este documento y que a la vez ha sido mi amigo incondicional que estuvo dispuesto a escucharme y ayudarme durante este ciclo de mi vida.

A mi director de tesis al Ingeniero Leo Rodríguez Badillo ya que gracias a su enseñanza, conocimientos y experiencias transmitidas como profesor pude seguir adelante con la elaboración y culminación de mi trabajo.

Al Licenciado Marcelo Padilla presidente de la Asociación de la fábrica de Lácteos Unión Libre de la parroquia 10 de Agosto por haberme permitido realizar mi presente trabajo en dicho lugar y a su vez a los técnicos que laboran en la fábrica por su colaboración para desarrollar mi trabajo.

DEDICATORIA

A mi mamita Lupita la mujer que me dio la vida y que siempre me estuvo brindando su apoyo y amor incondicional, a ti mamita la persona que amo con todo mí ser.

A mi papi Ricardo que me supo brindar sus mejores consejos y de tal manera permitirme llegar a cumplir cada uno de mis objetivos planteados como estudiante, persona y mujer.

A mis hermanos Cristian, Erika y Keylita, que siempre fueron un apoyo importante en mi vida y de esa manera me han sabido ver como una hermana ejemplo a seguir.

De manera muy especial quiero dedicarle este triunfo a mi amado esposo Marcelo que ha sido mi fuente de inspiración para culminar con una etapa importante de mi vida.

Te amo mi amor.

RESPONSABILIDAD

Yo, Mayra Alexandra Vilema Condo declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental y no ha sido presentado antes para la obtención de ningún grado o calificación profesional.

Mayra Alexandra Vilema Condo

C.I. 160053434-9

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	
DEDICATORIA.....	
RESPONSABILIDAD.....	
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. HIPÓTESIS.....	2
1.2.1. Hipótesis General.....	2
1.2.2. Hipótesis Específica.....	2
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. LA INDUSTRIA LÁCTEA.....	3
2.1.1. La Contaminación Ambiental en la Industria Láctea.....	3
2.1.2. Producción láctea en Ecuador.....	3
2.1.3. Principales contaminantes derivados de la actividad Industrial Láctea.....	3
2.1.3.1. Emisiones a la Atmósfera.....	4
2.1.3.2. Generación de Desechos.....	5
2.1.3.3. Generación de Ruidos.....	5
2.1.3.4. Generación de Efluentes.....	6
2.1.4. Aguas Residuales.....	8
2.1.4. Principales indicadores para el control de la calidad del agua.....	8
2.2. EL QUESO.....	10
2.2.1. Origen del Queso.....	10
2.2.2. Consumo y producción mundial del queso.....	11
2.2.3. Industrialización de leche en Ecuador.....	11
2.2.4. Proceso de elaboración del queso.....	12
2.3. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA).....	17
2.3.1. Producción más Limpia.....	18
2.3.2. Beneficio de la Producción más Limpia.....	19
2.3.2.1. Beneficios Financieros.....	20
2.3.2.2. Beneficios Operacionales.....	20
2.3.2.3. Beneficios Comerciales.....	20
2.3.3. Medidas de Producción más Limpia en una Industria Láctea.....	20
2.3.4. Aplicación del P+L en una industria láctea.....	21
2.3.4.1. Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero.....	21
2.3.4.2. Ahorro de agua y tratamiento de efluentes.....	22
2.3.4.3. Tratamiento de efluentes.....	24
2.3.4.4. Tratamiento de los residuos sólidos.....	24
2.4. MARCO LEGAL.....	25
2.4.1. Revisión del marco legal vigente y aplicable en la localidad.....	25
2.4.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS).....	25
2.4.3. Otras Leyes.....	26
2.4.3.1. Constitución Política de la República.....	26
2.4.3.2. Ley de Gestión Ambiental.....	28
2.4.3.3. Código de salud.....	30

2.4.3.4. Reglamento de Seguridad de Higiene y Trabajo.....	30
2.4.3.5. Ley de aguas. Libro vi. Anexo 1.....	30
2.4.3.6. Ley para la prevención y control de la contaminación ambiental.....	31
2.5. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	33

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	34
3.2.CONDICIONES METEREOLÓGICAS.....	35
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	36
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	37
3.5. FACTORES DE ESTUDIO.....	38
3.5.1. Eficiencia en el uso de recursos.....	38
3.5.2. Afectación del proceso a la calidad del agua.....	38
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
3.6.1. Estadística Descriptiva.....	38
3.6.2. Prueba “t” de Student.....	38
3.6.3. Análisis de Correlación.....	39
3.7. VARIABLES.....	39
3.7.1 Parámetros de calidad de agua.....	39
3.7.2. Descarga líquida residual.....	39
3.7.3. Agua utilizada en la etapa de enfriamiento.....	39
3.7.4. Cuajada residual.....	40
3.7.5. Energía empleada en el proceso.....	40
3.7.6. Volumen del suero.....	40
3.7.7. Descarga del suero.....	40
3.8. FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	40
3.8.1. Plan de Acciones.....	40
3.8.2. Detalle de las Actividades.....	40
3.8.3. Definición de Responsables y Plazos.....	40
3.8.4. Balance Económico.....	40
3.8.5. Beneficio Ambiental.....	41
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.9.1. Diseño metodológico.....	41
3.9.2.Toma de información.....	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	44
4.1.1. Materia prima e insumos.....	45
4.1.2. Agua.....	45
4.1.3. Energía.....	45
4.1.4. Efluentes.....	46
4.1.5. Emisiones.....	46
4.1.6. Residuos.....	46
4.2. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	47
4.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	47
4.2.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	48
4.2.3. Oxígeno Disuelto.....	49
4.2.4. Coliformes Totales.....	49
4.2.5. Sólidos Suspendidos.....	49

4.2.6.	Potencial Hidrógeno.....	50
4.2.7.	Cloruros.....	50
4.3.	VARIABLES DE PRODUCCIÓN.....	51
4.3.1.	Caudal de descarga líquida.....	54
4.3.2.	Cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento.....	55
4.3.3.	Cuantificación de la cuajada residual.....	56
4.3.4.	Cuantificación de energía empleada en la fábrica.....	57
4.3.4.1.	Consumo de energía eléctrica.....	57
4.3.4.2.	Consumo de gas licuado de petróleo.....	58
4.3.5.	Volumen del suero generado como subproducto.....	59
4.3.6.	Descarga del suero al efluente.....	60
4.4.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	61
4.4.1.	Densidad de la leche vs peso de la cuajada residual (mañana- tarde).....	61
4.4.2.	Volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento vs peso de la cuajada residual (mañana- tarde).....	62
4.4.3.	Peso del GLP utilizado vs peso cuajada residual (mañana-tarde).....	62
4.4.4.	Densidad de la leche vs el volumen del suero (mañana-tarde).....	63

CAPÍTULO V

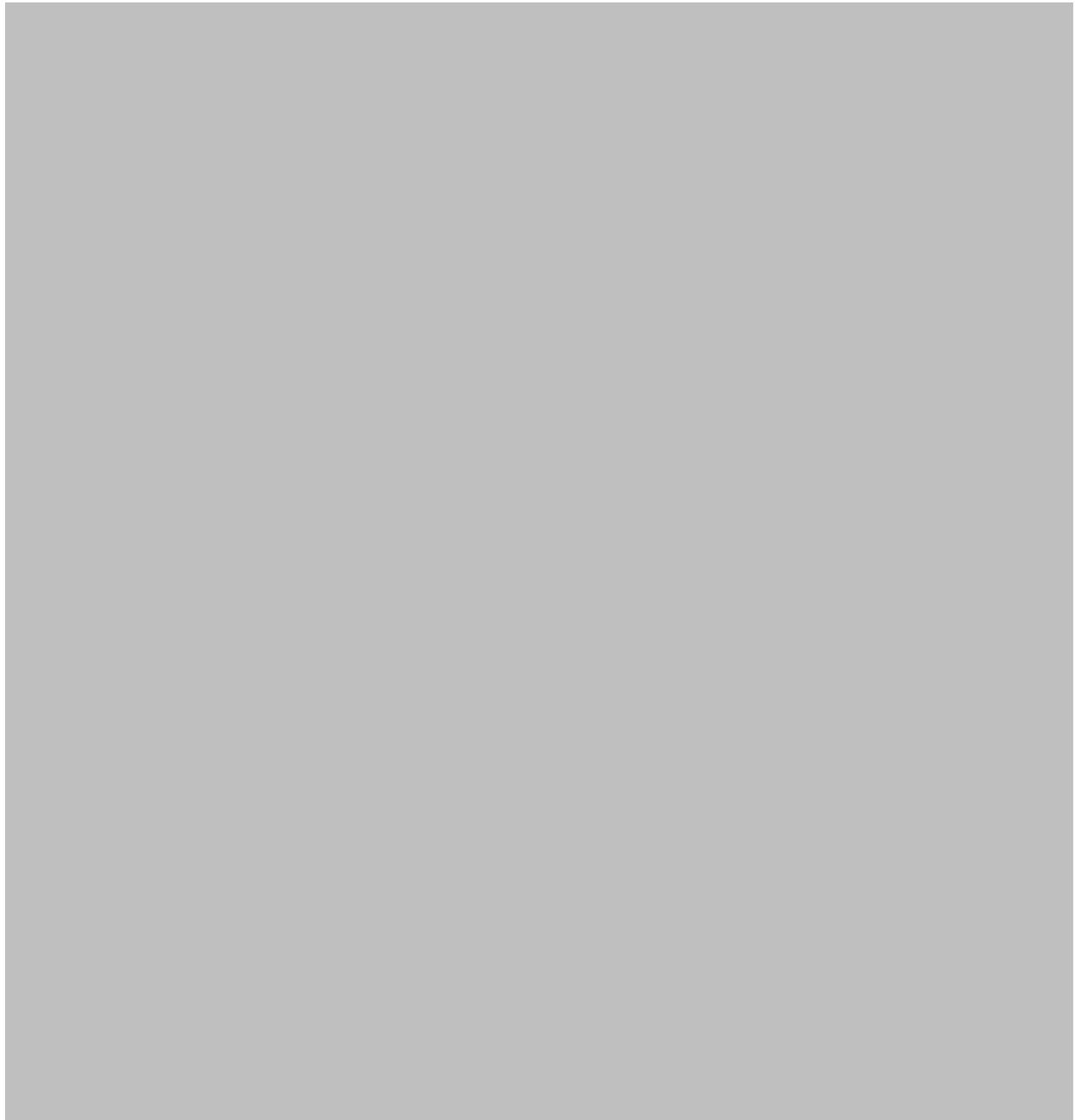
PROPUESTA DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	65
5.1. PLAN DE ACCIONES.....	65
5.2. DETALLE DE LAS ACTIVIDADES.....	69
5.2.1. Materia Prima.....	69
5.2.1.1. Utilizar recipientes destinados al transporte de la materia prima.....	69
5.2.1.2. Vaciar completamente la leche de los recipientes.....	69
5.2.1.3. Evitar el llenado de los recipientes hasta el borde.....	70
5.2.1.4. Cambiar el sistema de recepción permitiendo medir el volumen recibido de leche.....	70
5.2.1.5. Controlar la cantidad y calidad de la materia prima recibida (parámetros, densidad y pH).....	71
5.2.1.6. Mantener los insumos alejados de otras sustancias.....	71
5.2.1.7. Proporcionar a los trabajadores equipos de protección personal.....	71
5.2.1.8. Instruir a los trabajadores para la limpieza de la planta y buena manipulación higiénica del producto.....	72
5.2.1.9. Asegurar la gestión de la materia prima para evitar deterioro de la misma.....	73
5.2.1.10. Buena manipulación por el operario de los insumos.....	73
5.2.1.11. Agregar en orden y cantidades correctas los insumos.....	73
5.2.1.12. Evitar el desperdicio de plástico, mediante la adquisición de materia de empaque de mejor calidad y optimización del manejo por parte de los operarios.....	73
5.2.1.13. Mejorar la recepción de la materia prima.....	74
5.2.1.14. Acortar las distancias para las rutas de recepción de la leche.....	
5.2.2. Conservación del agua.....	74
5.2.2.1. Reparar las tuberías con fugas.....	74
5.2.2.2. Cambiar los diámetros de las tuberías.....	74
5.2.2.3. Revisar constantemente el funcionamiento de las tuberías y grifos.....	75
5.2.2.4. Implementar pistolas industriales de bajo volumen y alta presión en las mangueras para la limpieza.....	75

5.2.2.5. Barrido de los pisos.....	76
5.2.2.6. Reutilizar el agua para la limpieza de la industria.....	76
5.2.3. Residuos.....	77
5.2.3.1. Venta del suero para la alimentación animal.....	77
5.2.3.2. Aprovechamiento total de la cuajada.....	77
5.2.4. Energía.....	77
5.2.4.1. Aprovechamiento total del cilindro de GLP.....	77
5.2.4.2. Abrir el cuarto frío solo cuando sea necesario.....	77
5.2.4.3. Ajustar temperaturas de refrigeración.....	78
5.2.5. Capacitación.....	78
5.2.5.1. Establecer un plan de capacitación para un aumento en la eficiencia operaria.....	78
5.2.5.2. Capacitación para la reducción de accidentes.....	78
5.3. DEFINICIÓN DE RESPONSABLES Y PLAZOS.....	79
5.4. BALANCE ECONOMICO.....	79
5.5. BENEFICIO AMBIENTAL.....	82
CAPÍTULO VI	
CONCLUSIONES.....	83
CAPÍTULO VII	
RECOMENDACIONES.....	84
CAPÍTULO VIII	
RESUMEN.....	85
SUMMARY.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales emisiones atmosféricas generadas en las industrias lácteas.....	4
Tabla 2. Principales desechos generados en las industrias lácteas.....	5
Tabla 3. Principales ruidos generados en las industrias lácteas.....	5
Tabla 4. Principales vertidos generados en industrias lácteas.....	6
Tabla 5. Procedencia de aguas residuales en el procesamiento de lácteos.....	7
Tabla 6. Industria láctea contribución a la DBO ₅	7
Tabla 7. DBO ₅ de algunos productos lácteos.....	8
Tabla 8. Datos meteorológicos. Puyo 2006-2011.....	35
Tabla 9. Composición del efluente que genera la fábrica de quesos unión libre. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	46
Tabla 10. Cantidad del residuo que genera la fábrica de quesos unión libre. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	47
Tabla 11. Resultados de los análisis de aguas residuales de la fábrica de quesos unión libre de la parroquia 10 de agosto. 2011.....	47
Tabla 12. Toma de datos del ciclo de producción de la mañana.....	52
Tabla 13. Toma de datos del ciclo de producción de la tarde.....	53
Tabla 14. Prueba “t” de Student para caudal de descarga líquida. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	54
Tabla 15. Prueba “t” de Student para la cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento. Parroquia 10 agosto. 2011.....	55
Tabla 16. Prueba “t” de Student para la cuantificación del cuajo residual. Parroquia 10 de agosto, 2011.....	56
Tabla 17. Consumo de energía eléctrica.Parroquia 10 de agosto. 2011.....	57
Tabla 18.Prueba “t” de Student para el consumo de GLP. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	58
Tabla 19. Prueba “t” de Student para la generación del suero. Parroquia de agosto. 2011.....	59
Tabla 20. Prueba “t” de Student para la descarga del suero. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	60
Tabla 21. Correlación para el peso de la cuajada residual vs densidad de la leche. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	61
Tabla 22. Correlación de volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento vs peso del cuajo residual. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	62
Tabla 23. Correlación del GLP utilizado vs cuajada residual. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	63
Tabla 24. Correlación de la densidad de la leche vs volumen del suero. Parroquia 10 de agosto. 2011.....	63
Tabla 25. Plan de acciones para solucionar las afectaciones medioambientales que genera la fábrica de lácteos unión libre.....	65
Tabla 26. Plan de capacitación.....	72
Tabla 27. Formato del funcionamiento de tuberías y grifos.....	75
Tabla 28. Formato de monitoreo de ajustes de temperaturas.....	78
Tabla 29. Formato de capacitación.....	78
Tabla 30. Formato de capacitación para reducción de accidentes.....	78

Tabla 31. Responsables y plazos.....	79
Tabla 32. Costo actual del proceso productivo en la industria.....	80
Tabla 33. Costos de implementación y funcionamiento anual del Programa de Producción más Limpia.....	80
Tabla 34. Beneficio económico con la implementación de estrategias de Producción Más Limpia.....	81
Tabla 35. Balance económico con la implementación del programa de P+L.....	81
Tabla 36. Beneficio ambiental.....	82



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales problemas ambientales que genera una industria láctea.....	4
Figura 2. Destino de la leche en la industria láctea.....	12
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso tipo.....	12
Figura 4. Esquema del proceso de Producción más Limpia.....	18
Figura 5. Imagen satelital de la parroquia 10 de agosto 2011.....	34
Figura 6. Mapa de la parroquia 10 de agosto.....	35
Figura 7. Diseño metodológico de la investigación.....	41
Figura 8. Ciclo de elaboración de quesos en la fábrica “Unión Libre”.....	44
Figura 9. Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	48
Figura 10. Demanda Química de Oxígeno.....	48
Figura 11. Oxígeno Disuelto.....	49
Figura 12. Sólidos Suspendidos.....	50
Figura 13. Potencial Hidrógeno.....	50
Figura 14. Cloruros.....	51
Figura 15. Caudal de descarga líquida.....	54
Figura 16. Cantidad de agua utilizada en el proceso de enfriamiento.....	55
Figura 17. Peso de la cuajada residual.....	56
Figura 18. Peso del GLP utilizado.....	58
Figura 19. Volumen del suero.....	59
Figure 20. Descarga del suero.....	60
Figura 21. Correlación entre densidad de la leche y cuajada residual.....	61
Figura 22. Volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento vs peso de la cuajada residual.....	62
Figura 23. Peso del gas utilizado vs peso de la cuajada residual.....	63
Figura 24. Densidad de la leche vs volumen del suero.....	64
Figura 25. Recipiente de acero inoxidable.....	69
Figura 26. Recipientes marcados.....	70
Figura 27. Trabajadores utilizando ropa apropiada para su trabajo.....	72
Figura 28. Pistolas industriales.....	76

ÍNDICE DE APÉNDICE

Anexo 1. Límites máximos permisibles de descarga a un sistema de alcantarillado.....	90
Anexo 2. Análisis de agua residual mañana.....	91
Anexo 3. Análisis de agua residual tarde.....	92
Anexo 4. Tabla para expedir el reglamento para normar el pago por la calidad de la leche y sanidad animal.....	93
Anexo 5. Fotografías de los recursos útiles para la industria.....	94
Anexo 6. Fotografías de las etapas para la elaboración de queso.....	95
Anexo 7. Fotografías de las pérdidas económicas para la empresa.....	97

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La quesería “Unión Libre” se encuentra ubicada en la parroquia Diez de Agosto, a 10 Km de la ciudad de Puyo, en la vía Puyo – Arajuno (acceso de entrada Km. 4 de la vía Puyo - Macas). Su desempeño comprende el procesamiento de 1.100 litros de leche diarios en dos ciclos de producción, cada uno de 550 litros en total. La empresa produce aproximadamente 165 kg de queso al día. Entre las principales sustancias vertidas se encuentran el lacto suero y cuajada generada en la elaboración del queso en pequeñas partículas, dando lugar a un significativo problema de contaminación ambiental.

En la industria de producción de quesos, es en el agua donde más evidente se hace la contaminación por las grasas, proteínas, sales, sólidos suspendidos y sólidos disueltos generados. La lactosa contenida en el suero generado como subproducto es el principal aportante de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), pues puede alcanzar valores de 40.000 a 50.000 mg/L. (*Gobierno Chileno, 1988*).

En estas industrias, también se generan otros tipos de residuos como los plásticos utilizados en el empaque de la materia prima y efluentes como el agua de proceso, salmuera, detergentes, agentes limpiadores como la soda cáustica, entre otros. Todos estos elementos se atribuyen a la mala disposición final de los mismos por parte de la empresa provocando un deterioro paisajístico y aumento de vectores en el sector.

El concepto de Producción Más Limpia (P+L) hace referencia a un conjunto de estrategias preventivas, integrales y continuas, que permiten mejorar los productos, procesos y servicios de una actividad productiva con el fin de obtener eficiencia, buenas prácticas ambientales, reducción de riesgos y bajos costos; contribuyendo así a la competitividad empresarial y a la reducción del impacto ambiental. Según (PNUMA/IMA, 1999), la Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. Esta metodología permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través del ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios; con lo que además se evitan sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales, y se

promueven nuevos beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias ONUDI. (1999).

La presente investigación tiene entre sus propósitos la formulación de un programa de Producción Más Limpia para la empresa “Unión Libre” con el fin de reducir el consumo de materias primas y energía, y para prevenir o reducir la generación de residuos y otros impactos ambientales en cada uno de sus procesos productivos, alcanzando así las metas señaladas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Proponer la aplicación de un Programa de Producción más Limpia en la fabricación de queso en la planta procesadora Unión Libre de la Parroquia 10 de Agosto de la Provincia de Pastaza.

1.1.3. Objetivos específicos

- Cuantificar y caracterizar el consumo de agua, energía y materia prima durante el proceso de elaboración de queso.
- Realizar un diagrama de flujo de procesos para la elaboración del queso, para determinar entradas y salidas de materia y energía.
- Identificar el estado actual del proceso de elaboración de quesos.
- Formular estrategias encaminadas a desarrollar en la planta un proceso con mayor eficiencia operativa y menor afectación ambiental.

1.2. HIPÓTESIS

1.2.3. Hipótesis general

Es posible aplicar estrategias de Producción Más Limpia en el proceso de elaboración de quesos en la fábrica de lácteos Unión Libre de la parroquia 10 de Agosto para disminuir el grado de consumo de agua, energía y materia prima.

1.2.4. Hipótesis específica

El consumo de agua, energía y materia prima no alcanza un nivel de eficiencia adecuado y genera afectación ambiental. Ambos aspectos pueden optimizarse con la implementación de estrategias de producción más limpia.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA INDUSTRIA LÁCTEA

2.1.1. La Contaminación Ambiental en la Industria Láctea

En la actualidad y debido a la explosión demográfica, las industrias alimenticias se encuentran en constante innovación para incrementar sus actividades productivas, de tal modo para satisfacer las necesidades de la población creciente.

La industria láctea no es la excepción, por lo que su incremento dentro y fuera del país ha incrementado la contaminación generada a partir de sus procesos.

2.1.2. Producción láctea en Ecuador

La producción lechera es uno de los sectores más importantes en cuanto a la generación de empleo en el sector agrícola y en la economía del Ecuador, especialmente en la región andina. De acuerdo al Libro el Ecuador y su Realidad (2009-2010), la producción de la leche en el Ecuador llega a los 7 millones de litros diarios.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010) existen 25 compañías, más del 90% se encuentran en la sierra ecuatoriana, y se dedican a la producción de la leche pasteurizada, quesos, yogurt, además una gran parte de la producción lechera se comercializa cruda en el mercado informal y representa el 60% más que en el mercado.

Las principales empresas que procesan Leche son: Industrias Lácteas Toni S.A. Leche Cotopaxi LecocenCia. de Economía Mixta, Proloceki S.A., Ind.Lácteas Chimborazo, Inleche, Florap S.A. Productos Lácteos Cuenca S.A. Prolacem, Heladosa S.A. Indulac. de Cotopaxi Cia Ltda., Eskimo S.A., Industria Lácteas S.A.

2.1.3. Principales contaminantes derivados de la actividad Industrial Láctea.

La contaminación causada al medio ambiente y al personal que se dedica a la actividad láctea, se puede resumir en el diagrama presentado en la Figura 1:

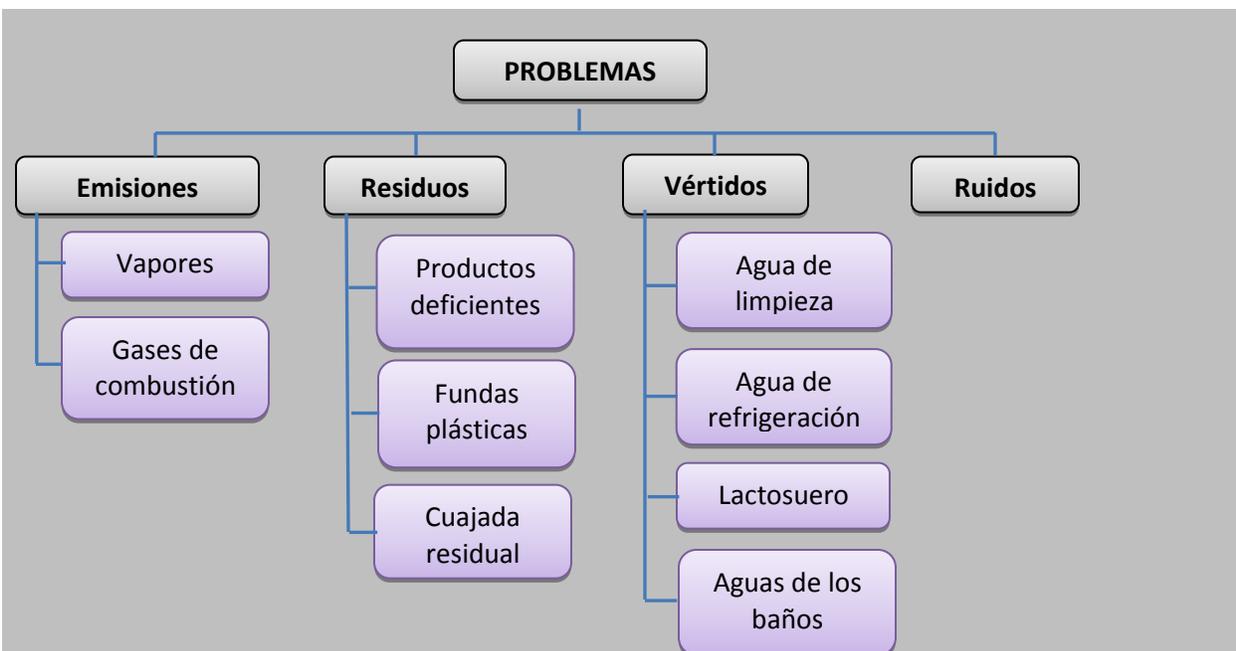


Figura 1. Principales problemas ambientales que genera una industria láctea.

2.1.3.1. Emisiones a la Atmósfera

Las emisiones atmosféricas derivadas de la actividad láctea proceden de las calderas de producción de vapor. En la actualidad existen instalaciones que utilizan calderas de vapor con gas natural como combustible y sistemas de cogeneración con turbinas de gas que son desde el punto de vista ambiental más adecuada, de acuerdo al Fondo Social Europeo (2000).

Tabla 1. Principales emisiones atmosféricas generadas en las industrias lácteas.

FOCO EMISOR	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS DE LA EMISIÓN
Calderas de generación de vapor	Procesos de calentamiento de la leche	Gases de combustión
Calderas de producción de agua caliente	Operaciones de secado para la elaboración de productos en polvo	Gases de combustión
Cámaras de atomización y secado	Operaciones de atomización y secado para la elaboración de productos en polvo	Partículas

Fuente: Fondo Social Europeo (2000)

2.1.3.2. Generación de desechos

En una industria láctea varía el tipo de desechos que esta genera, desde la etapa de recepción de la materia prima hasta el empaque del producto final. Por eso es necesario analizar esta actividad y la legislación ambiental ecuatoriana que regula el manejo y disposición final de los desechos sólidos, dentro del TULAS (2003), la cual clasifica a los desechos en peligrosos y no peligrosos. En la Tabla 2, muestra los principales residuos generados en una industria láctea.

Tabla 2. Principales desechos generados en las industrias lácteas.

RESIDUOS	ORÍGENES	CARACTERÍSTICAS
Papel, plástico, metal, etc.	Actividades varias	Residuos no peligrosos
Madera y restos de pallets	Desembalaje	Residuos no peligrosos
Grasas de depuradora	Depuración de aguas	Residuos no peligrosos
Lodos de depuradora	Depuración de aguas	Residuos no peligrosos
Aceites usados y grasas	Mantenimiento de equipos	Residuos peligrosos
Aceites con piralenos	Transformadores fuera de uso	Residuos Peligrosos
Envases	Envases de RP	Residuos Peligrosos
Restos de fuel	Calderas	Residuos Peligrosos
Baños de agua oxigenada	Esterilización de bobinas de brick	Residuos Peligrosos
Tintas con disolventes	Impresoras	Residuos peligrosos

Fuente: Fondo Social Europeo (2000).

2.1.3.3. Generación de Ruidos

Los ruidos en las industrias lácteas, generalmente son producidos por los equipos puestos en marcha, sistemas de acondicionamiento y por ciertas máquinas empleadas en producción o en el empaque de los productos. En la Tabla 3, muestra el origen y las características de la generación de ruido.

Tabla 3. Principales ruidos generados en las industrias lácteas.

ORIGEN	CARACTERÍSTICAS
Funcionamiento normal de las instalaciones: torres de refrigeración, evaporadoras, esterilizadores, compresores, etc.	Transmisión de ruido al exterior
Transporte	Transmisión de ruidos al exterior.

Fuente: Fondo Social Europeo (2000).

2.1.3.4. Generación de efluentes

Según Schmidt E. (2010), en la industria láctea se utiliza gran cantidad de agua en el proceso productivo. El consumo de agua aproximado en relación a la elaboración del queso es de 8 L de agua por cada litro de leche.

Los efluentes que más contaminación provocan son la de las queserías si no tienen un aprovechamiento posterior del suero, los cuales contienen gran cantidad de lactosa y las proteínas del suero lácteo. Es aconsejable que estos sueros no sean descargados de forma directa al cauce o a la depuradora, pues provocarían un enorme incremento de la DBO₅. Por ello, suele aprovecharse este suero para alimentación del ganado. En las plantas más modernas se obtiene a partir de él lactosuero, proteínas del suero lácteo y lactosa en polvo, productos con un alto valor añadido y de fácil venta posterior. El proceso de salado también provoca la emisión de efluentes líquidos, aunque en este caso con escasa materia orgánica y gran cantidad de sales.

También se emplea gran cantidad de agua en la limpieza de las instalaciones, además de detergentes, ácido nítrico y sosa. Los vertidos son el principal aspecto ambiental generado en las empresas lácteas, la calidad de dicho vertido obliga a las empresas a poseer una planta de tratamiento de aguas residuales que minimice el impacto ambiental de estas aguas sobre el medio ambiente. El efluente líquido de la industria láctea presenta como principales contaminantes aceites y grasas, sólidos suspendidos, DQO, DBO₅ y nitrógeno amoniacal. El azúcar constituyente de la leche denominada lactosa es uno de los principales aportantes de DBO en los procesos productivos.

Tabla 4. Principales vertidos generados en industrias lácteas.

VERTIDO	ORIGEN	PARÁMETROS GENERADOS
Agua de proceso	Limpieza de equipos e instalaciones	DBO ₅ , DQO, SS (sólidos en suspensión), N, detergentes, aceites y grasas.
Disoluciones de Limpieza	Esterilización de bobinas de brick	Agua oxigenada
Agua de refrigeración y calderas	Mantenimiento de Calderas	Agua caliente con SS
Aguas residuales sanitarias	Servicios sanitarios	DBO ₅ , DQO, SS, amoníaco y detergentes
Agua de generación de resina de intercambio iónico.	Tratamiento de agua de pozo	Acidez y basicidad

Fuente: Fondo Social Europeo (2000).

Las pérdidas de leche en una industria sin una automatización elevada son del orden de un 10 a un 20%, mientras que en una industria completamente automática puede reducirse al 2%. Cabe destacar que la práctica internacional indica que la generación de efluente en industria láctea obedece a 1-2 litros de agua/L de leche procesada. Sin embargo, a pesar del mayor consumo de agua, las cargas de DBO₅ en el sector lácteo están por sobre los rangos observados a nivel mundial, observándose valores medios entre 1,000 y 3,000 mg/L.

Tabla 5. Procedencia de aguas residuales en el procesamiento de lácteos.

PROCEDENCIA	OPERACIÓN
Aguas de lavado	Lavado de tanques, equipo, transporte, empaque
Derrames	Empaque, trasbordos, accidentes
Perdidas	Operaciones deficientes
	Operaciones de puesta en marcha y pasteurización
	Pasteurización
Subproductos	Suero
	Productos de rechazo
Limpieza de baño, lavados y comedores de industria.	Lavado

Fuente: Allevato H. (1993)

Según el Gobierno Chileno (1988), la lactosa es el principal aportante de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y el suero resultante de la elaboración de quesos es un factor crítico, pues puede alcanzar DBO₅ del orden de 40.000 a 50.000 mg/L.

Tabla 6. Industria láctea contribución a la DBO₅.

ORIGEN	PORCENTAJE (%)
Residuos, pérdida de leche y otros comestibles.	94.00
Productos de limpieza.	3.00
Aguas servidas y domesticas	2.50
Otros: desinfectantes, lubricantes, etc.	0.50

Fuente: Allevato H. (1993)

Tabla 7. DBO₅ de algunos productos lácteos.

PRODUCTO	DBO ₅ (mg/L)
Crema 40% de grasa	400.00
Leche entera, 4% de grasa	120.00
Leche desnatada 0.05% de grasa	70.00
Suero 0.05% grasa	40.00
Suero	400.00

Fuente: Allevato H. (1993)

2.1.4. Aguas residuales

En la actualidad la mayor afectación que presenta el medio ambiente es la disposición de las aguas residuales no tratadas en fuentes de aguas receptoras como: ríos, quebradas, lagos, riachuelos, mar, etc.

Según Orozco A.(2003), las aguas residuales o servidas son aquellas que han sido usadas en la actividad doméstica o industrial.

2.1.4. Principales indicadores para el control de la calidad del agua.

Los indicadores que se van a detallar a continuación se aplican para determinar el grado de contaminación de las aguas residuales de origen industrial:

Olor: Según Seoáñez M. (2004), las aguas residuales tienen olores características generadas por los materiales volátiles que contienen y por los procesos de degradación de la materia orgánica presente.

Color: Según Delgadillo O. et al. El color en las aguas residuales es causado por los sólidos en suspensión, material coloidal y sustancias en solución. Asimismo, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual.

Turbidez: según Gomella C. y Guerrée H.(1997) la apariencia turbia de un agua es una noción subjetiva relacionada con la apreciación visual del observador. Se ha tratado de definir el grado de turbiedad por medio de las medidas ópticas realizadas sobre muestras empíricas.

Conductividad: la conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. Rigola M. (1990).

Potencial de Hidrogeno (pH): es una medida de la concentración de iones de hidrogeno, es una medida de la naturaleza acida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. Rigola M. (1990).

Oxígeno disuelto: Para Orozco A. (2003) el Oxígeno Disuelto es uno de los principales parámetros en tratamiento de aguas residuales pues muchos de los organismos dependen de el para mantener los procesos metabólicos, para obtener energía y efectuar su reproducción. Además, el OD es el principal indicador del estado de contaminación de una masa de agua, pues la MO contenida en ella tiene como directo efecto al consumo de Oxígeno Disuelto.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): expresa la cantidad de O₂ necesaria para biodegradar (degradación por microorganismos) las materias orgánicas. Este parámetro ha sido objeto de continuas discusiones; sin embargo, mejorando y precisando las condiciones del pH, de la temperatura y de la salinidad, constituye un método valido de estudio de los fenómenos naturales de degradación de la materia orgánica, Seoáñez M. (2002).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua de México Conagua (2008), la Demanda química de oxígeno (DQO). La cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos que contiene un residual líquido o como la cantidad de oxígeno estequiométricamente necesario para oxidar en medio ácido todas las formas reductoras cuyos potenciales de electrodo así lo permitan. El incremento de la concentración de este parámetro junto con la DBO, inciden en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua.

Sólidos en suspensión: Según Seoáñez M. (2004) las aguas residuales están cargadas casi siempre con materiales en suspensión. Estos materiales, según su densidad y las características del medio receptor son depositados en distintas zonas de este, produciendo una contaminación mecánica. Los sólidos en suspensión, SS, es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro, después de secado, Rigola M. (1990).

Cloruros: el ion cloruro, Cl⁻, forma sales en general muy solubles. El contenido de cloruros afecta a la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. A partir de los 300 ppm el agua empieza a adquirir un sabor salado, Rigola (1990).

Coliformes totales: La denominación genérica Coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua. Kirchmer C. (1978).

2.2. EL QUESO

Según el Código Alimentario (1991). Se define el queso como el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido a partir de la coagulación de la leche (a través de la acción del cuajo u otros coagulantes, con o sin hidrólisis previa de la lactosa) y posterior separación del suero. Las leches que se utilizan habitualmente son las de vaca (entera o desnatada) que da un sabor de queso más suave.

2.2.1. Origen del Queso

Según la Asociación para la Promoción de los Quesos de España (2002), el queso es tan antiguo como las primeras sociedades humanas organizadas. No se sabe exactamente donde ni cuando se comenzó con su elaboración, existiendo por ello muchas leyendas e historias sobre el origen del mismo.

Para los arqueológicos antes de Cristo, de cuencos de barro agujereados que tan solo podían servir para obtener leche cuajada; en cambio según la mitología griega fueron los dioses del Olimpo, quienes queriendo hacer a los mortales un regalo duradero les enseñaron a elaborar queso.

La leyenda árabe, dice que un pastor nómada quién se quedó sin recipiente para transportar la leche, mató un cabrito y utilizó su estómago como recipiente, la leche se había tornado en un proceso sólido.

Los romanos fueron grandes consumidores de queso, inclinándose sus preferencias hacia el queso de cabra, alguno de los cuales ya se condimentaban con pimienta o piñones. El queso se utilizó profusamente en la época de Augusto quien le gustaba que se empleara en una salsa universal para el pescado.

A partir del siglo XIII comienzan a elaborarse grandes quesos, para los que se empleaban hasta 1000 libras de leche requiriendo la puesta en común de toda una aldea.

2.2.2. Consumo y producción mundial del queso

Según la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas (2004), el queso es uno de los principales productos agrícolas del mundo, en todo el mundo se genera más de 18 millones de toneladas de queso. Esta cantidad es superior a la producción anual de granos de café, hojas de té, granos de cacao y tabaco juntos. El mayor productor de queso es Estados Unidos, que asume un 30% de la producción mundial, seguido de Alemania y Francia.

En cuanto a las exportaciones, el país con mayor valor monetario de ellas es Francia, seguido de Alemania, que es el mayor en cuanto a cantidad. De los diez mayores países exportadores, sólo Irlanda, Nueva Zelanda, Países Bajos y Australia tienen un mercado mayoritariamente oriental, con un 95, 90, 72 y 65% de sus producciones exportadas, respectivamente.

A pesar de ser Francia el mayor exportador, tan solo un 30% de producción es exportado y la de los Estados Unidos, el mayor productor, es prácticamente despreciable, ya que la mayor parte de su producción es para el mercado doméstico. Los países que más queso importan son Alemania, Reino Unido e Italia, por este orden.

Grecia se encuentra en el primer puesto del ranking mundial por el consumo de queso por persona con 27.3 kg/habitante. Francia es el segundo consumidor mundial, con unos 24 kg por persona. En los Estados Unidos el consumo se está incrementando rápidamente alcanzando en 2003 los 14.1 kg/habitante,

2.2.3. Industrialización de leche en Ecuador

De acuerdo a Vizcarra R. (2008), la provisión de leche en el país estuvo destinada en 35% (646,800.00 L/día) a la producción de la leche pasteurizada en funda y leche larga vida UHT en funda, 26% (480,480.00 L/día) a queso fresco y maduro, 17% (315,160.00 L/día) a leche larga vida UHT en cartón, 12% (221,760.00 L/día) a leche en polvo, 8.5% (157,080.00 L/día) a yogurt y el 1.5% (27,720.00 L/día) a otros productos, como se muestra en la Figura 2.

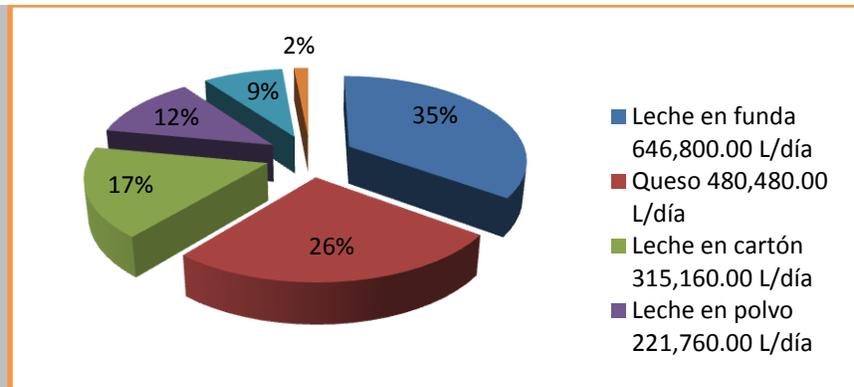


Figura 2. Destino de la leche en la industria láctea.

2.2.4. Proceso de elaboración del queso

En la Figura 3, aparece secuenciadas de forma cronológica las etapas tecnológicas de elaboración del queso:

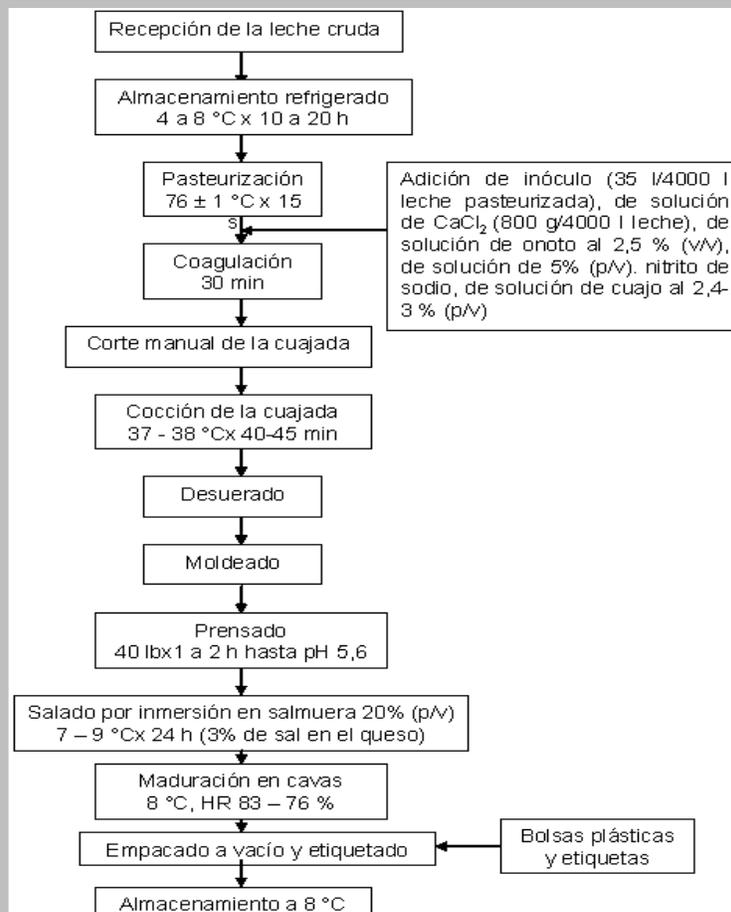


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso tipo

Fuente: DávilaJ. y Reyes G. (2006)

a) Almacenamiento.

Después que se ha ordeñado a la vaca, la leche se debe transferir a las cantinas, bidones, cantaros o calambucos para su almacenamiento y acopio lista para ser transportada o procesada.

Según Pardo M. y Almanza F. (2003), el deber del productor de la leche es conservar la calidad inicial, es decir, proteger los componentes esenciales para la nutrición humana y para que los productos lácteos se fabriquen en las mejores condiciones, por tanto no se debe permitir la contaminación con microbios.

b) Filtración

De acuerdo a Pardo M. y Almanza F. (2003), la filtración es un depurador que se caracteriza para retirar partículas grandes que han caído en la leche por el manejo en el establo y en el transporte, las cuales pueden causar defectos y contaminación del producto.

El filtro debe cambiarse o lavarse frecuentemente para evitar que la leche arrastre los microbios que han caído en él. Recordar que el filtro debe ser de tela, lienzo o papel filtro.

c) Pasteurización

Sánchez M. (2003), menciona que el primer paso en la elaboración de quesos es la pasteurización a emplear con el objetivo de destruir todos los microorganismos patógenos. La pasteurización es una operación clave y delicada, por lo que es previo llevarla a cabo correctamente. Para ello es importante la limpieza y esterilización del pasteurizador, previa y posteriormente al uso del mismo, la exactitud de los elementos de medida y su revisión continua, y de vigilancia del suministro y regulación de los servicios complementarios tales como agua, vapor y otros.

En la etapa de pasteurización se toma en cuenta una temperatura promedio de 65°C como el parámetro fundamental para alcanzar el objetivo de reducir los agentes patógenos que puedan contener la leche durante un tiempo de 30 minutos.

d) Enfriamiento

En la siguiente etapa se necesita de agua para enfriar la leche hasta una temperatura aproximada de 37°C para que de esa manera actúe el cuajo. Es necesario la adición del Cloruro de Calcio que es un compuesto químico que se le agrega a la leche para mejorar y estabilizar la capacidad de la leche para formar un coagulo con el cuajo.

La cantidad a agregar depende de la leche y sus condiciones. La cantidad natural que existe en la leche varia, dependiendo del estado del pasto ingerido por el ganado, época del año, periodo de lactancia. La cantidad máxima que se debe usar es de 0.2 gramos por 1/litro de leche para queso, según la Norma Internacional.

Si se añade altas concentraciones de Cloruro de Calcio a la leche produce un coagulo firme y un queso muy elástico, obteniendo un producto con sabor a los productos químicos presentes; con poca cantidad de calcio, el coagulo sale muy suave y el queso muy quebradizo, es necesario agregarlo 15 minutos antes de agregar el cuajo.

e) Coagulación

Según Alais, C. (1995) esta es una de las etapas claves del proceso y la base de la conversión de la leche en queso. Esta transformación se produce por la coagulación de la caseína, que engloba parte de la grasa y otros de los componentes de la leche.

Podemos distinguir dos tipos de coagulación: la ácida (que se emplea preferentemente para la elaboración de requesón) y la enzimática (que es la que nos interesa, ya que es la que se emplea para elaborar queso).

La coagulación enzimática se produce cuando le añadimos a la leche un cuajo comercial compuesto por un (18-20) % de cloruro sódico, benzoato sódico y enzimas como la renina y la pepsina. La valoración comercial del cuajo se basa en su poder o fuerza coagulante, que depende del contenido enzimático y se denomina título (el título es la cantidad de leche que coagula un volumen de cuajo determinado a 35°C en 40 minutos). Se suelen utilizar 20 o 30 mililitros de cuajo por cada 100 litros de leche. La leche puede tardar en cuajar de 45 minutos a tres horas.

Como resultado de la coagulación enzimática de la leche, se forma una masa que retiene gran cantidad de agua entre sus poros.

f) Corte de la cuajada

Según Romero A. y Jiménez A. (2004), la cuajada una vez formada se contrae y se divide en dos partes: una sólida, blanca y, otra líquida, amarillenta, que es el suero. Esta separación es más rápida cuando es menor el tiempo de coagulación. La cuajada se corta en fragmentos con liras o cuchillos de madera. En los casos blandos, la cuajada se corta en trozos grandes, y en los de pasta dura, se divide en porciones pequeñas como granos de trigo.

Después de cortar la cuajada se le hace descansar unos minutos y la masa se coloca en una mesa escurriendo, o en el cincho, y se aprieta con la mano. También puede colocarse en un lienzo, en un colador o sobre una masa inclinada

g) Desuerado

La Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos. (2004), menciona que la deshidratación parcial del gel de caseína o desuerado se efectúa por un fenómeno físico espontáneo de contracción de las micelas y expulsión del suero llamado sinéresis.

En una cuajada ácida la sinéresis es rápida, pero como sus micelas tienen poca contractibilidad y son permeables, es necesario calentarla para favorecer el desarrollo de acidez por los fermentos lácteos y aumentar la contractibilidad, logrando un desuerado más eficiente.

En una cuajada enzimática el desuerado no es espontáneo por la impermeabilidad de las micelas, es imprescindible intervenir mecánicamente de la siguiente manera:

- Corte de la cuajada para aumentar la superficie de sinéresis o exudación.
- Movimiento de los gránulos de cuajada para evitar que se suelden y favorecen el desuerado.
- Se puede acelerar la sinéresis mediante el calentamiento del coágulo.
- El gel cortado y agitado se somete a prensado, lo que aumenta el escurrimiento de los gránulos.

Como resultado del desuerado se obtiene un gel parcialmente deshidratado, compuesto de caseína y material graso. El suero exudado contiene principalmente lactosa, lactoalbumina, lactoglobulina y sales.

h) Moldeo y prensado

Según Hernández et.al. (2003), el moldeo tiene como finalidad dar forma al queso y ayudar a que los gránulos de cuajada se aglomeren. Los moldes pueden ser redondos, cuadrados, cilíndricos o alargados.

El prensado se realiza para endurecer la masa de queso y eliminar el exceso de suero. Generalmente, el moldeo y el prensado se ejecutan utilizando el mismo equipo, pues los moldes tienen dispositivos que ejercen presión sobre el queso.

La presión que ejerce y el tiempo de aplicación dependen del tipo de queso, si se elaboran quesos blandos o semiblandos no es necesario aplicar presión, pues es suficiente con la que provoca el peso del queso. Este procedimiento se conoce como auto prensado y puede durar hasta veinticuatro horas. Es necesario, cada cierto lapso de breve tiempo, darle vuelta al queso para lograr que adquiera la consistencia deseada. Cuando se va a producir un queso de consistencia más dura, se utilizan las prensas neumáticas. Al usarlas, se debe controlar la presión que se ejerce, pues si es muy alta se pueden romper los gránulos en lugar de endurecer la masa de queso.

i) Salado

De acuerdo al Consejo Regulador de la Denominación (2000), para este proceso se suele utilizar sal fina, pura, seca y bien molida. Esta sal puede ser extendida por la superficie o también puede ser directamente incorporada a la masa.

Otra forma de salar el queso es con un baño de salmuera, que se encuentra a una temperatura de (10-13) °C, y en cual permanecen entre 6 y 12 horas los quesos blandos y de 24 a 72 los quesos duros. Este sistema es cada vez más utilizado porque necesita menos mano de obra y porque con él todos los quesos adquieren, aproximadamente, el mismo contenido en sal.

Los principales objetivos de esta etapa son los siguientes:

- Impedir la proliferación de microorganismos patógenos, lo que contribuye a una mejor conservación del queso.
- Completar el desuerado de la cuajada.
- Controlar o dirigir los microorganismos del cultivo iniciador.
- Mejorar el aroma y el sabor del queso.

Si lo que queremos es un queso fresco, el proceso habrá terminado con la etapa anterior, la salazón del queso. En cambio, si pretendemos obtener un queso curado (de cualquier grado de curación) deberemos continuar con el siguiente paso.

j) Empaquetado

Antes de que el producto salga a la venta, los quesos se deben limpiar y empacarlos para una buena presentación para el consumidor. El principal objetivo del empaquetado es el dar una apariencia limpia y agradable, bajar la evaporación del agua, proteger el queso de microorganismos y perturbaciones mecánicas.

El principal material utilizado para este proceso son las fundas plásticas y también se puede utilizar láminas de aluminio.

k) Almacenamiento

Los quesos son llevados al cuarto frío de almacenamiento de producto terminado manteniéndose la temperatura a 4-8° C para garantizar una vida útil de 60 días.

El queso una vez elaborado, puede ser almacenado por el tiempo necesario hasta que se vaya a vender. Es conveniente almacenarlo en refrigeración para lograr prolongar su vida útil. El tiempo de almacenamiento antes de ser consumido tiene mucha influencia en el producto final.

l) Expendio

El producto es vendido de forma directa en las principales tiendas y en ocasiones es vendido en la misma fábrica.

2.3. SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL (SGA)

Según la norma ISO 14001 (2003), un sistema de gestión ambiental es “la parte del sistema general incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las practicas, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política ambiental”. La Política Ambiental se define como “la declaración de intenciones y principios de una organización con relación a su

desempeño ambiental general, que proporciona un marco de trabajo para la acción y el establecimiento de sus objetivos y metas ambientales”

El SGA es muy similar al sistema de gestión de calidad, el cual se basa en un conjunto de cuatro acciones, con actividades organizadas en forma sistemática, que responden a una política de calidad de la empresa. Las cuatro acciones mencionadas son: planificar, implementar, controlar, revisar” estas acciones se repiten continuamente en forma cíclica. El carácter cíclico de estas acciones asegura el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad de la empresa; estas acciones son incluyentes en la producción más limpia por el sistema de gestión ambiental.



Figura 4. Esquema del proceso de Producción Más Limpia
Fuente: Norma ISO 14001(2003).

2.3.1. Producción Más Limpia

De acuerdo con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA) (2006), el concepto de Producción Más Limpia ha alcanzado reconocimiento a nivel mundial como una estrategia preventiva para la protección del medio ambiente en las empresas, la Producción Más Limpia (P+L) es la aplicación continua a los procesos, productos, y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente.

Un programa de Producción Más Limpia tiene los siguientes propósitos, de acuerdo a su aplicación en procesos, productos o servicios:

Procesos productivos:

- Conservación de materia prima y energía.
- Sustitución de uso de materias tóxicas.
- Reducción de la cantidad de toxicidad de las emisiones y desechos antes que salgan del proceso.

Para los productos:

- Reducción de los impactos ambientales generados por productos a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta su disposición.

Para los servicios:

- Reducción del Impacto ambiental del servicio durante todo el ciclo de vida, desde el diseño y uso de sistemas, hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio.

Además el programa de Producción Más Limpia busca reducir los riesgos a:

Reducción de riesgos a:

- Trabajadores.
- Comunidad.
- Consumidores de los productos.
- Futuras generaciones.

2.3.2. Beneficio de la Producción Más Limpia

Además de los beneficios ambientales que podemos observar con la implementación de un programa de producción más limpia, se identifican otros, como los beneficios financieros, operacionales y comerciales.

2.3.2.1. Beneficios Financieros

- Reducción de costos por optimización del uso de las materias primas e insumos en general.
- Ahorro por mejor uso de recursos (agua, energía, etc.).
- Reducción de los niveles de inversión asociados a tratamiento y/o final de residuos.
- Aumento de las ganancias.

2.3.2.2. Beneficios Operacionales

- Aumento de la eficiencia de los procesos.
- Mejora de las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora en las relaciones con la comunidad y la autoridad de aplicación ambiental.
- Reducción de la generación de residuos.
- Aumento de la motivación del personal.

2.3.2.3. Beneficios Comerciales

- Mejora el posicionamiento de los productos que se venden en el mercado.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.
- Facilita accesos a nuevos mercados.
- Aumentan las ventas y el margen de ganancias.

2.3.3. Medidas de Producción Más Limpia en una Industria Láctea.

No todas las medidas de producción más limpia son aplicables a cualquier fábrica, su aplicabilidad va a depender de varios factores como:

- La infraestructura disponible de la fábrica.
- El tipo de producto final que se obtenga.
- La situación climática y geográfica donde está ubicada la fábrica.
- La normativa aplicada a cada categoría de la fábrica.

Según el CPTS (2005) algunas medidas de Producción Más Limpia aplicables a cualquier fábrica son:

- Medir el volumen de la materia prima que ingresa.

- Realizar el monitoreo de la calidad de la materia prima de acuerdo a la norma establecida.
- Mejoras en la gestión del agua.
- Aprovechamiento de la materia prima.
- Cambios de insumos.
- Cambio tecnológico.
- Buen mantenimiento de equipos
- Reutilización del agua usada para la etapa de enfriamiento.
- Uso de dispositivos de limpieza apropiados.
- Uso de reactivos químicos de limpieza apropiados.

2.3.4. Aplicación del P+L en una industria láctea.

En industria láctea un programa de Producción Más Limpia debe basar sus estrategias en los siguientes aspectos:

2.3.4.1. Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero

La capacidad contaminante y el valor nutritivo del lactosuero han llevado al desarrollo de tecnologías para su aprovechamiento. En nuestro país no existen datos concretos de la utilización del suero, se estima que se aprovecha solo cerca del 10%. Las alternativas de aprovechamiento del lactosuero pueden ser.

Procesos fermentativos: El lactosuero puede ser utilizado como medio de cultivo para la producción de biomasa (proteína unicelular como levadura para la panificación), metabolitos (lípidos, pigmentos, alcoholes, ácidos orgánicos, biopolímeros) y enzimas. En este medio la lactosa es el principal fuente de carbono para los microorganismos, incluso se han utilizado para células vegetales. Además, el lactosuero suele emplearse para la conservación y propagación de cultivos lácticos o en la elaboración de bebidas fermentadas, Castillo A. (2002).

Elaboración de bebidas: También se ha estudiado la elaboración de bebidas o fórmulas lácteas con valor nutritivo similar al de la leche y con características agradables al consumidor. Estas bebidas tienen un gran potencial para utilizarse en programas gubernamentales dirigidos a la población de escasos recursos, García G. et.al. (1993).

Producción de biofertilizantes: Estos abonos además de nutrir eficientemente los cultivos, se convierten en un restaurador de la flora microbiana del ecosistema del cultivo, además el ácido

láctico presente ayuda a eliminar bacterias patógenas. Este biofertilizante puede sustituir a los abonos químicos, Kirk R. et.al. (2005).

Tecnología de empaque: El lactosuero se usa para producir por la vía fermentativa un ingrediente antimicrobiano utilizado en la elaboración de empaques comestibles. De esta forma se obtienen películas biodegradables con actividad antibacteriana, esta película alarga la vida de anaquel, aumentando la caducidad y conservación de los alimentos, Bajio S. (2007).

2.3.4.2. Ahorro de agua y tratamiento de efluentes.

Ahorro de agua

Según el Centro de Producción Más Limpia (2000), en la industria Láctea el agua es ampliamente utilizada para las operaciones de limpieza de áreas de trabajo, equipos, instrumentos. Las fuentes de agua se agotan y contaminan, esa es la razón por la cual es necesario presentar atención a su consumo.

Para asegurar que el consumo de agua esta optimizado, este debe ser monitoreado con métodos muy básicos como:

- **Instalación de medidores**

En caso de que la empresa láctea carezca de un medidor de agua, es recomendable instalar medidores de agua en áreas claves de la planta por ejemplo: pozos y en diferentes áreas de producción con el fin de controlar los consumos y asociarle a cada área de la planta sus costos, Centro de Producción Más Limpia, (2000).

Los datos recolectados de los medidores servirán para:

- a) Iniciar un monitoreo continuo.
- b) Calcular los indicadores de uso de agua de la planta y de sus departamentos claves.
- c) Establecer metas e uso de agua para la planta.
- d) Reducir los costos y volúmenes de tratamiento de agua.

- **Revisión del estado de tuberías, válvulas y grifos**

Según el Centro de Producción Más Limpia (2000), el mal estado de las tuberías, grifos y válvulas genera incremento en el consumo de agua, por tanto se incrementa los costos. Es necesario el revisado regular de las tuberías, válvulas y grifos; de esta manera se obtendrá los siguientes beneficios:

- a) Se evitan fugas, incrementando los rendimientos.
- b) Reduce la cantidad de efluentes a tratar.
- c) Mejora la higiene y evita accidentes.
- d) Mejora la imagen de la empresa.

- **Colocar pistolas de bajo volumen y alta presión en las mangueras para la limpieza.**

A menudo los procedimientos de lavado que normalmente se siguen en una industria láctea contribuyen con un alto porcentaje del consumo total de agua, por ellos es necesaria la colocación de pistolas de alta presión en las mangueras para obtener grandes ahorros en el consumo de agua en las diferentes operaciones de la planta de lácteos. Por razones de higiene y duración se recomienda el uso de pistolas metálicas en vez de plásticas. Nunca las mangueras como escobas o cepillos. Los operadores deberían utilizar cepillos (raspadores) de goma en todas las operaciones de limpieza de piso y usar las mangueras solamente para realizar un enjuague final, Centro de Producción Más Limpia (2000).

De esta manera se obtendrá los siguientes beneficios:

- a) Evita que por olvidos del operario las llaves permanezcan abiertas.
- b) Permiten que el agua no fluyan cuando no se está usando.
- c) Reduce los tiempos de operación de lavado de equipos, utensilios y planta en general.
- d) Aseguran que el chorro de agua salga más fuerte.

- **Limpieza en seco del equipo y de las zonas de producción, antes del lavado.**

Durante el proceso de limpieza de la planta es común observar que los operarios consumen mucha agua y utilizan el agua para empujar los residuos sólidos. Realizando una previa limpieza en seco (utilizar cepillos raspadores de goma y escobas) con lo cual se estará reduciendo los consumos de agua.

De esta manera se obtendrá los siguientes beneficios:

- a) Aumento significativo en la eficiencia del uso del agua.
- b) Reduce el volumen de efluentes.
- c) Reducción de los sólidos en el agua residual que influyan directamente con el sistema de tratamiento.
- d) Reducción del tiempo de limpieza.

e) Cuando el agua es bombeada el ahorro se refleja en la disminución de la factura eléctrica.

2.3.4.3. Tratamiento de efluentes.

Según, Valencia E. y Ramírez M. (2009), el propósito del tratamiento de las aguas residuales es remover los contaminantes que perjudican el ambiente acuático y, en general, a los seres vivos, antes de que lleguen a los suelos, ríos, lagos y posteriormente a los mares. El tratamiento es una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que se clasifican en: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y terciario.

El pretratamiento consiste en separar sólidos gruesos que pueden provocar taponamiento; el tratamiento primario separa las partículas en suspensión que no son retenidas por el pretratamiento; en el tratamiento secundario o biológico se utilizan microorganismos que eliminan materia orgánica disuelta; por último, en el tratamiento terciario se adicionan compuestos químicos para su desinfección.

La alta capacidad contaminante del suero de leche, con una DBO_5 que varía entre 30,000 a 50,000 mg/l, además de la cantidad de ácido láctico presente en él, va a alterar significativamente los procesos biológicos que se llevan a cabo en las plantas de tratamiento aumentando los costos. Para el tratamiento de suero lácteo, preferentemente se aplican tratamientos biológicos antes de que sea vertido a los suelos y ríos, es por ello que se plantean procesos convencionales y no convencionales.

Los procesos convencionales depuran las aguas residuales y no el suero en sí. Los procesos no convencionales aíslan en una primera etapa las corrientes residuales sin mezclarlas con corrientes indeseables, su objetivo es utilizar el residuo industrial para obtener diversos productos de fermentación. El uso de levaduras y bacterias lácticas es común en estos procesos de producción, con la ventaja de que se disminuye la cantidad de contaminantes facilitando la eliminación final de efluentes industriales.

2.3.4.4. Tratamiento de los residuos sólidos

La generación de residuos sólidos en las industrias lácteas es muy pequeña, y se circunscribe generalmente a los desechos de envases y embalajes, tales como vidrio, cartón, plástico,

envases especiales, etc. El problema es más importante para el consumidor final, que es el que dispone de los envases, que para la propia industria.

2.4. MARCO LEGAL

El informe de investigación se enmarcó de acuerdo a las siguientes normativas, ordenanzas y reglamentos legales e institucionales que son de cumplimiento obligatorio dentro del estado ecuatoriano:

2.4.1. Revisión del marco legal vigente y aplicable en la localidad

Las leyes y la normativa ambiental ecuatoriana vigente en la industria, tiene como fin regular y sancionar la contaminación que genera las actividades de una industria, específicamente en el área productiva, que involucra los recursos naturales empleados por la fabricación de los derivados de la leche.

A continuación se mencionara los artículos más importantes relacionados a la contaminación en la industria láctea.

2.4.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS)

El TULAS (2003), está conformado por un conjunto de normas que describen, las funciones de los organismos de control del desarrollo sustentable, del sistema ecuatoriano descentralizado de Gestión Ambiental, y de auditoría ambiental.

En el libro I, “De la Auditoria Ambiental” describe el medio ambiente ecuatoriano, que viene siendo la autoridad máxima en cuanto a los temas ambientales. El Ministerio de Ambiente Ecuatoriano controla, dirige y regula la gestión ambiental por medio de políticas y normas, promoviendo así el desarrollo sustentable del país, resguardando el derecho de los habitantes y de sus generaciones de vivir en un ambiente sano.

Libro VI, de la Calidad Ambiental. Sistema Único de Manejo Ambiental

A este documento también se lo llama SUMA, que se encuentra dentro del Capítulo IV, del control ambiental, Sección I estudios ambientales; donde ,manifiesta la obligatoriedad de la realización de estudios ambientales previo, durante y al finalizar las actividades productivas.

Entre estos se puede citar a los Estudios de Impacto Ambiental, Auditoria Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, el mismo que se realiza en cualquier etapa del proyecto, mientras que los otros dos se realizan al inicio y durante la ejecución del proyecto.

Art.58.- Estudio de Impacto Ambiental

Toda obra, actividad o proyecto nuevo o ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendidos por cualquier persona natural o jurídica, públicas o privadas, y que pueden potencialmente causar contaminación, deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental, que incluirá un plan de manejo ambiental, de acuerdo a lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA). El EIA deberá demostrar que la actividad estará en cumplimiento con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas, previa a la construcción y a la puesta en funcionamiento del proyecto o inicio de la actividad.

Art. 60.- Auditoría Ambiental de Cumplimiento

Un año después de entrar en operación la actividad a favor de la cual se aprobó el EIA, el regulado deberá realizar una Auditoría Ambiental de Cumplimiento con su plan de manejo ambiental y con las normativas ambientales vigentes, particularmente del presente reglamento y sus normas técnicas. La Auditoría Ambiental de Cumplimiento con el plan de manejo ambiental y con las normativas ambientales vigentes incluirá la descripción de nuevas actividades de la organización cuando las hubiese y la actualización del plan de manejo ambiental de ser el caso.

Art. 59.- Plan de Manejo Ambiental

El plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros de la organización, a ser monitoreados, la periodicidad de estos monitoreos, la frecuencia con que debe reportarse los resultados a la entidad ambiental de control. El plan de manejo ambiental y sus actualizaciones aprobadas tendrán el mismo efecto legal para la actividad que las normas técnicas dictadas bajo el amparo del presente Libro VI De la Calidad Ambiental.

2.4.3. Otras Leyes

2.4.3.1. Constitución Política de la República

La Constitución Política de la República del Ecuador., reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; establece un

sistema nacional de áreas naturales protegidas y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Art. 54.- Se indica la responsabilidad civil y penal que tienen las personas o entidades prestadoras de servicios públicos, o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, en caso de proveer un servicio deficiente, defectuosa calidad del producto y mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Art. 66. Numeral 27.- El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y armonía con la naturaleza.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: **Literal 4.** Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 277, literal 1.- Para la consecución del buen vivir, serán deberes generales del Estado garantizar los derechos de las personas, las colectividades y la naturaleza.

Art. 281, numeral 7.- Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable. **Numeral 13.-** Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

Art 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

2.4.3.2. Ley de Gestión Ambiental

En la ley de Gestión Ambiental Ecuatoriana, constan principios del desarrollo sustentable contenidos en la Declaración de Rio de Janeiro 1992. Además se incluye políticas regulatorias, límites, responsabilidades y sanciones para las empresas públicas y privadas que controlan la contaminación y asuntos referentes al ambiente.

Además esta ley se basa en la práctica de principios de cooperación, coordinación, solidaridad, reciclaje y uso de tecnologías alternativas, que no causen perjuicio al medio ambiente y de esta manera aseguren el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Art. 28.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal por denuncias o acusaciones temerarias o maliciosas.

El incumplimiento del proceso de consulta al que se refiere el artículo 88 de la Constitución Política de la República tomará inejecutable la actividad de que se trate y será causal de nulidad de los contratos respectivos.

Art. 29.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad de las instituciones del Estado que conforme al Reglamento de esta Ley, pueda producir impactos ambientales. Para ello podrá formular peticiones y deducir acciones de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.

Art. 39.- Las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales, control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente, establecerán con participación social, programas de monitoreo del estado ambiental en las áreas de su competencia, esos datos serán remitidos al Ministerio del ramo para su sistematización; tal información será pública.

Art. 40.- Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. En caso de incumplimiento de la presente disposición, el infractor será sancionado con una multa de veinte a doscientos salarios mínimos vitales generales.

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República.

Art. 42.- Toda persona natural, jurídica o grupo humano podrá ser oída en los procesos penales, civiles o administrativos, que se inicien por infracciones de carácter ambiental, aunque no hayan sido vulnerados sus propios derechos.

El Presidente de la Corte Superior del lugar en que se produzca la afectación ambiental, será el competente para conocer las acciones que se propongan a consecuencia de la misma. Si la afectación comprende varias jurisdicciones, la competencia corresponderá a cualquiera de los presidentes de las cortes superiores de esas jurisdicciones.

2.4.3.3. Código de Salud

De acuerdo al tema se piden exigencias en cuanto a las condiciones de los lugares de trabajo, las mismas que deben reunir condiciones higiénicas, que aseguren un ambiente laboral estable que no represente un riesgo para la salud del trabajador; ni para la de los consumidores, en el caso de elaboración de alimentos, y la eliminación de residuos industriales, los que no deben ser descargados de forma directa a un cuerpo receptor.

2.4.3.4. Reglamento de Seguridad de Higiene y Trabajo

El objetivo principal de este reglamento es proteger la salud del empleado, mediante el control del ambiente de trabajo, para reducir o eliminar riesgos de accidentes.

2.4.3.5. Ley de Aguas. Libro VI. Anexo 1.

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Numeral 3.2 Criterios generales de descarga de efluentes:

Literal 1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.

Literal 2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.

Literal 3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.

a) Descarga a un cuerpo de agua dulce.

b) Descarga a un cuerpo de agua marina.

Numeral 4.2.2 Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.

Numeral 4.2.2.1 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).

b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.

c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.

d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.

e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

Numeral 4.2.2.2 El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.

Numeral 4.2.2.3 Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos en Tabla 11 del TULAS (ver en Anexo 1).

Numeral 4.2.2.4 Toda área de desarrollo urbanístico, turístico o industrial que no contribuya al sistema de alcantarillado público, deberá contar con instalaciones de recolección y tratamiento convencional de residuos líquidos. El efluente tratado descargará a un cuerpo receptor o cuerpo de agua, debiendo cumplir con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, marina y de estuarios.

Numeral 4.2.2.5 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

Numeral 4.2.2.6 Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc., provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes y hoteles.

Numeral 4.2.2.7 Los responsables (propietario y operador) de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de descarga contenidas en esta Norma. Si el propietario (parcial o total) o el operador del sistema de alcantarillado es un municipio, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés.

2.4.3.6. Ley para la prevención y control de la contaminación ambiental

La Ley contiene prohibiciones expresas para descargas directas al aire, agua y suelo de contaminantes a ser generados por una actividad, estando obligados los responsables de estas acciones a implementar tratamientos previos a las descargas.

Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) , en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Nota:

Al expedirse la Organización del Régimen Institucional de Aguas, mediante Decreto Ejecutivo No. 2224, publicado en el R.O. 558-S, de 28-X-94, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos fue sustituido por el Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos, cuerpo colegiado multisectorial, y por las Corporaciones Regionales de Desarrollo, instituciones públicas de manejo de los recursos hídricos del país.

Art. 18.- El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 19.- El Ministerio de Salud, también, está facultado para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

ART. 41.- Ámbito

El presente Título, establece los siguientes aspectos:

- a)** Las normas generales nacionales aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos de las actividades definidas por la Clasificación Ampliada de las Actividades Económicas de la versión vigente de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU, adoptada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos;
- b)** Las normas técnicas nacionales que fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente; y,
- c)** Los criterios de calidad de los recursos agua, aire y suelo, a nivel nacional.

2.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Según Smith A. el beneficio económico es un término utilizado para designar la ganancia que se obtiene de un proceso o actividad económica. Es más bien impreciso, dado que incluye el resultado positivo de esas actividades medido tanto en forma material o "real" como monetaria o nominal. Consecuentemente, algunos diferencian entre beneficios y ganancia.

Desde un punto de vista general el beneficio económico es un indicador de la creación de riqueza o generación de mercaderías o valor en la economía de una nación. Eso no es siempre el caso para los individuos (ver más abajo). El beneficio generalmente se calcula como los ingresos totales menos los costes totales de producción y distribución.

A nivel macroeconómico, el beneficio es, generalmente, conceptualizado como el incremento en la riqueza o progreso que las actividades económicas crean en una sociedad. Se mide a través del Valor agregado; Valor Agregado Bruto y PIB.

A nivel microeconómico la forma más usual de medir el beneficio es a través del análisis de coste-beneficio. Desde este punto de vista, en el caso más común es el análisis de la diferencia entre el valor que tienen los productos de la actividad y los insumos que se emplearon en esa, deduciendo también los demás gastos de operación. En la expresión del coste deben incluirse todos los factores de producción que utiliza la empresa, valorados a su precio de mercado.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se desarrolló en la Quesería “Unión Libre”, la misma que se encuentra localizada en la parroquia 10 de Agosto a 10 Km de la ciudad de Puyo en la vía Puyo - Arajuno (desvío Km. 4 de la vía Puyo - Macas), cantón Pastaza; provincia de Pastaza. La localidad cuenta con una población que rodea los 1.136 habitantes sobre una superficie de 104 Km². Esta parroquia está localizada a una altura de 950 m.s.n.m.

A continuación se detallan las características del estudio:

Duración: 28 semanas

Área: Ingeniería

Campo: Producción más Limpia

Aspecto: Uso inadecuado y excesivo del recurso agua, energía y materia prima.



Figura 5. Ubicación de la parroquia 10 de Agosto 2011.

Fuente: Google Earth.

Adaptación: Mayra Vilema

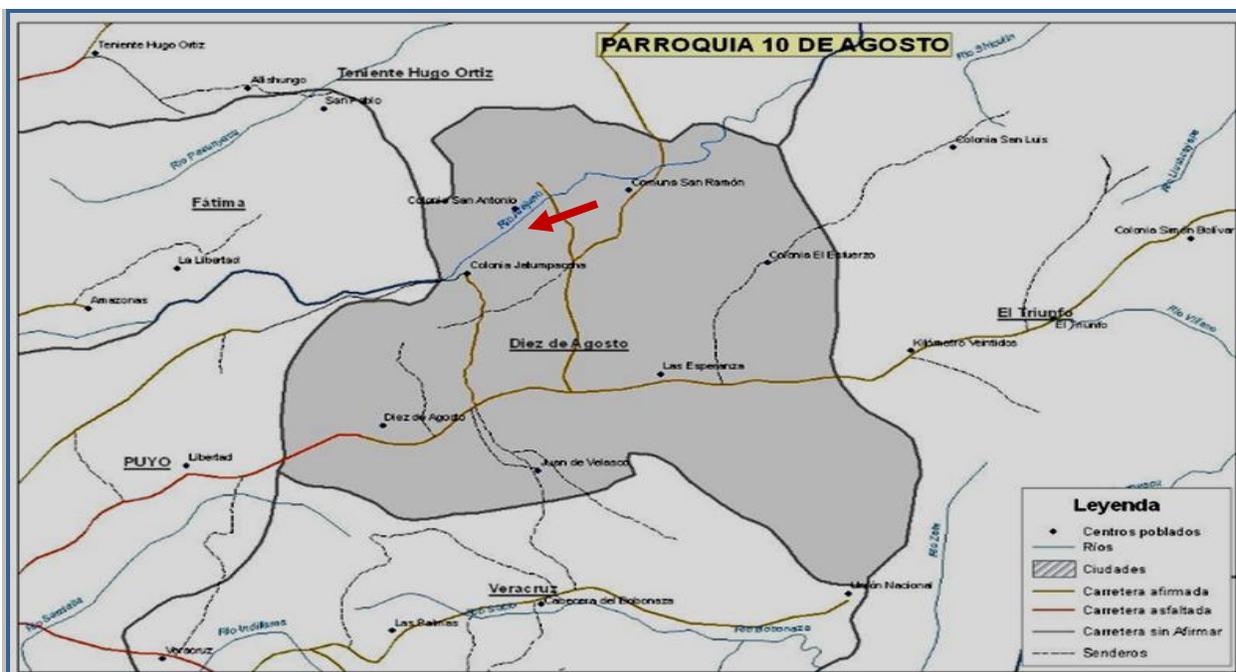


Figura 6. Mapa de la Parroquia 10 de Agosto

Fuente: Google Earth.

Adaptación: Mayra Vilema

3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

A continuación se detallan las condiciones meteorológicas en los últimos 5 años de la Parroquia 10 de Agosto en base a los datos obtenidos en la estación meteorológica del INHAMI en Puyo.

Tabla 8. Datos meteorológicos. Puyo 2006-2011.

Año	Temperatura Media (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Insolación (horas)
2006	21.2	29.8	14.5	88.4	13.2	2.3	92.4
2007	21.3	30.0	14.3	88.0	13.3	2.4	91.8
2008	21.1	27.1	17.1	88.0	12.3	2.3	90.2
2009	21.4	26.7	17.9	88.0	13.2	2.3	94.6
2010	21.8	27.2	18.5	87.0	13.4	2.4	93.2
2011	21.3	26.4	17.8	88.0	13.9	2.5	90.8
Promedio	21.4	27.9	16.7	87.9	13.2	2.4	92.2

Fuente: Estación meteorológica del INHAMI en Puyo (2006).

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Dentro de los materiales y equipos utilizados en el presente estudio se encontraron:

Tecnológicos:

- Internet
- Computadora portátil
- Cámara digital

De campo:

- Fichas de observación
- Libreta de apuntes
- Esferográficos
- Hojas

Bibliográficos:

- Revistas
- Folletos
- Libros

Laboratorio:

- 2 Frascos de 1 litro color ámbar
- Un cooler
- 8 refrigerantes
- Guantes de nitrilo
- Recipiente de 1 litro
- Cronómetro
- Termómetro
- Peachímetro

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

Los **métodos** utilizados fueron los siguientes:

Método empírico: sirvió para recopilar información relacionado con el diagnóstico previo del estudio investigativo. Dentro de este método se utilizó: las técnicas de observación y entrevista.

Método teórico: permitió ascender del acondicionamiento de información empírica a describir, explicar, determinar las causas y determinar la hipótesis investigativa. Para el efecto se utilizó la técnica de revisión bibliográfica.

Método descriptivo: Permitió cuantificar, comparar, estudiar y establecer relaciones entre las variables del estudio. En este método se empleó las técnicas de observación, medición y análisis de laboratorio.

Las **técnicas** utilizadas para la recopilación de información fueron las siguientes:

Técnica de observación: Se efectuó de manera directa a la planta procesadora “Unión Libre” para identificar y describir el proceso de producción los impactos generados por el mismo al medio ambiente y el derroche de los recursos utilizados en la fabricación del queso.

Revisión bibliográfica: Consistió en el acceso a información referente al tema de estudio, en internet, revistas y libros.

Análisis del laboratorio: Se empleó para la caracterización del agua residual generada por el proceso productivo.

Para el efecto, se llevó muestras de las mismas a un laboratorio acreditado para su respectivo análisis, generando resultados químicos y bacteriológicos que serían interpretados posteriormente.

3.5. FACTORES DE ESTUDIO

Dentro de los factores de estudio considerados se establecieron los siguientes:

3.5.1. Eficiencia en el uso de recursos

Consistió en la verificación del uso dado a los recursos disponibles y el tiempo empleado en **el proceso de producción**. Para su medición se considero las variables cuantitativas relacionadas con aspectos de entrada y salida en el proceso de producción.

- Volumen de materia prima. (110 litros de leche diarios)
- La densidad.(28-30 g/L)
- Acidez. (% m/v 16 a 17)
- Tiempo de pasteurización. (30 minutos a 65 °C)
- Tiempo de enfriamiento. (1 hora)
- Cantidad de cuajo. (10 ml por cada 10 litros de leche durante 50 minutos)
- Filtro y prensado.(consistencia 8 lb x 25 a 45 min)
- Salado. (20° PAUMEL a una T° 10°C x 30 min)

3.5.2. Afectación del proceso a la calidad del agua

Consistió en la cuantificación del impacto generado al medio receptor acuático (alcantarillado y posterior curso hídrico natural). Para el efecto se realizaron análisis de aguas en los que se determinaron los parámetros químicos y bacteriológicos mencionados en el numeral 3.7.1.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el estudio se utilizó los siguientes métodos estadísticos para el análisis de la información:

3.6.1. Estadística descriptiva

Se realizó comparaciones aritméticas entre los resultados obtenidos en los dos análisis de aguas realizados y con los valores máximos permitidos en la normativa vigente respecto a descargas líquidas en sistemas de alcantarillado. Para el efecto se aplicó herramientas gráficas como histogramas y tablas de datos.

3.6.2. Prueba “t” de Student.

Se utilizó la prueba “t” de Student a fin de establecer la existencia de diferencias significativas entre los grupos de datos pertenecientes a cada uno de los dos ciclos de producción diaria que se realizan en la planta, para las variables cuantitativas consideradas respecto a consumo de

agua, insumos, energía y generación de efluentes. Para el efecto se tomó en cuenta un nivel de significación del 95% de confianza a dos colas.

3.6.3. Análisis de Correlación

El objetivo de la aplicación de esta técnica fue establecer el grado de relación existente entre dos variables, con ayuda de funciones matemáticas y representaciones gráficas. El análisis de correlación se basó en el pareado de datos en función de una de las variables del análisis con respecto a la cual se desea probar el grado de asociación de la otra.

Se correlacionó la información correspondiente a las diversas variables cuantitativas debidamente estandarizadas por unidad de producción, a fin de establecer la incidencia de las mismas en la eficiencia del proceso.

3.7. VARIABLES

3.7.1 Parámetros de calidad de agua.

Se consideraron los siguientes parámetros químicos y bacteriológicos para la caracterización del efluente:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Oxígeno Disuelto
- Coliformes totales
- Sólidos Suspendidos
- Potencial Hidrógeno
- Cloruros

3.7.2. Descarga líquida residual.

Consistió en el volumen de la descarga líquida residual que genera la empresa por unidad de tiempo durante todo el proceso de elaboración de quesos hasta su finalización. (Expresada en L/min).

3.7.3. Agua utilizada en la etapa de enfriamiento.

Consistió en el volumen de agua que se utilizó para la etapa de enfriamiento de la leche durante cada uno de los dos ciclos de producción de quesos por día. (Expresada en L/min).

3.7.4. Cuajada residual.

Consistió en el peso de la cuajada residual que se desperdicia en cada ciclo de producción de quesos, que a su vez es descargada de forma directa en el sistema de alcantarillado. (Expresada en g).

3.7.5. Energía empleada en el proceso.

Se cuantifico de acuerdo a la masa del gas licuado de petróleo utilizada en el proceso, obtenida por diferencias entre el peso del cilindro antes del proceso y luego del mismo.

3.7.6. Volumen del suero.

Consistió en el volumen del suero obtenido como subproducto en la etapa del desuerado de cada ciclo de producción de quesos. (Expresada en L/ciclo).

3.7.7. Descarga del suero.

Consistió en la descarga total del volumen del suero obtenido por cada ciclo de producción de queso al sistema de alcantarillado. (Expresada en L/ciclo).

3.8. FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.8.1. Plan de acciones

En función de los resultados de la investigación y de los problemas ambientales diagnosticados en base a los mismos se formuló un plan de acciones consistente en una serie de actividades propuestas para la resolución de cada problema ambiental identificado. Cada actividad propuesta se expresa en resultados esperados de manera cuantitativa y cualitativa.

3.8.2. Detalle de las Actividades

En relación con el plan de acciones del programa de Producción más Limpia se detalla las actividades de las propuestas plantadas para dar solución a cada uno de los problemas ambientales que la empresa presenta actualmente.

3.8.3. Definición de responsables y plazos

Se realizó la definición de responsables que se encargaran del control para el uso adecuado de los recursos y además se tomara en cuenta el tiempo necesario para el monitoreo.

3.8.4. Balance económico

Se realizó un análisis de los costos de materia prima, agua y energía que la empresa incurre actualmente en el proceso productivo y de aquellos que se contemplarían en caso de adoptar

las medidas propuestas. Finalmente se obtuvo la relación beneficio costo entre el ahorro económico generado y los costos de implementación del programa.

3.8.5. Beneficio ambiental

Se realizó un análisis de los beneficios ambientales esperados con la aplicación del plan en cuatro aspectos cuantificables: ahorro de agua, ahorro de materia prima, reducción de parámetros en efluentes líquidos y reducción de residuos.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Diseño metodológico

El metodológico mediante la cual se realizó el presente trabajo se resume en la Figura 7.



Figura 7. Diseño metodológico de la investigación.

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

3.9.2. Toma de información

Para la cuantificación de las distintas variables se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- **Caudal de descarga líquida**

Para realizar el aforo del caudal residual se tomó en cuenta el método volumétrico al final del tubo de desagüe con el volumen de agua que se utilizó durante el proceso de fabricación de

quesos por unos 15 días, el mismo que permitió medir el caudal de agua para luego determinar el volumen utilizado en determinado espacio de tiempo. Para ello fue necesario contar con un recipiente de volumen conocido en el cual se colectó el agua, anotando el tiempo que demoró en llenarse. Esta operación se repitió 2 veces al día.

- **Cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento.**

Se procedió a realizar el aforo de caudal en la llave de agua que se utiliza para la etapa de enfriamiento de la leche hasta alcanzar una temperatura de 37°C. Esto sirvió para determinar el consumo de agua diario en la etapa de enfriamiento y así se logró establecer el porcentaje equivalente de consumo con respecto al consumo total.

- **Volumen de suero**

Se procedió a determinar el volumen del suero en la etapa del desuerado de cada ciclo de producción de quesos, mediante la medición del volumen total del suero que es almacenada en un tanque de PVC.

- **Descarga del suero**

Esta actividad se la realizó mediante el aforo del caudal de la descarga del suero después de la separación de la cuajada y el suero, posteriormente se midió la cantidad del suero sobrante (L/ciclo) de la venta que se descarga en el sistema de alcantarillado.

- **Cuantificación de la cuajada residual.**

Se procedió a determinar el peso de contenido de la cuajada residual por un tiempo aproximado de 15 días en una balanza, ya que la fábrica procesa dos ciclos de elaboración de quesos. Para este análisis se procedió a pesar el contenido de cuajo residual después de la etapa del moldeo y volteo para de tal manera obtener la cantidad promedio de la cuajada que se desperdicia.

- **Cuantificación de energía empleada en el proceso.**

Se procedió a determinar el peso del cilindro de gas antes de ser usado por el proceso de elaboración de quesos y luego del mismo a fin de considerar la diferencia entre pesos.

- **Caracterización y cuantificación de insumos.**

Se procedió a tomar datos de densidad y acidez (pH) con previa calibración con solución buffer 7 en el ingreso de la materia prima para controlar la calidad de la leche que reciben para su posterior uso.

- **Análisis de aguas**

Para la caracterización de efluentes se tomaron 2 muestras compuestas 10 submuestras cada una en la descarga del efluente de producción en el sistema de recolección común de aguas servidas de la planta, el mismo que conduce el sistema de alcantarillado de la parroquia. Cada muestra corresponde a cada uno de los dos ciclos que la planta realiza en la producción diaria de quesos. Estos análisis se lo realizaron en los laboratorios del CESTTA de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la Figura 8, indica el flujo de proceso que sigue la fábrica Unión Libre para la elaboración de quesos, en cada una de las etapas se necesita de los diferentes recursos tanto energéticos, agua y materia prima.

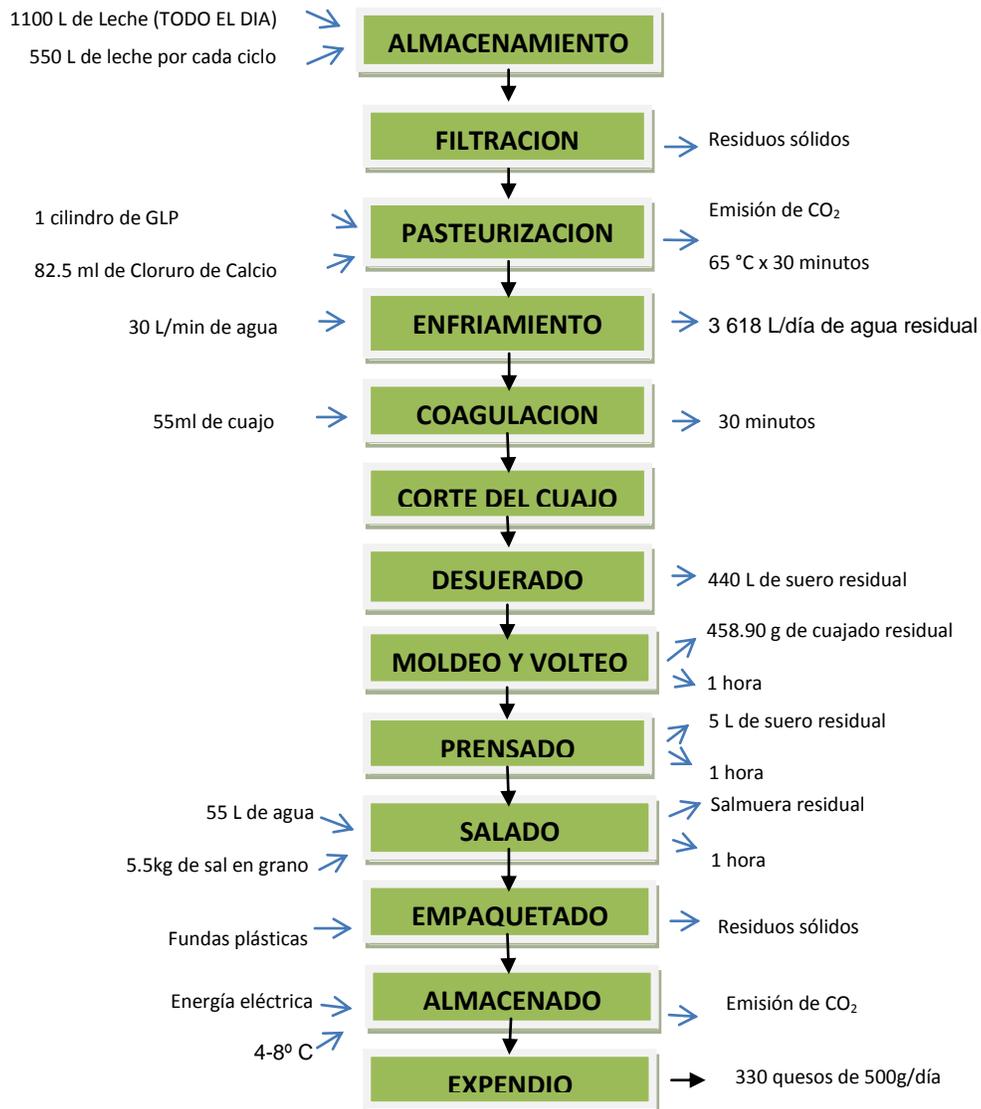


Figura 8. Ciclo de elaboración de quesos en la fábrica “Unión Libre”

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

4.1.1. Materia prima e insumos

El principal recurso para la elaboración del queso es la leche entera con un volumen aproximado de 110 litros por día, densidad promedio de 28.51g/L y un pH promedio de 6.47 la misma que se subdivide en dos partes iguales para los dos ciclos de producción por día (mañana y tarde). Los principales insumos que se utilizan para el ciclo productivo de la elaboración del queso son:

- Cloruro de Calcio: 82.5 ml por cada 550 litros de leche (cada ciclo).
- Sal en gramo: 5.5 kg de sal en 55 litros de agua, útil para 7 días.
- Cuajo líquido: 10 ml de cuajo líquido por cada 100 litros de leche.
- Insumos auxiliares: Hipoclorito de Sodio y detergentes.
- Bolsas plásticas: 330 bolsas de plástico por día y 5 bolsas plásticas desperdiciadas por día.

La cantidad señalada de bolsas plásticas comprende aquellas incluidas en el producto final y una cantidad adicional desperdiciada debido a defectos de fábricas en las mismas y a la mala manipulación por parte del personal

4.1.2. Agua

El agua es un recurso de gran importancia en una industria láctea que es utilizada para la limpieza de la planta y además para garantizar los estándares higiénicos del producto. El agua final consumida depende del tamaño de la fábrica, los procesos de producción existente, tipo de producción, tipo de equipos, entre otros.

Dentro de la fábrica se utiliza el recurso agua para la etapa de enfriamiento de la leche luego de la pasteurización con una cantidad promedio de 30.15 L/min por un tiempo aproximado de una hora. Además existe el uso constante de agua para la limpieza de la planta con una cantidad promedio de 14.00 L/día, llegando a convertirse esta agua, después de su respectivo uso, en un residuo líquido que aporta al aumento del caudal de descarga líquida que genera la fábrica.

4.1.3. Energía

La principal fuente de energía que la planta requiere para el ciclo productivo es el gas licuado de petróleo (GLP), en cilindros de 15 kg, el cual se utiliza constantemente para la etapa de pasteurización. Se utiliza un cilindro de gas por día para los dos ciclos de producción (mañana y tarde).

Otro recurso importante es la energía eléctrica que utiliza la planta en el cuarto frío a una temperatura de 4-8 °C donde se almacenan los quesos para garantizar una vida útil de 60 días máximos para su posterior expendio, además esta energía también es utilizada para las funciones administrativas de la empresa e iluminación.

4.1.4. Efluentes

El efluente que genera esta industria láctea es descargado de forma directa al sistema de alcantarillado de la parroquia Diez de Agosto, el mismo que recorre una distancia de 20 metros antes de su descarga final a un pantano cercano a la fábrica y a la población. El efluente que descarga la industria está compuesta por: derrames de leche con un volumen anual de (2.19 m³), suero residual con un volumen anual de (21.44 m³), agua utilizada para la limpieza de la planta con un volumen anual de (164.25 m³), cantidad de agua por fugas de tuberías con un volumen anual de (5.11 m³) que se da por medio de las tuberías que se encuentran en mal estado o no llevar un correcto mantenimiento y agua utilizada para la etapa de enfriamiento con un volumen anual de (22.00 m³). El volumen total de efluentes es de **240.99 m³/año**.

Tabla 9. Composición del efluente que genera la fábrica de quesos Unión Libre. Parroquia 10 de Agosto. 2011

EFLUENTE	CANTIDAD (L/día)	CANTIDAD (L/año)	CANTIDAD (m ³ /año)
Derrames de leche	6	2 190.00	2.19
Suero residual	58.75	21443.75	21.44
Agua para la limpieza	450.00	164250.00	164.25
Fugas de agua	14.00	5 110.00	5.11
Agua para el enfriamiento	3 618.00	1320 570.00	1 320.57
TOTAL	4 146.75	1 513 563.75	1 513.56

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

4.1.5. Emisiones

Las emisiones de CO₂ que genera la planta procesadora se producen principalmente por el uso del GLP que se utiliza de forma principal en la etapa de pasteurización y también por la utilización de energía eléctrica para el cuarto de refrigeración.

4.1.6. Residuos

Dentro de la formación de los residuos sólidos que genera la industria se encuentran: la cuajada residual, con una masa de 334.99 kg/año que es depositada de forma directa en el sistema de alcantarillado en el momento de hacer la limpieza de la planta y con un desperdicio

de fundas en la etapa de empaquetado de 1 825 unidades que son depositados en los carros recolectores de desechos sólidos.

Tabla 10. Cantidad del residuo que genera la fábrica de quesos Unión Libre. Parroquia 10 de Agosto. 2011.

RESIDUO	CANTIDAD (día)	CANTIDAD (año)
Bolsas plásticas (unidades)	5	1 825
Cuajada residual (Kg)	0.917	334.99

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

Nota: se trabaja todo el año.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Los resultados de la caracterización de las aguas residuales de los dos ciclos de producción diarios se presentan en la Tabla 11 y se discuten a continuación de la misma.

Tabla 11. Resultados de los análisis de aguas residuales de la fábrica de quesos Unión Libre de la parroquia 10 de Agosto. 2011.

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN MAÑANA	CONCENTRACIÓN TARDE	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO₅)	mg/L	1200	10000	250
Demanda Química de Oxígeno(DQO₅)	mg/L	2800	23450	500
Oxígeno Disuelto	mg/L	1.9	<1	-
Coliformes Totales	UFC/100	>1X10 ⁻⁶	>1X10 ⁻⁶	-
Sólidos Suspendidos	mg/L	300	744	220
Potencial Hidrógeno		5.07	5.65	5-9
Cloruros	mg/L	15	372	-

Elaborado: MayraVilema(2011).

4.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

En el análisis de DBO₅ (Tabla 11), se observa que el parámetro en la mañana (1200 mg/L) presenta una gran diferencia respecto a la de la tarde (10000 mg/L), sin embargo, ambos resultados están por encima del límite máximo permisible establecido en el TULAS para la descarga de aguas a un sistema de alcantarillado (Tabla 11) con (250 mg/L). Al respecto, Seoáñez (2002) menciona que niveles elevados de DBO₅ refleja una mayor cantidad de

O₂ necesaria para biodegradar la materia orgánica presente en el agua residual, lo cual implica la existencia de una mayor cantidad de contaminantes orgánicos en el efluente.

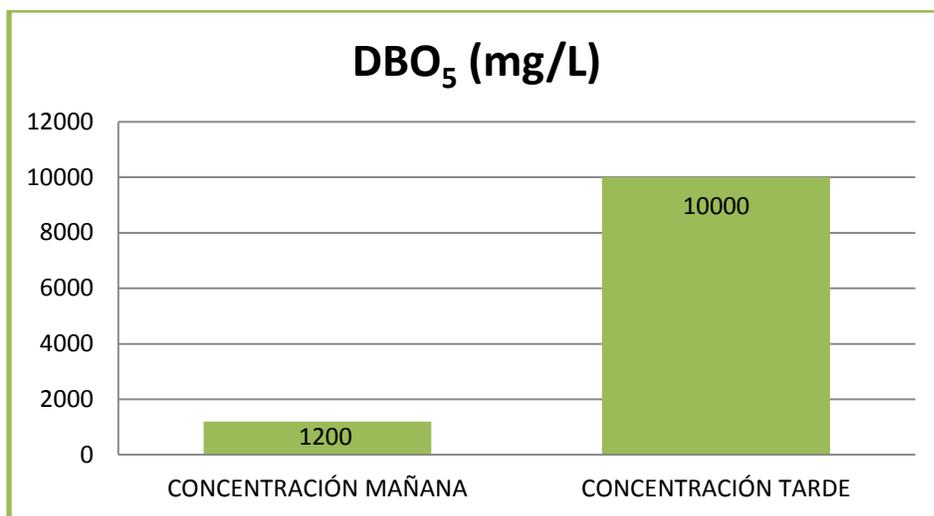


Figura 9. Demanda Bioquímica de Oxígeno

4.2.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

En la Tabla 11, se observa que la DQO sobrepasa el límite máximo permisible de 500 mg/L y además indica que la concentración en la mañana de 2800 mg/L es menor que en la tarde (23450 mg/L) debido a que en la misma existe una mayor descarga del suero residual de manera directa al sistema de alcantarillado que en la mañana, esto indica una menor cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos, según la Comisión Nacional del Agua de México Conagua (2008).

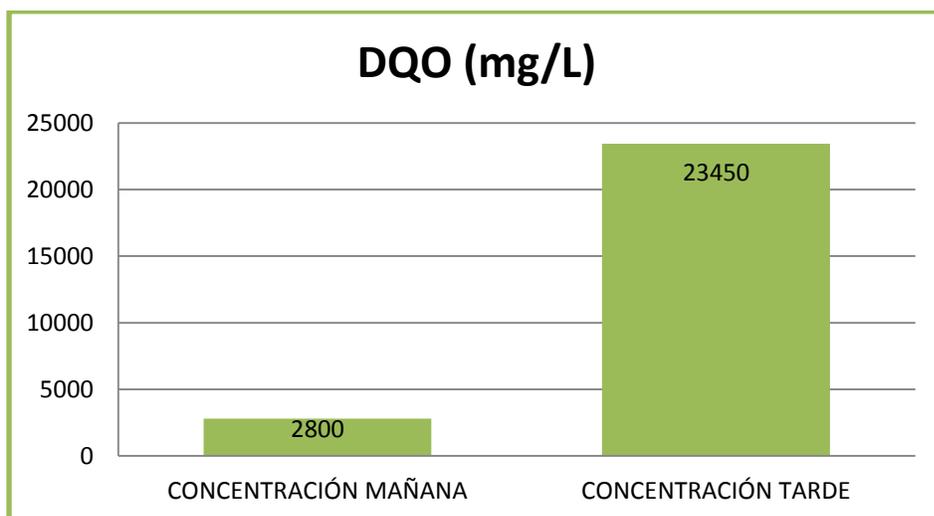


Figura 10. Demanda Química de Oxígeno

4.2.3. Oxígeno Disuelto

En la Tabla 11, se observa que los valores de Oxígeno Disuelto de la mañana de 1.9 mg/L es mayor al de la tarde con una concentración menor a 1 mg/L, esto se debe a que en la mañana la descarga del suero residual es menor que en la tarde, debido a esto, aumenta la presencia de materia orgánica en el agua residual dando lugar a que los microorganismos agoten el oxígeno disponible en su respiración y descomposición de la materia orgánica. (Orozco A. 2003).

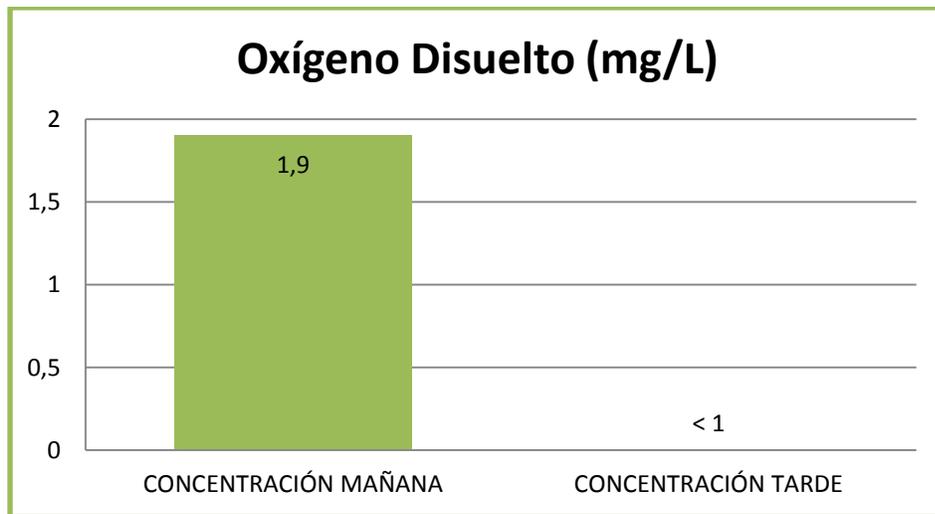


Figura 11. Oxígeno Disuelto

4.2.4. Coliformes Totales

En la Tabla 11, los resultados muestran que las concentraciones de los Coliformes Totales presentan un valor $>1 \times 10^6$ UFC tanto en el ciclo de la mañana como en la tarde. Esto sugiere la necesidad de aplicar en ambos ciclos de producción, medidas encaminadas a mejorar las condiciones de higiene del producto.

4.2.5. Sólidos Suspendidos

En la Tabla 11 los resultados de los análisis de aguas residuales indican que los sólidos suspendidos tanto de la mañana de 300 mg/L y como de la tarde de 744 mg/L sobrepasan el límite máximo permisible (220 mg/L), esto se debe a que existe una mayor descarga de cuajada residual al efluente en la tarde, la cual es rica en sólidos suspendidos. (Rigola M. 1990).

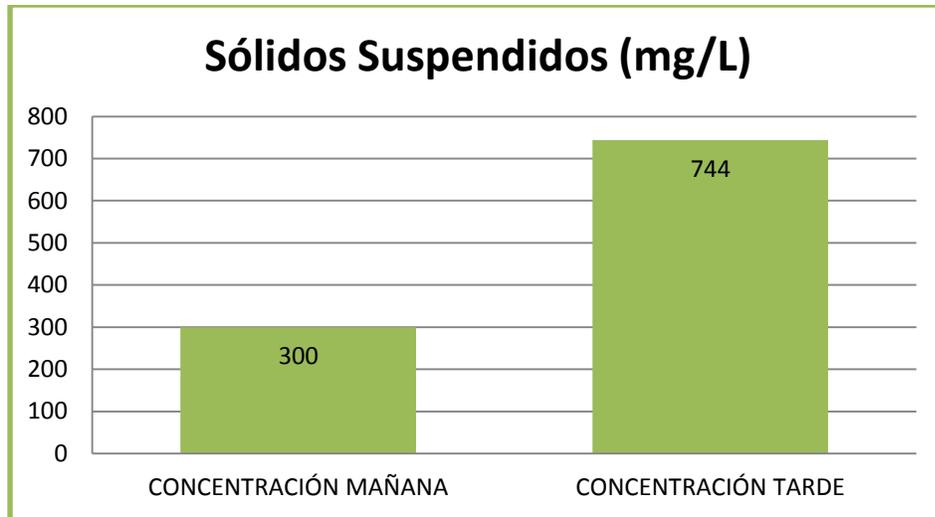


Figura 12. Sólidos Suspendidos

4.2.6. Potencial Hidrógeno

En la Tabla 11, se indican los resultados de la mañana con 5.07 y tarde con 5.65 de potencial Hidrógeno (pH). Esto se debe a la fermentación del suero residual en el efluente volviéndolo ácido. (Rigola M. 1990).

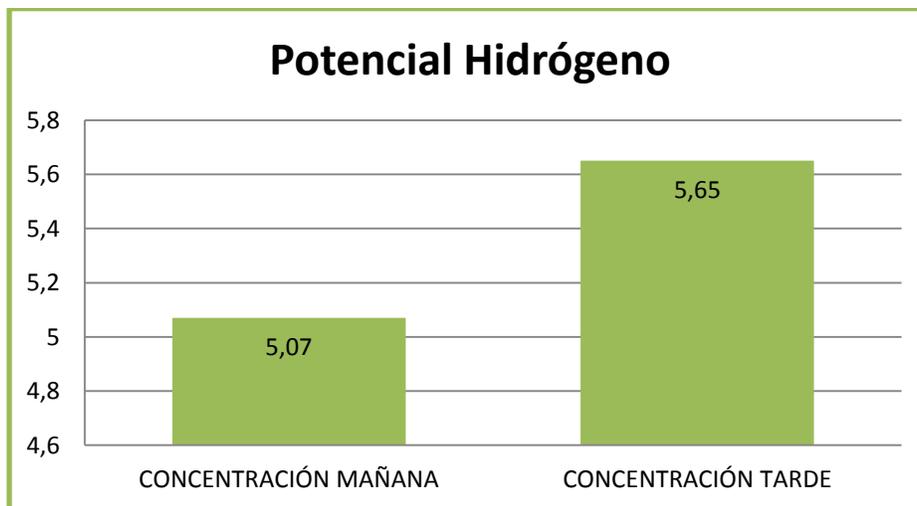


Figura 13. Potencial Hidrógeno

4.2.7. Cloruros

La Tabla 11, muestra los resultados de los análisis de que existe un porcentaje de Cloruros que afecta de alguna manera a la calidad de agua, siendo la concentración de la tarde (372 mg/L) mayor que en la mañana (15 mg/L). Esto se debe al paso de residuos de Cloruro de Calcio y Cloruro de Sodio (insumos del proceso) al efluente por efectos del lavado. (Kirchmer, C. 1978).

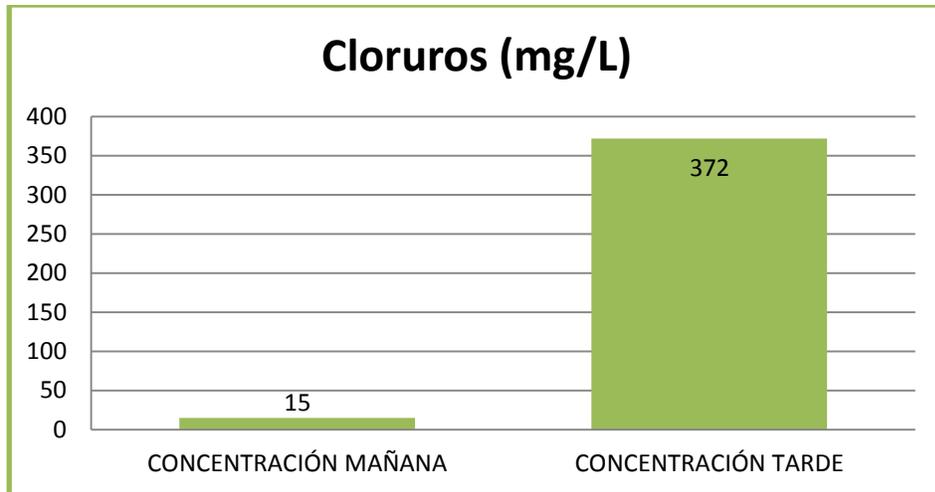


Figura 14. Cloruros

4.3. VARIABLES DE PRODUCCIÓN

A continuación se muestra los resultados obtenidos para cada uno de las variables relacionadas con el proceso de producción tanto para la mañana como para la tarde. Adicionalmente se presentan los resultados de la aplicación de la prueba "t" de Student a las dos muestras, a fin de comparar sus valores para cada variable.

Tabla 12. Toma de datos del ciclo de producción de la mañana.

Número de Observación	Densidad de la leche (g/cm ³)	Acidez (°Dornic)	Agua utilizada en la etapa de enfriamiento (L/min)	Caudal de descarga líquida (L/min)	Peso del GLP usado (Kg)	Peso del cuajado residual (g)	Volumen del suero (L)	Descarga del suero (L)
1	1.028	16.20	30.50	14.00	15.00	455.00	405.00	10.00
2	1.029	16.40	30.30	15.50	15.50	467.00	403.00	8.00
3	1.028	16.10	29.60	16.00	14.00	399.00	400.00	9.00
4	1.028	16.60	30.30	16.50	14.00	405.00	401.00	8.50
5	1.028	17.00	29.80	14.90	14.50	478.00	402.00	9.50
6	1.029	16.00	30.30	15.50	14.00	436.00	403.00	9.00
7	1.028	16.80	29.30	16.00	14.50	415.00	402.00	10.50
8	1.028	16.50	30.50	15.90	15.00	455.00	404.00	10.20
9	1.029	16.20	30.10	14.90	13.50	458.00	401.00	9.70
10	1.028	16.60	30.70	17.00	14.50	435.00	400.00	9.60
11	1.028	16.40	30.00	16.90	15.00	485.00	400.00	8.90
12	1.029	16.20	30.00	16.00	15.00	495.00	403.00	9.60
13	1.028	16.90	30.00	16.50	16.00	465.00	401.00	8.80
14	1.028	16.90	30.40	15.80	14.50	445.00	402.00	8.90
15	1.028	16.50	30.10	16.00	16.00	400.00	401.00	9.00

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

Tabla 13. Toma de datos del ciclo de producción de la tarde.

Número de Observación	Densidad de la Leche (g/cm ³)	Acidez (°Dornic)	Agua utilizada en la etapa de enfriamiento (L/min)	Caudal de descarga líquida (L/min)	Peso del GLP usado (Kg)	Peso del cuajado residual (g)	Volumen del suero (L)	Descarga del suero (L)
1	1.028	17.00	30.10	7.20	14.50	480.00	403.00	45.00
2	1.028	16.40	30.50	7.00	14.00	458.00	405.00	55.00
3	1.028	16.30	29.90	6.80	15.50	458.00	403.00	48.00
4	1.028	16.50	30.00	6.00	15.00	409.00	402.00	40.00
5	1.028	16.90	29.80	6.40	14.50	458.00	401.00	49.00
6	1.029	16.00	30.50	7.60	15.50	456.00	402.00	50.00
7	1.029	16.70	29.30	6.30	14.00	473.00	400.00	40.00
8	1.028	16.30	30.20	6.70	14.50	452.00	402.00	48.00
9	1.028	16.60	30.30	6.00	14.50	485.00	401.00	45.00
10	1.028	16.00	30.60	6.70	14.00	495.00	400.00	56.00
11	1.028	16.60	30.40	6.90	14.50	498.00	404.00	49.00
12	1.028	16.90	30.00	6.70	14.00	491.00	403.00	59.00
13	1.028	16.20	30.10	6.50	15.50	485.00	402.00	54.00
14	1.029	16.10	30.40	6.50	14.00	489.00	401.00	48.00
15	1.028	16.30	30.30	7.50	14.40	487.00	403.00	56.00

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

4.3.1. Caudal de descarga líquida

De acuerdo a la prueba “t” de Student (Tabla 14), se observa que para el caudal de descarga líquida del ciclo de producción de quesos existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos muestras.

Los resultados obtenidos indican que en el primer ciclo de producción existe una mayor descarga de aguas residuales, lo que implica una mayor generación de residuos que pasan al efluente proveniente del lavado de la planta luego del ciclo de producción. Este resultado contribuye a explicar lo observado en los análisis de agua de la (Tabla 11), respecto al aumento de los parámetros DBO₅ y Solidos Suspendidos lo cual concuerda con lo afirmado por Seoánez (2002), que sugiere que los niveles elevados de DBO₅ y DQO pueden deberse a la mayor descarga desuero y residuos de leche en el efluente del segundo ciclo de producción.

Tabla 14. Prueba “t” de Student para caudal de descarga líquida. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Mañana	Tarde
n	15.00	15.00
Promedio	15.83	6.72
Varianza (s ²)	0.63	0.22
Total	237.40	100.80
t tabulado:		2.06
t calculado		38.14

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

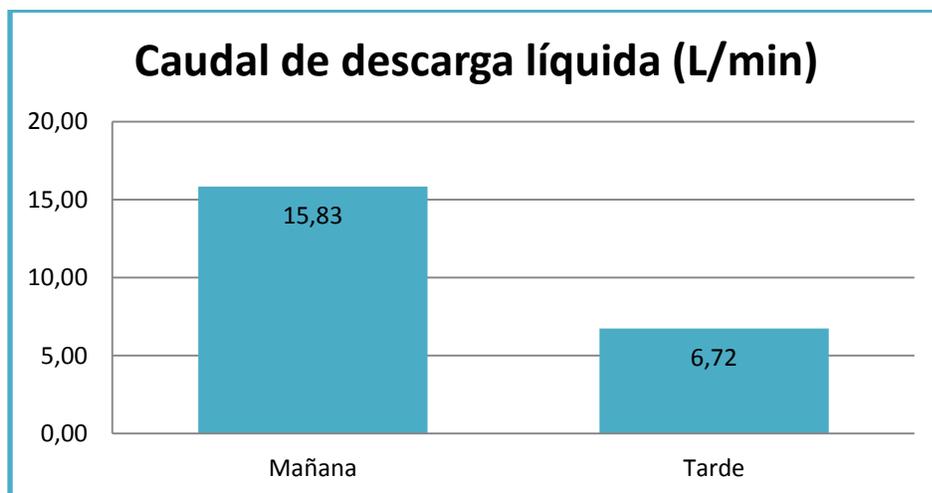


Figura 15. Caudal de descarga líquida

4.3.2. Cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento.

De acuerdo a la prueba “t” de Student (Tabla 15), se observa que para la cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento del ciclo de producción de quesos no existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos muestras.

Además los resultados menciona que la cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento de ambos ciclos es casi la misma, alcanzan un promedio de 30.15 L/min de agua que se utiliza durante esta etapa por un tiempo de 30 minutos hasta alcanzar una temperatura de 38 °C; de tal manera la utilización de la cantidad de agua puede considerársela similar en ambos ciclos.

Tabla 15. Prueba “t” de Student para la cantidad de agua utilizada en la etapa de enfriamiento. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Mañana	Tarde
n	15.00	15.00
Promedio	30.13	30.16
Varianza (s^2)	0.13	0.11
Total	451.90	452.40
t tabulado:		2.05
t calculado		0.26

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

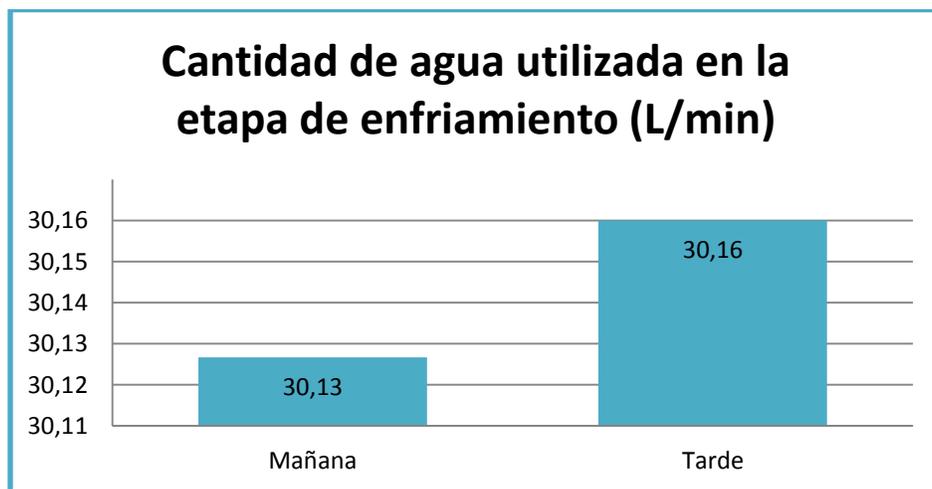


Figura 16. Cantidad de agua utilizada en el proceso de enfriamiento.

4.3.3. Cuantificación de la cuajada residual

De acuerdo a la prueba “t” de Student (Tabla 16), se observa que para la cuantificación de la cuajada residual del ciclo de producción de quesos existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos muestras.

Los resultados obtenidos indican que en el segundo ciclo de producción (tarde) existe un mayor desperdicio de materia procesada con un promedio de 471.60 gr de cuajada residual lo que implica una mayor descarga de materia orgánica al efluente proveniente del lavado de la planta luego del ciclo de producción. Este resultado contribuye a explicar lo observado en los análisis de agua de la (Tabla 11) con respecto al aumento de los parámetros DBO₅ y SS.

Tabla 16. Prueba “t” de Student para la cuantificación del cuajo residual. Diez de Agosto, 2011.

Número de Observaciones	Mañana	Tarde
n	15.00	15.00
Promedio	446.20	471.60
Varianza (s ²)	945.89	549.54
Total	6693.00	7074.00
t tabulado:		2.05
t calculado		2.54

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

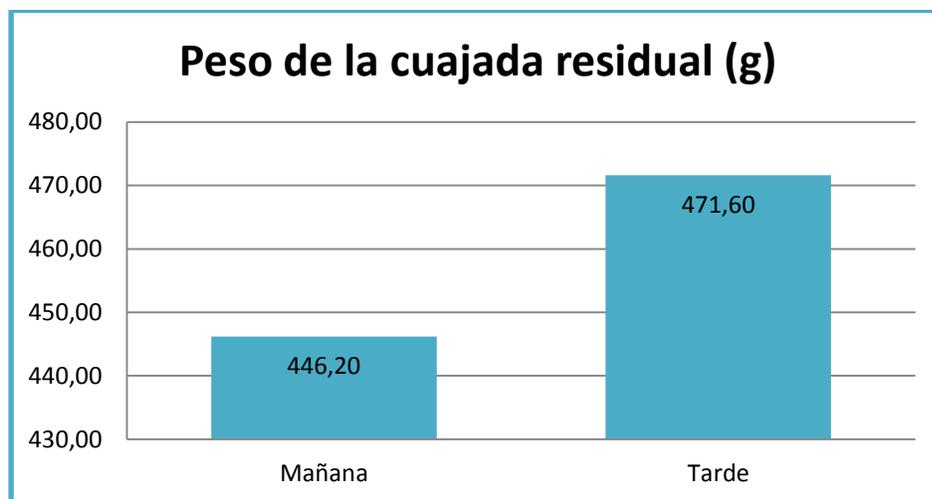


Figura 17. Peso de la cuajada residual

4.3.4. Cuantificación de energía empleada en la fábrica.

4.3.4.1. Consumo de energía eléctrica

La industria consume un promedio de energía de 401.67 KWh mensual que da lugar a un gasto económico de 1 446.00 dólares por año. En la (Tabla 17) se indica los valores del consumo mensual en energía y el gasto económico para la empresa por el uso de este tipo de recurso energético.

Tabla 17. Consumo de energía eléctrica. Diez de Agosto. 2011.

Año	Mes	Energía (KWh)	Valor (USD)
2010	Agosto	402	120.60
2010	Septiembre	404	121.20
2010	Octubre	399	119.70
2010	Noviembre	401	120.30
2010	Diciembre	401	120.30
2011	Enero	405	121.50
2011	Febrero	399	119.70
2011	Marzo	400	120.00
2011	Abril	402	120.60
2011	Mayo	406	121.80
2011	Junio	401	120.30
2011	Julio	400	120.00
TOTAL		4 820	1 446.00
PROMEDIO		401.67	120.50

La planta utiliza energía eléctrica para los siguientes procesos:

Operación de cuarto frío: La función fundamental del cuarto frío es mantener el producto final en condiciones óptimas para su consumo. Sin embargo, en la planta existen momentos durante los cuales se mantiene abierta la puerta de ingreso al cuarto frío innecesariamente durante los diferentes viajes de despacho del producto al vehículo transportador. Estos periodos suman aproximadamente 15 minutos siendo una pérdida de energía de 142.35 KWh y un gasto económico innecesario de 42.71 USD/año.

Otras actividades: La energía eléctrica es utilizada también para labores administrativas e iluminación general.

4.3.4.2. Consumo de gas licuado de petróleo

De acuerdo a la prueba “t” de Student (Tabla 18), se observa que para el consumo de GLP durante el ciclo de producción de quesos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos muestras.

Los resultados obtenidos indican que la cantidad de GLP utilizado en cada ciclo de producción presento un consumo promedio de 14.65 Kg de combustible, además el consumo de combustible de ambos ciclos de producción se da en partes iguales.

Tabla 18. Prueba “t” de Student para el consumo de GLP. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Mañana	Tarde
n	15.00	15.00
Promedio	14.73	14.56
Varianza (s^2)	0.53	0.32
Total	221.00	218.40
t tabulado:		2.04
t calculado		0.73

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

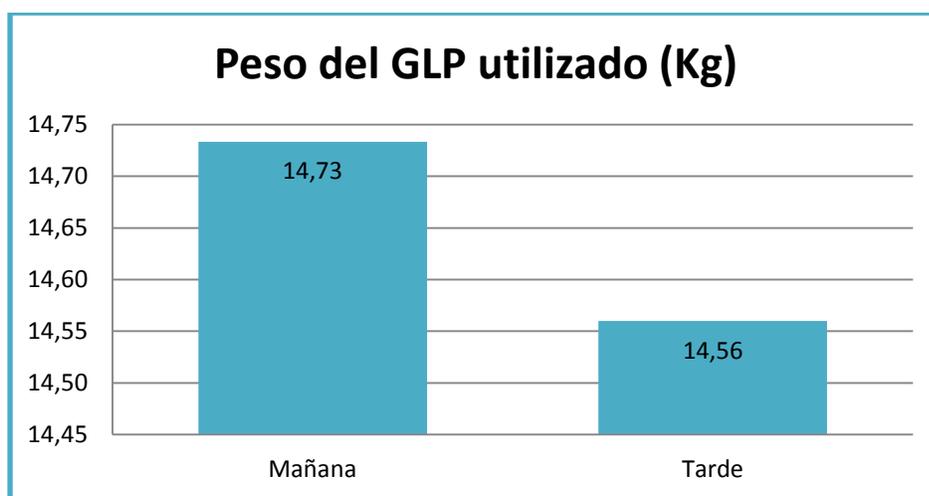


Figura 18. Peso del GLP utilizado

4.3.5. Volumen del suero generado como subproducto

De acuerdo a la prueba “t” de Student (Tabla 19), se observa que para el volumen del suero del ciclo de producción de quesos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos muestras.

Los resultados indican que el volumen de suero generado como subproducto es similar en ambos ciclos de producción (promedio diario de 402 litros de suero). Este volumen, aproximadamente el 80% de la leche utilizada como materia prima, da lugar a un importante problema ambiental de acuerdo al análisis realizado en el numeral 4.3.6.

Tabla 19. Prueba “t” de Student para la generación del suero. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Mañana	Tarde
n	15.00	15.00
Promedio	401.87	402.13
Varianza (s^2)	2.27	1.98
Total	6028.00	6032.00
t tabulado:		2.05
t calculado		0.50

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

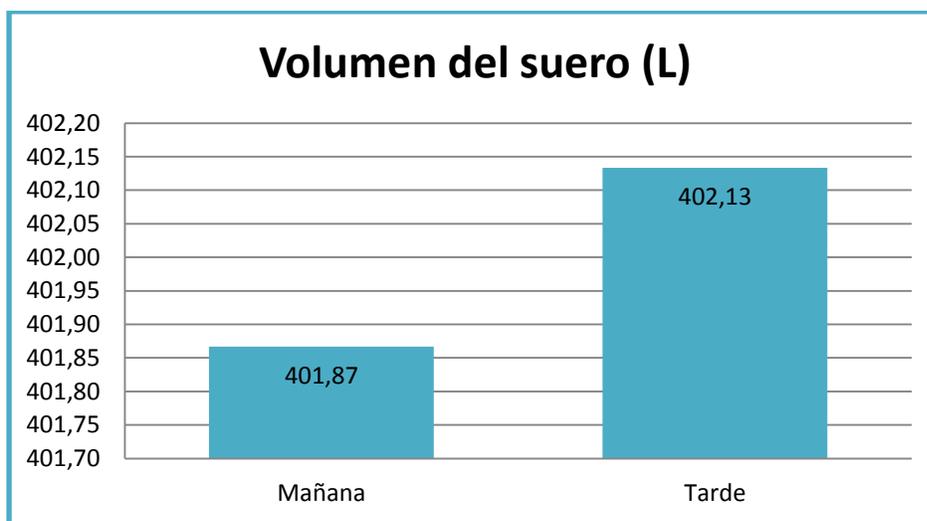


Figura 19. Volumen del suero

4.3.6. Descarga del suero al efluente

De acuerdo a la prueba “t” de Student (Tabla 20), se observa que para la descarga del suero del ciclo de producción de quesos existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos muestras.

En los resultados obtenidos se muestra que la descarga del suero promedio en la mañana es de 9.28 litros debido a que en horas del día el suero es vendido a los mismos socios de la fábrica que utilizan como alimento para los animales; mientras que el promedio de descarga del suero en la tarde es mayor con un promedio de 49.47 litros debido a que no cuenta con la misma demanda y es descargado directamente al sistema de recolección de las aguas residuales. Sin embargo, tomando en cuenta lo señalado en el numeral 4.2.2. y la influencia contaminante del suero descargado es necesario considerar a este aspecto como prioritario en la formulación del programa de Producción Más Limpia.

Tabla 20. Prueba “t” de Student para la descarga del suero. Diez de Agosto, 2011.

Número de Observaciones	Mañana	Tarde
n	15.00	15.00
Promedio	9.28	49.47
Varianza (s^2)	0.45	32.41
Total	139.20	742.00
t tabulado:		2.04
t calculado		27.15

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

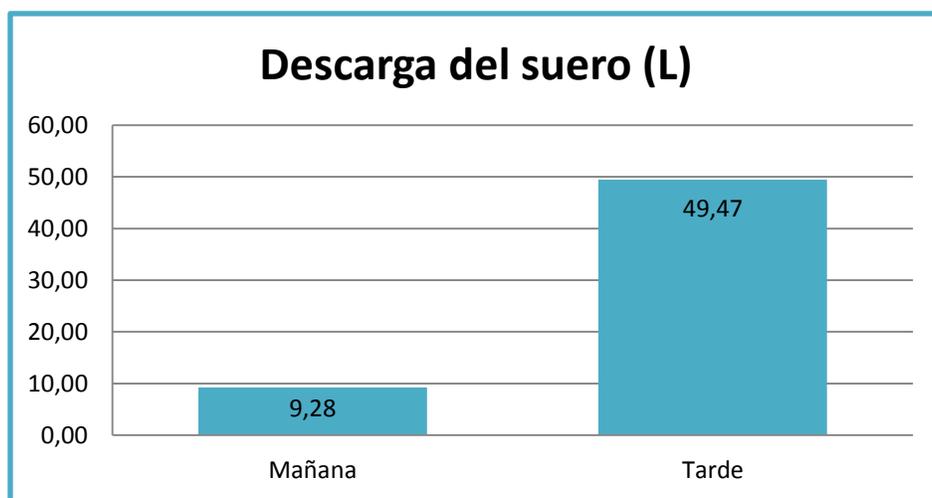


Figure 20. Descarga del suero

4.4. ANALISIS DE CORRELACIÓN

Se realizó el análisis de correlación para establecer el grado de relación existente entre dos variables como se menciona a continuación:

4.4.1. Densidad de la leche vs peso de la cuajada residual (mañana- tarde).

En la (Tabla 21), el resultado indica que la densidad de la leche no influye en el aumento del peso de la cuajada residual en ambos ciclos de producción de queso. Debido a que la densidad de la leche se encuentra dentro de los rangos permitidos para el uso posterior a la elaboración de queso, el mismo que no afecta al ciclo productivo.

Tabla 21. Correlación para el Peso de la cuajada residual vs densidad de la leche. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Densidad de la leche	Peso del cuajado residual (g)
N	30.00	30.00
Promedio	1.028	458.9
r calculado:		0.007
r tabulado:	0.05	0.36
	0.01	0.46

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

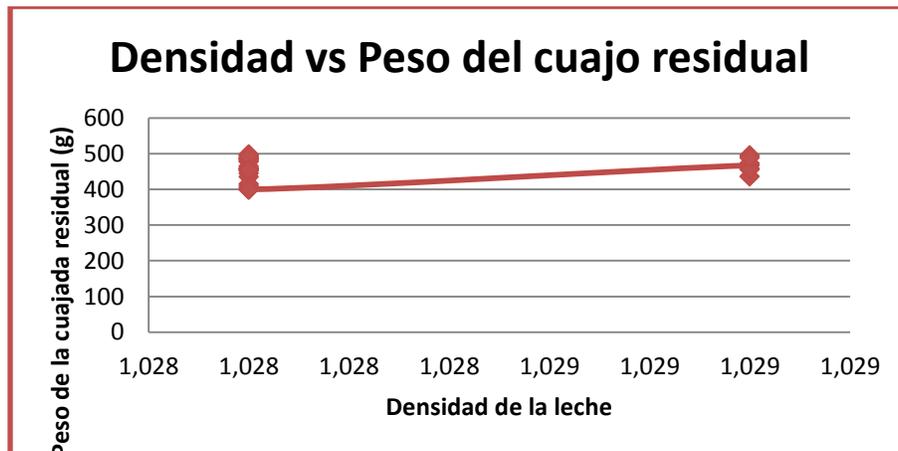


Figura 21. Correlación entre densidad de la leche y cuajada residual.

4.4.2. Volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento vs peso de la cuajada residual (mañana-tarde)

En la (Tabla 22), el volumen de agua utilizada en el proceso de enfriamiento no influye en el peso de la cuajada residual, es decir que el tiempo y cantidad de agua que se utiliza para enfriar la leche no aumenta la cantidad de la cuajada residual que genera cada ciclo de producción de queso.

Tabla 22. Correlación de volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento vs peso del cuajo residual. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento (L/min)	Peso del cuajado residual (g)
N	30.00	30.00
Promedio	30.15	458.90
r calculado:		0.186
r tabulado:	0.05	0.36
	0.01	0.46

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

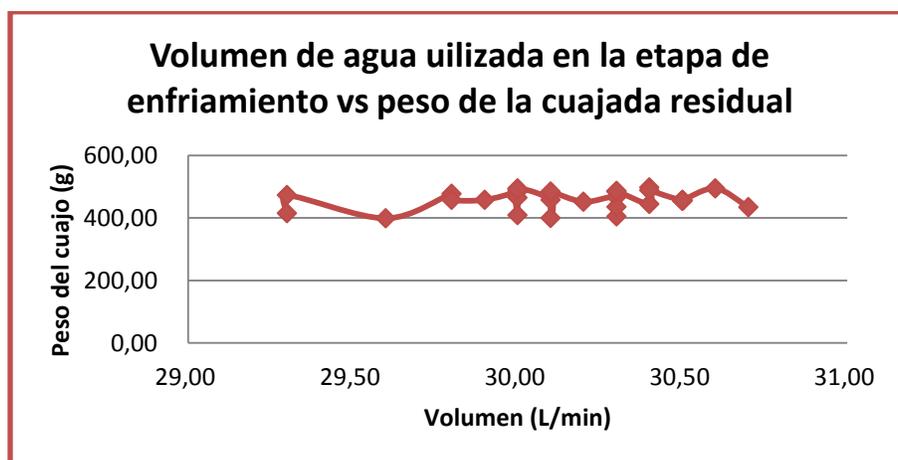


Figura 22. Volumen de agua utilizada en la etapa de enfriamiento vs peso de la cuajada residual

4.4.3. Peso del GLP utilizado vs peso cuajada residual (mañana-tarde)

En la (Tabla 23) el consumo del GLP utilizado para la etapa de pasteurización no influye en el aumento de la cantidad de la cuajada residual, ya que se utiliza una cantidad promedio de combustible y en el tiempo necesario para la pasteurización de la leche.

Tabla 23. Correlación del GLP utilizado vs cuajada residual. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Peso del GLP usado (Kg)	Peso de la cuajada residual (g)
n	30.00	30.00
Promedio	14.6	458.9
r calculado:		-0.064
r tabulado:	0.05	0.36
	0.01	0.46

Elaboración: Mayra Vilema (2011).

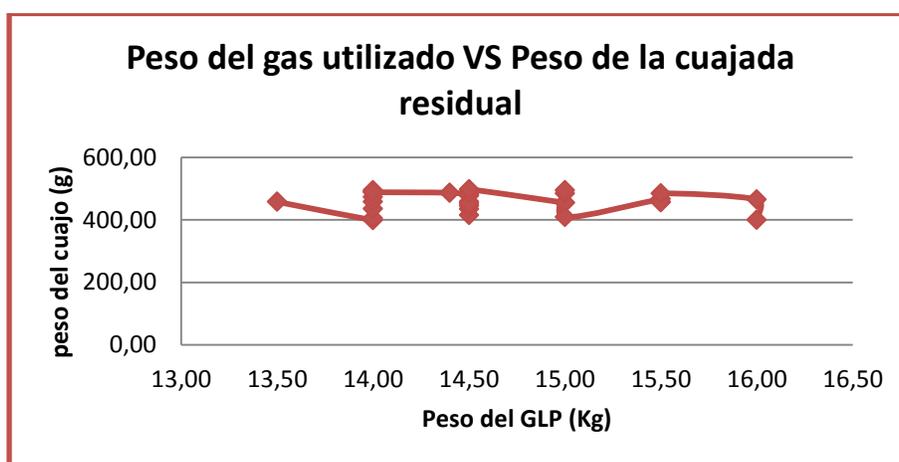


Figura 23. Peso del gas utilizado vs peso de la cuajada residual.

4.4.4. Densidad de la leche vs el volumen del suero (mañana-tarde)

En la (Tabla 24) indica que la densidad de la leche al ingreso del ciclo productivo no influye en el aumento de volumen del suero tanto en la mañana como en la tarde. Ya que la densidad de la leche se encuentra dentro de los rangos permitidos para su utilización industrial.

Tabla 24. Correlación de la densidad de la leche vs volumen del suero. Diez de Agosto. 2011.

Número de Observaciones	Densidad de la leche	Volumen del suero (L)
n	30.00	30.00
Promedio	1.028	402.0
r calculado:		-0.050
r tabulado:	0.05	0.36
	0.01	0.46

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

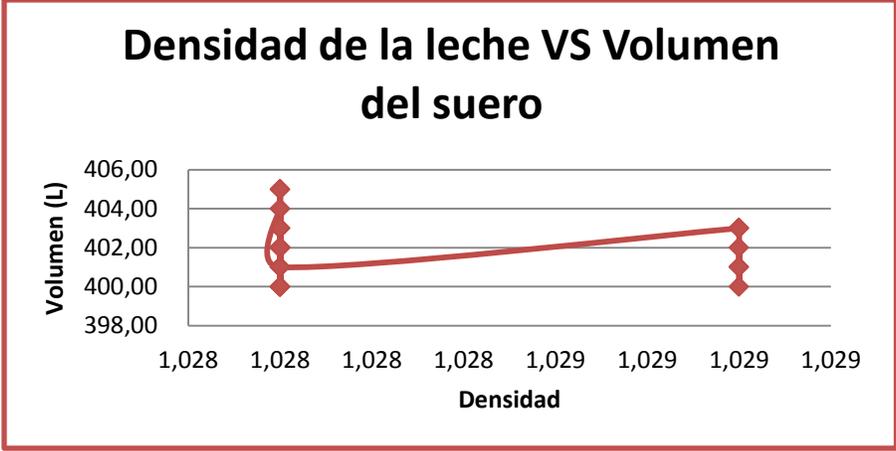


Figura 24. Densidad de la leche vs volumen del suero.

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

En función de los resultados se ha planteado el siguiente programa de Producción más Limpia, el mismo que comprende un plan de acciones, el balance económico, descripción de las actividades, definición de responsables y plazos.

5.1. PLAN DE ACCIONES

Tabla 25. Plan de Acciones para solucionar las afectaciones medioambientales que genera la fábrica de lácteos Unión Libre.

PROBLEMA AMBIENTAL	ACCIÓN PROPUESTA	RESULTADO ESPERADO
<u>MATERIA PRIMA</u>		
Pérdidas de la materia prima	Utilizar recipientes destinados al transporte de la materia prima.	Evitar el derrame de la materia prima (leche), obteniendo un ahorro de 6 lts de leche por día de producción. Aumentar el volumen de la materia prima. Reducir los costos por el tratamiento de aguas residuales.
	Vaciar completamente la leche de los recipientes.	
	Evitar el llenado de los recipientes hasta el borde.	
Sistema de recepción inadecuado	Cambiar el sistema de recepción permitiendo medir el volumen recibido.	Reducción de la carga contaminante en el efluente. Reducción de los costos por el tratamiento de aguas residuales.
Inadecuado almacenamiento y manipulación de materiales.	Controlar la cantidad y calidad de la materia prima recibida (parámetros densidad y pH).	Mejorar la eficiencia del proceso y calidad del producto final
	Mantener los insumos alejados de otras sustancias	Disminuir el riesgo de contaminación de los insumos con aditivos de limpieza para la planta.
	Proporcionar a los trabajadores equipos de protección personal	Evitar intoxicación en los trabajadores que laboran en la industria láctea.
	Instruir a los trabajadores para la limpieza de la planta y una buena manipulación higiénica del producto.	Disminuir la contaminación de la leche y conservar sus características óptimas. Mantener la concentración de Coliformes totales en niveles inferiores a los límites máximos permisibles.

	Asegurar la gestión de la materia prima para evitar deterioro de la misma.	Cumplir con las normas básicas de calidad ISO 14001.
Incorrecta dosificación de los insumos y aditivos.	Buena manipulación por el operario de los insumos.	Ahorrar materiales Cumplir con los estándares de calidad de los productos.
	Agregar en orden y cantidades correctas los insumos.	Aumentar la eficiencia en el uso de los insumos.
Inadecuado proceso de empacado del producto final.	Evitar el desperdicio de plástico, mediante la adquisición de material de empaque de mejor calidad y optimización del manejo por parte de los operarios.	Disminuir la producción de desechos sólidos con una pérdida de 1 825 fundas por año. Disminuir el gasto económico por el desperdicio de bolsas plásticas de 36.50 dólares por año.
Derrame de la leche	Mejorar el trasiego de la leche.	Mayor aprovechamiento de la leche aumentando así 2.19 m ³ anuales de leche por derrame.
	Acortar las distancias de las rutas de trasiego de la leche.	Incremento de la productividad de la fábrica con un monto de 766.50 dólares por año.
<u>CONSERVACIÓN DEL AGUA</u>		
Estado defectuoso de tuberías y grifos.	Reparar las tuberías con fugas	Evitar el desperdicio de agua de 2,102.40 m ³ por año.
	Cambiar los diámetros de las tuberías	Disminuir la cantidad de salida del agua, evitando desperdicios.
	Revisar constantemente el funcionamiento de las tuberías y grifos.	Evitar las fugas de agua. Reduce la cantidad de efluentes a tratar.
Falta de instrumentos correctos para los equipos de limpieza.	Implementar pistolas industriales de bajo volumen y alta presión en las mangueras para la limpieza.	Evitar que por olvido del operario las llaves permanezcan abiertas. Evitar el desperdicio de agua cuando no se está usando. Disminuye los tiempos de operación de lavado de equipos, utensilios y planta en general, Asegurar que el chorro de agua salga a mayor presión y en menor cantidad.

<p>Incorrecto sistema de limpieza en la fabrica</p>	<p>Barrido de pisos</p>	<p>Aumentar la eficiencia del uso del agua. Reducir el volumen de efluentes. Reducir los sólidos de la cuajada residual de 334.99 kg por año en el agua residual que influye al sistema de alcantarillado. Reducir el tiempo de limpieza de 10 minutos por cada ciclo de producción. Disminuir el gasto económico por el pago del servicio agua.</p>
<p>Desperdicio del agua de la etapa de enfriamiento.</p>	<p>Reutilizar el agua para la limpieza de la industria.</p>	<p>Disminuir el volumen de descarga líquida. Utilizar esta agua para la limpieza de los instrumentos, recipientes e higiene del área de producción.</p>
<p><u>RESIDUOS</u></p>		
<p>Descarga del suero de manera directa al efluente</p>	<p>Venta del suero para la alimentación animal</p>	<p>Ingreso económico para la fábrica de 6,424.00 dólares por año. Minimizar el volumen del suero de 21.44 m³/año total del efluente. Reducir de la carga contaminante en los efluentes.</p>
<p>Cuajada residual</p>	<p>Aprovechamiento total de la cuajada</p>	<p>Incrementar la productividad de la fábrica con una cantidad de 365 quesos adicionales por la pérdida de la cuajada. Evitar la carga contaminante al efluente por la presencia del DBO y DQO en concentraciones elevadas.</p>
<p><u>ENERGÍA</u></p>		
<p>Desperdicio del GLP</p>	<p>Aprovechamiento total del cilindro de GLP</p>	<p>Ahorro económico de 2.50 USD/año, por una disminución del consumo de 1 cilindro de GLP si se aprovecha el consumo al máximo.</p>
<p>Uso inadecuado de energía en el cuarto frío.</p>	<p>Abrir el cuarto frío solo cuando sea necesario.</p>	<p>Ahorrar la energía eléctrica y gasto económico</p>
	<p>Ajustar temperaturas de refrigeración.</p>	<p>Reducir las emisiones de CO₂ al ambiente.</p>

CAPACITACIÓN

Falta de capacitación a los técnicos operarios	Establecer un plan de capacitación para un aumento en la eficiencia operaria.	Elaboración de un producto inocuo en términos de higiene. Trabajadores capaces de optimizar los recursos a utilizar durante el ciclo productivo.
	Capacitación para la reducción de accidentes.	Incrementar el conocimiento con nuevas tecnologías. Reducción de riesgos laborales.

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

5.2. DETALLE DE LAS ACTIVIDADES

5.2.1. Materia Prima

5.2.1.1. Utilizar recipientes destinados al transporte de la materia prima.

Consistirá en utilizar recipientes metálicos de aluminio inoxidable mate, los recipientes deben mantenerse en buen estado físico e higiénico interior y exterior. Además los recipientes deben presentar una capacidad de 40 litros, el recipiente se ilustra en la Figura 25.

Con esta actividad aplicada se disminuirá el grado de contaminación de la materia prima (leche) y el derrame de la misma. Lo cual implicará un ahorro de 6 L/día de un total de 1100 litros utilizados por día y consecuente aumento de las concentraciones de DBO_5 y de DQO en los efluentes.



Figura 25. Recipiente de acero inoxidable.

Fuente: Centro de Producción más Limpia. (2000)

5.2.1.2. Vaciar completamente la leche de los recipientes.

Se vaciará el contenido de leche de los recipientes completamente sin dejar contenido de leche en los recipientes

De esta manera aumentara el volumen de la materia prima para ser almacenado y de esta manera ayudaría a mejorar la economía de la empresa.

5.2.1.3. Evitar el llenado de los recipientes hasta el borde.

Se revisará detenidamente el llenado de los recipientes inoxidable para evitar sobrepasar un nivel máximo de 50 litros por recipiente para el llenado de los mismos, siempre y cuando se coloquen correctamente las tapas para de esta forma evitara los derrames de leche.

Mediante la ejecución de esta actividad se espera reducir los costos para el tratamiento de las aguas residuales que genera la fábrica, ya que por cada litro de leche derramada se alcanza un valor elevado de la DBO_5 y de DQO.

5.2.1.4. Cambiar el sistema de recepción permitiendo medir el volumen recibido de leche.

Consistirá en implementar un sistema de recepción marcada como los recipientes de acero inoxidable señalados los niveles de volumen para verificar la cantidad de leche que ingresa a la industria.

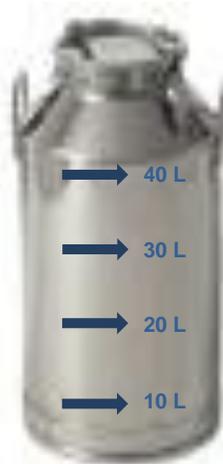


Figura 26.Recipientes marcados.

Fuente: Centro de Producción más Limpia. (2000).

Adaptación: Mayra Vilema

Según el Centro de Producción Más Limpia (2000), con esta actividad se reducirá los derrames de la leche y así disminuirá la carga contaminante en el efluente, ya que por cada litro de leche derramada se emiten 110.000 mg/l de DBO_5 y 210.000 mg/l de DQO en un 10% y además se reducirá los costos por el tratamiento de aguas residuales.

5.2.1.5. Controlar la cantidad y calidad de la materia prima recibida (parámetros, densidad y pH).

Medir constantemente la cantidad de leche que aporta cada socio hacia la fábrica por día en el nuevo sistema de medición mencionado en la acción propuesta anteriormente y también se medirá el principal parámetro de buena calidad de la leche para luego ser utilizada en el proceso de producción; como la densidad que deberá estar entre los rangos máximos permitidos de 28-30 mg/lts.

Así se podrá controlar la calidad y cantidad del ingreso de la materia prima, a utilizar en el ciclo productivo y se evita la propagación de enfermedades digestivas hacia los consumidores.

5.2.1.6. Mantener los insumos alejados de otras sustancias.

Se clasificarán a los insumos (cuajo líquido, Cloruro de Calcio), materia prima (sal en grano, bolsas plásticas) y materiales de limpieza (desinfectantes, cloro, etc.); para evitar su mezcla, ubicándolos en cuartos separados. Cada cuarto presentará muebles de madera apropiados para la ubicación de cada compuesto, también las paredes y los pisos deben presentar cerámica para un fácil proceso de limpieza y además estos cuartos deben estar alejados de la planta procesadora.

De esta manera se evitará intoxicaciones y contaminación de los insumos por otras sustancias los que llevaría a una pérdida de los mismos.

5.2.1.7. Proporcionar a los trabajadores equipos de protección personal.

Consistirá en optar por un buen uso de ropa adecuada (cambiarse de ropa cada dos días) para su labor en la fábrica durante todo el proceso productivo, así como: utilizando botas de caucho limpias, mandiles de tela adecuados para su desempeño, cofia para cubrirse el cabello y mascarilla para protegerse del contacto nasal con los insumos que se utilizan en la fábrica y que pueden ser peligrosos para el trabajador (Ver Figura 27).



Figura 27. Trabajadores utilizando ropa apropiada para su trabajo.

Fuente:Escuela Superior Integral de Lechería (2005).

Con estas actividades implementadas se lograra disminuir el riesgo a los trabajadores y la contaminación ambiental; de la misma manera se evitara enfermedades para los operadores.

5.2.1.8. Instruir a los trabajadores para la limpieza de la planta y buena manipulación higiénica del producto.

Capacitar trimestralmente a los trabajadores por medio de seminarios donde recibirán instrucción relacionada con temas diversos. El plan de capacitación se ilustra en la Tabla 26.

Tabla 26. Plan de capacitación.

Número	Plan de capacitación	Horas
1	Higiene de planta y personal	8
2	Logística de transporte de la materia prima a la planta procesadora. Buenas prácticas operativas en ciclo productivo.	8

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

De esta manera también se evitara la contaminación de la materia prima básica para la elaboración del queso.

5.2.1.9. Asegurar la gestión de la materia prima para evitar deterioro de la misma.

Consistirá en darle un buen manejo y manipulación a la materia prima durante todo el ciclo de producción del queso.

Al cumplir con una buena gestión de la materia prima estaremos cumpliendo con las normas básicas de calidad del producto, de acuerdo al Ministerio de Agricultura, Acuacultura y pesca en el Art. 2 la calidad de leche se establece de acuerdo a los parámetros técnicos determinados por la Norma INEN No. 009. (Ver Anexo 4);llevando así a obtener una buena acogida del producto en el mercado de consumo y a la minimización de la generación de residuos y efluentes.

5.2.1.10. Buena manipulación por el operario de los insumos.

Consistirá en el uso adecuado de los instrumentos necesarios como las probetas para la adquisición y medición de las cantidades adecuadas de los insumos para su posterior uso; tomando en cuenta que los trabajadores deben utilizar la ropa correcta para una buena manipulación de los insumos.

Con la aplicación de este método podremos evitar intoxicaciones a los trabajadores y además se ahorrara posibles pérdidas de la cantidad de los insumos durante su dosificación.

5.2.1.11. Agregar en orden y cantidades correctas los insumos.

Consistirá en agregar primero los 82.5 ml de Cloruro de Calcio por cada 550 litros después de la etapa de pasteurización y luego agregar los 55ml de cuajo liquido en leche después de la etapa de enfriamiento donde alcanza una temperatura de 38 °C para obtener un buen resultado de coagulación, estos insumos se los agrega para cada ciclo de producción del queso. Para las mediciones correctas se utilizaran probetas, balanza, peachímetro, etc.

De esta manera aumentara la eficiencia en el uso de los insumos y disminuirá el gasto para la empresa.

5.2.1.12. Evitar el desperdicio de plástico, mediante la adquisición de materia de empaque de mejor calidad y optimización del manejo por parte de los operarios.

Consistirá en aprovechar cada una de las fundas para el empaque del producto final, evitando la ruptura y por ende el deterioro de las mismas durante su manipulación.

Con esto se evitara el desperdicio de 5 fundas por día, de esta manera se disminuirá el grado de contaminación provocado por desechos sólidos al ambiente y disminuirá el gasto económico de 36.50 dólares por año para su obtención.

5.2.1.13. Mejora la recepción de la materia prima.

Consistirá en llevar los recipientes metálicos de acero inoxidable lo más cercano al recipiente de almacenamiento de la leche, esto es a una distancia de máximo 1 metro.

Con esta actividad aplicada se dará un mayor aprovechamiento de la materia prima y a su vez se disminuirá el gasto del agua para el lavado de los derrames de leche el mismo que aumenta el volumen del caudal del efluente.

5.2.1.14. Acortar las distancias para las rutas de la recepción de la leche.

Consistirá en llevar los tarros con la leche hasta la parte interior de la planta procesadora y de esta manera se disminuirá la distancia de 6 metros a 1 metro para la realización del trasiego de la leche, en especial en la etapa de recepción, debido a que este procedimiento se realiza en la parte exterior de la fábrica en conjunto con los socios provocando el derrame de la leche.

De esta manera se dará un incremento de la productividad de la fábrica y evitara aumentar la carga contaminante en el efluente.

5.2.2. Conservación del agua

5.2.2.1. Reparar las tuberías con fugas

Consistirá en revisar todo el sistema de distribución del agua por medio de las tuberías, de esta manera se procederá a reparar o cambiar las tuberías que se encuentran en mal estado y que provocan las fugas de agua y lleva a un desperdicio de ese recurso.

Con esta actividad ejecutada se procederá a disminuir el desperdicio del agua y por ende el pago del servicio agua también se disminuirá, siendo esto una ayuda económica para la empresa.

5.2.2.2. Cambiar los diámetros de las tuberías

Consistirá en colocar tuberías con un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada, que se utiliza para la limpieza, en un tiempo de 4 minutos de un volumen de 53 litros de agua para una área de 56 m².

De esta manera disminuirá el consumo del recurso agua y también bajaría las tarifas del pago por el consumo del agua.

5.2.2.3. Revisar constantemente el funcionamiento de las tuberías y grifos.

Monitorear trimestralmente los medidores de agua para verificar el consumo del recurso agua para toda la fábrica llevando registros del estado de las tuberías y grifos de la fábrica. Para tomar los datos necesarios durante el monitoreo se tomara en cuenta la tabla ejemplo a seguir.

Tabla 27. Formato del funcionamiento de tuberías y grifos

Responsable	Fecha	Daños
Operador	Primer trimestre	
Operador	Segundo trimestre	
Operador	Tercer trimestre	
Operador	Cuarto trimestre	

Se evitará las fugas de agua con el servicio técnico inmediato, disminuirémos el volumen de la descarga líquida a tratar y además se mejorará la imagen de presentación de la empresa.

5.2.2.4. Implementar pistolas industriales de bajo volumen y alta presión en las mangueras para la limpieza.

Consistirá en implementar las pistolas industriales de bajo volumen y alta presión en las mangueras, especialmente en la que se utiliza para limpieza de la fábrica, ya que actualmente la manguera que se utiliza no lo tiene y permanece constantemente abierta aportando al desperdicio del agua con facilidad.

De esta manera se evitara el desperdicio de agua, ya que el chorro de agua saldrá a mayor presión y en menor cantidad y de esta manera se disminuirá el tiempo que se da al lavado de equipos y planta en general.



Figura 28.Pistolas industriales

Fuente: Centro de producción más Limpia. (2000).

5.2.2.5. Barrido de los pisos

Se limpiará manualmente los equipos y el área de proceso, recogiendo así los residuos sólidos así como: el cuajado residual, fundas plásticas entre otros; los mismos que aumenta la carga orgánica al efluente. Además es necesario que los trabajadores lleven una buena cultura con la clasificación de los residuos.

Con esta actividad se disminuirá el consumo del agua para la limpieza, siendo esto una ayuda económica para la fábrica, además se reducirá el volumen del efluente ya que durante la limpieza se reduce a la vez el tiempo en realizar el aseo.

5.2.2.6. Reutilizar el agua para la limpieza de la industria.

Se recogerá el agua que utiliza para la etapa de enfriamiento en un tanque, para luego reutilizar en otro tipo de actividad como el lavado de utensilios y equipos de la misma planta, ya que actualmente esta agua se descarga directamente en el sistema de alcantarillado aumentando el volumen del efluente.

De esta manera no se desperdiciara el agua y se evitará aumentar el volumen de descarga líquida al sistema de alcantarillado.

5.2.3. Residuos

5.2.3.1. Venta del suero para la alimentación animal.

El suero actualmente se vende un 70% en la mañana y en la tarde un 30% a los mismos socios de la fábrica y a los moradores del sector de la parroquia de 10 de Agosto para la alimentación animal a 0.02 centavos por cada litro y el resto se descarga al sistema de alcantarillado. Se debería hacer todo lo posible para vender el suero completamente, si no existe la posibilidad de vender todo el suero se podría optar por donar voluntariamente el suero en su totalidad a las personas que lo desean para su posterior uso.

De esta manera se evitara aumentar la carga orgánica al efluente, minimizando el volumen de la descarga líquida y así también se reducirá el costo futuro para el tratamiento de las aguas residuales.

5.2.3.2. Aprovechamiento total de la cuajada.

Consistirá en aprovechar toda la cuajada, evitando que este se desperdicie. De esta manera se obtendrá un mayor número de quesos producidos por día aumentando así la productividad de la fábrica y sobretodo disminuirá la carga orgánica contaminante al efluente. Esto se considera mediante la implementación de mallas al final de la mesa del desuerado.

5.2.4. Energía

5.2.4.1. Aprovechamiento total del cilindro de GLP.

Es necesario tomar en cuenta el aprovechamiento total del contenido del GLP para un ahorro económico de 2.50 USD/año por el consumo total del mismo.

5.2.4.2. Abrir el cuarto frío solo cuando sea necesario.

Una forma correcta del uso del cuarto frío para el almacenamiento de producto elaborado, es tener cerrada la puerta para su ingreso y a su vez colocar cortinas plásticas juntamente a la puerta de ingreso.

De esta manera se ahorraría un consumo de energía de 142.35 KWh por un tiempo aproximado 15 minutos y a su vez un gasto económico innecesario de 42.71 USD/año.

5.2.4.3. Ajustar temperaturas de refrigeración.

Realizar un constante monitoreo del cuarto de refrigeración, para controlar la temperaturas a diario para reducir las emisiones de CO₂ al ambiente.

Tabla 28. Formato de monitoreo de ajustes de temperaturas

Responsable	Fecha	Ajuste de temperaturas
Operador	Semanalmente	

5.2.5. Capacitación

5.2.5.1. Establecer un plan de capacitación para un aumento en la eficiencia operaria.

Dictar seminarios semestralmente de capacitación para los trabajadores que laboran en la fábrica para mejorar el desempeño laboral en la empresa y su eficiencia.

Tabla 29. Formato de capacitación

Numero	Plan de capacitación	Horas
1	Rendimiento operacional en la fábrica.	8
2	Programa de Producción más Limpia.	8

De esta manera los trabajadores tendrán la capacidad de elaborar un producto de calidad y además se optimizara los recursos a utilizar durante el ciclo productivo.

5.2.5.2. Capacitación para la reducción de accidentes.

Capacitar a los operarios trimestralmente sobre los riesgos que pueden estar expuestos ellos durante su jornada de trabajo, ya sea por la manipulación de los insumos o a su vez durante el ciclo de elaboración del queso.

Tabla 30. Formato de capacitación para reducción de accidentes.

Responsable	Plan de capacitación	Fecha
Bomberos	Organización de la prevención en la industria láctea.	Primer trimestre
Ing. Seguridad Industrial	Riesgos laborales que se presenta en la industria láctea.	Segundo trimestre
Defensa Civil	Accidentes y siniestralidad en la industria láctea	Tercer trimestre
Cruz Roja	Enfermedades profesionales en la industria láctea.	Cuarto trimestre

Se llegaría a cambiar el hábito en los empleados de cómo utilizar correctamente los equipos e insumos en la fábrica y se incrementaría el conocimiento de nuevas tecnologías a aplicar.

5.3. DEFINICIÓN DE RESPONSABLES Y PLAZOS

En la Tabla 31, muestra a los técnicos responsables que se van a encargar del control para el uso adecuado de los recursos a utilizar en el ciclo productivo de elaboración de quesos, tomando en cuenta el tiempo necesario para cada monitoreo.

Tabla 31. Responsables y plazos

RECURSOS	RESPONSABLES	PLAZOS	CONTROL
MATERIA PRIMA	Técnico Agroindustrial	A partir del primer mes	Balance del consumo de materia prima trimestralmente
AGUA	Operarios de la fabrica	A partir del primer mes	Balance del consumo de agua trimestralmente
RESIDUOS	Técnico Agroindustrial Operarios de la fabrica Técnico Ambiental	A partir del primer mes	Balance de la generación de residuos trimestralmente
ENERGIA	Operarios de la fabrica	A partir del primer mes	Balance del consumo de energía trimestralmente
IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE P+L	Técnico Agroindustrial y Ambiental	A partir del primer mes	Trimestralmente

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

5.4. BALANCE ECONÓMICO

En la Tabla 32 se indica el costo actual del proceso productivo en la industria para cada recurso. En la Tabla 33, se muestra el costo económico con la implementación y funcionamiento anual del Programa de Producción más Limpia. La Tabla 34 muestra el beneficio económico con la implementación de estrategias de Producción Más Limpia.

Tabla 32. Costo actual del proceso productivo en la industria.

RECURSO	DERIVADO	MEDIDAS	PRECIO (USD/año)
Materia Prima	Leche	40 150 L/año	14 052.50
	Fundas	120 450 fundas/año	2 409.00
	Cuajo liquido	48 L/año	672.00
	Sal en grano	36 quintales/año	252.00
	Cloruro de Calcio	165ml/año	192.00
Agua	Agua para la limpieza	164.25 m ³ /año	83.08
	Agua para la etapa de enfriamiento	1 320.57 m ³ /año	156.92
Energía	Consumo de gas	365 cilindro/año	912.50
	Pago de consumo de energía	4 820 KWh	1 446.00
TOTAL			20 176.00

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

Tabla 33. Costos de implementación y funcionamiento anual del Programa de Producción más Limpia

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	Precio unitario	Costo total (USD/año)
Capacitación	seminario	2	250.00	500.00
Rejillas	Unidad	1	20.00	20.00
Pistolas industriales	Unidad	1	10.00	10.00
Recipientes de acero inoxidable	Unidad	5	50.00	250.00
Monitoreo	Análisis físico químico del efluente	1	300.00	300.00
Instrumentos adecuados para uso de los trabajadores	Juego compuesto por: 2 cofias de tela, 1 par de botas, 1 mandil de tela, 1 par de guantes, 2 mascarillas de tela.	2	25.00	50.00
Tuberías	Unidad	1	10.00	10.00
TOTAL				1 140.00

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

Tabla 34.Beneficio económico con la implementación de estrategias de Producción Más Limpia.

RECURSO	DERIVADO	MEDIDA	PRECIO (USD/año)
Materia Prima	Derrames de leche	2.19 m ³ /año	766.50
	Desperdicio de bolsas plásticas	1,825 fundas/año	36.50
Agua	Reutilización	82.13 m ³ /año	78.46
	Fugas	5.11 m ³ /año	25.81
	Disminución de la cantidad de agua para limpieza	10.95 m ³ /año	55.30
Residuos	Venta del suero	21.44 m ³ /año	428.80
	Aprovechamiento total de la cuajada	334.99 kg/año	547.50
Energía	Ahorro de consumo de gas	0.25 kg/año	2.50
	Ahorro de energía	142.35 KWh	42.71
TOTAL			1 984.08

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

En la Tabla 35 se presenta el balance económico tras la aplicación del programa de Producción más Limpia en donde se observa que actualmente la planta incurre en costos que ascienden a 20 176.00 USD/año. Se estimó que la aplicación del programa de Producción más Limpia implicara un costo económico de 1 140.00 USD/año que abarca a cada uno de los instrumentos que se implementarían en la fábrica y a capacitaciones encaminadas a instruir al personal acerca de las prácticas destinadas al ahorro de materia prima (leche) y al aprovechamiento total de la cuajada, que se señalaron en el plan de acciones Tabla 25. Con la implementación del programa de Producción más Limpia se estima la obtención de un beneficio bruto de 1 984.08 USD/año, que da lugar a un beneficio neto de 844.08 USD/año y una relación beneficio/costo de 1.76 que implica la obtención de 1.74 USD de ganancia por cada dólar invertido en el programa de Producción más Limpia.

Tabla 35. Balance económico con la implementación del programa de P+L.

COSTO ACTUAL DEL PROCESO(USD/año)	20 176.00
COSTO DEL PROGRAMA DE P+L(USD/año)	1 140.00
BENEFICIO BRUTO (USD/año)	1 984.08
BENEFICIO NETO (USD/año)	844.08
RELACION B/C	1.74

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

5.5. BENEFICIO AMBIENTAL

Con la implementación de estrategias de Producción más Limpia en la fábrica de lácteos “Unión Libre”, se minimizará los daños ambientales que esta industria láctea ha provocado a su entorno. El consumo del recurso agua no ha sido el más adecuado en la fábrica de tal manera que ha generado grandes cantidades de residuo líquido. Con la reutilización del agua producto del enfriamiento de la leche, el monitoreo constante del buen estado de las tuberías y con el barrido de la planta, se logrará ahorrar este recurso y se disminuiría el pago por el consumo de agua. Así como también se disminuirá la carga orgánica contaminante al efluente que es generado por los derrames de leche y la cuajada residual así como se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36. Beneficio ambiental.

BENEFICIO AMBIENTAL	CANTIDAD	OBSERVACIONES
AHORRO DE AGUA	98.19m ³ /año	Producto del uso racional del recurso agua evitando desperdicios.
REDUCCIÓN DE PARÁMETROS EN EFLUENTES LIQUIDOS	100 mg/Lde DBO ₅ y 200 mg/Lde DQO por litro de efluente	Reducción de la carga orgánica que contiene los efluentes, por medio de la optimización del manejo de la leche.
REDUCCIÓN DE RESIDUOS	334.99 kg de cuajada residual por año Ahorro de 1 825 bolsas plásticas.	Producto del aprovechamiento total del cuajado y de la buena manipulación de los empaques.
AHORRO DE MATERIA PRIMA (LECHE)	2 190 litros/año no derramados en los efluentes	Producto del buen manejo del trasiego de la leche para su respectivo procesamiento.

Elaborado: Mayra Vilema (2011).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- En el proceso de elaboración de quesos en la fábrica de lácteos Unión Libre se han podido identificar deficiencias en el manejo ambiental de residuos y efluentes, ocasionando así contaminación significativa al medio ambiente local.
- En la etapa de enfriamiento se consume 1 320.57 m³/año de agua, lo cual contribuye al aumento del caudal de descarga líquida del efluente.
- Como resultado del proceso de producción de quesos se produce 21.44 m³/año de suero de leche que es descargado al sistema de alcantarillado aumentando así considerablemente la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).
- De acuerdo a los análisis de agua realizados, el efluente de la fábrica posee una alta carga orgánica contaminante por elevadas concentraciones del DQO₅ en la mañana (1 200 mg/L) y en la tarde (10 000 mg/L), DQO en la mañana (2 800 mg/L) y en la tarde (23 450 mg/L) y Sólidos Suspendidos en la mañana (300 mg/L) y en la tarde (744 mg/L) superando los límites permisibles establecidos por el TULAS (2003).
- En el proceso productivo, no existen medidas que contribuyan a disminuir el grado de contaminación del medio ambiente y para el adecuado uso de la materia prima y los recursos, lo cual vuelve necesaria la aplicación de estrategias de Producción más Limpia para minimizar el grado de contaminación al ambiente y disminuir los costos.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Implementar el programa de Producción Más Limpia formulado en el presente trabajo, para disminuir el consumo del recurso agua, energía y materia prima en la fabricación de queso en la planta procesadora Unión Libre de la Parroquia 10 de Agosto de la Provincia de Pastaza.
- Realizar un estudio de implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para complementar los beneficios ambientales obtenidos con el programa de Producción más Limpia.
- Establecer mecanismos conjuntos con otras instituciones o personas locales para plantear nuevas alternativas de utilización del suero generado como subproducto en la planta en aplicaciones que pueden ser las siguientes:
 - Aplicaciones de tipo agrícola: biol, bocashi, etc.
 - Aplicaciones de tipo ganadero, como ingrediente de suplementos alimenticios: ensilaje, bloques nutricionales, etc.
 - Aplicaciones agroindustriales: elaboración de requesón.

CAPÍTULO VIII

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como propósito el planteamiento de medidas de Producción Más Limpia aplicables en el proceso de la elaboración de queso en la fábrica “Unión Libre” en la parroquia 10 de Agosto de la provincia de Pastaza, para lo cual se procedió a evaluar el consumo del recurso agua, materia prima (leche) y energía. Se realizó el análisis de aguas residuales con los parámetros fundamentales como: la DBO₅, DQO, Solidos Suspendidos, Potencial de Hidrogeno, Cloruros y Oxígeno Disuelto para determinar el grado de contaminación que el efluente produce al ambiente.

Los resultados indicaron que en la fábrica no existen medidas que contribuyan a disminuir el grado de contaminación ambiental y al uso adecuado de los recursos. Así también, existe una deficiencia en el manejo de los efluentes debido al exceso consumo de agua en la etapa de enfriamiento de la leche y por la generación del suero como subproducto del proceso de elaboración de queso, aumentando los niveles de concentración del DBO₅, DQO y Solidos Suspendidos del agua residual que genera esta industria. Finalmente, se planteó un Programa de Producción más Limpia capaz de beneficiar económicamente a la Asociación Unión Libre en 2 516.22 USD/año y a la reducción del caudal de efluentes líquidos y concentraciones de parámetros físico-químicos en ellos por debajo de los límites máximos permisibles, así como a la minimización en la generación de residuos sólidos.

SUMMARY

This work was for the intention of the exposition of applicable measures of Cleaner Production in the processing cheese elaboration in the factory "Unión Libre" in parish 10 of August of the province of Pastaza, to evaluate the consumption of the resource water, raw material (milk) and energy. The waste water analysis was realized with the fundamental parameters: the DBO₅, DQO, Suspended Solids, Potential of Hydrogen, Chlorides and Dissolved Oxygen to determine the degree of contamination that the effluent produces to the atmosphere.

The results indicated that in the factory measures do not exist that contribute to diminish the degree of environmental contamination and to the suitable use of the resources. Thus, a deficiency in the handling of the effluents due to the excess water consumption in the cooling stage of the milk and by the generation of the serum like by-product of the process of cheese elaboration exists, increasing the levels of concentration of DBO₅, DQO and Suspended Solids of the waste water that this industry generates. Finally, an economical Program of Cleaner Production should be considered to benefit the Association Free Union in 2 516,22 USD/year and the reduction of the volume of liquid effluents and concentrations from physic-chemical parameters in them below the maximum permissible limits, as well as to minimization in the generation of solid residues.

BIBLIOGRAFÍA

1. Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos. "Libro Introducción a la Tecnología de Alimentos". Segunda edición. (2004); 37.
2. Alais C. "Ciencia de la Leche". Principios de Técnica Lechera, Segunda edición, Editorial Francesa, Barcelona España. (1995). 483-484.
3. Allevato H. "Evaluación del potencial energético de los efluentes generados por la industria láctea Argentina". Segunda edición. Editorial Ezeiza. (1993); 13-15.
4. Asociación para la Promoción de los Quesos de España (2002). [citado el 02 de junio del 2011]. Disponible en: <http://www.asocpromocionquesos.es/intro.htm>
5. Carrillo A. "Tratamiento y reutilización del suero de leche". Revista Conversus 10.México. (2002); 27-30.
6. Comisión Nacional del Agua de México Conagua. (2008).
7. Kirchmer C. "Guía para la evaluación de laboratorios bacteriológicos de análisis de agua". CEPIS. Lima. (1978)
8. Centro de Producción Más Limpia. Manual de Buenas Practicas Operativas de Producción Más Limpia para la Industria Láctea. Nicaragua.(2000).
9. Código Alimentario. Departamento de Programación. Editorial del B.O.E. Madrid. (1991).
10. Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. CPTS. (2005)
11. Dávila J. y Reyes G. Corz O. Diseño de un plan HACCP para el proceso de elaboración de queso tipo Gouda en una empresa. Venezuela (2006); 56(1).
12. Delgadillo O. y Camacho A., Pérez L. "Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales". Bolivia; 55.
13. El Sol del Bajío. Elaboración suero empaque comestible. (2007).
14. Fondo Social Europeo. "Guía de buenas prácticas medioambientales en el sector lácteo". (2000); [citado 15 de mayo del 2011]. Disponible en: http://www.camaracompostela.com/mambiente/CCS_Guia.BP.Sector.Lacteo.pdf.
15. Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO). Producción más Limpia. (2004). [citado el 06 mayo del 2011]. Disponible en: <http://www.fao.org.com>
16. García G. y Gómez R. "Productos lácteos". Biotecnología Alimentaria. Editores Limusa Noriega. México. (1993); 153-223.

17. Gobierno Chileno.(2000). “Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Fabricación de productos lácteos”. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. [citado 22 de junio del 2011]. Disponible en: http://www.conama.cl/rm/568/articles-1016_LacteosGuia.pdf
18. Gomella C. y Guerrée H. “Tratamiento de aguas para abastecimiento público. España. (1997); 27.
19. Google Earth. Mapa Satelital de la parroquia 10 de Agosto. (2011).
20. Hernández A. et. al.“Libro Microbiología Industrial”. Editorial Euned. (2003); 78.
21. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Argentina. (2010). [citado el 22 de junio del 2011]. Disponible en: <http://www.inti.gov.ar/lacteos/pdf/aspectos.pdf>.
22. Internacional Standarization Organization. ISO 14001. “Sistema de Gestión Ambiental”. (2003).
23. INHAMI. Estación Meteorológica Puyo. (2006)
24. Kirk R. et. al. “Composición y análisis de alimentos de Pearson”. CECSA. México. (2005); 583-632.
25. Libro el Ecuador y su Realidad (2009-2010).
26. Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAGAP
27. Orozco A. (2003).“Libro Bioingeniería de aguas residuales”; 3-15.
28. Pardo M. y Almanza F. Libro Guía de Procesos para la Elaboración de Productos Lácteos. CAB Ciencia y Tecnología. Bogotá (2003); 122 (12-15).
29. Productividad y Medio Ambiente.(1996). “Guía de control y prevención de contaminación industrial Sector Industrial Lácteo”. Programa EP3.
30. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.(2006). PNUMA. “Manual de Producción más Limpia”. [citado el 29 de abril del 2011]. Disponible en: http://www.pnuma.org/industria/produccionlimpia_manual.php
31. Rigola M.“Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales” (1990); 32.
32. República del Ecuador. “Código Penal Ecuatoriano”. Registro Oficial N° 2.(2001).
33. República del Ecuador. “Código de Salud”. Registro Oficial N° 158. (1971).
34. República del Ecuador “Constitución de la República del Ecuador”. Registro Oficial N° 449. (2008).
35. República del Ecuador. “Ley de Aguas”. Registro Oficial N° 339. (2004).
36. República del Ecuador. “Ley de Gestión Ambiental” Registro Oficial N° 245. (1999).
37. República del Ecuador. “Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)”. (2003).

38. Romero A. y Jiménez A. "Guía de Equipos Básicos para el Procesamiento Agroindustrial". Editorial Serie Ciencia y Tecnología. (2004); 136 (52).
39. Schmidt E. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Argentina. (2010)
40. Sánchez M. Procesos de Elaboración de Alimentos y Bebidas. Ediciones Mundi-Prensa. España (2003); 454.
41. Seoáñez M. "Tecnología de alimentos". Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias. (2002); 95.
42. Seoáñez M. "Libro: Ingeniería del medio ambiente". Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y a bajo costos. (2004); 104.
43. Sette R. "Tratamiento de aguas residuales". España. (2003); 29.
44. Smith A. La riqueza de las naciones, libro 1ro, cap VII "Del Precio natural y de mercado de las mercancías.
45. Valencia E. y Ramírez M. "La industria de la leche y la contaminación del agua". (2009); 16(27).
46. Vizcarra R. "Panorama de la industria láctea nacional a diciembre" (2008). [citado el 06 de mayo del 2011]. Disponible en: <http://www.cilecuador.org.com>.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla 11 del TULAS (2003) del límite máximo permisible de descarga a un sistema de alcantarillado.

TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0

Anexo 2. Análisis de agua residual mañana.

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p>ACREDITADO</p> <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 1541
ST: 11 – 0722ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: Srta. Mayra Vilema
Atn. -
Dirección: Puyo

FECHA: 12 de Julio del 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 07/ 05– 15:00
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 07/ 05 – 10:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 07/ 05 - 2011 / 07/12
TIPO DE MUESTRA: Agua Descarga
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-A 2174-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Descarga Fabrica láctea unión libre mañana
ANÁLISIS SOLICITADO: Análisis Físico-Químico y Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Srta. Mayra Vilema
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:26.0 °C. T min.: 21.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
**Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	1200	250	± 15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	2800	500	± 3%
*Oxígeno Disuelto	PEE/LAB-CESTTA/45 APHA 4500-O C	mg/L	1,9	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LAB-CESTTA/47 APHA 9222,9221	UFC/100 mL	>1X10 ⁶	-	-
**Sólidos Suspendidos	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/l	300	220	± 6%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H ⁺	----	5,07	5-9	± 0,15
Cloruros	PEE/LAB-CESTTA/15 APHA 4500 Cl B	mg/L	15	-	± 4%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio.
- Límites de descarga al sistema de alcantarillado. Tabla 11 TULAS
- Las unidades expresadas en UFC son equivalentes a nmp.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Los ensayos marcados con (**) están en espera del informe final del OAE como parámetros acreditados.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 3. Análisis de agua residual tarde.

 LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 RIOBAMBA - ECUADOR	ACREDITADO ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 1541
ST: 11 – 0722ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: Srta. Mayra Vilema
Atn. -
Dirección: Puyo

FECHA: 12 de Julio del 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 07/ 05– 15:00
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 07/ 05 – 13:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 07/ 05 - 2011 / 07/12
TIPO DE MUESTRA: Agua Descarga
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-A 2175-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Descarga Fabrica láctea unión libre tarde
ANÁLISIS SOLICITADO: Análisis Físico-Químico y Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Srta. Mayra Vilema
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:26.0 °C. T min.: 21.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
**Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	10000	250	± 15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	23450	500	± 3%
*Oxígeno Disuelto	PEE/LAB-CESTTA/45 APHA 4500-O C	mg/L	<1	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LAB-CESTTA/47 APHA 9222,9221	UFC/100 mL	>1X10 ⁶	-	-
**Sólidos Suspendidos	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/l	744	220	± 6%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H ⁺	----	5,65	5-9	± 0,10
Cloruros	PEE/LAB-CESTTA/15 APHA 4500 Cl ⁻ B	mg/L	372	-	± 4%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio.
- Límites de descarga al sistema de alcantarillado. Tabla 11 TULAS
- Las unidades expresadas en UFC son equivalentes a nmp.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Los ensayos marcados con (**) están en espera del informe final del OAE como parámetros acreditados.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
 E INSPECCION
 LAB - CESTTA
 ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 4.Tabla para expedir el Reglamento para normar el pago por la calidad de la leche y sanidad animal.

Como alternativa para aquellas industrias que no quieran utilizar el parámetro de reductasa en el pago de la leche deberán pagar de conformidad con la siguiente tabla del MAGAP para el pago de los parámetros: Grasa-CBT-CCS:

% Grasa	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1
US \$	0,3275	0,3300	0,3325	0,3350	0,3375	0,3400	0,3425	0,3450	0,3475	0,3500	0,3525	0,3550
% Grasa	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3
US \$	0,3575	0,3600	0,3625	0,3650	0,3675	0,3700	0,3725	0,3750	0,3775	0,3800	0,3825	0,3850
% Grasa	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5					
US \$	0,3875	0,3900	0,3925	0,3950	0,3975	0,4000	0,4025					

Anexo 5. Fotografías de los recursos útiles para la industria



Leche.



Recurso agua.



Recurso energético.



Insumos.

Anexo 6. Fotografías de las etapas para la elaboración de queso.



Recepción de la leche.



Filtración de la leche.



Pasteurización.



Desuerado.



Moldeo.



Prensado.



Salado.



Empaquetado.

Anexo 7. Fotografías de las pérdidas económicas para la empresa.



Derrame del lactosuero.



Derrame de leche.



Perdida de agua.



Desperdicio de cuajada.