



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA
PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO A PARTIR DE
ACV”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERIA INDUSTRIAL

PRESENTA:

I.A PERLA YETLANEZI CRUZ MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. LIDILIA CRUZ RIVERO

TANTOYUCA, VER.

AGOSTO DEL 2021



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FORMATO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS DE POSGRADO

Tantoyuca, Ver., a 08 de julio de 2021.

C. Perla Yetianezi Cruz Martínez
PRESENTE:

De acuerdo al dictamen emitido por el jurado asignado para la revisión de su Trabajo Profesional, integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE:	Dra. Lidilia Cruz Rivero
SECRETARIO:	Dra. María Leonor Méndez Hernández
VOCAL:	Dr. Daniel Ángeles Herrera
SUPLENTE: Dr.	Dra. Fabiola Sánchez Galván

Y considerando que cumple con todos los requisitos del reglamento de titulación en vigor del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, doy a usted la autorización para que proceda a imprimir su Trabajo de Posgrado para titulación por la:


Opción de "TESIS" cuyo nombre del trabajo es:

"ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCION DE QUESO FRESCO A PARTIR DE ACV"

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines correspondientes a su Examen de Grado de **Maestro en Ingeniería Industrial**, por lo cual deberá entregar al encargado de Titulación de Posgrado un ejemplar de su documento final de tesis empastado en color vino con letras doradas y cuatro CD's (debidamente rotulados) en archivo PDF, así como donar un libro (nuevo) de su LGAC al Centro de Información (Biblioteca).

Esperando que el logro del mismo sea congruente con sus deseos profesionales.

ATENTAMENTE


Dr. Julio Meza Hernández
Director Académico

C.e.p. Servicios Escolares
Titulación de Posgrado

R02/0820

F-PG-03



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Tantoyuca, Veracruz a 08 de julio de 2021

Yo Perla Yellanezi Cruz Martínez, alumno(a) de la carrera de Maestría en Ingeniería Industrial, con número de control M193S0001, por medio del presente declaro mi conformidad para ceder los derechos del proyecto: "ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO A PARTIR DE ACV", desarrollado en: Comercializadora de Lácteos Rosales S.P de R.L C. V, durante el periodo comprendido del 16 de marzo del año 2020 al 07 de julio del año 2021 del cual declaro:

- Que es inédito
- - Que es de mi autoría y me hago responsable por su contenido
- Que autorizo al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca para que, en el caso de que sea requerido pueda hacer uso libre de la totalidad del contenido del proyecto, para que sea desarrollado o divulgado en cualquier medio impreso o electrónico.
- El presente instrumento no contempla remuneración alguna por la transferencia de los derechos sobre dicho proyecto.

Lo anterior con el fin de que quede expresamente asentado mi consentimiento total a favor del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca en todo lo relativo al proyecto en mención.

Para constancia firma:

Perla Yellanezi Cruz Martínez.
Nombre y firma del(a) alumno(a)

Vo. Bo.

Nombre y firma del asesor interno.

DEDICATORIA

El esfuerzo y dedicación de este trabajo de grado están dedicados:

A Dios, por concederme la vida, salud y por ser el inspirador para cada uno de mis pasos dados en mí convivir diario. Por permitirme realizar un sueño anhelado y los medios necesarios para conseguir este objetivo.

A MIS PADRES

Eusebio Cruz Amada y María Ángela Martínez Del Ángel por ser los guías en el sendero de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre; por su amor y cariño para conmigo y por el gran apoyo incondicional que me brindaron para que pudiese alcanzar una meta más en mi trayectoria profesional.

A MIS HERMANOS Y SOBRINO

Oscar Jassiel, Sonia Alhelí, Ángel Eusebio, Cristina Isabel Cruz Martínez y Emiliano Martínez Cruz por su comprensión y su motivación, para apoyarme en esta etapa.

A MIS AMIGOS

A todos los que confiaron en que podía lograr esta meta y que de alguna forma me han apoyaron en mi vida académica, profesional y personal, pero sobre todo de manera especial a Emmanuel Azuara Flores Q.E.D. por compartir un cachito de su vida conmigo durante esta trayectoria.



AGRADECIMIENTOS

A mis catedráticos del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca del posgrado, que durante 2 años con gran gusto y dedicación me impulsaron el bello conocimiento de la maestría en ingeniería Industrial y es por ellos que he logrado concluir esta formación académica profesional.

A la Dra. Lidilia Cruz Rivero, mi asesora de tesis, por su gran apoyo, disposición en todo momento, por transmitirme grandes conocimientos, por su admirable vocación y por la motivación moral, ética y profesional que me brindó para la elaboración y la culminación de este trabajo de grado.

A la conformación del personal del departamento de posgrado al Dr. Daniel Ángeles Herrera, a la Dra. Fabiola Sánchez Galván y a la maestra Zayas Hernández, en especial a la Dra. Leonor Méndez Hernández por brindarme su apoyo, accesibilidad, orientación y atención en todo momento a lo largo de todo el proceso del cual culminó satisfactoriamente y con grandes y excelentes aprendizajes.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por ser una entidad de muy alta calidad y prestigio, enfocada siempre al crecimiento y apoyo académico de todos los estudiantes de educación superior del país.

A la familia Rosales Azuara, por permitirme realizar el presente proyecto en su empresa, por toda su aportación, amabilidad, empatía y apoyo.

Finalmente es para mí un honor haber compartido esta experiencia profesional con todos y cada uno de ustedes.

GRACIAS

Dios los bendiga.

PERLA YETLANEZI CRUZ MARTINEZI

INDICE

RESUMEN	11
CAPITULO I GENERALIDADES.....	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Planteamiento del problema	17
1.2 Justificación	18
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Supuestos o Hipótesis.....	20
1.5 Alcances y limitaciones	20
1.5.1 Alcance.....	20
1.5.2 Limitaciones	20
1.6 Marco Contextual	21
CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL	37
2.1 Análisis del Ciclo de Vida.....	37
2.1.1 Definición de Análisis de Ciclo de Vida.....	37
2.1.2 Etapas del Ciclo de Vida	38
2.1.3 Metodología del ACV	39
2.1.4 Herramientas informáticas del ACV	41
2.1.5. ACV en el contexto de la serie ISO 14000	44
2.1.6 Origen y evolución del ACV.....	46
2.1.7 El ACV En México	47
2.2 Sector Lácteo	49
2.2.1 Industria Láctea	49
2.2.2 Producción de lácteos.....	50
2.2.3 Industria Láctea en México	53
2.2.4 Impactos ambientales del sector lácteo	60
2.3 El queso	66

2.3.1 Clasificación del queso.....	66
2.3.2 Descripción de tipos de quesos frescos	66
2.3.3 Planta productora de queso	68
2.3.4 Proceso de elaboración de queso fresco	68
2.3.5 Impactos ambientales generados en la producción de queso	70
2.4 Sustentabilidad	71
2.4.1 Sustentabilidad empresarial.....	71
2.4.2 Sustentabilidad ecológica.....	71
2.4.3 Sustentabilidad social.....	72
2.4.4 Sustentabilidad económica.....	72
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO	73
3.1 Tipo de investigación	73
3.2 Descripción del objeto de estudio.....	74
3.2.1 Ubicación Geográfica.....	74
3.2.2 Plano arquitectónico de planta láctea.....	75
3.2.3 Descripción de la Empresa.....	76
3.3 Metodología.....	77
3.3.1 Fase 1. Definición del objetivo y alcance del estudio:.....	79
3.3.2 Fase 2. Análisis del inventario (ICV).....	87
CAPITULO IV MARCO OPERATIVO.....	96
4.1 Resultados.....	96
4.2 Datos demográficos	97
4.3 Datos sobre las variables	97
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	140
Conclusiones.....	140
Recomendaciones	145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147
ANEXOS	159

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Descripción detallada de actividades del sistema de producción	83
Tabla 3. 2 Formato para el registro de categorías de impacto a evaluar	85
Tabla 3. 3 Softwares y bases de datos propuestos para el ACV de queso fresco	86
Tabla 3. 4 Datos requeridos para el inventario de ciclo de vida.....	90
Tabla 3. 5 Requisitos para establecer la calidad de datos del ICV	90
Tabla 3. 6 Hoja de cálculo, indicador de entradas y salidas al sistema general	91
Tabla 3. 7 Hoja de datos de entradas y salidas para etapas unitarias del sistema.....	92
Tabla 3.8 Tabla de registro para el inventario de ciclo de vida por etapas unitarias.....	92
Tabla 3. 9 Condiciones ambientales	94
Tabla 3. 10 Componentes de dispositivo ambiental	95
Tabla 3.11 Etapa 3 Pasteurización.....	116
Tabla 3.12 Etapa 4 Cuajado.....	117
Tabla 3.13 Etapa 5 Desuere	117
Tabla 3.14 Etapa 6 Salado	117
Tabla 3.15 Etapa 7 Molido	118
Tabla 3.16 Etapa 8 Moldeo, envasado y empaquetado	118
Tabla 3.17 Etapa 9 Almacenamiento- Refrigeración	118
Tabla 3.18 Etapa 10 Mantenimiento y lavado.....	118
Tabla 4. 1 Variables del Análisis de Ciclo de Vida aplicado al queso fresco	98
Tabla 4. 2 Identificación de indicadores ambientales del sistema general en estudio.....	105
Tabla 4. 3 Identificación de aspectos ambientales del sistema en estudio	106
Tabla 4. 4 Fuentes de datos de inventario de entradas al sistema en estudio	107
Tabla 4. 5 Fuentes de datos de inventario de salidas del sistema en estudio.....	108
Tabla 4. 6 Equipos y herramientas para llevar a cabo el proceso productivo.	109
Tabla 4. 7 Materias primas empleadas en el sistema en estudio	112
Tabla 4. 8 Consumo de gas Lp e caldera.....	113
Tabla 4. 9 Datos de combustible empleado en el sistema en estudio	113
Tabla 4. 10 Consumo de agua y emisiones CO _{2eq}	114

Tabla 4.11	Tiempos de ejecución y gastos energéticos en un día de proceso productivo.	114
Tabla 4. 12	Datos de gastos energéticos por etapa	115
Tabla 4. 13	Etapa 1 Traslado y recepción de Leche	116
Tabla 4. 14	Etapa 2 Clarificación	116
Tabla 4. 15	Eco balance general de producción de 178 kg de queso fresco.....	119
Tabla 4. 16	Inventario de Ciclo de Vida de 1 kg de queso fresco	121
Tabla 4. 17	Asignación de cargas ambientales.....	122
Tabla 4. 18	Categorías de impacto evaluados	123
Tabla 4. 19	Indicadores de impacto de CC en kg de CO2 equivalentes.....	125
Tabla 4. 20	Indicadores de impacto de AT en kg de SO2 eq/UF	126
Tabla 4. 21	Indicador de impacto de POF en kg de NMVOC/UF	128
Tabla 4. 22	Indicadores de impacto de CED en MJ-kWh/ UF.....	129
Tabla 4. 23	Indicadores de impacto de OD en kg de CFC-11 eq/UF.....	131
Tabla 4. 24	Parámetros del indicador de WA en M3/UF	132
Tabla 4. 25	Parámetros del indicador de WG en kg/UF.....	134
Tabla 4. 26	Indicadores y factores para su determinación.....	134
Tabla 4. 27	parámetros de indicador de estrés térmico	137
Tabla 4. 28	Parámetros de indicador de NSA	138
Tabla 4. 29	Parámetros de calidad del aire	139

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Ubicación de Tempoal y municipios colindantes	74
Figura 3.2	Localización geográfica de Comercializadora de Lacteos Rosales	75
Figura 3.3	Planta arquitectónica de empresa Comercializadora de Lácteos Rosales.....	75
Figura 3.4	Layout de empresa comercializadora de lácteos Rosales	76
Figura 3.5	Fases del ACV propuestas en ISO 14040	79
Figura 3. 6	Queso fresco elaborado por comercializadora de Lácteos Rosales	80
Figura 3. 7	Estética de envase con aro, etiqueta y bolsa en embalaje de plástico.....	81

Figura 3. 8 fases del ciclo de vida del queso fresco	82
Figura 3. 9 Etapas en las que se lleva a cabo el proceso productivo.	83
Figura 3.10 Diagrama de flujo del sistema en estudio (de la puerta a la puerta)	89
Figura 3. 11 Modelo a escala del dispositivo medidor de condiciones ambientales	94
Figura 4.1 Marco de referencia de un Análisis de Ciclo de Vida.....	98
Figura 4.2 Diagrama de proceso y tiempos que permiten producir Queso fresco	100
Figura 4.3 Ciclo de vida del queso fresco	101
Figura 4. 4 Fuentes de datos para el Inventario de Ciclo de Vida de queso fresco	102
Figura 4.5 Software Open LCA	103
Figura 4.6 Software SimaPRO DEMO	103
Figura 4.7 Diagrama de flujo y aspectos medioambientales en el sistema productivo	104
Figura 4. 8 Contribuciones de CC en producción de queso fresco	124
Figura 4. 9 Contribuciones al Cambio Climático en la elaboración de quesos fresco	125
Figura 4. 10 Categoría de Acidificación Terrestre en producción de queso fresco	126
Figura 4. 11 Categoría de POF a lo largo del proceso productivo de queso fresco	127
Figura 4. 12 Demanda energética en el proceso productivo de queso fresco.....	129
Figura 4. 13 Intervención del sistema productivo de queso fresco en el OD	130
Figura 4. 14 Etapas implicadas en WA en la producción de queso fresco.....	132
Figura 4. 15 Acumulación de residuos en la producción de queso fresco	133
Figura 4. 16 Dispositivo medidor de condiciones ambientales	135
Figura 4. 17 Monitoreo de parámetros en la planta láctea	136
Figura 4. 18 Comportamiento de los T y H en el proceso de producción	136
Figura 4. 19 Variación del nivel de ruido en el proceso productivo de queso fresco	137
Figura 4. 20 Emisiones de CO, CH4 Y LPG presentes en la producción de queso	138

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de etapas de producción de queso fresco	159
Anexo 2 Fotografías de dispositivo medidor de condiciones ambientales.....	161
Anexo 3 Diagnóstico de seguridad e higiene de la empresa Rosales	163

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo aplicar la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), basada en la norma UNE-EN- ISO 14040 (2006) y diseñar un dispositivo medidor de condiciones ambientales para evaluar impactos ambientales potenciales que se generan en la producción queso fresco, en la comercializadora de lácteos “Rosales”, la cual se encuentra ubicada en el Temporal de Sánchez Veracruz, México.

Dicho análisis tuvo como alcance la fase de inventario y el sistema se limitó “De puerta a puerta” ya que únicamente se incluyeron las operaciones y actividades del proceso productivo, el cual considero 10 etapas: traslado y recepción de materias primas, clarificación, pasteurización, cuajado, desuere, salado, molido, moldeo-ensado. Almacenamiento y mantenimiento-lavado.

Los datos del inventario se obtuvieron directamente de la instalación correspondiente y se tomaron en cuenta como base principales flujos del sistema, involucrados en la producción de queso fresco, es decir, transporte, materias primas, agua, electricidad, energía térmica, combustible, productos de limpieza, materiales de embalaje, residuos, vertimientos y emisiones a la atmosfera.

Para la evaluación de las categorías de impacto se usaron técnicas y procedimientos de las normas ISO, NOM y NMX, complementado con métodos científicos y herramientas informáticas definidos para el ACV como IPCC 2014 Impact2002+ y MCL, anexados en las bases de datos Ecoinvent y Agribalyse apoyado por los softwares SimaPro v.7,1. Y Open LCA. Dichos elementos determinaron principales impactos ambientales potenciales, referenciados a la unidad Funcional (UF) de 1 kg de queso fresco, centrándose en los impactos de Cambio climático (CC), Acidificación terrestre (AT), Formación de oxidantes fotoquímicos (POF), Demanda acumulada de energía (CED), agotamiento de la capa de ozono (ODP), Consumo de agua potable (WA) y Generación de residuos (WG).

Además, el ACV se complementó monitoreando y analizando 3 indicadores con el dispositivo medidor de condiciones ambientales los cuales fueron: Aumento en el nivel del ruido (NSA), Calidad del aire (CA) y estrés térmico (ET). Resultando ser el consumo de electricidad y combustibles los principales contribuyentes en todas las categorías evaluadas, obteniendo una emisión global del sistema de 0.6106 kg CO_{2eq}/UF.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 Introducción

La preocupación mundial por la degradación del medio ambiente ha llevado a una intensa presión por parte de las comunidades, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y la opinión pública en general por los efectos de las actividades económicas sobre el entorno natural y sobre la sostenibilidad del desarrollo global (Rodríguez, 2017). Entre los desafíos planteados por el proceso sostenible se encuentra la incorporación de sus requerimientos en el ámbito productivo y empresarial (SEMARNAT, 2016).

Por ende, la evaluación del impacto ambiental constituye un proceso singular e innovador cuya operatividad y validez como instrumento para la protección y defensa del medio ambiente, está recomendado por diversos organismos internacionales. También es avalado por la experiencia acumulada en países desarrollados, que lo han incorporado a su ordenamiento jurídico (Zambrano, Acosta y Cortés, 2018).

De acuerdo al Programa De Las Naciones Unidas Para El medio Ambiente (PNUMA) en su informe anual, describe que uno de los sectores productivos que mayor impacto tienen sobre el medio ambiente, es la industria agroalimentaria, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado (PNUMA, 2016).

Por su parte la secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales menciona que cada industria según su actividad genera residuos en porcentajes diferentes de acuerdo al tipo de producto elaborado (SEMARNAT, 2018).

La procuraduría Federal de Protección al Ambiente, afirma que uno de los sectores importantes que genera considerable contaminación ambiental es el sector productivo lácteo, dicha industria lleva consigo una actividad en constante crecimiento, sin embargo, no existen regulaciones para las actividades relacionadas, las instalaciones, el manejo de los residuos, la energía eléctrica y la gestión del agua (PROFEPA, 2018).

La falta de implementación de herramientas de producción más limpia y una mala gestión de los desechos líquidos y residuos sólidos generan problemas al medio ambiente (SEMARNAT, 2016).

Principalmente las complicaciones ambientales ocasionadas por la industria del sector lácteo están relacionadas con la generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos siendo muy significativo el impacto ambiental asociado con emisiones a la atmósfera (Ortíz, Macías y Sosa, 2018).

En este caso, durante la producción de derivados lácteos se generan descargas líquidas. Estas emisiones se caracterizan por su contenido de aceites, grasas, materia orgánica expresada en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), y sólidos suspendidos que provienen de las aguas de proceso, de enfriamiento, de lavado, soluciones acidas, alcalinas, de pérdidas de materia prima, así como del suero residual (Prócel, Posligua, y Banchón, 2016).

Los residuos sólidos generados como embalajes (productos vencidos, maderas, papeles, plásticos utilizados en envasado de materias primas y producto terminado), son en la mayoría de los casos reciclados hacia otros sectores industriales; mientras que los lodos generados en la planta de tratamiento, los cuales contienen una mayor carga orgánica, son dispuestos en vertederos o reutilizados como abono (Torres y Oblitas, 2017).

Finalmente, las emisiones gaseosas se originan por el vapor de las calderas, y por el polvo generado en los procesos de formulación, secado de leche y suero, el cual está constituido principalmente por material particulado (Bravo, 2015).

La industria láctea es uno de los sectores más trascendentales de la economía y del desarrollo industrial, en ella la producción de leche y elaboración del queso es primordial ya que de allí se derivan los subproductos (Procel et al. 2016).

Con base a datos estadísticos, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2018), en los tres últimos decenios la producción de leche mundial ha aumentado en más del 59% pasando de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en 2018.

De acuerdo con datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) la producción mundial de leche fluida durante 2018 se ubicó en 605.8 millones de toneladas (mdt); 83.4 por ciento de este volumen correspondió a leche de bovino y el resto a leche de

otras especies, principalmente de búfalo, que se produce especialmente en la India (USDA, 2018).

En este nivel la India es el mayor productor mundial de leche, con el 22 % de la producción total, seguido por los Estados Unidos de América, China, Pakistán y Brasil consecutivamente (USDA, 2019).

La Dirección de investigación y Evaluación Económica Sectorial (DIEES) en el panorama agroalimentario a nivel mundial, menciona que de la producción de leche anualmente son extraídos entre 190 y 195 millones de toneladas métricas de lacto suero proveniente de la producción de quesos, de este valor, el 45% se desechan en ríos, alcantarillados y otros centros de recolección de aguas residuales (DIEES, 2019).

En 2018 México ocupó el lugar 8 como productor de leche bovino a nivel mundial con una producción anual aproximadamente de 12, 008,239 litros, del cual el 80%, se usa en la producción de queso y de este mismo se obtiene lacto suero en una cantidad de 1.000 millones de litros, estimándose que solo se aprovecha un 53% utilizado en la producción de coproductos y consumo animal, eliminándose el resto como efluente altamente contaminante de mantos freáticos (SADER, 2018).

A nivel nacional el estado de Veracruz ocupó el sexto lugar de producción de leche con 723,106 miles de litros (SIAP, 2018).

En este aspecto una de las actividades económicamente más significativas que tradicionalmente han identificado este estado es la producción de leche y queso, siendo esta actividad una de las que la integran territorialmente desde el punto de vista económico y social por ser una zona agrícola y ganadera (Rodríguez, 2016).

La fabricación de los productos lácteos en Veracruz, sobre todo de los derivados, se encuentran, a un nivel todavía artesanal, debido a factores endógenos (iniciativas locales) evidenciándose en la actualidad un número importante de empresas pequeñas artesanales a lo largo de la región y un número limitado de empresas semi industriales con un nivel de tecnificación poco relevante (Espinoza, Fabela, Lopez, y Martínez, 2019).

La Región huasteca Alta Veracruzana (RHAV) comprende 15 municipios y esta ha llegado a producir hasta 60,512 toneladas de leche líquida resaltando el municipio de Tempoal con una producción de 10,287.42 (miles de toneladas de leche líquida) (Osorio , 2016).

Así mismo, en esta región huasteca, existen 80 unidades económicas registradas, que procesan la leche, siendo Tamalín y Tempoal los municipios que más unidades económicas tienen, dedicadas a la producción de queso; 30 y 19, respectivamente (Meráz, 2018).

La FAO ha descrito la importancia de los lácteos dentro de la agroindustria debido a su alto potencial como medio de subsistencia y de nutrición; el consumo lácteo representa una fuente de energía alimentaria (FAO, 2018)

En ese sentido la consideración simultánea de las dimensiones económica, social y ambiental en conjunto, dentro de la industria láctea es un tema primordial en el que se debe enfatizar mecanismos que impliquen la mejora continua de la empresa, establecer objetivos y metas en el aspecto sustentable y conseguir que la organización cree conciencia de forma interna y externa, así mismo cumpla con normas y requisitos legales vigentes (Holden, 2019).

Actualmente se hace hincapié de los estudios de los efectos negativos que trae consigo la producción de lácteos, en la que resulta que uno de los principales procesos contaminantes son precisamente los de la elaboración del queso (Torres y Oblitas, 2017).

Dichos impactos surgen de la eliminación de cantidades considerables, potencialmente contaminantes, de lacto suero y otros compuestos químicos no menos importantes asociados a los procesos de higiene que implican uso de agua y sustancias químicas desinfectantes, lo que trae aparejado efluentes líquidos con carga contaminante muy significativa (Gamarra, 2016).

De esta forma se constituye el agotamiento del recurso hídrico como uno de los principales impactos ambientales, siendo, en este sentido, que la mejora del ambiente atiende a una responsabilidad social, por lo que la actividad económica tendría la limitante del ecosistema, no pudiendo sobrepasar los límites de contaminación, recurriendo a procesos sustentables en cuanto a uso de materiales y energía (Cahue , Meléndez y Fomperosa, 2017).

Es por ello que se argumenta que tanto a partir de la producción láctea como lo que hace a la fabricación de queso, puede planificarse una explotación racional de recursos y aplicarse



procesos de tecnología limpia, como la instalación de plantas de tratamiento de efluentes, filtros para emisiones gaseosas, y uso de energías renovables sustituyentes de la proveniente de combustibles fósiles, siendo el objetivo primordial la neutralización o disminución de los impactos ambientales asociados (SNIARN, 2016).

Por esta razón, hoy en día la diversidad y naturaleza de procesos y productos en la industria láctea obliga a revisar su compromiso medio ambiental según el proceso y el producto elaborado, la creciente preocupación por la contaminación del medio ambiente generada por los posibles impactos asociados a productos fabricados y consumidos, ha incrementado el interés en el desarrollo de métodos, como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para comprender mejor y reducir esos impactos (Zambrano et al. 2018).

El ACV es una metodología cuya herramienta evalúa la calidad ambiental de un producto o servicio. Estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida del producto, desde que se obtienen las materias primas hasta la producción, uso y disposición del producto (ISO 1440, 2006).

Dicho método definido por la Organización Internacional de Normalización (ISO) se basa en cuatro fases principales: objetivo y definición del alcance, análisis del inventario (ICV), evaluación del impacto (ECV) e interpretación de resultados. Cada paso implica varias opciones, y cada uno de ellos influye en la determinación de los resultados finales del ACV (ISO 1440, 2006).

Se basa en el análisis de los flujos de entradas y salidas del sistema, tanto de materia como de energía, para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales, con el objetivo de poder determinar medidas y estrategias que permitan reducir el mismo (ISO TOOLS, 2015).

Por tal motivo y con lo anteriormente expuesto, a través del presente estudio se propone aplicar la metodología del análisis de ciclo de vida, en una planta láctea ubicada al norte del Estado de Veracruz, de esta forma aportar el conocimiento de la realidad problemática, en relación a los impactos ambientales asociados en los procesos de producción de queso fresco.



1.2 Planteamiento del problema

La industria láctea forma parte del sector agroalimentario, el cual se encuentra en constante crecimiento, sin embargo, no existen regulaciones para las actividades relacionadas, como lo es el manejo de los residuos, la gestión del agua y la energía eléctrica (PROFEPA, 2018).

La falta de implementación de herramientas de producción más limpia y una mala gestión de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos, generan problemas ambientales, además la falta de información sobre la procedencia de materias primas, produce una incertidumbre que puede afectar la salud de los futuros consumidores y los tres pilares fundamentales de la sustentabilidad (Sociedad, economía y medio ambiente) (SEMARNAT, 2018).

Es por ello que se debe dar un énfasis más profundo en la productividad como un sector sustentable (Rodríguez, 2016).

Así mismo, es de alto interés y preocupación valorar los impactos en Medio Ambiente que influyen en el cambio climático, la generación de ozono, eutrofización, acidificación y otras muchas más afectaciones.

No obstante, se hace necesario el desarrollo de instrumentos que permitan estudiar, conocer y cuantificar las repercusiones negativas de cualquier producto, proceso o actividad (Roman, 2017).

Para conocer el impacto ambiental que se pueda generar en un medio, se necesitan una serie de herramientas como los indicadores ambientales, los cuales son utilizados para relacionar el uso de los recursos naturales con la contaminación o con el desarrollo sostenible, posteriormente verificar si se realizan consumos innecesarios o se generan impactos ambientales y como afecta al entorno (SNIARN, 2016)

Tras conocer los diversos datos que proporcionan los distintos indicadores que existen, se puede realizar un diagnóstico de la situación. Si se conocen los datos sobre el uso de recursos (agua, suelo y energía), se puede saber qué ocurre, si hay un uso incorrecto para así poder formular una respuesta ante lo que sucede, si hay que realizar o no cambios. Es decir, para realizar el diagnóstico se utilizan metodologías que llevan a hacer una evaluación del impacto ambiental del proceso que se estudia (Roman, 2017).

Hoy en día son numerosas las metodologías que se han desarrollado para valorar los impactos ambientales derivados de las actuaciones humanas. Entre estas metodologías destaca el análisis de ciclo de vida de un producto (ISO TOOLS, 2015).

En consecuencia, a lo mencionado, **¿A partir del Análisis de Ciclo de Vida de la producción de queso fresco en una planta láctea, es posible conocer los impactos ambientales potenciales, así como implicaciones negativas que conlleva esta actividad, sobre el medio ambiente?**

1.2 Justificación

La industria láctea tiene un aporte muy significativo en el crecimiento económico nacional, contribuye en la mejorara del ingreso de la población, es muy necesaria para impulsar la economía local, pero tiene implicaciones relacionadas a impactos medioambientales lo que la obliga a revisar su compromiso medio ambiental según el proceso y el producto elaborado (Zambrano et al. 2018).

Dentro de los diferentes productos lácteos que se elaboran, la industria que más repercusiones ambientales presenta es precisamente la industria productora de quesos. Es, por tanto, el proceso de elaboración del queso, el proceso más importante a tener en cuenta para analizar las diferentes causas generadas en el sector agroalimentario (Mejías, Orozco y Galáan, 2016).

En la producción del queso, los residuos que influyen como contaminantes atmosféricos se encuentran los gases y vapores que se emiten en la combustión de calderas. Los causantes de los residuos sólidos corresponden principalmente con restos de materiales de embalaje, plásticos, papales. Finalmente, la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga orgánica asociada, se da por el principal contaminante que es el lacto suero, el cual se genera en grandes cantidades y es un potencial efecto negativo dado, que se vierte a los ríos y suelos, generando graves daños (Bravo, 2015).

Por otro lado, el uso más amplio de técnicas y métodos de ingeniería industrial a partir de recursos bien gestionados contribuye de manera significativa al logro del desarrollo

sostenible del sector agroalimentario, mejorando los procesos de producción y la calidad de los productos (Mejías, 2016).

Esto conduce hacia el pensamiento de la metodóloga del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), donde se considera al producto o proceso a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta la fabricación, distribución, uso y fin de vida, identificando alternativas de mejora en el proceso y así mismo alcanzando la innovación sustentable en la industria láctea (ISO TOOLS, 2015).

Por ende, a través del ACV se prevén oportunidades de prevención de la contaminación, así como la aplicación de tecnologías limpias aplicables, con el objetivo de contribuir a la reducción de los contaminantes generados en la elaboración de queso fresco en una planta Láctea ubicada al Norte de Veracruz, sin que por ello se vea afectada la producción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Aplicar la metodología del Análisis de Ciclo de Vida en una planta láctea hasta su etapa de inventario y diseñar un dispositivo medidor de condiciones ambientales para evaluar los impactos ambientales potenciales, generados en el proceso de producción de queso fresco.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio de las etapas del proceso de producción de queso fresco (puerta a puerta)
2. Identificar los elementos y procesos vinculados al ACV del producto dentro de la planta láctea
3. Determinar impactos ambientales generados desde la entrada de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.
4. Formular una imagen detallada del desempeño ambiental del sistema para proponer opciones de mejora a la reducción de impactos ambientales.



5. Desarrollar y adaptar un dispositivo en base a necesidades internas de la planta láctea para medir condiciones ambientales del proceso productivo.
6. Elaborar un diagnóstico en materia de salud y seguridad ocupacional para la empresa.

1.4 Supuestos o Hipótesis

A partir del Análisis de Ciclo de Vida y de recursos bien gestionados, se conocen los impactos ambientales potenciales asociados con el proceso de producción de queso fresco, evaluados en una planta comercializadora de productos lácteos, ubicada en el Norte del Estado de Veracruz.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcance

Conocer los impactos ambientales potenciales de una planta láctea generados durante el proceso de fabricación de queso fresco, mediante la aplicación de un ACV simplificado (incluyendo solo las actividades proceso productivo), considerando únicamente el transporte y entrada de la materia prima (leche cruda de vaca) hasta el proceso productivo, con la obtención del producto empaquetado y listo para ser distribuido (de puerta a puerta), llevando el caso de estudio a la etapa de inventario y tomando como referencia la unidad funcional de 1 kg de queso fresco.

1.5.2 Limitaciones

- El estudio inicia con la selección y requisitos que se deben adaptar si existe más información disponible.
- La información relativa a los inventarios de impactos ambientales en el ACV requiere un elevado nivel de información sobre materiales y procesos, que puede no estar disponible para un amplio espectro de situaciones.
- No se cuenta con datos previos a la entrada de materia prima, ya que son distintos proveedores de materia prima.

1.6 Marco Contextual

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura de 42 estudios publicados recientemente los cuales se centran en la aplicación de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) que a su vez satisface criterios del procesamiento de productos lácteos, para conocer y presentar los impactos ambientales potenciales generados en las diversas organizaciones del sector agroalimentario.

Dichas investigaciones involucradas se presentan aquí:

En la Cd. De Otavalo, Ecuador, se presentó un estudio que tuvo como propósito analizar los impactos ecológicos, sociales y económicos generados en la producción de queso mozzarella, a fin de establecer estrategias sustentables para un Agronegocio, mediante la metodología del Análisis de Ciclo de Vida, donde consideraron dentro de la fase de inventario las etapas de obtención de materia prima, producción, transporte, distribución, uso y disposición de residuos. Se determinó que para producir 1 kilogramo de queso mozzarella se emite 0,023 kg de metano (CH₄), 3,91 kg de dióxido de carbono (CO₂) y 28,8 litros de agua residual. Dentro de los indicadores sociales y económicos se consideraron las variables de productividad, adaptabilidad, estabilidad, confiabilidad y equidad en la fase producción (Yépez, 2018).

En una quesería tradicional asturiana se ejecutó un Análisis de Ciclo de Vida y la Huella de Carbono, permitiendo conocer a la empresa los impactos que se genera al producir queso Franxón, con ayuda del software SimaPro se reportó que el ACV y HC, tuvo mayor influencia en el consumo de leche y de energía eléctrica, resultando de esta una atribución positiva en el aprovechamiento de suero. La huella de carbono abordo 10,2 kg de CO₂ por 1 kg de queso producido (Canellada, 2017).

En Cajamarca, Perú propusieron aplicar la metodología ACV basada en la norma ISO 14040, para determinar impactos ambientales y reducir residuos en la producción de queso fresco, como indicador utilizaron la huella de carbono (HC), centrándose en el proceso productivo (entrada de materia prima, insumo, producto, consumo de agua). Mediante un balance de



materiales se obtuvo que del 100 % de materia prima procesada, el 11.8 % es material transferido al producto, 84.4 % es suero y 2.1 % es volumen no controlado. Se utilizó los Softwares Matlab y Forest. Como resultados, la HC de la producción de queso fue 131.52 g. CO₂/ kg; identificando que el uso de energía eléctrica es la variable de mayor impacto en este indicador. Se argumenta que debe realizarse un análisis de alternativas energéticas mediante operadores difusos para combinar el peso de diferentes criterios y sus evaluaciones (Carranza y Oblitas, 2017).

En Italia realizaron una evaluación ACV con alcance de la puerta de la granja a la planta láctea para estimar el impacto ambiental del cuarto queso más producido en este país llamado Asiago. El énfasis fue dado a los procesos de fabricación y la fase agrícola. El análisis de escenarios fue sobre las estrategias de asignación y el tiempo envejecimiento del queso. El software modelado fue SimaPRO 8.1.1 y la base de datos Ecoinvent VR 3. Tomando como referencia la unidad funcional de 1 kg de queso en el que obtuvieron el cambio climático y el consumo de energía de 10.1 kg de CO₂-eq y 70.2MJ, respectivamente. El principal impulsor de impacto fue la producción de leche cruda. En la planta el uso de electricidad y combustibles, refrigerantes, envases y aguas residuales, El consumo de energía y combustible fueron los “puntos críticos” cruciales para enfocarse en la eficiencia y los procedimientos de mitigación en la planta (Riva et al., 2017).

Al noroeste de España se analizó el rendimiento medioambiental de una fábrica de queso a pequeña escala, para obtener una visión global de la HC, basado en el ACV. Los datos del inventario se obtuvieron de la instalación que correspondía a la operación de un año, y los principales subsistemas involucrados en la producción de queso, incluyeron materias primas como agua, electricidad, energía, productos de limpieza, materiales de embalaje, transportes, residuos sólidos, líquidos y emisiones de gases. Los resultados indicaron que los impactos se originaron de la producción de leche cruda y la transformación natural de la tierra fue la más afectada de las categorías consideradas. La HC fue 10.2 kg CO₂ eq kg⁻¹. La composición del queso determina que el efecto de HC a escala es insignificante para ello propusieron el uso de suero como alimento para animales ya que disminuye el impacto global de HC (Canellada, Laca y Diaz, 2018).

Se aplicó un ACV en el proceso de producción de queso mozzarella italiano para estimar los impactos ambientales, de la cuna a la tumba. Con enfoque a encontrar las diferencias entre la mozzarella producida a partir de la leche cruda y a partir de cuajada. Utilizaron la base de datos Ecoinvent v 3.2, y el software Sima Pro 8.1. En el inventario se incluyó insumos de actividades agrícolas para finalizar la vida útil de los residuos y envases; Se concluye con que las emisiones de los animales fueron los principales impulsores de producción de leche cruda. Por otra parte, la electricidad, el uso de gas natural, embalajes, transporte, tratamiento de aguas residuales y la pérdida de refrigerante afectaron las emisiones de la puerta de la granja a la puerta de la planta lechera, posteriormente los efectos a la puerta de la planta láctea fueron por el uso de electricidad para el almacenamiento, transporte y tratamiento de residuos. Las emisiones promedio fueron 6.66 kg de equivalentes de CO₂ y 45,1 MJ de demanda energética acumulada por 1 kg de consumo de mozzarella producida directamente a partir de leche cruda, mientras que la cuajada tuvo mayores emisiones debido al transporte adicional de cuajada de plantas de fabricación especializadas. La normalización apuntó la ecotoxicidad y eutrofización en agua dulce como la categoría de impacto más significativa por consumo de mozzarella (Riva, Burek, Kim y Thoma, 2017).

Se señala que el sector lácteo en Italia es reconocido como una de las actividades agrícolas más impactantes, después de evaluar un estudio que incluyó la producción de queso Grana Padano, a través de un ACV "desde la cuna hasta la puerta". La UF evaluada fue de 1 kg de Queso madurado 12 meses. La fase de producción de leche dio la contribución más importante al impacto ambiental, con un porcentaje de 93.5–99.6% dependiendo de la categoría de impacto. Excluyendo la producción de leche del límite del sistema, el transporte de leche y el uso de electricidad fueron los principales responsables del impacto ambiental de fabricación de queso. El cambio climático fue de 10,3 kg de CO₂ eq, utilizando un método de asignación de materia seca, mientras que 16.9 y 15.2 kg de CO₂ eq adoptan métodos de asignación de valor económico y nutritivo, respectivamente (Bava, Bacenetti, Gislón, Pellegrino y D'Incecco, 2018).



En la Región de la Toscana Italia se desarrolló un estudio para evaluar los impactos ambientales de la producción de queso “pecorino” obtenido del procesamiento de leche de oveja, aplicando el método ACV con un enfoque de "cuna a puerta", en el que incluyeron los procesos relacionados con la cría de ovejas, transporte de leche y la producción de queso. Obteniendo 22.13 kg de CO₂ eq. por unidad funcional seleccionada de 1 kg de queso. Los impactos ambientales resultaron estar conectados a emisiones de la fermentación entérica ovina y la producción de piensos utilizados en la cría de ovejas, así como para el tratamiento de aguas residuales y el consumo de electricidad durante la producción. Se recomendó la adopción de un sistema de reproducción diferente (de intensivo a extenso), así como la utilización de un sistema fotovoltaico como fuente de energía alternativa para la electricidad utilizada en la producción de queso (Mondello et al. 2018).

En el estado de Bahía, Brasil se aplicó un análisis de sensibilidad que incluyó diferentes combustibles para generar energía térmica, estrategias para la limpieza de utensilios y variaciones en la forma de producción de queso, utilizando ACV en una pequeña industria láctea. Para ello se realizó el desarrollo del inventario por medio del software SimaPro, con un acceso del sistema de la cuna a la puerta, se consideró la producción de queso a partir de leche cruda bovina, Los resultados de las categorías de impactos ambientales fueron dadas por UF de 1 kg de queso obteniendo: CC 14,447 kg CO₂eq, Sobredosis 5.71E – 07 kg CFC-11 eq ejército de reserva 0.200 kg SO₂eq FE 0,0191 kg P eq. El estudio concluyó en que los residuos generados en la plataforma son la mejor estrategia para ser utilizados como combustible para energía térmica (Hudson, Santos, Leonardo, De Almeida y Brito , 2016).

En el mercado ecuatoriano el ACV se utilizó como un medio para proveer un marco sistemático que ayudó a identificar, cuantificar, e interpretar los impactos medioambientales de se derivaron a partir del proceso productivo de queso fresco, mediante una función ordenada. El análisis se trató de un diagnóstico para comparar el queso con otros productos lácteos ya existentes con otras normativas, pudiendo identificar áreas de mejora para la empresa, lo cual ayudó al diseño de nuevos procesos para satisfacer al 100 % la demanda de los consumidores sin afectar el ecosistema natural que rodea el entorno de la producción, es



decir lograron reforzar una empresa de forma positiva y ecológicamente sustentable (Llivicura, Montalván, Naspud y Vera, 2015).

Se cuantificó el perfil ambiental en una industria láctea de Nueva Zelanda, mediante la metodología ACV, en la que se consideraron 3 categorías de impacto (salud humana, ecosistema y recursos). Se utilizó la simulación de Monte Carlo para evaluar los impactos y la demanda acumulada de ejercicio (CExD) para indicar la sostenibilidad de todo el sistema. Los resultados mostraron que para el proceso de producción de 1 kg de queso se tiene una carga ambiental más baja en 13 categorías de impacto de 14 impactos estudiados. Se indica que para mitigar los impactos ambientales de los combustibles fósiles que se utilizan en las plantas de procesamiento, es esencial diseñar una vía que pase de las energías fósiles a las renovables fuentes de energía en un período de transición (Tarighaleslami, Kambadur, Neale, Atkins, y Walmsley , 2019).

En Colombia se elaboró un estudio del Análisis de Ciclo de Vida basado en la norma ISO 14044 la cual se enfocó en la fase de producción de leche cruda en una finca en Ubaté Cundinamarca, donde evaluaron un sistema de producción de leche cruda, tomando como unidad funcional 1000 litros de leche cruda y para la fase de inventario utilizaron la base de datos Eco-indicador 99 y el Software Sima Pro 8.0.5. Concluyendo que los insumos más impactantes utilizados en la producción son los concentrados, fertilizantes e insecticidas, punto crítico que afecta la salud humana, específicamente por la generación de carcinogénicos, la respiración de sustancias orgánicas e inorgánicas, la ecotoxicidad, el aporte al cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono; de igual forma se identificó que sobre el medio ambiente, se producen impactos por: acidificación-eutrofización, agotamiento de recursos fósiles, y uso del suelo (Guzman y Gutierrez, 2016).

Se estimó el impacto ambiental en 2 sistemas de producción de leche, mediante un ACV en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) y en un sistema intensivo convencional (SC) en Valle Del Cauco, en la que se siguió la estructura ISO 14044 y los impactos estimados fueron uso del suelo (US), uso de energía no renovable (UENR) y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El SSPi emitió menores cantidades de GEI para producir 1 kg de leche



corregida por grasa y proteína (LCGP; 2.05 vs. 2.34 kg de CO₂-eq, respectivamente). Con relación a UENR, el SSPi requirió sólo 63% para producir 1 kg de LCGP que el SC (3.64 vs. 5.81 kg Mj-1), mientras que, en el uso del suelo, el SC fue más eficiente en todas las UF. Los SSPi generan menores cargas ambientales por unidad de producto, al emitir menores cantidades de GEI y tener menor UENR, perfilando estos sistemas más sustentables (Rivera y Barahona, 2016).

En un sistema silvopastoril intensivo - SSPi con *Leucaena leucocephala* (LCGP) y un sistema intensivo de lechería tropical - SILT bajo condiciones de bs-T, se cuantificaron algunos impactos ambientales negativos asociados a la producción de leche, para estimar la generación de gases de efecto invernadero mediante un ACV. Finalmente se registró que el SSPi emitió menos cantidad de GEI. Particularmente, para producir 1 kg de LCGP, el SSPi emitió 12,3% menos de GEI que el SILT (2,05 vs 2,34 kg de CO₂-eq). Además, para producir 1 kg de LCE, 1 kg de proteína y 1 kg de grasa generó 12,51; 18,94 y 22,93% menos de CO₂-eq, respectivamente en relación al sistema intensivo tradicional. Finalmente, en el US para los dos sistemas, SILT fue más eficiente en el uso de este recurso en todas las UF frente al SSPi, el SILT necesitó 1,33 m² para producir un kg de LCGP; 31,14 m² para 1 kg de grasa y 33,09 m² para 1 kg de proteína (Rivera, 2015).

En la llanura del norte de China utilizaron la metodología de ACV para cuantificar los impactos ambientales y el uso de recursos para producir leche, en la que evaluaron la productividad de las vacas, y el análisis de escenarios de los efectos de las prácticas de mejora. Los resultados indicaron que el impacto ambiental y uso de recursos para producir 1 kg de grasa y leche corregida con proteínas fue de 1.34 kg de CO₂ eq., 9.27 g de PO₄³⁻ eq., 19.5 g SO₂ eq., 4.91 MJ, 1.83 m² y 266 L-. Se concluye que la reducción del uso de concentrados y la sustitución con heno de alfalfa disminuyó el potencial de calentamiento global, eutrofización y acidificación, uso de energía no renovable y de suelo, (en 1.0% – 5.5%), pero causó un aumento significativo de uso de agua azul (en 17.2%). Por otra parte, el uso de soja importada en su lugar de la soja cultivada localmente disminuyó el uso de suelo en un 2.6%, pero aumentó significativamente el uso de recursos no renovables en un 20% y 6.9% (Ledgard et al. 2018).



En Sousse, Túnez, se desarrolló un ACV para evaluar el impacto ambiental de producción de leche para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la energía consumo, de la producción láctea de 20 granjas lecheras en donde las emisiones totales de GEI resultaron en una media de 0.63 ± 0.2 kg CH₄ / kg ECM (producción de leche por grasas) y el forraje contribuyo con 0,35 Le kg CO₂ eq / DM. Las principales reducciones de las emisiones de GEI por 1 kg de FPCM (producción de leche por grasas y proteínas) comenzaron desde 2,347 kg por vaca por año y luego la reducción se desaceleró para estabilizarse alrededor de 6.127 kg de FPCM por vaca por año (Ghazouani et al. 2018).

En Europa Occidental, un estudio de ACV se aplicó a una gama de productos lácteos de sistemas mixtos de ganadería de cultivos de tierras bajas, sistemas basados en pastizales y sistemas montañosos, La unidad funcional fue 1 kg de leche (grasa y proteína corregida con 4% de grasa) y 3.3% de proteína) de la cuna a la puerta de la granja. El ciclo de vida de cada sistema lácteo se desglosó en cinco componentes: fermentación entérica, electricidad en la lechería, manejo de alimentos comprados, estiércol producido en el hogar y transporte. Los impactos de la producción de leche en la ecotoxicidad del agua dulce, la biodiversidad y el agotamiento de los recursos fueron 2, 33 y 20% de los impactos del manejo convencional. El estudio muestra que incluir más hierba en la ración de las vacas lecheras aumenta el secuestro de carbono en el suelo y disminuye el impacto negativo en la biodiversidad (Knudsen et al. 2019).

Se describió un estudio de aspectos ambientales en la producción de leche pasteurizada en Irán utilizando un enfoque de ACV en 3 subsistemas: producción de piensos, granja lechera y fábrica de productos lácteos, Los resultados muestran que la etapa de producción de alimento fue el mayor impacto, en términos de consumo de energía, cargas ambientales y costos económicos. Los mayores consumidores de energía en la producción de leche cruda fueron alfalfa (30.3%), concentrado (24%), paja (17.8%) y maíz (10.9%) para vacas, seguido de combustible diésel (6.6%) y electricidad (5.6%). Por otra parte, el potencial de calentamiento global para la producción de 1000 kg de leche cruda en la puerta de la granja lechera se estimó en 457 kg de CO₂, eq. Por lo tanto, más del 69% del impacto total en la



puerta de procesamiento de la leche resultó de la producción de alimento y granja lechera, con la etapa de producción de piensos representando las fracciones más grandes de las cargas ambientales (Rafiee et al. 2016).

Mediante la aplicación de un ACV, se midieron emisiones de las operaciones de gestión del estiércol en 3 granjas lecheras italianas, utilizando dos enfoques diferentes para el inventario de emisiones. En el enfoque "estimado" (E) se utilizaron las ecuaciones comúnmente adoptadas por el IPCC y el EEE, mientras que las emisiones del método "asegurado" (M) las medidas tomaron datos de entrada para cuantificar las emisiones asociadas a la gestión del estiércol. Los resultados mostraron que la ecuación del IPCC subestima el manejo de emisiones del estiércol, lo que lleva a un potencial de calentamiento global 10 a 42% menor comparando el enfoque E con M (Baldini, Bava, Zucali y Guarino, 2018).

Se llevó a cabo una investigación de las compensaciones ambientales asociadas con métodos de intensificación para los sistemas de producción de leche a base de pastos, aplicando ACV, en Waikato, Nueva Zelanda. Los escenarios de intensificación seleccionados fueron: mayor pastoreo, eficiencia de utilización y mayor uso de fertilizante de nitrógeno para aumentar la producción de pastos en la granja. Se evaluaron 12 categorías de impacto. Los resultados mostraron que la magnitud del indicador cambio climático fue influenciada por los enfoques contables del cambio indirecto en el uso del suelo y la elección asociada con una mezcla global de carne de res marginal (Chobtang, McLaren, Ledgard y Donaghy, 2016).

Al oeste de la India realizaron una exploración de la huella de carbono en la producción de leche bajo un sistema lácteo multifuncional para pequeños productores. Aplicando un ACV de la cuna a la puerta de la granja, cubriendo 60 pequeñas granjas lecheras. La media fue de 4.0 animales por granja. Las emisiones de CO₂, CH₄ y NO₂ del ganado contribuyeron con 11.0%, 75.4% y 13.6%, respectivamente, a las emisiones totales de GEI. La contribución de CO₂, CH₄ y N₂O de búfalo fue 8.2%, 80.5% y 11.3%, respectivamente, a las emisiones totales de GEI de las granjas. La huella de carbono promedio de la leche de vaca fue de 2,3, 1,9 y 2,0 kg de CO₂-eq / kg de FPCM en términos de masa, economía y digestibilidad,

mientras que, para búfalo, la leche CF fue de 3.0, 2.5 y 2.7 kg de CO₂-eq / kg de FPCM, respectivamente (Garg, Phondba, Sherasia y Makkar, 2016).

En Suiza se presentó un trabajo del Análisis de Ciclo de Vida, para comparar una tecnología emergente con un tratamiento térmico común: Esterilización a temperatura ultra alta combinada con homogeneización no aséptica. Los resultados muestran que el procesamiento basado en presión tiene una carga ambiental más baja en comparación al procesamiento basado en alta temperatura a escala piloto, y esta diferencia se debe principalmente al menor consumo de electricidad. Además, se consideró un aumento de escala utilizando un análisis de escenarios de UHPH para simular el futuro. La aplicación mostró una disminución de la huella de carbono de hasta el 88% con mejoras en la eficiencia. UHPH, por lo tanto, representó un sustituto de las existentes prácticas teniendo en cuenta su nivel de preparación tecnológica y posibles sinergias cuando se integra en la industria a escala de líneas de producción (Valsasina et al. 2016).

Con la metodología ACV en Alemania identificaron impactos ambientales y parámetros de entrada esenciales, para evaluar emisiones GEI en la producción de leche, correspondientes a 3 sistemas de pastoreo (cero, restringido y no restringido) que fueron definidos para apuntar a una producción de leche de 10,000 kg de energía leche de vaca corregida –1 año, para llevar a cabo 2 análisis de sensibilidad uno local y uno global. Las emisiones totales de GEI por 1 kg de MEC varió de 1.08 a 1.12 kg de CO₂e, dependiendo del sistema de pastoreo. Se concluye que combinar el análisis de sensibilidad local y global, se determinan parámetros esenciales para evaluar emisiones de GEI de la producción de leche. Estos parámetros son el factor de emisión de CH₄ de la fermentación entérica, leche rendimiento, consumo de alimento, factor de emisión directa de N₂O de cultivación y el factor de emisión de N₂O para el pastoreo (Wolf et al. 2016).

Se llevó a cabo la evaluación del Ciclo de Vida de la producción de lácteos a base de pastizales en suiza en el que se comparó un sistema completo de pastoreo, con dos alimentaciones interiores de sistemas de hierba fresca (IF_{lc}, IF_{hc} con diferentes niveles de concentrado), considerando como unidad funcional 1 kg de leche corregida con

energía para proponer formas de optimizar ambientalmente el rendimiento de estos sistemas (Zumwald et al. 2018).

En la Unión Europea realizaron una examinación de los efectos ambientales en diferentes tipos de granjas lecheras, en suelo y biodiversidad, mediante un ACV, teniendo como límite del sistema: de la cuna a la puerta de la granja. Concluyendo, que las vacas emiten CH₄, el cual aumenta los niveles de carbono en el suelo, por lo tanto, contribuyen a la mitigación del cambio climático. Por otro lado, los campos de granjas gestionadas orgánicamente en general tienen mayor biodiversidad en comparación de campos de granjas convencionales, en los que los impactos ambientales en el ACV se dan por litro de leche, y el rendimiento de la leche es a menudo ligeramente inferior para las granjas lecheras orgánicas, lo que tiene un impacto en la huella de carbono (Trydeman, Dennis, Padel y Hermansen, 2016).

En la Cd. De Waikato, Nueva Zelanda se desarrolló un ACV para verificar los impactos ambientales de alta y baja intensificación de los sistemas de producción de lácteos a base de pastos en el que consideraron 53 granjas lecheras, y se compararon 2 niveles de intensificación de la producción lechera con respecto a la producción agrícola. Posteriormente se evaluaron 12 categorías de impacto ambiental, utilizando atribuciones de 1 kg de leche corregida con grasa y proteína como UF y una perspectiva de puerta de la cuna a la granja como límite del sistema. Finalmente resultó que la etapa en la granja, contribuyó >50% del resultado total para 7 de 12 indicadores. Las crías fuera de la granja contribuyeron con un 11–20% al resultado total para todos indicadores. Las actividades no agrícolas juntas contribuyeron >50% a 5 de 12 resultados de indicadores de impacto, por lo tanto, las opciones de mejora ambiental deben centrarse tanto en actividades agrícolas y no agrícolas (Chobtang, McLaren, Ledgard y Donaghy, 2016).

Se efectuó un estudio de 36 granjas lecheras intensivas en China, para conocer los efectos de los patrones de alimentación sobre los impactos ambientales por parte de un impresor de análisis de componentes cíclicos, aplicando el análisis del ciclo de vida, tomando como UF 1 kg de leche, de la cuna a la puerta de la granja. Los resultados indicaron que las granjas que utilizan alimentos de subproductos comprados de compañías cercanas al área de estudio



tuvieron impactos ambientales relativamente bajos. En contraste, las granjas que manejan las vacas envejecidas sin una planificación nutricional precisa mostraron impactos relativamente altos en términos de, acidificación, eutrofización y consumo de energía (Wang, et al. 2019).

En Estados Unidos, desarrollaron un estudio combinando la nutrición y el marco del análisis del ciclo de vida ambiental, para evaluar los impactos en la salud humana, expresado en años de vida ajustados por discapacidad, mediante una prueba que investigó el medio ambiente y efectos nutricionales en la salud humana asociados con la adición de una porción de 1 litro de leche líquida al adulto promedio. Después compararon el impacto ambiental seleccionado, (calentamiento global y material particulado) llevado a un punto final de salud humana. Se menciona que se proporcionó la primera estimación cuantitativa basada en epidemiología de los complementos y el comercio entre la nutrición y el medio ambiente sobre la carga de la salud humana. Contienen más pruebas para otros alimentos y dietas, especialmente al hacer recomendaciones sobre dietas sostenibles y opciones de comida (Stylianou et al. 2016).

Se llevo a cabo la evaluación de una cooperativa láctea ubicada en Mesorregião Grande Fronteira de Mercosul (GFM), zona de mayor de producción láctea del sur de Brasil, usando el ACV de Cook (1995), para identificar vulnerabilidades y mejoras que puedan aumentar la competitividad. Se describió la evolución de las cooperativas en la industria láctea en la que los resultados indicaron la necesidad de nuevos diseños para los modelos y estrategias comerciales de las cooperativas lecheras para desconectarlos de ayuda del gobierno por lo que las medidas para mejorar la competitividad en el mercado son necesarias para promover la autosuficiencia en este sector en crecimiento y mantener la existencia continua de las granjas familiares (Luiz, Theuvsen, y Otter, 2018).

En España desplegaron un caso que combina un modelo del Análisis del Ciclo de Vida para analizar las emisiones de nitrógeno, huella de carbono y emisiones GEI de las granjas lecheras, así mismo se ejecutó la relación de 1 kg de energía leche corregida (ECM) con diferentes atributos de sostenibilidad en relación con impactos ambientales (eutrofización, acidificación, agua huella) indicadores de bienestar y económicos (Mas, Pardo, Galán y Del Prado, 2016).



En Indonesia se implementó la metodología del Análisis Ciclo de Vida en la producción de leche fresca pasteurizada, de la cuna a la tumba, en el que se recolectaron, calcularon, analizaron y determinaron la energía y desperdicio en efecto de categoría ambiental. La UF fué 1 litro de leche y los resultados mostraron que el uso de energía para llevar a cabo todas las actividades fue alcanzado por 3.8284 MJ / l. La mayor emisión se obtuvo mediante el proceso de pasteurización liberado 47.3869 g / l CO₂ equivalente, 0.0564 g / l SO₂; 0,4823 g / l NO_x y 0,0025 g / l CH₄. El mayor impacto para el medio ambiente fue contribuido por el proceso de pasteurización por el potencial de calentamiento global 87,6969 g de equivalente de CO₂; acidificación 1.6827 g de SO₂ equivalente y eutrofización 0.7246 g NO_x – equivalente (Supartono, Isman y Yuliando, 2019).

Para evaluar la intensidad energética neta y los GEI al integrar sistemas lácteos y bioenergéticas en el uso de la tierra, se aplicó un ACV en Wisconsin, desde la cuna hasta la puerta de la granja en la que los límites del sistema fueron ampliados para incluir la producción de biocombustibles. Los resultados indicaron que el uso del suelo fue de 1,6 m², IEN fue de 3.86 MJ, y los GEI fueron de 1.02 kg de CO₂ - equivalentes por 1 kg de grasa y proteína corregida de leche (FPCM) para el sistema de referencia. El uso promedio de la tierra osciló entre 1,68 y 2,01 m² / kg de FPCM; IEN varió de -5,62 a -0,73 MJ / kg de FPCM; y emisiones de GEI. Los niveles de iones oscilaron entre 0,63 y 0,77 kg de equivalentes de CO₂ / kg de FPCM. El AD contribuyó con el 65% del NEI y 77% de las reducciones de emisiones de GEI (Aguirre et al. 2015).

En Nueva Zelanda realizaron un informe de ACV para evaluar los efectos de la intensificación de productos lácteos en la cual cubrió etapas de la cuna a la granja, evaluando 1 kg de leche. Los resultados dependieron del tipo de alimento usado con emisiones más altas del expulso de almendra de palma. Con un aumento en las emisiones por 1 kg de leche para el alto nivel de intensificación en comparación con el bajo nivel de intensificación de 5-32%, para la ecotoxicidad del agua dulce, por otro lado, las etapas fuera de la granja de la producción agroquímica (fertilizantes y pesticidas) y la producción de alimentos,

contribuyeron significativamente al total de emisiones en el medio ambiente (Ledgard et al. 2016).

Para el sector lácteo suizo se presentaron resultados de un estudio de ACV. En que analizaron impactos ambientales de granjas lecheras durante 3 años, obteniendo que los impactos por 1 kg de leche variaron entre granjas, por factores como sistema de cultivo (integrado u orgánico). Los impactos tendieron a aumentar en las altitudes más altas, debido a condiciones de producción menos favorables (pendientes pronunciadas, menores rendimientos de pasto, alimentación más prolongada en invierno). El aumento de la producción de leche por granja se relacionó con un potencial de calentamiento global ligeramente más bajo. Las granjas orgánicas tuvieron menores impactos de ecotoxicidad, gracias a la prohibición de los pesticidas sintéticos. Se afirma que el aumento del número de lactancias por vaca de 3.5 a 4.5 condujo a una disminución general de los impactos ambientales y, por lo tanto, fue una de las medidas de mitigación de GEI más prometedora en las granjas (Nemecek y Alig , 2016).

En 4 sistemas de producción láctea ganadera de Reino Unido se examinaron los efectos de diferentes UF sobre las intensidades de emisiones, basándose en 7 años de datos (2004 a 2010) aplicando ACV y teniendo en cuenta los impactos ambientales de los sistemas de toda la granja y su producción de leche, desde la cuna hasta la puerta de la granja. La intensidad de las emisiones se determinó como kg de equivalente de dióxido de carbono referidos a seis UF. La leche con corrección energética fue la UF más efectiva para reflejar las diferencias entre los sistemas y el empleo de tierras agrícolas como UF favoreció los sistemas de pastoreo (Ross, Topp, Ennos y Chagunda, 2016).

Se llevó a cabo una propuesta de ACV en productos lácteos para comprender los efectos ambientales del uso de energía, agua y productos químicos en más de 40 subprocesos de una operación lechera, en Suiza, desde la cuna hasta la puerta incluyendo el aporte de leche cruda. Como resultado mostraron que la producción de leche cruda tiene el impacto principal en todas las categorías. El embalaje de consumo tiene el segundo mayor impacto en muchas categorías. El análisis de insumos a diferentes productos lácteos por 1 kg muestra que la leche

procesada a temperatura ultra alta (UHT) usa más productos químicos para la limpieza, en comparación con otros productos. La crema usa más electricidad y calor en comparación con la leche UHT y el yogurt (Jungbluth, Keller y Meili, 2017).

En Milán Italia se implantó un ACV de la producción de 3 concentrados de proteína de suero (WPC) caracterizados por diferentes concentraciones de proteínas (WPC35, WPC60, WPC80), con un proceso de ultrafiltración con un enfoque de ACV. Concluyendo que el transporte del suero fue el principal punto crítico (28–70%); El uso de electricidad representó entre el 18 y el 20% del impacto. El escenario alternativo, que implicó la pre concentración de suero, obtuvo una reducción de los impactos del 0,9% al 14,3%. Por lo que la pre concentración de suero en un pretratamiento de la planta más cercana a la fábrica de queso, reduce la carga ambiental del conjunto proceso, debido al uso de dispositivos más pequeños y menos eficientes (Bacenett , Bava, Schievano y Zucali, 2017).

En el 2018 en Oregón, EUA emplearon un Análisis de Ciclo de Vida para comparar emisiones de CO₂ y uso de agua asociado con la producción artesanal de aguardiente de suero y whisky blanco que usa suero como sustrato de fermentación. Se evaluaron las diferencias cuantificables por UF de 750 ml (45% de alcohol por volumen) y expresado como equivalentes en masa (kg de CO₂ e) y masa de agua (kg) utilizada. Las emisiones de CO₂ y el uso del agua se cuantificaron utilizando cálculos termodinámicos y balance de masa. El ACV estimó que la destilación del suero fermentado redujo las emisiones globales de CO₂ por 8.4 kg por UF y requirió 0.44 kg menos agua agregada en el proceso de producción. El análisis preliminar sugirió que la conversión al alcohol de suero destilado es un enfoque más responsable con el medio ambiente en comparación con residuos de lechería (Risner, Shayevitz, Haapala, Goddik y Hughes, 2018).

En una industria láctea irlandesa aplicaron la metodología del análisis de ciclo de vida para analizar tres productos lácteos (mantequilla, leche desnatada en polvo y grasa en polvo), 1 kg respectivamente, de cuatro compañías para encontrar los principales contribuyentes de uso de energía y los GEI, para comprender la variación de los impactos e identificar posibles mejoras, El límite del sistema fue de la puerta de la granja a la puerta de la fábrica.

Concluyendo con variaciones al diferenciar entre prácticas y eficiencia operativa y los ingredientes revelaron efectos al potencial calentamiento global y a las aguas residuales (Yan y Holden, 2018).

En Francia se presentó una evaluación consistente de ACV en una industria de fraccionamiento de proteínas lácteas a nivel de procesos unitarios con un enfoque puerta de la granja a puerta procesadora, evaluando 583 m³ de leche como UF. Centrándose en la eficacia de contribución de los pasos de producción y limpieza. Los resultados mostraron que la fase de producción representa dos tercios del impacto ambiental del proceso de fabricación, y la fase de limpieza para más del 30% del impacto total. Tanto entre la producción como la limpieza de los procesos unitarios, son la membrana y las operaciones térmicas debidas al uso único de soluciones de limpieza y cambios de temperatura. Recomiendan para la reducción del impacto ambiental en el proceso de fraccionamiento de proteínas de la leche, centrarse en la mejora y optimización de la operación de micro filtración, en segundo lugar, en las unidades térmicas (Guizioua et al. 2019).

Para verificar la eficiencia del uso de agua en 4 plantas de procesamiento de lácteos irlandeses, se aplicó un ACV, con alcance de puerta a puerta, en el que evaluó la calidad de los datos de agua, uso volumétrico y potencial de eutrofización, para 2 productos lácteos. Obteniendo que el condensado de la evaporación representó un aporte significativo a nivel del sitio, en términos de uso volumétrico de agua puerta a puerta, la mantequilla utiliza 1.326 a 1.843 m³ / t de sólidos, siendo la electricidad el mayor contribuyente, mientras que la leche en polvo utiliza 3.006 a 3.754 m³ / t de sólidos, con electricidad e ingredientes siendo los mayores contribuyentes de eutrofización, se encontró que de 0,51 a 0,77 kg de PO₄ equivalente préstamos (eq) / t de sólidos, son de transporte y nutrientes, las emisiones del tratamiento de aguas residuales son las más grandes contribuyentes. Finalmente se afirma que hay oportunidades significativas para optimizar comportamiento del operador, como la reutilización del agua, el transporte fuera del sitio y energía (Yan y Holden , 2019).

En Turquía se llevó a cabo una revisión exhaustiva de 31 de estudios que se centran en el ACV de productos lácteos, que satisfacen ciertos criterios de filtrado, el cual abarcó 6

productos diferentes y 17 impactos. Se describe que el queso se observó como el producto lácteo más estudiado, mientras que el potencial de calentamiento global fue el más impacto comúnmente calculado. Los aportes de las diferentes etapas (producción de leche cruda, procesos de fábrica, almacenamiento, uso, transporte y tratamiento de residuos) han sido investigados para muchos impactos. Por otro lado, el uso de fertilizantes, material agrícola, producción, uso y emisiones en el sitio fueron los principales impulsores asociados con la etapa de producción de leche cruda, lo que llevó a varios impactos como el potencial de calentamiento global, la acidificación y la eutrofización (Görkem, 2018).



CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1 Análisis del Ciclo de Vida

2.1.1 Definición de Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de gestión medioambiental cuya finalidad es analizar de forma objetiva, metódica, sistemática y científica, el impacto ambiental originado por un proceso y/o producto durante su ciclo de vida completo (esto es, de la cuna a la tumba). En los inicios de su uso se le denominaba también eco balance o análisis del perfil ambiental (Puig y Fullana, 1997).

La norma UNE EN ISO 14040: Gestión Ambiental, Análisis del Ciclo de Vida, principios y marco de referencia, define el Análisis de Ciclo de Vida como una técnica que trata los aspectos medioambientales y los impactos ambientales potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto, mediante (UNE-EN ISO, 14040, 2006):

- La recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema del producto (producto/proceso en estudio);
- La evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con las entradas y salidas identificadas en el inventario;
- La interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.

La información que se obtiene de la aplicación de un ACV sobre un producto o proceso se emplea con los siguientes objetivos (Ihobe, 2014):

- Desarrollo de nuevos productos más adecuados ambientalmente (eco diseño)
- Marketing de productos o servicios, como método para mejorar la imagen de empresa.
- Mecanismo de evaluación de tecnologías empleadas



- Desarrollo de nuevas políticas ambientales que permitan definir normativas ambientales más específicas o identificar posibles actuaciones para la mejorar del medio ambiente (Ihobe, 2014).

Las normas de referencia para la realización de un ACV son:

- Norma UNE-EN ISO 14040 Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia (UNE-EN ISO, 14040, 2006).
- Norma UNE-EN ISO 14044 Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices (UNE-EN ISO 14044, 2006).

Ello da lugar a la diferenciación de tres tipos de ACV (Suppen y Van Hoof, 2007):

- **ACV conceptual.** Es el ACV más sencillo. Se trata de un estudio básicamente cualitativo, cuya finalidad principal es la identificación de los potenciales impactos que son más significativos. Los datos que se utilizan son cualitativos y muy generales.
- **ACV simplificado.** Es el segundo en escala de complejidad. Consiste en aplicar la metodología del ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomando sólo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de Vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados.
- **ACV completo.** Es el nivel más complejo. Consiste en realizar un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos, de forma cualitativa y cuantitativa (Suppen y Van Hoof, 2007).

2.1.2 Etapas del Ciclo de Vida

En el contexto del Análisis del Ciclo de Vida, se incluye el estudio y la cuantificación de los impactos ambientales asociados a la vida de un producto, proceso o actividad desde “la cuna a la tumba”, esto es, el conjunto de las siguientes etapas: adquisición de materias primas, fabricación, distribución, uso y fin de vida útil (Suppen & Van Hoof, 2007).

Cada una de estas etapas tiene asociados unos inputs (principalmente consumo de materias primas y energía) y unos outputs (esencialmente residuos y emisiones).

A la vista de las etapas que conforman el ciclo de vida, es habitual encontrarse con alcances diferentes en el desarrollo de un ACV, siendo los más habituales (Haya, 2016):

De la puerta a la puerta (Gate to gate): considera únicamente las actividades (proceso productivo) de la empresa a la que se aplica.

De la cuna a la puerta (Cradle to gate): toma en consideración desde la extracción y acondicionamiento de materias primas hasta el proceso productivo de la empresa.

De la puerta a la tumba (Gate to grave): considera el proceso productivo de la empresa y abarca hasta la fase de gestión de los residuos a que da lugar el producto.

De la cuna a la tumba (Cradle to grave): estudia desde el acondicionamiento de las materias primas hasta la gestión última de los residuos (reciclaje u otros).

De la cuna a la cuna (Cradle to cradle): considera el ciclo de vida completo del producto, ya que abarca desde el acondicionamiento de las materias primas hasta que el producto, tras quedar fuera de uso, es reintroducido en el mismo proceso productivo o en otro (Haya, 2016).

2.1.3 Metodología del ACV

En su expresión más general, el análisis del ciclo de vida consiste de 4 componentes (AENOR, 2006):

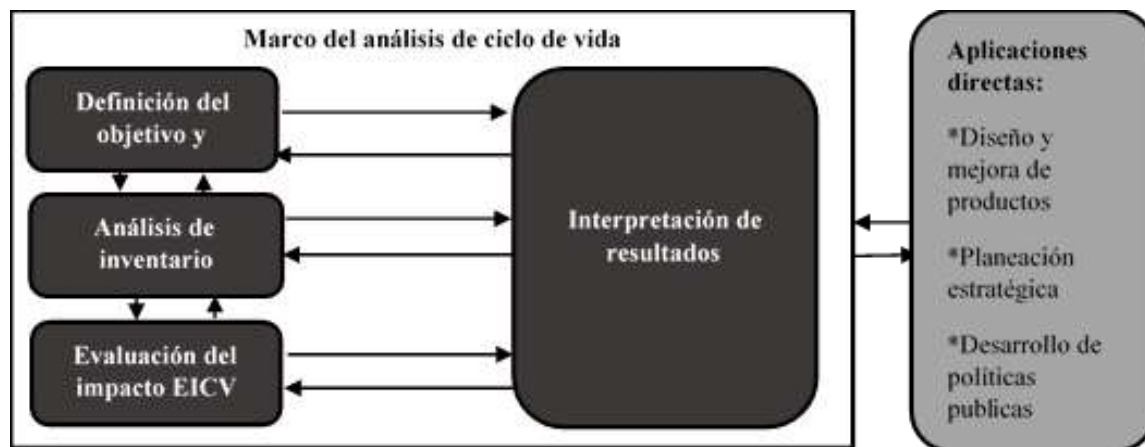


Figura 2.1 Estructura del ACV

Fuente: (UNE-EN ISO, 14040, 2006).



1.- Definición de objetivos y alcances

El objetivo y alcance del ACV, deben ser definidos cuidadosamente, ya que es importante tener claro el motivo de la investigación, ya que la definición implica hasta donde llegar y que satisfacer con el mismo. Entre varios motivos se pueden identificar estrategias del mejoramiento de procesos, determinar alternativas para la renovación de un material, o definir alternativas para el manejo de desechos. La extensión del estudio explica la selección de la metodología, suposiciones y limitaciones importantes, ya que el mismo es un procedimiento que inicia con la selección y requisitos que se deben adaptar si existe más información disponible (Suppen y Van Hoof, 2007).

2.- Inventario del Ciclo de Vida (LCI)

El inventario del ciclo de vida (LCI), abarca la obtención de datos mediante varios procedimientos de cálculo con el fin de cuantificar las entradas y salidas más relevantes de un sistema, tomando como referencia la unidad funcional. El inventario del ACV, se puede desarrollar para un proceso, un servicio o una actividad considerando todas las etapas de su vida útil (Güereca, 2006).

El inventario es básicamente una recopilación y procesamiento de datos relacionados con la producción y uso de un producto en específico. El análisis del ACV debe describir y simular el modelo particular del sistema, luego permitir la adquisición de los datos requeridos y los cálculos derivados de las figuras de entrada y salida para el sistema (Suppen y Van Hoof, 2007).

3.- Evaluación del impacto del Ciclo de Vida (EICV)

La evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) es una técnica que permite evaluar el desempeño ambiental y el riesgo en base a varios estudios. De acuerdo a la ISO 14040 existen tres elementos puntuales para realizar la evaluación, que incluyen, primero la definición de categorías de impactos, segundo la asignación de resultados del inventario (ICV) a categorías de impacto, tercero la modelación de indicadores por cada categoría (Suppen y Van Hoof, 2007).



4.- Interpretación de resultados

En este paso, se considera la información obtenida en los pasos antes mencionados con el fin de dar un juicio final. El resultado final del ACV, ofrece un apoyo a la toma de decisiones y por tanto es necesario incluir una herramienta adicional para identificar los aspectos no ambientales como son los sociales y económicos que también deben ser considerados como parte del proceso en la toma de decisiones (Suppen y Van Hoof, 2007)

2.1.4 Herramientas informáticas del ACV

Para realizar la evaluación de impactos del ACV, es necesaria una herramienta informática debido a la gran cantidad de datos que se manejan, es decir, tanto los datos del inventario del ACV como los datos de los impactos que se generan (Sevilla , 2013).

El análisis es un tanto complejo, ya que mide impactos de: Cambio Climático, Agotamiento de Ozono, Acidificación, Eutrofización, Formación de Foto-oxidantes, Toxicidad humana, Ecotoxicidad, agotamiento de recursos abióticos y uso de suelo entre otras. Esta complejidad es la que provoca que sea necesaria una ayuda extra para realizar el análisis del ciclo de vida

Softwares más utilizados (D Bovea, Bernad , Gallardo y Colomer, 2010):

GaBi: Herramienta para el ACV, contiene todos los elementos necesarios para modelar productos y sistemas. Se pueden construir modelos para cualquier producto, balances de entrada y salida de emisiones, materiales y energía y modificar los parámetros en cualquier momento. Posibilita escenarios de fin de vida. Permite la exportación de los datos.

Open LCA: Software libre, gratuito y multiplataforma para realizar completos análisis de ciclo de vida. Una herramienta que se lleva desarrollando desde 2006, y al ser libre se puede modificar características para adaptarlo a necesidades. Está orientado al ACV, pero también se puede realizar la Huella de carbono y del agua. Dispone de una amplia gama de bases de datos.

UMBERTO: Ofrece datos de gran calidad y resultados transparentes. Refleja el ciclo de vida completo, entradas y salidas, flujos entre procesos. Tiene alta flexibilidad respecto a los límites del sistema. Posibilita también estudiar el ciclo de vida de coste económico.

TEAM: Herramienta muy completa, flexible y potente. Permite introducir información relativa a los costes, diagrama de flujo y procesos. Posibilita modificar parámetros del ACV del producto.

SimaPro: Esta especializado en la herramienta de ACV. Presenta demos para poder iniciarse, guías de soporte, a la vez que completas y variadas bases de datos. Es adecuada para el departamento de diseño o i+D ya que compara y analiza complejos productos descomponiéndolos en todos sus materiales y procesos (D Bovea, Bernad , Gallardo y Colomer, 2010).

Bases de datos de softwares de ACV (Sevilla , 2013):

AGRIBALYSE 3.0: Base de datos francesa de LCI para el sector agrícola y alimentario. La última versión, publicada en 2020, incluye ICV para 2500 productos agrícolas y alimentarios producidos y / o consumidos en Francia, combinando un enfoque basado en la producción y un enfoque basado en el consumo.

CML2016: Desarrollada por el Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Leiden, Holanda. Han publicado una guía de aplicación de los estándares ISO en la que se establecen categorías de impacto y la correspondiente metodología de caracterización, diferenciando un enfoque orientado al problema y un enfoque orientado al daño.

Cumulative Energy Requirement Analysis (CERA): Desarrollado por la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI), está destinado a analizar el uso de energía a lo largo del ciclo de vida de un bien o servicio.

Eco-Indicator 99: Desarrollado por la consultora PRé para el Ministerio de Vivienda, Planeamiento Urbanístico y Medio Ambiente de Holanda. Este método introduce el concepto de categoría de daño no incluido en la norma ISO, en los que se pueden considerar los daños a la salud humana, a la calidad de los ecosistemas o el agotamiento de recursos.

The Method of Ecological Scarcity (Umweltbelastungspunkte, UBP 2013): Desarrollado por la Oficina Federal de Medio Ambiente del gobierno suizo. Propone factores de caracterización para diferentes emisiones al aire, agua y suelo/aguas subterráneas, así como para el uso de recursos energéticos y algunas tipologías de residuos.

Impact 2002+: Desarrollado por el Instituto Federal de Tecnología de Lausana (Suiza). Presenta un enfoque que relaciona categorías de impacto y categorías de daño.

IPCC 2014 (Climate Change): Elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Aplica el enfoque ACV a la elaboración de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (Sevilla , 2013).

Circuitos electrónicos para medir condiciones ambientales (Fernández, 2018)

Estación portátil de medición atmosférica ambiental

Consta de la placa Arduino UNO además de un sensor combinado temperatura/humedad, una pantalla LCD y otros elementos montados en una protoboard, una placa de montaje donde se interceptan los componentes, uniéndose mediante cables en los extremos. Se incrusta de la forma que aparecen los esquemas electrónicos, se enchufa al USB del ordenador, se crea un código en el programa Arduino IDE y se envía a la placa.

Estación de sensor ambiental meteorológica ambiental

Utiliza la placa Arduino MKR1000, que tiene la peculiaridad de soportar Wifi, utiliza sensores de rayos/relámpagos, uno de monóxido de carbono, de humedad/temperatura, de presión, altitud/temperatura, de luz ultravioleta, un reloj de alta precisión y otros componentes secundarios, una vez armado y subido el complejo código a la placa es capaz de detectar frentes de tormenta a 40 km de distancia.

Estación de monitorización de la calidad del agua

Utiliza una placa es la Arduino UNO, así como sensores de temperatura/ pH, uno de turbidez y un sensor ultrasónico, para medir distancias. También requiere una pantalla, donde se muestran las mediciones, unos LED y un zumbador.

Estación de radioactividad Basado en un contador Geiger, analiza lodos contaminados. Consta de un tubo Geiger alimentado por una fuente especial de 500 V, necesarios para que, en presencia de radiactividad, el tubo emita los pulsos por minuto necesarios para la lectura, la ecuación sería $\text{pulsos}/360 = \text{radiactividad}$ (en micro Sievert/hora), mostrándose la lectura en la pantalla LCD.

Componentes de estaciones ambientales (Mosera y Medeot, 2016):

Sistema Arduino Plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo (software), diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Sensor Dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia, puede transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas y se pueden clasificar en función de los datos de salida en digitales, analógicos y comunicación por bus.

Actuador Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un elemento, se clasifican en electrónicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, motores, bombas.

Periférico Denominación genérica para designar al aparato/dispositivo auxiliar e independiente conectado a la unidad central de procesamiento a Arduino o externo. Existen periféricos como pantalla LCD o táctil, teclado, memoria externa, cámara, micrófono, impresora, Display numérico, Zumbador e indicador luminoso (Mosera y Medeot, 2016).

2.1.5. ACV en el contexto de la serie ISO 14000

Las normas ya mencionadas que se utilizan de referencia para trabajar con ACV se enmarcan y relacionan con otras de la serie ISO 14000, estando todas ellas desarrolladas, entre otras, sobre las siguientes bases (ISO TOOLS, 2015):

- Tener como objetivo la mejora de la gestión ambiental.
- Basarse en el conocimiento científico y ser útiles y prácticas.
- Resultar de interés para sus usuarios y el público en general.
- Cubrir necesidades de organizaciones de cualquier tamaño y geografía.
- Ser verificables tanto externa como internamente.

Las normas de la serie 14000 que presentan mayor relación con ACV son las siguientes (AENOR 14000, 2006):



- UNE-EN ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001, 2004).
- UNE-EN ISO 14006: 2011. Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la gestión del ecodiseño (ISO 14006, 2011).
- UNE-EN ISO 14020:2002. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales (ISO 14020, 2002).
- UNE-EN ISO 14021:2002. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Auto declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo II (basada en declaraciones del fabricante (ISO 14021, 2002)
- UNE-EN ISO 14024:2001. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos (se basa en criterios establecidos por una tercera parte, como la ecoetiqueta) (ISO 14024, 2001).
- UNE-EN ISO 14025:2010. UNE EN-ISO 14024:2001. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo III. Principios generales y procedimientos (Se basa en información cuantificada del producto obtenida de un estudio de su ciclo de vida) (ISO 14025, 2010).
- UNE- EN ISO 14031:2000. Gestión medioambiental. Evaluación del comportamiento medioambiental. Directrices generales (ISO 14031, 2000).
- UNE-EN ISO 14040:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia (ISO 14040, 2006).
- UNE-EN ISO 14044:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices (ISO 14044, 2006).
- UNE-EN ISO 14045:2012. Gestión ambiental. Evaluación de la ecoeficiencia del sistema del producto. Principios, requisitos y directrices (ISO 14045, 2012).
- UNE-EN ISO 14046:2015. Gestión ambiental. Huella de agua. Principios, requisitos y directrices (ISO 14046, 2015).
- UNE-ISO/TR 14062:2007 IN. Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos (ISO 14062, 2007).
- UNE-EN ISO 14063:2010. Gestión ambiental. Comunicación ambiental. Directrices y ejemplos (ISO 14063, 2010).



- UNE-EN ISO 14064-1:2012. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero (ISO 14064, 2012).
- UNE-EN ISO 14064-2:2012. Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero (ISO 14064, 2012).
- UNE-EN ISO 14064-3:2012. Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificaciones y orientaciones para la validación y la verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero (ISO 14064, 2012).
- UNE-EN ISO 14065:2012. Gases de efecto invernadero. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento (ISO 14065, 2012).

2.1.6 Origen y evolución del ACV

El desarrollo del ACV se originó casi simultáneamente en Estados Unidos y Europa. Si bien el primer ACV fue realizado en 1969 por el Midwest Research Institute (MRI) para la Coca-Cola, donde la premisa fundamental fue disminuir el consumo de recursos y, por lo tanto, disminuir la cantidad de emisiones al ambiente. Los estudios continuaron durante los años setenta, y grupos como Franklin Associates Ltd. junto con la MRI realizaron más de 60 análisis usando métodos de balance de entradas/salidas e incorporando cálculos de energía (Puig y Fullana, 1997).

Entre 1970 y 1974, la Environmental Protection Agency (EPA) realizó nueve estudios de envases para bebidas. Los resultados sugirieron no utilizar el ACV en cualquier estudio, especialmente para empresas pequeñas, ya que involucra costos altos, consume mucho tiempo e involucra micro manejo en empresas privadas (Fullana y Puig, 1997).

En Europa, estudios similares se realizaron en la década de los sesenta. En Gran Bretaña, Lan Boustead realizó un análisis de la energía consumida en la fabricación de envases (de vidrio, plástico, acero y aluminio) de bebidas. Pero fue a partir de los años ochenta cuando la



aplicación del ACV se incrementó. En esta misma década fue cuando se desarrollaron dos cambios importantes: primero, los métodos para cuantificar el impacto del producto en distintas categorías de problemas ambientales (tal como el calentamiento global y agotamiento de los recursos); y segundo, los estudios de ACV comenzaron a estar disponibles para uso público (Fullana y Samitier, 1996).

La Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) es la principal organización que ha desarrollado y liderado las discusiones científicas acerca del ACV. En 1993, formuló el primer código internacional: Código de prácticas para el ACV (Code of Practice for Life Cycle Assessment), con el fin de homogeneizar los diversos estudios realizados para que siguieran una misma metodología (Sonnemann, Castells y Schuhmacher, 2003).

Esto impulsó el inicio de desarrollos masivos de ACV en diversas áreas de interés mundial, pues se realizaron conferencias, talleres y políticas sobre ACV (Fritz y Fava, 2004).

Posteriormente, la ISO apoyó este desarrollo para establecer una estructura de trabajo, uniformizar métodos, procedimientos, y terminologías, debido a que cada vez se agregaban nuevas etapas, se creaban metodologías, índices, programas computacionales dedicados a realizar ACV en plantas industriales (Assies, 1997).

Después de treinta años el ACV ha tenido un avance impresionante, sin embargo, se reconoce que la técnica está en una etapa temprana de su desarrollo. Muchos ACV realizados han sido parciales (sólo se ha practicado la fase de inventario) y aplicados mayoritariamente al sector de envases (aproximadamente un 50%), seguidos de los de la industria química y del plástico, los materiales de construcción y sistemas energéticos, y otros menores como los de pañales y residuos. Sólo en los últimos años se ha podido introducir la fase de evaluación de impacto en los estudios realizados (Sáenz y Zúfia, 1996).

2.1.7 El ACV En México

En México el inicio de actividades en relación al ACV es reciente. Se pueden mencionar iniciativas de entrenamiento del Centro Mexicano de Producción más Limpia que definió al ACV como una herramienta: que establece estrategias de mercado y que ayuda a planear las

actividades de prevención para lograr una Producción más Limpia en la industria (CMPL, 2002).

También la Secretaría de Economía incluyó la importancia del ACV para el sector industrial en México, en su publicación: “100 Mejoras Tecnológicas Inmediatas para Pequeña y Mediana Empresa” (SEGOB, 2002).

A partir del año 2001, se tiene también una activa participación en los grupos internacionales de revisión de la metodología: en el grupo de trabajo de revisión de los estándares ISO 14040 del ISO TC 207 (SC5 WG6); participación en el foro de aplicación del ciclo de vida en las economías miembro de la Cooperación Económica Asia-Pacífico (Asian Pacific Economic Cooperation – APEC); y en el Life Cycle Initiative, además de iniciar formalmente trabajos en la recopilación de un inventario de ciclo de vida nacional y desarrollo de categorías de impacto de interés (Suppen, 2003).

El desarrollo del ACV en México en el contexto de otras iniciativas del sector industrial y del gobierno para la administración ambiental se muestra en la Figura 2.2 Por otro lado, es importante mencionar que desde la perspectiva de los consumidores el concepto de ciclo de vida también es importante con lo que se observan grandes oportunidades de uso y aplicación en el país (Suppen, Barth y Hoof, 2005).

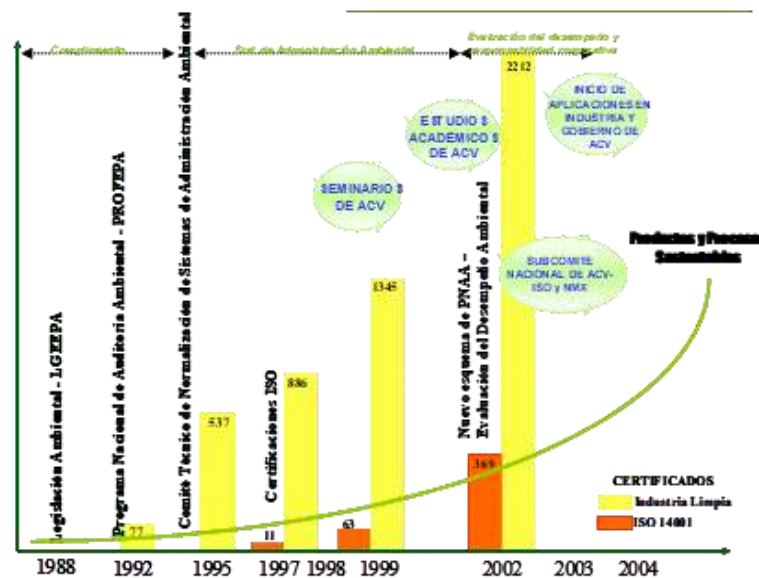


Figura 2.2 Administración Ambiental y ACV en México

Fuente: (SEMARNAT, 2015)

2.2 Sector Lácteo

El sector lácteo hace referencia a la industria de “productos lácteos”. En este rubro las empresas suelen dividir la materia prima "leche" en sus dos principales destinos industriales: las "leches fluidas" (tradicionalmente denominadas "leche consumo"), que se ofrecen en forma líquida al consumidor y que incluyen las pasteurizadas, esterilizadas y chocolatadas. Los "productos lácteos" también conocida como "leche industria", en cuyo caso la leche sufre un mayor proceso de transformación (Sineiro, Santiso, Calcedo y Lorenzana, 2009).

2.2.1 Industria Láctea

La industria láctea es un sector de la Industria que comprende todas las empresas dedicadas a la producción de leche y elaboración de derivados, la cual tiene como materia prima la leche procedente de mamíferos principalmente vacas y otros animales tales como la cabra o la oveja, en algunos países la búfala, la camella, yak y la yegua (Vargas, 2000).

La producción de leche se hace con la expresa intención de proporcionar un alimento de alto valor nutritivo para el ser humano, muy básico. Los subproductos que genera esta industria se categorizan como lácteos e incluyen una amplia gama que van desde los productos fermentados, como el yogur y el queso, hasta los no fermentados como mantequilla y helados (Romero, 2002).

Cada país produce sus propios productos lácteos ya que la estructura de la industria láctea varía en diferentes partes del mundo. En algunos países, los agricultores poseen cooperativas que procesan a gran escala, mientras que en otros países muchos procesadores hacen negocios a través de contratos individuales (Vázquez, 2004).

La mayoría de las plantas de procesamiento de grandes volúmenes tienden a especializarse en una gama limitada de productos. Sin embargo, las grandes plantas de producción de una amplia gama de productos son todavía comunes en Europa. En países en desarrollo es común notar que la elaboración de estos productos lácteos es realizada en las mismas granjas lecheras (Vázquez, 2004).

2.2.2 Producción de lácteos

Codex Alimentarius, define producto lácteo como un “producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración”. La diversidad de productos lácteos varía considerablemente de región a región y entre países de la misma región, según los hábitos alimentarios, las tecnologías disponibles de elaboración de la leche, la demanda de mercado y las circunstancias sociales y culturales (CODEX, 2009).

El consumo per cápita de leche y productos lácteos es mayor en los países desarrollados, pero la diferencia con muchos países en desarrollo se está reduciendo. La demanda de leche y productos lácteos en los países en desarrollo está creciendo como consecuencia del aumento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los regímenes alimentarios. Esta tendencia es más pronunciada en Asia oriental y sudoriental, especialmente en países muy poblados como China, Indonesia y Viet Nam (Vázquez, 2015). La creciente demanda de leche y productos lácteos ofrece a los productores (y a otros actores de la cadena láctea) de las zonas periurbanas de alto potencial productivo una buena oportunidad para mejorar sus medios de vida mediante el aumento de la producción (Walstra, 2001)

2.2.3 Productos Lácteos

Los productos lácteos son un grupo de alimentos formados principalmente por el yogurt, queso, crema, mantequilla y leche, siendo esta última el componente más importante de este grupo, es un conjunto de alimentos que por sus características nutricionales son los más básicos y completos (equilibrados) en composición de nutrientes como: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Vázquez, 2015)

La principal característica de los alimentos lácteos es su contenido de lactosa, una azúcar disacárido formada por una molécula de glucosa y una de galactosa.

Estos alimentos pueden ser fermentados como el queso o el yogur o no fermentados como la manteca o la misma leche. Debido a las propiedades alimentarias de la leche la cual posee lípidos, proteínas y azúcares, hay una amplia variedad de derivados de esta, aprovechando



dichos nutrientes, para para la producción de diferentes productos lácticos (Hernandez, 2004).

El grupo de los lácteos (también productos lácteos, lácticos o derivados lácteos) incluye alimentos como la leche y sus derivados procesados. Las plantas industriales que producen estos alimentos pertenecen a la industria láctea y se caracterizan por la manipulación de un producto altamente perecedero, como la leche, que debe vigilarse y analizarse correctamente durante todos los pasos de la cadena de frío hasta su llegada al consumidor (FAO, 2019).

La leche es la materia prima para la obtención de diferentes alimentos y bebidas lácteas derivados de esta (subproductos) (FAO, 2017):

- **Leche**

Es la secreción natural de las glándulas mamarias de especies domésticas, destinada para consumo humano, es un líquido blanco, opaco, de sabor ligeramente dulce. Contiene 87.5 % de agua, 35 % de proteínas animales, 45% de lactosa, 6% de minerales y vitaminas A y D. Desde la definición se entiende por leche el producto integro normal y fresco obtenido del ordeño higiénico e interrumpido de vacas sanas, dentro de los requisitos generales se describe que debe estar limpia, libre de calostros y de materias extrañas a su naturaleza. También en los requisitos organoléptico, la leche deberá presentar olor, color, sabor, y aspecto característico del producto (Vázquez, 2015).

Los procesadores de leche producen una amplia variedad de productos lácteos, dentro de su clasificación destacan los siguientes:

- **Leche condensada**

Se obtiene de la eliminación parcial del agua de la leche entera o desnatada. La elaboración prevé el tratamiento térmico y para garantizar la estabilidad e inocuidad bacteriológica de la leche y la concentración. La leche condensada puede ser edulcorada o no edulcorada, pero la mayor parte es edulcorada (Hernandez, 2004).

- **Leche en polvo**

Se obtiene de la deshidratación de la leche y generalmente se presenta en forma de polvo o gránulos (Hernandez, 2004).

- **Nata**

Es la parte de la leche que es comparativamente rica en grasas; se obtiene descremando o centrifugando la leche. Entra las natas figuran la nata re combinada, la nata reconstituída, las natas preparadas, la nata líquida preenvasada, la nata para montar o batir, la nata envasada a presión, la nata montada o batida, la nata fermentada y la nata acidificada (Kapoor y Metzger, 2008).

- **Queso**

Es un producto que resulta de coagular la leche y de separar la mayor parte del suero. Existen infinidad de variedades de queso según la leche de origen, el contenido en agua y los microorganismos característicos involucrados en su maduración, el tratamiento térmico y el porcentaje de grasa (Ramírez y Vélez, 2012).

- **Yogurt**

Es una leche fermentada que se obtiene a partir de la acción de ciertas bacterias (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), las cuales transforman la lactosa en ácido láctico principalmente al llevar a cabo una fermentación ácido láctica, así como un aumento de la viscosidad por coagulación de sus proteínas Su composición es vitaminas (riboflavina, niacina, vitaminas B6 y B12), proteínas (son degradadas por proteasas y peptidasas, generando aminoácidos principalmente esenciales), carbohidratos (glucosa, galactosa y en menor proporción lactosa), lípidos (ácido linoléico conjugado y derivados de cadena larga de este mismo) y minerales (calcio, fósforo y magnesio) (Ramírez y Vélez, 2012).

- **Mantequilla**

Subproducto con un alto contenido de grasas (80 gramos por 100 gramos de producto), grasas saturadas, colesterol y calorías. Una cucharada de mantequilla contiene 12 gramos en total de grasas, 7 gramos de ácidos grasos saturados, 31 miligramos de colesterol y 100 calorías. Dado que la mayor parte de la mantequilla es grasa láctea, es importante también su contenido en vitaminas liposolubles, principalmente vitaminas A y D. La mantequilla se obtiene mediante el batido y amasado de la nata de la leche (McSweeney, 2004).

- **Crema**

La crema de leche es un derivado lácteo, la cual contiene mayor concentración de grasas y vitaminas liposolubles (A y D), y se puede obtener de forma casera dejando reposar la leche



para separar la grasa o nata que contiene por diferencia de densidades. Las cremas se definen en primer lugar por su contenido de materia grasa. La crema que habitualmente consumimos tiene entre 18 y 34 % de materia grasa (McSweeney, 2004)

- **Suero**

Parte líquida de la leche que queda después de separar la leche cuajada en la fabricación del queso. Sus principales aplicaciones para el consumo humano son la preparación de queso de suero, bebidas a base de suero y bebidas de suero fermentado. Las principales aplicaciones industriales son la fabricación de lactosa, pasta de suero y suero en polvo. El suero puede ser dulce (de la producción de quesos por coagulación de la cuajada) o ácido (de la producción de quesos por coagulación ácida) (Vélez y Barbosa, 1997).

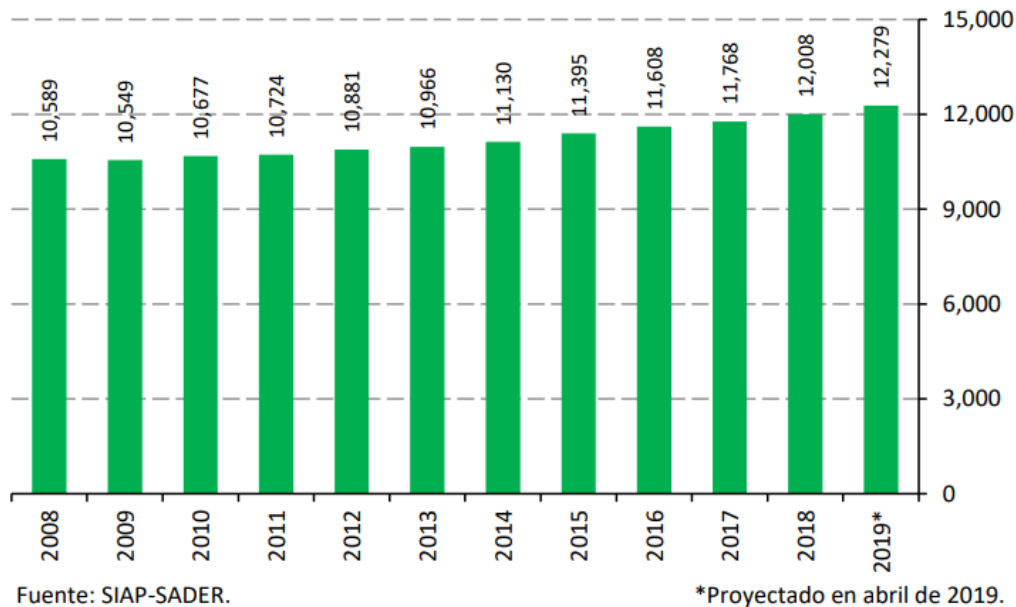
2.2.3 Industria Láctea en México

Producción de leche y derivados lácteos

México ocupa la octava posición mundial en la producción de leche de bovino, con una participación de 2.4%. La producción de leche en el país se desarrolla bajo condiciones heterogéneas en términos de tamaño de las unidades productivas, tecnología utilizada, sistemas reproductivos, calidad de los forrajes y alimentación, así como por los sistemas de comercialización de la producción primaria. De esta manera, se puede considerar que existen cuatro sistemas de producción: especializado, semi especializado, doble propósito y familiar (DIEES, 2019).

El sector lechero en México representa la tercera actividad pecuaria en importancia por la generación de valor, solo detrás de la producción de carne de bovino y de carne de pollo, con una participación de 16.7%. De acuerdo con cifras preliminares del SIAP, el valor de la producción de leche de bovino en México durante 2018 superó los 71 mil millones de pesos. Por otra parte, según datos del INEGI, el valor de la producción de lácteos en 2018 se ubicó en 134,750 millones de pesos y representó 11.6% del valor de producción de la industria alimentaria nacional, y 9.5 % del Producto Interno Bruto Agroindustrial (SIAP, 2018).

Entre 2008 y 2018 la producción nacional de leche creció a una tasa promedio anual de 1.3%, para ubicarse en un máximo histórico de 12,008 millones de litros (SIAP, 2018).



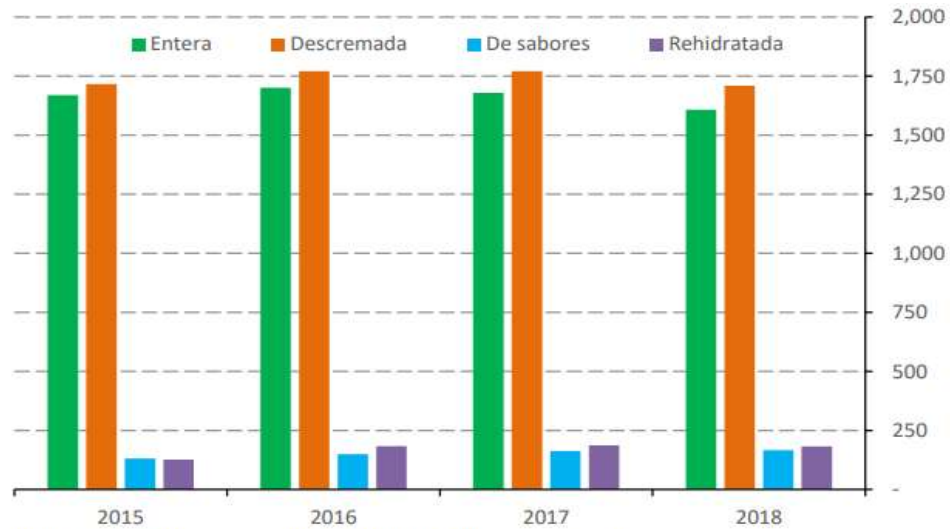
(Millones de litros)

Figura 2.3 Producción de leche de bovino en México, 2008-2019

Fuente: (SIAP; SADER, 2018)

De acuerdo con la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC), en los últimos diez años la elaboración de productos lácteos procesados se incrementó 43.7%, proporción mayor que el incremento que tuvo la producción primaria en el mismo periodo, el cual fue del 15.3%. Datos del INEGI indican que el sector de la elaboración de productos lácteos en México ha sido muy dinámico durante la década reciente (CANILEC, 2019).

El volumen producido en ese período creció a una tasa promedio anual de 3.3%. Entre 2008 y 2018, la elaboración de derivados lácteos como quesos, cremas y yogurt fue el sector que registró mayor crecimiento, con una tasa promedio anual de 5.8% (INEGI, 2020)



Fuente: INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera (EMIM).

Nota: Se reporta además la producción de un promedio de 169.8 miles de toneladas anuales de crema o grasa butírica en 2015-2018.

(Millones de litros)

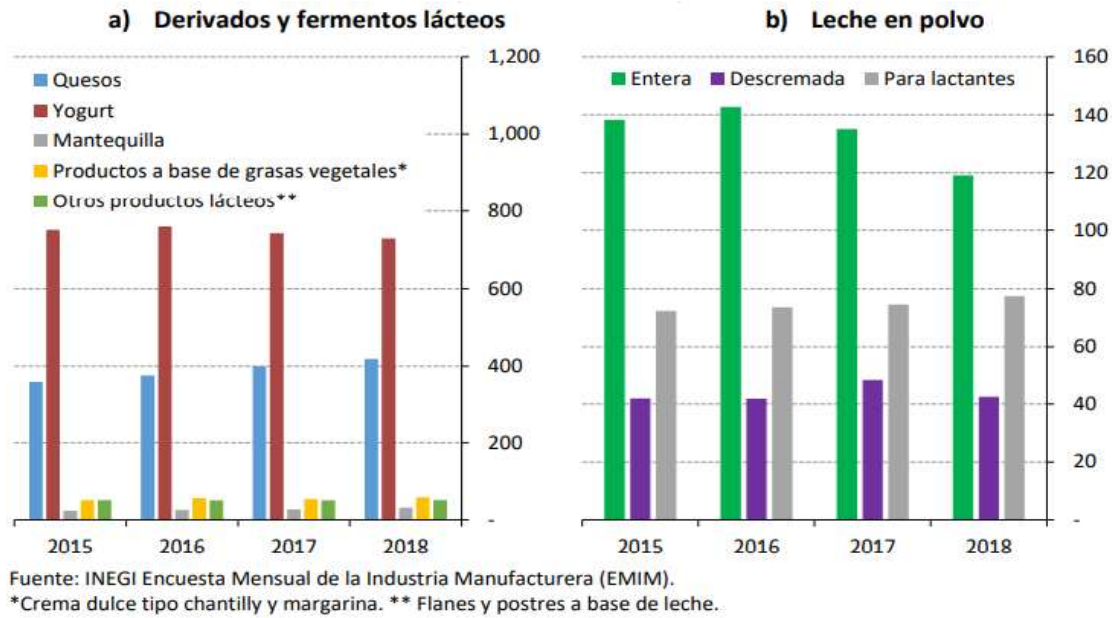
Figura 2.4 Elaboración de leche líquida

Fuente: (INEGI, 2019)

En términos de valor de la producción del sector de elaboración de lácteos en 2018, la fabricación de derivados como quesos, cremas y yogurt representó la mayor proporción, con 38.8%, mientras que la elaboración de leche líquida (rehidratada, pasteurizada y de sabores) representó 37.7%, y la elaboración de leche en polvo (entera, descremada y para lactantes) participó con 23.5% (SIAP, 2018).

La elaboración de leche líquida en 2018 alcanzó un volumen de 3,664 millones de litros, de los cuales 46.7% correspondió a leche descremada, 43.9% la leche entera, 5.0% la leche rehidratada y 4.5% a leche de sabores.

Respecto a la elaboración de derivados lácteos, en 2018 se produjeron 1.42 millones de toneladas, con un valor total de 52,262 millones de pesos. El yogurt es el derivado lácteo que más se produce en México, con 43.6% del volumen total; 29.6% correspondió a quesos y 16.9% la leche en polvo (principalmente entera); el restante 9.9% correspondió a mantequilla y otros productos (CANILEC, 2019).



(Miles de toneladas)

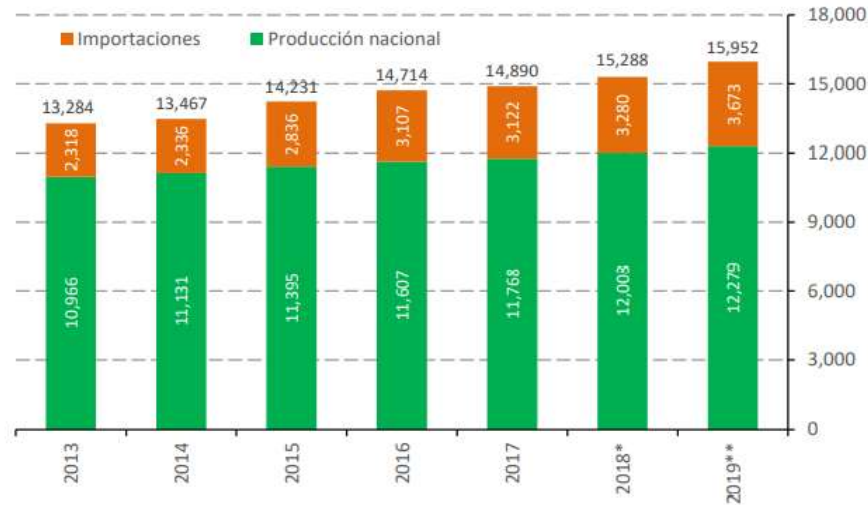
Figura 2.5 Elaboración de derivados, fermentados y leche en polvo

Fuente: (INEGI, 2019)

Consumo lácteo en México

México ocupa la octava posición mundial en el consumo de leche. En 2018, el consumo nacional aparente se ubicó en un máximo histórico de 15,288 millones de litros; 78.5% de ese volumen se abasteció con producción nacional y 21.5% correspondió a importaciones, sobre todo de leche en polvo proveniente principalmente de Estados Unidos (SIAP y SADER, 2018)

La oferta nacional de leche en México aún es insuficiente para satisfacer la demanda nacional, sobre todo de la industria láctea que, de acuerdo a estimaciones del USDA, consume alrededor de 8,139 millones de litros, es decir, alrededor del 70% de la producción nacional. La industria procesadora de lácteos utiliza la leche fluida para elaborar principalmente leche ultra pasteurizada, queso, yogurt, crema y mantequilla. El SIAP estima que en 2019 el consumo aparente de leche se ubique en 15,952 millones de litros, es decir, 4.3% mayor a tasa anual (USDA, 2018).



Fuente: SADER/SAIP/ASERCA

* Preliminar. **Proyectado en abril de 2019.

Nota: Esta disponibilidad-consumo incluye leche fluida, así como evaporada, condensada y en polvo convertidas a su equivalente a leche líquida.

(Miles de litros)

Figura 2.6 Consumo aparente de leche en México 2013- 2019

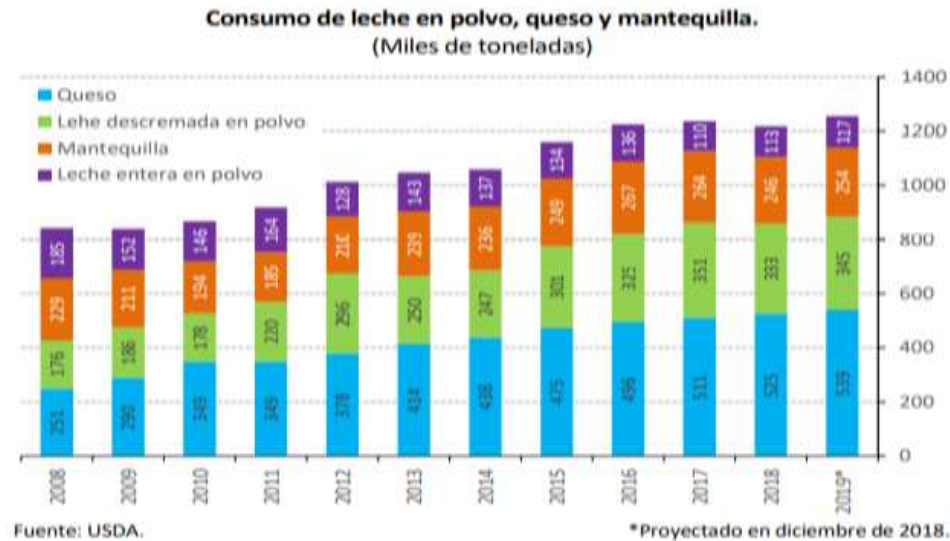
Fuente: (SIAP, SADER, ASERCA, y SE, 2020)

En la década reciente, el consumo de queso, leche en polvo y mantequilla en México se incrementó a una tasa promedio anual de 3.8%, para ubicarse en 2018 en 1.2 millones de toneladas: 43.1% de este volumen correspondió a queso, 36.6% a leche en polvo y 20.2% a mantequilla (SADER, 2018).

Debido a la creciente demanda de quesos tanto nacionales como importados, se estima que en 2019 el consumo de este producto lácteo se incremente a una tasa anual de 2.6%. México se ubica como el quinto consumidor de mantequilla en el mundo, con una participación de 2.5% del total mundial en 2018

En México, el consumo de mantequilla representa aproximadamente 20% del consumo total de derivados lácteos; la industria panificadora es la principal consumidora de mantequilla. Durante 2018 la demanda de este producto fue de 246 mil toneladas, se estima que durante 2019 el consumo se incremente 3.2% (SIAP, 2018)

Con respecto al consumo de leche en polvo, México se sitúa como el cuarto consumidor mundial, solo detrás de China, la Unión Europea y Brasil. Su consumo en 2018 se ubicó en 446 mil toneladas; se estima que durante 2019 se incremente 3.5% (DIEES, 2019).



(Miles de toneladas)

Figura 2.7 Consumo de leche en polvo, queso y mantequilla

Fuente: (USDA, 2018)

Panorama Lácteo Nacional

De acuerdo con el Panorama de la leche en México, la industria láctea es la tercera industria más importante en el país de México (DIEES, 2019).

Con base a datos de la OCDE y la FAO (OCDE/FAO., 2016) El consumo per cápita de productos lácteos frescos es 43 % menor que el promedio en los países en desarrollo, 52 % menor que el promedio mundial, y 71 % menor que el promedio en los países desarrollados (DIEES, 2019).

La elaboración de productos lácteos en México representa uno de los sectores de mayor importancia dentro de la industria alimentaria; en 2018 esta actividad participó con 11.6 % del valor total de la industria de los alimentos. Los derivados lácteos, entre los que se encuentran el queso, crema y yogurt representaron 38.8 % del valor total de la elaboración

de productos lácteos, mientras que la elaboración de leche líquida pasteurizada, tanto entera como descremada y de sabores, participó con 37.7 % (CANILEC, 2019).

Del 100% de incremento en ventas que ha tenido la industria láctea en los últimos 15 años, ha sido por dos causas básicas, la primera dada por el crecimiento de la población que represento un 70% de dicho aumento y el 30% restante ha sido por el consumo per cápita de los productos lácteos (SIAP, 2018).

La FAO describe la importancia de los lácteos dentro de la agroindustria debido a su alto potencial como medio de subsistencia y de nutrición; el consumo lácteo representa una fuente de energía alimentaria (FAO., 2016).

La productividad de la ganadería lechera como actividad primaria, y sus conexiones con los eslabones de industrialización y comercialización de la leche fluida y sus derivados en México, es un tema de relevancia para la economía nacional. De manera histórica, se observa una brecha importante entre la producción nacional y la demanda de leche en México (Cahue, Meléndez, y Fomperosa, 2017).

Entre 2009 y 2018, las importaciones de leche en polvo crecieron a una tasa promedio anual de 7.6%, para ubicarse en un máximo histórico de 362.8 miles de toneladas. Sin embargo, la producción interna sólo contribuye a satisfacer el 80% del consumo nacional, razón por la cual México ocupa el primer lugar mundial en importaciones de leche en polvo, con un 9% del total (Loera y Banda, 2017)

Intercambio comercial Nacional

De acuerdo con datos del Banco de México, los principales productos lácteos que México importa son leche en polvo, leche fermentada, queso y lactosuero. En 2018 las importaciones de leche en polvo representaron 79.9 % del valor total de productos lácteos. Históricamente, el saldo de la balanza comercial de productos lácteos ha sido deficitaria; en 2018 el déficit se ubicó en 683.6 millones de dólares (USDA y FAS, 2019).



En 2018, México registró saldo superavitario en el comercio exterior de leche evaporada y condensada, y yogurt. Por el contrario, registró saldo deficitario en el comercio de leche en polvo, quesos y demás derivados lácteos, principalmente de sueros y lactosueros. Entre 2009 y 2018, las importaciones de leche en polvo crecieron a una tasa promedio anual de 7.6%, para ubicarse en 362.8 miles de toneladas, mientras que las importaciones de queso y requesón crecieron a una tasa promedio anual de 6.0%, para ubicarse en 122.8 miles de toneladas (USDA, 2019).

2.2.4 Impactos ambientales del sector lácteo

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, Cada sector según su actividad genera residuos en porcentajes diferentes de acuerdo con los tipos de producto elaborado (Restrepo, 2012).

La industria láctea al procesar su materia prima más importante como es la leche, producto altamente perecedero que requiere de diferentes procesos para obtener alimentos con periodos de almacenamiento y conservación prolongada genera un gran volumen de residuos sólidos y líquidos y gaseosos, los cuales se ven incrementados a mejorar la productividad, calidad y sanidad de los mismos (Zambrano, Acosta y Cortés, 2016).

El sector lácteo con la finalidad de incrementar su productividad, calidad y sanidad de sus productos, genera como consecuencia una mayor cantidad de contaminación.

Tipos De Contaminantes (Prado, 2013):

- Contaminación atmosférica.
- Residuos sólidos.
- Residuos tóxicos y peligrosos.
- Efluentes líquidos.

❖ **Contaminación atmosférica:**

La contaminación atmosférica por parte de una industria láctea proviene de sus generadores de vapor, que habitualmente son calderas que trabajan a baja presión, con una generación de vapor inferior a las 20 Tm/hora y que usan combustibles (Saizar, 2004).



❖ **Residuos sólidos**

La generación de residuos sólidos en las industrias lácteas se circunscribe generalmente a los desechos de envases y embalajes tales como vidrio, cartón, plástico, envases especiales (tipo tetrabrik). Aunque todos estos residuos son asimilables a residuos sólidos urbanos y pueden ser tratados en las mismas plantas de tratamiento de los residuos municipales, los sistemas ideales de eliminación son los que permiten su reciclado o reutilización, mediante sistemas de recogida selectiva (CAR y PL, 2002).

❖ **Residuos tóxicos y peligrosos**

La generación de residuos tóxicos y peligrosos por parte de la industria láctea es prácticamente nula. Tan sólo se les puede aplicar este concepto a determinados fluidos refrigerantes de transformadores eléctricos, fluidos refrigerantes, aceites usados y residuos de Laboratorios. Estos residuos no pueden ser evacuados de cualquier forma y deben ser entregados al acabar su periodo de uso a un gestor de residuos legalmente reconocido para que se encargue de su eliminación (CAR y PL, 2002)

❖ **Efluentes líquidos**

En las centrales lecheras se producen diariamente una considerable cantidad de aguas residuales, que suele oscilar entre 4 y 10 litros de agua por cada 1 litro de leche tratada, según el tipo de planta. La mayor parte de estas aguas proceden fundamentalmente de la limpieza de aparatos, máquinas y salas de tratamiento, por lo que contienen restos de productos lácteos y productos químicos (ácidos, álcalis, detergentes, desinfectantes) aunque también se vierten aguas de refrigeración que, si no se recuperan de forma adecuada, pueden suponer hasta 2-3 veces la cantidad de leche que entra en la central. En estos residuos también quedan englobados los generados por los locales sociales, baños y lavabos (Valencia y Ramírez, 2009).

Procesos generadores de efluentes en una planta láctea

La composición de los efluentes líquidos es muy variable dependiendo del tipo de proceso y de producto fabricado (Saizar, 2004):

❖ **Recepción de la leche**



La leche se recibe en cisternas, se somete a una temperatura térmica de 65 °C para eliminar gran parte de la contaminación bacteriana, se enfría a 4 °C y se transporta a los silos de almacenamiento, los cuales también están refrigerados. La limpieza de las cisternas genera unos residuos en los que la cantidad de grasa es bastante abundante, ya que el propio transporte de la leche provoca un desnatado parcial de la misma, que después es difícil de separar (Saizar, 2004):

❖ **Estandarización de la leche**

La leche es estandarizada en materia grasa, si es preciso, mediante el uso de desnatadoras centrífugas, de forma que se consiga la cantidad de grasa adecuada, aprovechándose, la nata producida para la elaboración de nata para el consumo o mantequilla. En este proceso se suelen producir efluentes con alto contenido en materia grasa (Walstra, Wouters y Geurts, 2006).

❖ **Tratamientos térmicos**

Los tratamientos térmicos habitualmente empleados son los siguientes:

- 1.- Pasterización: proceso que emplea temperaturas de hasta 85 °C durante unos 15 segundos para la eliminación de todos los microorganismos patógenos.
- 2.- Esterilización mediante tratamiento UHT, en la cual la leche es calentada a alta temperatura (hasta 145 °C) durante un tiempo muy corto (de 2 a 5 segundos).

En los tratamientos térmicos se suelen producir depósitos de proteínas que quedan adheridos a las superficies de los cambiadores de calor y que posteriormente deben ser arrastrados por las limpiezas químicas. Estos tratamientos térmicos son comunes para la leche, nata, postres lácteos (Walstra, Wouters y Geurts, 2006).

Contaminantes en la Producción de lácteos:

● **Producción de queso**

Los tipos de queso existente en el mercado son tan numerosos como sus métodos de preparación. Los efluentes que más contaminación provocan en las queserías si no tienen un aprovechamiento posterior son los sueros, los cuales contienen gran cantidad de lactosa y las proteínas del suero lácteo. Es aconsejable que estos sueros no sean venidos de forma directa



al cauce o a la depuradora, pues provocarían un enorme incremento de la DBO. 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 (Mejías, Orozco y Galan, 2016).

El proceso de salado también provoca la emisión de efluentes líquidos, aunque en este caso con escasa materia orgánica y gran cantidad de sales

- **Producción de mantequilla**

En este subproducto el residuo más contaminante es el suero de mantequerías o mazada, rico en proteínas del suero y lactosa. Su aprovechamiento posterior suele limitarse a la alimentación de ganado (Restrepo, 2006).

- **Producción productos lácteos en polvo**

Los residuos líquidos del proceso de fabricación son exclusivamente los generados en las aguas de lavado, que en este caso pueden contener bastantes partículas en suspensión. Se producen también residuos sólidos en pequeña cantidad, que pueden aprovecharse también para la alimentación del ganado (Saizar, 2004).

Contaminantes en los procesos de limpieza:

- **Transpone de los productos lácteos líquidos**

Los productos lácteos líquidos se mueven por tuberías por medio de las bombas adecuadas. Cuando en un circuito se ha terminado de enviar un producto, se produce manual o automáticamente un empuje con agua para la eliminación de los restos de dicho producto, con lo cual se crea una pequeña zona de mezcla agua-producto, que es enviada a sumidero y que puede contener más o menos producto en función de lo ajustados que estén los empujes (Restrepo, 2006).

- **Limpieza de circuitos y equipos**

La limpieza de los circuitos y equipos se suele realizar en varios pasos (Gil, Najul y Pacheco, 2004):



- **Empuje de los restos de leche y productos lácteos con agua.** Todo este efluente normalmente va a sumidero.

- **Lavado con sosa diluida** (2-3% aproximadamente) a unos 80 °C. De esta forma se eliminan las grasas por saponificación de las mismas mediante arrastre. Las soluciones de sosa se recuperan en los tanques de limpieza, perdiéndose pequeñas cantidades por los empujes. Con el tiempo, la sosa pierde su poder detergente y es necesario renovarla enviando a sumidero la solución diluida (<1%).

- **Lavado con ácido**, normalmente ácido nítrico al 1-2%, a 60 °C, que disuelve la materia orgánica principalmente de origen proteico. Al igual que la sosa, cuando está agotado se renueva y se elimina por sumidero.

- **Empuje final** con agua para eliminar todos los posibles restos de producto, de ácido o de sosa. La mayor parte de las aguas residuales lácteas proceden de este tipo de lavados. El uso de ácido y sosa provoca que los vertidos tengan valores de pH muy extremos, que pueden oscilar desde 5 hasta 10.5

En ocasiones también se emplean detergentes y desinfectantes para determinados circuitos y locales (ácido peracético, agua oxigenada y sales de amonio cuaternario) (Gil, Najul y Pacheco, 2004).

Tratamiento de las aguas residuales de la industria láctea

Las tecnologías existentes para el tratamiento de este tipo de efluentes son muy amplias, por lo que es difícil precisar un tratamiento standard. De forma general los tratamientos habitualmente empleados son (Perez y Vaillant, 2004):

Pretratamiento

Los más habitualmente empleados son los siguientes (Camacho, 2011):

- **Tamizado:** Elimina los sólidos gruesos antes de la entrada a la planta depuradora.

- **Tanques de sedimentación:** Se suelen emplear para aquellas industrias lácteas que generen una gran cantidad de sólidos en suspensión.



- **Homogeneización y neutralización:** Este proceso suele ser imprescindible en la industria láctea, ya que al generarse durante los lavados aguas muy acidas o muy alcalinas, podría provocar un vertido que impidiese cualquier tratamiento biológico posterior, además de incumplir los valores legales. Por ello se suelen instalar tanques de tiempo de retención grande en los cuales se mezclan las aguas acidas y alcalinas procedentes de la factoría, produciéndose una neutralización natural. (Camacho, 2011).

- **Desengrasado:** este proceso es también muy importante en la industria láctea, la cual genera gran cantidad de grasas difíciles de disolver para ello se suelen instalar tanques en los cuales se introduce aire en forma de burbujas finas por el fondo para ayudar a remover la grasa. La grasa formada en la superficie se suele empujar a una zona de remanso donde una rasqueta la retira a una canaleta y a un contenedor para retirarla a vertedero (Perez, 2004).

Tratamiento biológico:

Para reducir la DBO a los valores legalmente admisibles no basta con los pretratamientos, es necesario recurrir a los tratamientos biológicos. Estos pueden ser anaeróbicos y aeróbicos.

- **Aeróbicos:** Son tratamientos habitualmente empleados, siendo el proceso de fangos activados el utilizado normalmente. Se basan en la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos en presencia de oxígeno. Son sistemas adaptables a una gran variedad de vertidos y bastantes flexibles, obteniéndose, si la explotación es adecuada, muy buenos resultados. No obstante, tienen esencialmente dos inconvenientes importantes, como es la generación de una gran cantidad de lodos y el importante gasto energético para proporcionar el oxígeno necesario para la fermentación (Camacho, 2011).

Los lodos generados suponen un residuo sólido de grandes dimensiones (Camacho, 2011).

-**Anaeróbicos:** Se basa en la degradación de la materia orgánica por bacterias anaeróbicas formándose metano y CO, Como ventajas tiene esencialmente la posibilidad de aprovechar el valor calorífico del gas en la explotación de la propia planta, la baja producción de lodos, así como el valor de los mismos que pueden ser empleados como abono por su alto valor fertilizante (Ramírez, 2009).

2.3 El queso

Consiste en uno de los derivados más importantes de la leche, se elabora a partir de la coagulación y separación de suero de leche, nata y leche parcialmente desnatada, posteriormente estos componentes son amasados, hasta tomar una composición similar a la textura del gel, seguidamente esta configuración es separada de una gran cantidad de grasa que se forma en el proceso, después el rendimiento es mezclado con ácido láctico y ciertas sustancias minerales, luego se deja secar en un molde, para finalmente obtener el queso propiamente dicho (SSA, 1989).

Existen cientos de variedades de queso, cada uno de ellos difiere tanto en estilo como en sabor, esto se da gracias a la utilización de diversas especies de bacterias y mohos, así como el empleo de la leche proveniente de las diferentes razas de ganado, para el caso particular de estudio, ganado vacuno (Ramírez y Vélez, 2012).

2.3.1 Clasificación del queso

El queso es producido en todo el mundo con una gran diversidad de sabores, aromas, texturas y formas. No obstante, la mayoría de los quesos que se elaboran en México son frescos o de corta duración, algunos con buena aptitud para el fundido (con pH entre 5.1 a 5.3) y algunos con propiedades de desmoronamiento o fragmentación (Guisa, 1999).

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

a) Por contenido de humedad: Se clasifican en quesos duros (20-42%), semiduros (44-55%) y blandos o suaves (aprox. 55%) (Scott y Wilbey, 1998).

b) De acuerdo al tipo de coagulación de la caseína: Se clasifican en quesos de coagulación enzimática, quesos de coagulación ácida y quesos de coagulación ácida/térmica (Dalglish, 1999).

c) De acuerdo a su estado de maduración: Frescos (6 días), semi madurados (40 días) y madurados (>70 días) (McSweeney, 2004).

2.3.2 Descripción de tipos de quesos frescos



El queso fresco presenta distintos nombres según la región de producción y numerosas variantes en cuanto a las técnicas de elaboración.

De acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-121-SSA1-1994 el queso fresco se caracteriza por un contenido de humedad elevado, un sabor suave y un periodo de vida de anaquel corto, por lo que debe ser refrigerado. Se consideran como quesos frescos los siguientes: panela, fresco, ranchero, blanco, Oaxaca, asadero, adobera, requesón, queso crema, entre otros (NOM-121-SSA1, 1994).

Queso fresco mexicano: Queso hispano más popular en los EE.UU. y México. Es un queso obtenido por coagulación con cuajo, elaborado a partir de leche descremada o semidescremada. Tiene un ligero sabor lácteo, con notas entre dulce y salado. En su proceso de elaboración, la cuajada se suele moler finamente antes de la salazón, lo que hace que el queso sea desmenuzable. Este tipo de queso contiene una humedad entre 46-57%, 18-29% de grasa, 17- 21% de proteína, sal de 1-3% y un pH > 6.1(Hwang y Gunasekaran, 2001).

Queso blanco: Es un queso cremoso y blanco elaborado con leche descremada, tradicionalmente se coagula la leche con limón, pero en la actualidad, en forma comercial, se elabora con cultivos y cuajo, por lo que tiene un sabor ligeramente ácido. Suele suavizarse con el calor, pero no se funde. La cuajada no se muele finamente, por lo que el resultado es un queso con textura más dura que la de queso fresco. Contiene 51-53% de humedad, 19-25% de grasa, 20-22% de proteína, y 1.8-3% de sal y tiene un pH 5.6 (Farkye, 2004).

El queso blanco se produce en un periodo de tiempo muy corto. Primero la leche se calienta a 85°C y se añade un ácido orgánico hasta alcanzar un pH de 5,3 (esto ocasiona la precipitación de la proteína o formación de la cuajada). Después del desuerado, la cuajada es salada y moldeada en aros presionando para eliminar el exceso de suero (Farkye, Prasad, Rossi y Noyes, 1995).

Queso panela. Es un queso fresco de coagulación enzimática de pasta blanda y fresca que no incluye maduración, prensado por su propio peso, elaborado con leche entera pasteurizada suplementada con cloruro de calcio. Una vez que la leche se coagula, ésta se corta en cubos de aproximadamente 1 pulgada y se cocina hasta alcanzar la firmeza deseada bajo agitación suave. Después se drena la mitad del lactosuero para proceder con la adición de sal, la cual se puede añadir directamente o en solución. Después de mezclar durante unos pocos minutos, la cuajada



húmeda se transfiere a los moldes en forma de canasta o cesta para drenar durante la noche. Se envasa para su venta inmediata (Guisa, 1999).

Requesón. Es un queso blando untable, que tiene un sabor ligeramente salado y textura granulada, similar al queso Ricotta. Se fabrica a partir de suero de leche pasteurizada complementado con leche entera o crema. La mezcla de suero de leche/leche se calienta a 85°C; se añade vinagre para ocasionar la coagulación de las proteínas de la leche y se añade sal para condimentar. La cuajada húmeda se transfiere a recipientes para drenar durante la noche; el queso terminado contiene alrededor de 75% de humedad (Van Hekken y Farkye, 2003).

Queso Oaxaca. Es el tipo de queso fresco de “pasta hilada” de mayor consumo en México. Es un queso suave de coagulación enzimática que incluye adición previa de microorganismos (30-35°C), es generalmente elaborado a partir de leche entera cruda y es producido ampliamente a nivel casero e industrializado en diferentes regiones del país. Respecto a sus propiedades fisicoquímicas, contiene una humedad entre 40-46%, 23% de grasas y 24% de proteína, así como un pH entre 5.0-5.5 (Guisa, 1999). Se caracteriza por tener una textura fibrosa única, excelentes propiedades de fundido, sabor ligero, cuya presentación final en madeja de hilo (De Oca, Castelan, Estrada y Espinoza, 2009).

2.3.3 Planta productora de queso

Una planta productora de quesos consiste en un área física, abastecida de máquinas, herramientas y espacio necesario para la elaboración de quesos, debe poseer al menos cuatro departamentos principales, para garantizar una óptima producción y continuidad (Zamorán, 2014).

2.3.4 Proceso de elaboración de queso fresco

- **Descripción del producto**

El queso fresco tradicional es una conserva, de color blanco y sabor salado, que se obtiene por pasteurización de la leche entera de ordeño reciente, cuajando (adicionando cuajo), y



desuerando la leche. Además, se agrega sal para el sabor y cloruro de calcio (opcional) para favorecer el proceso de coagulación (García, López y Quintero, 2002)

- **Materia prima e ingredientes**

Leche entera, cuajo líquido o en pastillas, cloruro de calcio y sal.

- **Instalaciones y equipos**

Instalaciones: El local debe ser lo suficientemente grande para albergar las siguientes áreas: recepción de la leche, pasteurización, coagulación, moldeado, empaque, cámara de frío, bodega, laboratorio, oficina, servicios y sanitarios.

La construcción debe ser en bloc y las paredes deben estar cubiertas de azulejo hasta una altura de 2 metros. Los pisos deben ser de concreto recubiertos de losetas o resina plástica, con desnivel para el desagüe. Los techos de estructura metálica, con zinc y cielorraso. Las puertas de metal o vidrio y ventanales de vidrio. Las puertas y ventanas deben cubrirse con cedazo para impedir la entrada de insectos. La planta debe tener un sistema para el tratamiento de los residuos líquidos y sólidos.

Equipos: Tina quesera, Cuchillos, Liras de corte, moldes, termómetro, balanza, equipo de laboratorio (Moreno, 2001).

- **Descripción del proceso**

1.- Recepción: La leche de buena calidad se pesa para conocer la cantidad que entrará a proceso. La leche debe filtrarse a través de una tela fina, para eliminar impurezas mayores.

2.- Análisis: Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico. La acidez de la leche debe estar entre 16 y 18 ° (grados Dornic).

3.-Pasteurización: Consiste en calentar la leche a una temperatura de 65°C por 30 minutos, para eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, para luego producir un queso de buena calidad. Aquí debe agregarse el cloruro de calcio en una proporción del 0.02-0.03% en relación a la leche que entró a proceso.

4.-Enfriamiento: La leche pasteurizada se enfría a una temperatura de 37-39 °C, pasando agua fría en la chaqueta o con sacos con hielo.

5.-Adición del cuajo: Se agrega entre 7 y 10 ml de cuajo líquido por cada 100 litros de leche o bien 2 pastillas para 100 litros. Se agita la leche durante 1 minuto para disolver el cuajo y



luego se deja en reposo para que se produzca el cuajado de 20 a 30 minutos a una temperatura de 38-39 °C.

6.-Corte: La masa cuajada se corta, con una lira o con cuchillos, en cuadros pequeños para dejar salir la mayor cantidad de suero posible. Para mejorar la salida del suero debe batirse la cuajada durante 10 minutos y al finalizar este tiempo se deja reposar la masa durante 5 minutos. La acidez en este punto debe estar entre 11 y 12° Dornic.

7.-Desuerado: Consiste en separar el suero dejándolo escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque donde se realizó el cuajado. Se separa entre el 70 y el 80% del suero, el cual se recoge en un recipiente y por lo general se destina para alimentación de cerdos.

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

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

10.-Moldeo: Los moldes, pueden ser de acero inoxidable o de plástico PVC, redondos, se cubren con un lienzo y se llenan con la cuajada. En este momento, se debe hacer una pequeña presión al queso para compactarlo mejor. Seguidamente, se deja reposar por 3 horas y luego se sacan los moldes y se guarda el queso en refrigeración.

11.-Pesado: Se hace para llevar registros de rendimientos, es decir los kilogramos obtenidas por litro de leche que entraron al proceso y preparar las unidades para la venta.

12.-Empaque: Se hace con material que no permita el paso de humedad. Generalmente se usa un empaque plástico.

13.-Almacenado: Se almacena en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos y tener siempre queso fresco. El almacenamiento no debe ser mayor de 5 - 7 días (Moreno, 2001).

2.3.5 Impactos ambientales generados en la producción de queso

En la industria los principales procesos contaminantes son los de elaboración del queso por la obtención del lacto suero, crema y mantequilla por la mazada o mezcla de agua y suero

producto del lavado de la misma, el proceso de lavado de torres de secado y soluciones de limpieza empleadas. Anualmente 110-115 millones de TM de lacto suero son producidas a nivel mundial debido a la elaboración de quesos, de este valor 45% se desechan en ríos, alcantarillados y otros centros de recolección de aguas residuales (Mejías, Orozco y Galáan, 2016).

En México la producción de lacto suero es de unos 1.000 millones de litros estimándose que solo se aprovecha un 53 % eliminándose el resto como efluente altamente contaminante.

El queso es un producto fundamental de la industria destinándose para su elaboración, el 63% de la producción nacional de leche, se obtienen como subproducto lacto suero en volúmenes significativamente altos convirtiendo su proceso como el más importante al momento de evaluar los aspectos medio ambientales asociados por su contenido en lactosa, grasa, proteínas, minerales, vitaminas responsables de los elevados valores de DBO5 Y DQO presentes en el mismo (González, 2012).

2.4 Sustentabilidad

2.4.1 Sustentabilidad empresarial

- **Agronegocio sustentable.**

Consiste en la involucración de los tres aspectos económicos, sociales y ambientales, que ayuden a crear conciencia a las empresas, para que se presente la realidad de sus productos, esto quiere decir utilizar una estrategia de negocio que impulse a sus consumidores a comprar responsablemente. “El Agronegocio sustentable es la habilidad de lograr una rentabilidad económica sostenida en el tiempo, protegiendo los sistemas naturales y proveyendo una mejor calidad de vida para las personas” (Calvente, 2007).

2.4.2 Sustentabilidad ecológica

- **Impacto ecológico**

Impacto ecológico es “Es el cambio que se origina por la condición o característica dentro del ambiente por efecto de un proyecto o actividades produciendo daños perjudiciales en

cada etapa del ciclo de vida de los productos con sus respectivos niveles de importancia” (Arboleda, 2008).

2.4.3 Sustentabilidad social.

- **Aspectos sociales**

Es la integración en las operaciones de la empresa de políticas y actuaciones que recogen las preocupaciones sociales y medioambientales con la finalidad de impulsar en paralelo al desarrollo de su actividad económica (Carro, Sarmiento y Rosano, 2017).

- **Aspectos sociales y en la salud**

Los impactos que se producen depende de la importancia del propietario, es así que aspectos como el mercadeo, ubicación de la finca, la educación, los precios, la organización jerárquica y todos aquellos factores que se relacionan con la fuerzas económicas, son muy importantes pues cada uno de ellos afectan a las decisiones que se deben tomar para asegurar una buena relación con el medio, además que las empresas deben obtener certificaciones y registros que les permita expender sus productos, así como la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y normas ISO (Castro, 2002).

2.4.4 Sustentabilidad económica

El análisis económico es la disciplina que diagnostica la capacidad que tiene la empresa para generar beneficios y atender adecuadamente los compromisos de pagos, evalúa su viabilidad futura y facilita tomar decisiones encaminadas a reconducir y mejorar la gestión de los recursos de la empresa para lograr crear valor y, así, continuar en el mercado. El análisis económico en la empresa tiene como objetivos evaluar la evolución económica (la capacidad de generar beneficios) y la habilidad financiera (la capacidad para atender adecuadamente los compromisos de pagos), son las causas de los cambios en dicha situación, así como estimar y predecir, dentro de ciertos límites, la evolución futura de la situación económica y financiera para poder emitir un juicio crítico y razonado que permita la posible toma de decisiones posterior. Por todo ello, es una parte imprescindible del análisis interno de la empresa para conseguir crear valor (EcclesR. , Miller y Serafeim, 2012).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación de acuerdo al alcance del estudio es denominada mixta, ya que tiene 3 enfoques, el primero es el estudio de tipo descriptivo porque que busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades y fenómenos que se someten a un análisis. Es decir, pretenden medir o recoger información de una menara independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren, se centra en todo lo que puede ser contado y estudiado, por lo que tiene un impacto en las vidas de las personas que se relacionan con estos elementos (Fernández y Baptista, 2014)

Así mismo es de tipo cualitativa, ya que parte de la investigación depende de la recopilación de datos verbales, de conducta y observaciones que pueden interpretarse de una forma subjetiva, dicho estudio suele usarse para explorar las causas de problemas potenciales que puedan existir, consiste en examinar un tema de investigación poco estudiado del cual, se tiene incertidumbre. Por ende, se indaga desde una perspectiva innovadora, ayudando a identificar conceptos promisorios, y preparando el terreno para nuevos estudios (Hernández, 2014).

Finalmente se complementa con la investigación de tipo cuantitativa la cual implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito, trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor. De esta forma, la investigación consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres, y actitudes predominantes dentro de la empresa comercializadora de productos lácteos “Rosales”, a través de la descripción cualitativa y cuantitativa exacta del sistema, las actividades, objetos, procesos y personas que están involucradas en la organización para aportar conocimiento, que en su implementación arroje resultados positivos en la mejora continua de la compañía.

3.2 Descripción del objeto de estudio

El presente trabajo tiene por objeto de estudio el sistema de producción de queso fresco de la empresa comercializadora de lácteos “Rosales S.P de R.L C.V. “, el cual incluye 10 etapas: Traslado y recepción de materia prima, clarificación, pasteurización, cuajado, desuere, salado, molido, moldeado/empaquetado, refrigeración y mantenimiento/lavado (puerta a puerta), dicho estudio abarcará un periodo de 6 meses (octubre 2020- marzo 2021) e incluirá datos de un año (septiembre 2019-septiembre 2020)

3.2.1 Ubicación Geográfica

La empresa comercializadora de lácteos “Rosales S.P de R.L C.V. se ubica en la dirección Av. 5 de mayo # 122, colonia Revolución Verde, CP: 92063. En el municipio de Tempoal de Sánchez, el cual se encuentra situado en la región de la huasteca alta en el estado de Veracruz, México. En las coordenadas 21° 31’ latitud norte y 98° 23’ longitud oeste a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con los Municipios de El Higo y Pánuco, al este con Ozuluama y Tantoyuca, al sur con Platón Sánchez y el Estado de Hidalgo, finalmente al oeste con el Estado de San Luis Potosí (Figura 3.1)



Figura 3.1 Ubicación de Tempoal y municipios colindantes

Fuente: (SEFIPLAN, 2015)

En la figura 3.2 se muestra la ubicación geográfica de lacteos Rosales S.P de R.L C. V dentro del municipio de Tempoal, Veracruz.

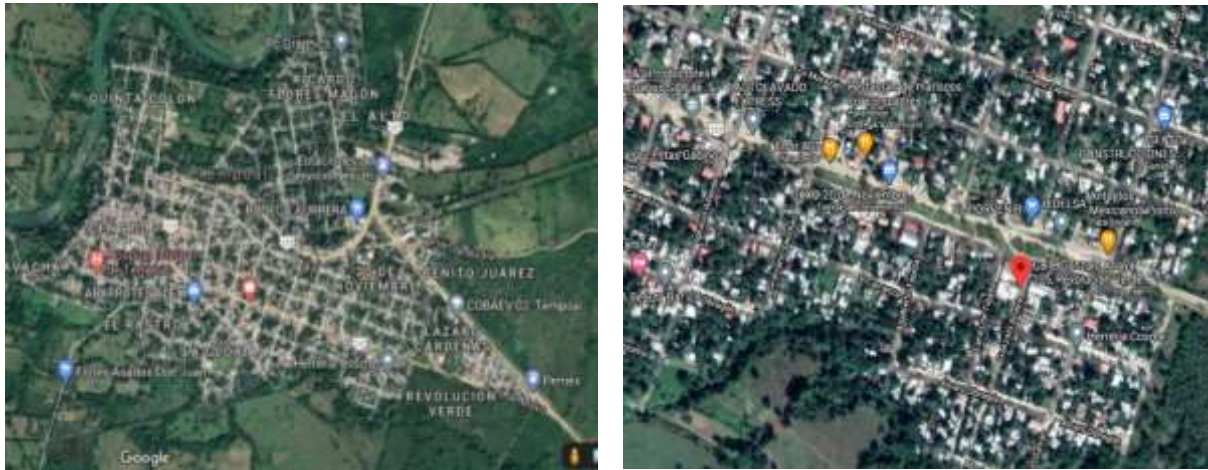


Figura 3.2 Localización geográfica de Comercializadora de Lacteos Rosales

Fuente: Google maps

3.2.2 Plano arquitectónico de planta láctea



Figura 3.3 Planta arquitectónica de empresa Comercializadora de Lácteos Rosales

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.4 se muestra el croquis de la instalación interna de la empresa de lácteos Rosales, en la que se indican las áreas y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción de queso fresco.

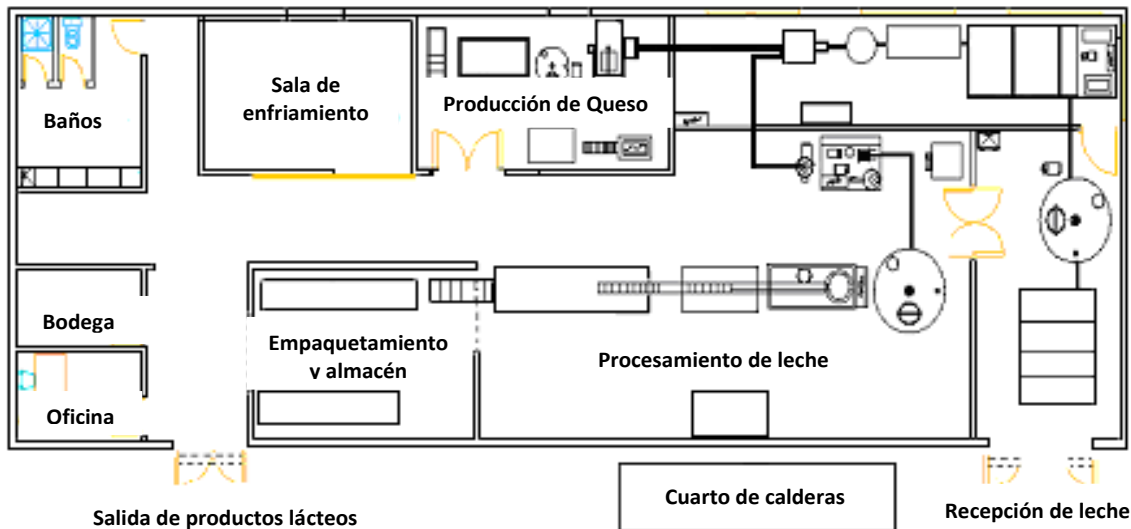


Figura 3.4 Layout de empresa comercializadora de lácteos Rosales

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Descripción de la Empresa

La empresa Comercializadora de Lácteos “Rosales” S.P de R.L C.V. cuenta con 30 años de experiencia en la elaboración de productos lácteos y derivados (crema, requesón y principalmente quesos en diversas presentaciones y tipos).

La visión de este negocio comenzó a mediados del año de 1990 cuando la familia Rosales Azuara, decidió incursionar en este ámbito de negocios, colocando una pequeña empresa en la colonia La Quinta Colón la cual fué de agrado para sus propósitos.

Hoy en día la empresa ha crecido notablemente, dirigida por los hermanos Gerardo y Jorge Rosales Azuara. Colocándose como una de las mejores elaboradoras de productos lácteos de la zona norte y del municipio de Tempoal Veracruz, con dirección en Av. 5 de mayo # 122, colonia Revolución Verde, CP: 92063.

Al 2021 la empresa cuenta con una capacidad promedio de producción de 400 kg de quesos diarios en sus diversas presentaciones (queso fresco molido (de aro), queso asadero, queso



de grano y queso panela), siendo los meses de mayor demanda diciembre, enero, y un periodo de mayo a junio con pedidos frecuentes. La principal fuente de demanda de la empresa es hacia el municipio de Huejutla, Hidalgo.

El sistema está constituido por una infraestructura extensa, dividida en áreas para llevar a cabo la elaboración de quesos y derivados, así mismo cuenta con máquinas de acero inoxidable (bombas de transporte de fluidos, clarificadora, pasteurizadora, malaxadora, molino de triturado y tanques de almacenamiento) incluyendo un cuarto frío para la refrigeración, los cuales rinden de forma correcta al momento de efectuar cada etapa del proceso, cabe resaltar que el establecimiento cuenta con su propia fuente generadora de luz eléctrica y su propio sistema de purificación de agua, empleado como parte vital en el proceso de conversión de leche a queso.

La empresa trabaja durante todo el año con 14 empleados, laborando en sus procesos de producción. Dichos procesos son los siguientes: inicio de la jornada con las rutas de traslado de la leche a la planta láctea, siguiendo las actividades de recepción de leche al establecimiento con el bombeo de leche a clarificadora, consecutivamente a pasteurizadora después a tinas de cuajado, posterior a ello se realiza el proceso de quebrado y enfriamiento de la mezcla para que seguidamente se proceda a drenar el suero y así poder preparar la cuajada con sal, después la mezcla se procesa en una malaxadora para eliminar residuos de suero y pasa al área de molido para dar consistencia, se da forma al queso en la fase de moldeo y finalmente se empaqueta y se refrigerara.

3.3 Metodología

A continuación, se describen las etapas que se llevaran a cabo para el desarrollo del presente estudio:

- **Etapas 1: Revisión de literatura ACV**

En la primera etapa, se llevará cabo una revisión exhaustiva de estudios en los cuales se examinarán los impactos ambientales potenciales generados en empresas del sector lácteo, mediante la aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, publicados recientemente en los años 2015-2019. Dicha consulta se realizará en fuentes informáticas, como buscadores y bases de datos académicos que se seleccionarán para la investigación de



la literatura (Ciencia.Science, Latindex, Compendex, Microsoft Academic, Mendeley, Science Direct, Scielo, Dialnet, Redalyc, Scopus, y Google Scholar), además se tomará como referencia únicamente artículos publicados en revistas científicas como Elsevier, Taylor and Francis, Oxford, Science, y Nature.

- **Etapa 2: Convenio Instituto- Empresa**

En la segunda etapa, se realizará una vinculación del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca y la empresa Comercializadora De Lácteos Rosales S.P De R.L. C.V. Del municipio de Tempoal Veracruz, para llevar a cabo el caso de estudio dentro de la organización.

- **Etapa 3: Descripción teórica de información**

Como siguiente pasó se llevará a cabo la recopilación detallada de información literaria, antecedentes y documentos de base, de manera general hasta lo particular sobre la metodología del Análisis de Ciclo de Vida y el sector lácteo, para concretar y fundamentar la descripción del marco teórico y el marco contextual del estudio.

- **Etapa 4: Análisis cualitativo y descriptivo de la empresa**

Consecutivamente se realizará un análisis cualitativo y descriptivo, mediante visitas regulares programadas a la empresa de lácteos, para conocer el personal, las áreas específicas, identificar etapas, logística, herramientas, equipos, y recursos, implicados en el proceso productivo y en el ciclo de vida del producto de queso fresco; dicha información básica ayudará a delimitar el diagnostico actual de la organización y poder definir parámetros que servirán de base para la recopilación de información previa necesaria para concretar la aplicación de la metodología del Análisis de Ciclo de Vida, durante el periodo de referencia noviembre 2020- marzo 2021.

- **Etapa 5: Elaboración del diagrama de procesos**

Para este paso se llevará a cabo entrevistas al personal administrativo, directivo, y operadores del proceso productivo, para obtener información detallada de la estructura de la organización y posteriormente adquirir un panorama más amplio sobre todas las etapas necesarias involucradas desde el transporte y entrada de la materia prima a la planta láctea hasta la etapa

final del proceso de fabricación de queso fresco en el que culmina con el producto empaquetado y listo para distribuirse, para posteriormente construir un diagrama de flujo completo de todo el proceso productivo de queso fresco (puerta a puerta).

● **Eta­pa 6: Aplicación de Norma Técnica UNE en ISO 14040 - ACV**

En la presente etapa se llevará a cabo la implementación de la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) basada en la norma UNE en ISO 14040, la cual consta de cuatro fases: Objetivo y alcance del estudio, inventario, análisis del impacto e interpretación de resultados (figura 3.5) aplicando dos fases del ACV al proceso de producción de queso fresco en la empresa Comercializadora de Lácteos “Rosales”.

En este apartado se describirá detalladamente el desarrollo de la metodología que se efectuará, comprendiendo únicamente la primera y segunda fase del ACV (Objetivo y alcance del estudio y el inventario de ACV).

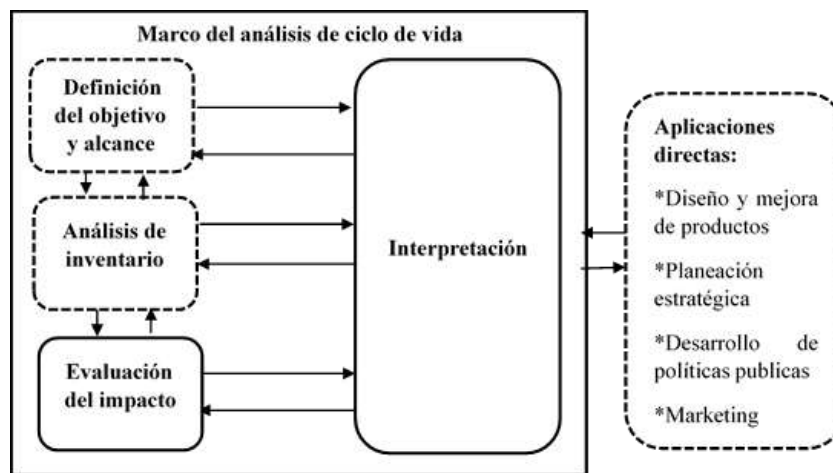


Figura 3.5 Fases del ACV propuestas en ISO 14040

Fuente: UNE en ISO 14040, 2006

3.3.1 Fase 1. Definición del objetivo y alcance del estudio:

En esta fase, de acuerdo a datos previos obtenidos del análisis cualitativo y descriptivo de la empresa se delimitarán factores sociales, económicos y ambientales relacionados con el proceso de producción queso fresco, para definir el objetivo y el alcance del estudio, el cual

estará dividido en función del sistema, unidad funcional y límites del sistema, descrito a continuación:

- **Objetivo de ACV:**

Evaluar el sistema productivo de la empresa comercializadora de lácteos Rosales, para conocer los impactos ambientales que se generan a nivel general y específicos de cada etapa operativa, al producir 1 kg de queso fresco, con el fin de detectar puntos críticos para determinar alternativas sustentables y eficientes de mejora en el proceso.



Figura 3. 6 Queso fresco elaborado por comercializadora de Lácteos Rosales

- **Alcance de ACV:**

- a) **Función del sistema**

El sistema de estudio consiste en la producción de diferentes quesos y derivados lácteos a partir de leche de vaca para su distribución y venta a diferentes comercios.

La función del sistema de lácteos Rosales se constituye por la entrada de leche cruda hasta llegar al consumidor final como un producto elaborado de queso fresco envasado. En él se tiene en cuenta la calidad de materia prima de entrada (leche cruda), la estética del envase con aro, etiqueta y bolsa de polipropileno en un embalaje de plástico.



Figura 3. 7 Estética de envase con aro, etiqueta y bolsa en embalaje de plástico

b) Unidad funcional

La unidad funcional (UF) se refiere a la base de cálculo sobre la cual se efectuarán los balances de materias y energía.

Para el presente estudio la UF seleccionada será de **1 kg de queso fresco**, es decir, el kg de producto terminado, envasado y listo para ser distribuido.

Para evaluar la unidad de 1 kg primero se calculará el rendimiento productivo general diario de la empresa, el cual se obtendrá calculando la cantidad de quesos elaborados con 1000 litros de leche cruda, mediante una regla de tres simple; teniendo en cuenta que la empresa utiliza 5.6 litros de leche cruda para elaborar 1 kg de queso.

$$\frac{(a)5.6 \text{ l de leche cruda} \rightarrow (b)1 \text{ kg de queso fresco}}{(c)1000 \text{ l de leche cruda} \rightarrow (X) \text{ kg de queso fresco}} = (X) \text{ Kg de queso fresco}$$

$$X = \frac{b \cdot c}{a} = X$$

c) Sistema y límites del sistema

● Definición del Sistema

El sistema es el conjunto de procesos conectados, que permitirán la presencia del producto estudiado (queso fresco) en el mercado.

A priori, el ciclo de vida de fresco consta de 5 fases (sistemas) los cuales son: 1.-Extracción de materia prima (producción de leche), 2.-Fabricación de queso fresco (proceso productivo), 3.-Transporte (traslado a zonas de venta), 4.-Uso (consumo) y 5.-Disposición final (Desechos).

En este estudio únicamente se cuantificará la segunda fase ya que estudiará únicamente la entrada de materia prima con el proceso productivo de la empresa (fase 2).

El sistema en estudio se muestra en la figura 3.8 representada y destacada en color gris.

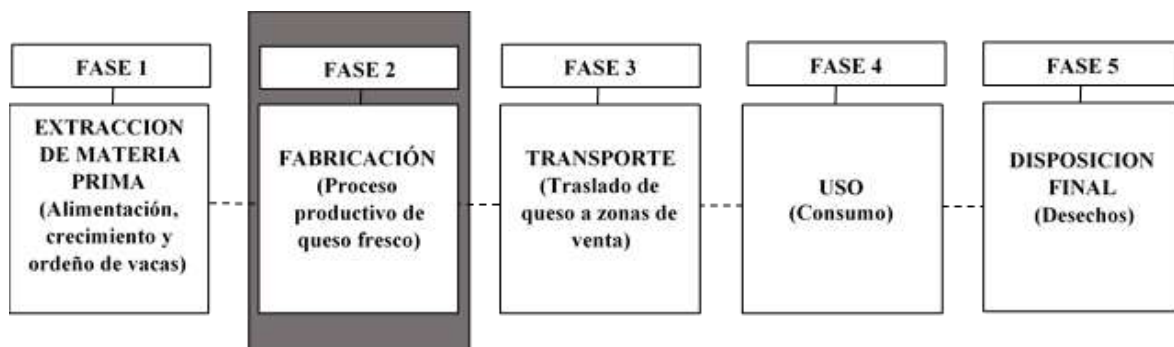


Figura 3. 8 fases del ciclo de vida del queso fresco

Fuente: Elaboración propia

● Límite del sistema

Definirá hasta donde abarcará el estudio, así como el proceso y etapas que se van a incluir en el análisis y a qué nivel de detalle van a ser estudiados. Estos límites deberán estar en consonancia con el objetivo descrito previamente.

Para ello el estudio se delimitará: **“De puerta a la puerta”**, ya que el ACV considerará únicamente las actividades del proceso productivo.

Este punto consistirá en capturar todas las etapas de operaciones necesarias para cumplir la función seleccionada (fabricación de queso) y el cual está comprendido bajo una geografía y un tiempo determinado, por ende para identificar las actividades y facilitar el estudio se dividirán y analizarán un conjunto de 10 etapas necesarias del sistema para la elaboración del queso fresco, las cuales serán: **Transporte y recepción de materia prima, clarificación, pasteurización, cuajado, desuere, salado, molido, moldeado-empaquetado, refrigerado**

y finalmente el mantenimiento- lavado. Con la obtención del producto empaquetado y listo para ser distribuido.

Dicho análisis de las 10 etapas se llevará a cabo de noviembre 2020 a marzo 2021, mediante reuniones y entrevistas con el gerente y el personal operador quienes proporcionarán datos de un año de registro (septiembre 2019-septiembre de 2020).

La figura 3.9 muestra la división del modelo de la instalación interna del sistema productivo de la comercializadora de lácteos Rosales, en el que se analizarán los aspectos ambientales generados en cada etapa, al producir 1 kg de queso fresco.



Figura 3. 9 Etapas en las que se lleva a cabo el proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo la tabla 3.1 indica la descripción de las actividades ejecutadas en cada etapa del sistema productivo.

Tabla 3.1 Descripción detallada de actividades del sistema de producción

Fuente: Elaboración propia



ETAPA	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO
Traslado y recepción de leche:	La leche es trasladada del centro de acopio de la región correspondiente, llevando a cabo un recorrido de 30 km hasta la planta láctea mediante una camioneta. Al llegar, se recibe la leche bronca del campo por el personal encargado.
Clarificación:	Se lleva a cabo la filtración de leche bronca con una bomba de fluidos a un clarificador de 5,000 l/hrs. eléctrico de 220 V. durante 5 minutos, esto con la finalidad de eliminar impurezas de la leche, como grasas en exceso, basura, tierra o partículas grandes que puedan provenir de la manipulación de la misma.
Pasteurización	Posteriormente la leche se pasteuriza mediante un equipo de pasteurización de 5,000 l/hrs. eléctrico a 220 V. a una temperatura que oscila entre los 70 y los 72 °C durante 17 segundos. Con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos que contenga la leche y que pueda afectar al consumidor final.
Cuajado:	Consecutivamente se bombea la leche que ha sido clarificada y pasteurizada a la zona de cuajado, en unas tinas de acero inoxidable con capacidad de 1,200 litros c/u. para comenzar el proceso de transformación de leche a queso. Este paso consiste en agregar un porcentaje de 100 ml de cuajo grado alimenticio por cada 1000 l de leche para que la mezcla pase a hacer de líquido a sólido y se deja reposar 45min.
Desuere:	Ya cuajada la leche, transcurridos los 45 min, se quiebra la mezcla gelatinosa (leche cuajada) con la finalidad de que se separen los líquidos (suero) de los sólidos (cuajada), separando el suero para que este posteriormente se almacene en 2 tinas de acero inoxidable de 1500L. c/u. Después se rehidrata la cuajada con 200 l de agua a T. de 4°C para que conserve mejor sus propiedades, se deja reposar por 10 minutos, se quiebra la mezcla y se vuelve a escurrir.
Salado:	Ya obtenida la pasta (cuajada) y tras haber eliminado totalmente el suero se pasa a la maquina saladora y quebradora (malaxadora inoxidable con motor de 3 hp. A 220 volts,) durante 10 min. Adicionando 6.5 kg de sal fina por cada 1000 litros de leche y así obtener con esto un proceso de semi molido de la cuajada.
Molido	La pasta cuajada y sazónada es molida en un molino de acero inoxidable con motor de 3hp a 220 V. durante 10 minutos para obtener la cuajada lista para su envasado final.
Moldeo, envasado y embolsado	La cuajada es envasada en aros desechables en las medidas que requiera el consumidor (esta es moldeada en una mesa de acero inoxidable de 3.5 x 1.5 m de ancho). Posteriormente se embolsa el producto final en respectivas bolsas biodegradables en diferentes medidas con el logo y etiqueta de la empresa para finalmente ser colocados en taras de plástico para su almacenamiento.
Refrigeración	El producto final es almacenado en una cámara enfriadora o cuarto frío (con 4 motores de 5 hp a 220 V) a una temperatura de 0° C para su conservación durante 12 horas, para su posterior distribución.
Mantenimiento y lavado	Como protocolo de higiene y limpieza al finalizar el proceso de producción, el personal de la planta lleva a cabo el mantenimiento, lavado y limpieza de máquinas, equipos, utensilios y herramientas utilizadas a lo largo del proceso.

- **Asignación de cargas ambientales, tipo de impactos a evaluar, unidades de medida y metodología de evaluación e interpretación.**

Una vez identificado y analizado el sistema se deberán indicar en una tabla qué categorías de impacto se incluirán en el ACV, cómo se asignarán los datos del inventario a cada impacto, cuáles son los indicadores de categoría y las unidades de medición en las que se expresan las categorías en el estudio de ACV.

Para dicho registro se utilizará el formato de la tabla 3.2

Tabla 3. 2 Formato para el registro de categorías de impacto a evaluar

Fuente: Elaboración propia

Categoría de impacto	Datos del inventario que contribuyen a la categoría (Cargas ambientales)	Unidad de medición

Según la Sociedad de toxicología Medioambiental y Química (SETAC, 2002) las categorías de impacto a considerar en un ACV se engloban en agrupadas en tres grupos principales:

1. **Daño a la salud humana (S):** Hace referencia a los diferentes impactos ambientales sobre la salud humana, expresado según el número de años perdidos, más el número de años vividos con discapacidad debido a estos impactos.
2. **Daño a los ecosistemas (E):** Se refiere al efecto que generan los impactos ambientales sobre la pérdida de especies animales y vegetales en una determinada área y tiempo.

3. **Daño a la disponibilidad de recursos (R):** Indica el sobrecoste que presentarán los recursos, los métodos, elementos y herramientas de apoyo que se utilizarán para llevar a cabo la evaluación de los impactos ambientales potenciales durante el ciclo de vida.

Así mismo se señalarán las herramientas y elemento que se utilizarán para la cuantificación del inventario de Ciclo de vida. De esta forma para el ingreso de datos de inventario de ciclo de vida se trabajará bajo los siguientes softwares, bases de datos y metodologías seleccionadas (Tabla 3.3)

Tabla 3. 3 Softwares y bases de datos propuestos para el ACV de queso fresco

Fuente: Elaboración propia

Softwares:	Base de datos	Metodología
<p>Open LCA: Software de uso libre, gratuito y multiplataforma para realizar completos ACV. Una herramienta que se lleva desarrollando desde 2006, y al ser libre puede modificar características para adaptarse a necesidades requeridas.</p>	<p>AGRIBALYSE 3.0 https://simapro.com/product/s/agribalyse-agricultural-database/</p>	<p>CML 2001: Creado por Centre of Environmental Science (CML) Creado para ACVs simplificados y para ACVs exhaustivos. Dispone de valores de referencia para la normalización de los indicadores de las categorías de impacto. https://www.universiteitleiden</p>
<p>SimaPro Demo: Especializado como herramienta de ACV. Presenta demos, guías de soporte, a la vez que completas y variadas bases de datos. Es adecuada para comparar y analizar complejos productos descomponiéndolos en todos sus materiales y procesos</p>	<p>Ecoinvent: Ecoinvent Centre http://www.ecoinvent.org/</p>	<p>IPCC 2014: Creado por el Panel Intergubernamental del Cambio climático (IPCC) método, cuya definición comenzó en 1988, recoge los factores de caracterización para el potencial del calentamiento global directo debido a emisiones al aire https://www.ipcc.ch/</p>
		<p>IMPACT 2002 + Creado por el Instituto de tecnología federal suizo de Lausanne (EPFL) Resulta de una combinación entre las metodologías IMPACT2002, Ec99, CML2001 e IPCC. http://www.epfl.ch/impact</p>



- **Tipos y fuentes de datos**

Los datos para el inventario de ciclo de vida serán cualitativos y cuantitativos, los cuales se obtendrán de la empresa comercializadora de lácteos Rosales, obteniendo información de la producción asociada con las 10 etapas que se establecieron previamente dentro de los límites del sistema, mediante la recopilación de datos reales, por medio de entrevistas, revisiones de recibos, documentos ambientales (Cedula estatal de operación anual, planes de manejo integral), hojas técnicas y manuales, así mismo debido a la variedad que exigen los softwares para cumplir con variables requeridos por las bases de datos será necesario en la práctica, incluir una combinación de datos medidos, calculados o estimados mediante balances y cálculos manuales, para ello también se desarrollará un dispositivo de mediciones que llevará a cabo un análisis cuantitativo de 6 indicadores ambientales los cuales podrán identificar variables de Ruido, Metano, Monóxido de carbono, Gas Lp (butano), Temperatura y Humedad, presentes en el medio ambiente del sistema productivo de queso fresco y de esta forma complementar el ACV de queso fresco.

3.3.2 Fase 2. Análisis del inventario (ICV)

El ICV comprenderá la obtención de datos y el procedimiento de cálculo para identificar y cuantificar todos los efectos ambientales adversos asociados a la unidad funcional de 1kg de queso fresco.

Esta fase consistirá en la cuantificación de las entradas y salidas del sistema en estudio, en la que se incluirá el uso de recursos (materias primas y energía), las emisiones a la atmósfera, los vertidos al suelo y aguas y la generación de residuos.

- **Entradas:** Materias primas y las fuentes de energía.
- **Salidas:** Producto (queso fresco), emisiones y vertidos al aire, agua y al suelo.

Los datos obtenidos en esta fase son el punto de partida para la Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida. Para ello la recopilación se llevará a cabo registrando la información de forma general y por etapas, en hojas de datos de Excel obtenidas mediante medidas in situ, balances de materia y energía, así como también de entrevistas y fuentes bibliográficas.

Procedimiento y herramientas para realizar el análisis de inventario de Ciclo de vida

El procedimiento para realizar e ICV Incluirá las siguientes etapas:

- a) Construcción del diagrama de flujo**
- b) Establecimiento de la calidad de los datos (niveles de precisión requeridos)**
- c) Ajuste de los límites del sistema**
- d) Recolección de los datos cuantitativos y cálculos (Eco balances)**

A continuación, se describirán cada una de las etapas para llevar a cabo el Inventario de Ciclo de Vida (ICV):

a) Construcción del diagrama de flujo

Tras definir correctamente el sistema en estudio se presentará mediante un diagrama de flujo el conjunto de etapas necesarias que permitirán producir el producto en estudio (figura 3.9). Para una mejor representación al diagrama se le deberá añadir los flujos de entradas y salidas que más impactan al ambiente y que se tienen a lo largo del sistema productivo.



Figura 3.10 Diagrama de flujo del sistema en estudio (de la puerta a la puerta)

Fuente: Elaboración propia con base a datos obtenidos de empresa de lácteos Rosales

b) Recopilación y establecimiento de la calidad de los datos

El análisis de inventario incluirá la recopilación y tratamiento de datos para ser usados en el cálculo del consumo de flujos de materiales, energía y en la realización del perfil ambiental para todas las etapas de producción, la cual se considera como la parte más intensiva del trabajo en el ACV.

Para ello también se deberá recopilar la información cuantificada dividiendo los datos en procesos unitarios, primero las entradas, las cuales serán: materia prima incluyendo materiales de limpieza, electricidad, agua potable, energía térmica y combustible, así como

las salidas: Producto, emisiones a la atmosfera, vertimientos y residuos, los cuales se registrarán en una tabla para presentar los resultados generales del Inventario de ciclo de vida

En la tabla 3.4 se muestran los datos que se deberán argumentar y cuantificar para ingresarlos al inventario de Ciclo de vida y poder conocer los impactos ambientales que se generan al producir 1 kg de queso fresco.

Tabla 3. 4 Datos requeridos para el inventario de ciclo de vida

Fuente: (Haya L, 2016)

Datos	
Entradas	Salidas
Materias primas: Leche, cuajo, sal, aros, bolsas, cartón, hidróxido de sodio, cloro, detergente. (Kg)	Producto (queso)
Energía eléctrica (MJ kWh)	Vertidos al agua y suelo
Agua potable (m3)	Emisiones al aire
Energía térmica kWh	Residuos (RSU y RME)
Combustible (Kg)	Ruido

Posteriormente se definirán los requisitos de calidad de los datos considerando lo establecido en la tabla 3.5.

Tabla 3. 5 Requisitos para establecer la calidad de datos del ICV

Fuente: (ISO TOOLS, 2015)

Requisitos
Tiempo: antigüedad y periodo mínimo en el que se deberían recopilar.
Geografía: área geográfica a la que corresponden los datos.
Tecnología a la que corresponden.
Precisión: medida de la variabilidad de los valores para cada dato.
Integridad: si los datos son medidos o estimados.
Representatividad: evaluación cualitativa de en qué medida los datos reflejan la situación real (cobertura geográfica, periodo de tiempo y cobertura tecnológica).
Coherencia: evaluación cualitativa, si la metodología ACV se aplica de manera uniforme en todo el análisis.
Reproductividad: evaluación cualitativa, si los cálculos son reproducibles a partir de la documentación generada.
Fuente de los datos
Incertidumbre de la información (datos directos, modelos, suposiciones). Se debe documentar el tratamiento de los datos que faltan.

Herramientas y elementos para realizar el ICV:

Las primeras herramientas que se utilizarán en el manejo de datos, para recopilar la información de flujos de entradas y salidas para el ICV serán tablas elaboradas en hojas de cálculo de Excel.

La tabla 3.6 indica los aspectos que deben registrarse en el sistema general, en el que se señalará la única etapa analizada en el estudio, dicho registro deberá indicar únicamente datos del proceso productivo con sus consumos de materia prima y si estas tendrán un impacto al medio ambiente.

Tabla 3. 6 Hoja de cálculo, indicador de entradas y salidas al sistema general

Fuente: (Leon, 2018)

INDICADOR AMBIENTAL DE ENTRADA/SALIDA									
	Etapa	Consumo de:				Emisiones al:			
		Materias primas	Combustible	Electricidad	Agua	Aire	Agua	Suelo	Otro
1	Extracción De Recursos								
2	Producción								
3	Distribución								
4	Uso								
5	Disposición								

c) Ajuste de los límites del sistema:

Los límites del sistema fueron definidos como parte del alcance del estudio, sin embargo, después de la recopilación inicial de los datos, estos podrán ser redefinidos como resultado de la exclusión o inclusión de nueva información. Este análisis limitará el manejo de datos, las entradas y salidas que serán realmente significativas para los objetivos del estudio, es decir los datos relacionados únicamente a la segunda etapa del ciclo de vida del queso fresco (sistema productivo).

Para ello se registraran los aspectos ambientales, los cuales serán datos cualitativos de entradas, salidas, los impactos y el factor ambiental afectado a lo largo de las 10 etapas que

incluye el sistema productivo. Para llevar a cabo la recolección de esta información se utilizará el formato de la tabla 3.5.

Tabla 3. 7 Hoja de datos de entradas y salidas para etapas unitarias del sistema

Fuente: (Leon, 2018)

ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS:					
Sistema En Estudio	Etapas	Entradas:	Salidas:	Efecto/Impacto	Factor Ambiental Afectado

d) Recolección de datos cuantitativos y cálculos (Eco balances)

Para este paso se deberán recopilar los datos de los flujos por etapas para especificarlos de forma unitaria y ordenada (una tabla por etapa) en hojas de cálculo de Excel, en las que se registraran las cantidades específicas y los tipos de entradas y salidas que se tienen a lo largo de 1 día de producción de queso fresco para posteriormente realizar los balances necesarios para el inventario referenciado a la unidad funcional de 1 kg de queso fresco.

De esta forma se procederá a dividir el inventario general del sistema (proceso productivo de queso fresco) en 10 tablas enumerándolas consecutivamente por etapas para facilitar el registro de las cuantificaciones de los flujos de entradas y salidas. Para ello se utilizará el formato de la tabla 3.6.

Tabla 3.8 Tabla de registro para el inventario de ciclo de vida por etapas unitarias

ETAPA				
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad



e) **Validación de los datos:**

La validación de los datos se llevará a cabo al final de la efectuación y recopilación de datos del ICV para mejorar y mostrar los puntos donde debe mejorarse la calidad. Este paso puede involucrar la realización de balances de masa y energía o realizar un análisis comparativo de factores de emisión y vertidos. Como resultado, todos los datos de entrada y salida deberán estar referenciados a las 10 etapas unitarias y a la unidad funcional de 1 kg de queso fresco. Por ende, se deben documentar todos los procedimientos de cálculo, que deben ser coherentes a lo largo de todo el estudio, y explicar las suposiciones realizadas.

Finalmente, los indicadores de impacto, las cargas ambientales y unidades de medida obtenidas en el ICV serán asignadas a cada categoría de impacto ambiental para ser evaluadas mediante el uso de métodos y herramientas informáticas (bases de datos y softwares) elegidos previamente. Y para complementar las mediciones del inventario se realizará un dispositivo medidor de condiciones ambientales, el cual, mediante sensores, y la programación con Arduino mostrará indicadores ambientales presentes en la empresa, los cuales serán interpretados mediante gráficas y tablas para verificar el estado ambiental del sistema y finalizar con las observaciones, recomendaciones y conclusiones.

● **Etapas 7: Desarrollo de una herramienta electrónica para medir condiciones ambientales**

Consistirá en la elaboración de un circuito de monitoreo ambiental usando placas Arduino y sensores electrónicos, que tendrán la capacidad de detectar y medir 6 parámetros para definir 3 indicadores ambientales: Aumento del nivel del ruido (NSA), Calidad del aire (CA) y Estrés térmico (ET), en un área determinada; dichos datos se mostrarán en una pantalla LCD la cual formará parte del dispositivo.

En la tabla 3.9 se muestran los parámetros que se monitorearán a lo largo de una jornada de 8 horas de trabajo, en cada una de las etapas necesarias para producir el queso fresco

Tabla 3. 9 Condiciones ambientales

Fuente: Elaboración propia

Condiciones ambientales	
Indicadores Ambientales	Parámetros ambientales
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del nivel del ruido (NSA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire (CA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gas Lp • Monóxido de carbono CO • Metano CH4
<ul style="list-style-type: none"> • Estrés térmico 	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Temperatura

Para ejecutarla se colocará el dispositivo dentro de las instalaciones en las que se produce queso fresco, para llevar a cabo el monitoreo en cada etapa, durante una jornada laboral, dichos datos que se obtendrán serán procesados por la placa y observados en una PC. Finalmente, la información automáticamente será exportada a Excel.

Para ello se unificarán varios componentes electrónicos en un solo dispositivo capaz de mostrar información en tiempo real, para medir las condiciones del medio ambiente presente en el sistema en estudio (proceso productivo de queso fresco) y utilizar los datos obtenidos como indicadores, con la finalidad de complementar el análisis de inventario de ciclo de vida (ver anexo 1). En la figura 3.10 se muestra el modelo de la propuesta del circuito a escala.

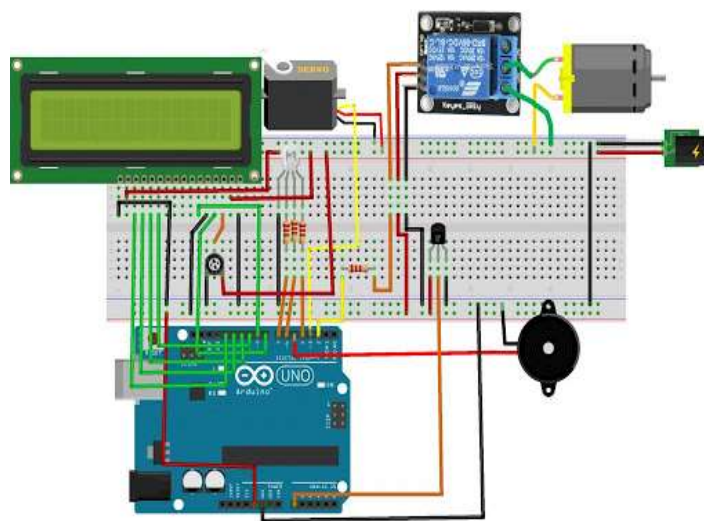


Figura 3. 11 Modelo a escala del dispositivo medidor de condiciones ambientales

Fuente: Elaboración propia

Los materiales y componentes para el desarrollo del dispositivo se muestran en la tabla 3.17.

Tabla 3. 10 Componentes de dispositivo ambiental

COMPONENTES DE DISPOSITIVO AMBIENTAL	
<p>Modulo Sensor De Monóxido De Carbono Mq-7 Mq7. Implementado en la detección de gases peligrosos y en controladores de la calidad del aire. Es capaz de detectar un amplio rango de gases que incluye: NH3, NOx, alcohol, Benceno, Humo y CO2.</p>	
<p>Modulo Detector De Gas Natural y Gas Lp MQ-5 Sensor Arduino, se utiliza en la detección de fugas de equipos de gas en aplicaciones de consumo y la industria, es adecuado para la detección de GLP, gas natural, gas de carbón. La sensibilidad puede ser ajustada por el potenciómetro.</p>	
<p>Sensor de Temperatura y Humedad DHT11, dispone de una salida calibrada de Señal Digital con la Temperatura y el complejo Sensor de Humedad. Su Tecnología garantiza la alta fiabilidad y una excelente estabilidad a largo plazo.</p>	
<p>Módulo sensor de sonido tiene la capacidad de detectar la amplitud del sonido. Con ayuda del preset que incluye en el misma PCB, se puede seleccionar el nivel de sonido que sea de interés detectar. Incluye un amplificador operacional LM393 que en este caso es usado como comparador de señal</p>	
<p>Módulo lector de tarjetas MicroSD para Arduino y microcontroladores. Util para aplicaciones donde se requiera la lectura y escritura de una memoria MicroSD mediante el uso de un Arduino y programación.</p>	
<p>Display Pantalla Oled 128x64 0.96 Para Arduino, disponible para emplearlo en proyectos de electrónica y Arduino. Un OLED (Organic light-emitting diode) es un tipo de LED en el que la capa emisiva es está formada por un compuesto orgánico que emite luz en respuesta a la electricidad.</p>	
<p>Modulo Reloj De Tiempo Real El DS3231 mantiene la cuenta precisa del tiempo incluso cuando la energía es interrumpida. Mantiene registro de: segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año. La fecha es ajustada automáticamente a final de mes. Cuenta con 2 alarmas programables que pueden generar interrupciones a una hora/fecha programada y la salida de onda cuadrada programable.</p>	

CAPITULO IV

MARCO OPERATIVO

4.1 Resultados

La región Norte del Estado de Veracruz tiene una larga trayectoria en el sector productivo agrícola y ganadero. De acuerdo a la lista de categorización de actividades, la fabricación de productos lácteos, principalmente la elaboración de quesos se caracteriza por haber surgido del crecimiento de pequeños negocios de tipo familiar que hoy en día se ha transformado en uno de los sectores más fructíferos y en crecimiento de la región.

La producción de quesos en diversos municipios de la zona tiene un gran significado para la economía de las personas por diversos motivos y magnitudes, como la generación de ingresos, fuentes de empleo, la movilización de recursos e insumos y la importancia del producto primario (leche).

En los últimos años el sector lácteo de la región norte se encuentra en constante desarrollo, y en un entorno como el de hoy altamente competitivo y globalizado es necesario un análisis de sustentabilidad del sistema productivo, ya que la estrategia empresarial pretende alcanzar un sistema ecológicamente adecuado, económicamente viable y socialmente justo para llegar a un equilibrio sustentable.

Actualmente la zona cuenta con un número importante de pequeñas empresas productoras de queso y un número limitado de empresas semi industriales con una modernización que ha ido transformando el sector y consigo los idealismos de sus empresarios, lo cual ha conllevado la introducción de instalaciones, equipos y otros tipos de producción, cambiando la visión como una empresa y no como una actividad meramente del campo, lo que figura repercusiones y afectaciones al medio ambiente.

Es por ello que se ha iniciado con la presente investigación la cual tuvo por objetivo analizar y conocer los impactos ambientales potenciales que se generan en la producción de queso fresco en la empresa Comercializadora de Lácteos “Rosales”, la cual es una instalación dedicada a la producción de lácteos, ubicada en Tempoal de Sánchez, Ver. En la que se tiene una capacidad de entrada de 1000 litros diarios de leche cruda de vaca con la que se elabora



178 kg de queso fresco al día. Dicha empresa se valoró mediante la aplicación de la metodología del Análisis de Ciclo de vida, modelo de identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales. Por lo que se obtuvieron algunos impactos a nivel global del proceso y de cada etapa, presentando los datos referenciados a la unidad funcional de 1kg de queso fresco, con la finalidad de detectar puntos críticos a lo largo del proceso productivo y posteriormente tomar alternativas más eficientes y sustentables.

En este capítulo, se muestran los resultados obtenidos de la investigación y la aplicación del Análisis del Ciclo de Vida en la planta láctea Rosales; para ello, también se establecen y se describen los indicadores y herramientas que se utilizaron para complementar el caso de estudio; mismos que consideran como base metodologías aplicadas a evaluaciones de impacto ambiental y desempeño ambiental, así como leyes y normas ambientales aplicables.

Así mismo se presenta la metodología elaborada de manera, objetiva y práctica, a fin de facilitar la transparencia de datos cualitativos y cuantitativos referentes a los aspectos e impactos ambientales generados en la producción de queso fresco. Esta metodología, consta de 4 fases de las cuales se han desarrollado únicamente dos, descritas a continuación:

4.2 Datos demográficos

El estudio de ACV se desarrolló en la empresa comercializadora de lácteos “Rosales S.P de R.L.C.V. ubicada en la dirección Av. 5 de mayo # 122, colonia Revolución Verde, CP: 92063. En el municipio de Tempoal de Sánchez, el cual se encuentra situado en la región de la huasteca alta en el estado de Veracruz, México. La información relacionada con la ubicación de la organización, se encuentra detallada en el capítulo III.

4.3 Datos sobre las variables

Para dar paso a la aplicación del ACV en el queso fresco, se identificaron, establecieron y definieron las variables de investigación compuesta por X, Y y Z, descritas en la tabla 4.1, posteriormente se aplicaron dichas variables en el estudio a fin de desglosarlas de manera practica en la comercializadora de lácteos “Rosales”.

Tabla 4. 1 Variables del Análisis de Ciclo de Vida aplicado al queso fresco

Fuente: Elaboración propia

Variable	Dato	Descripción
X	Queso	Variable independiente, ya que el producto a lo largo del estudio nunca cambia o se modifica
Y	Análisis De Ciclo De Vida	Variable dependiente ya que se modifica la metodología ajustándola a las características y necesidades del producto a ser evaluado
Z	Tempoal de Sánchez Veracruz	Variable de ubicación en la que se ejecuta la metodología de ACV

Consecutivamente, se describen los resultados obtenidos del Análisis de Ciclo de Vida del queso fresco:

Metodología Del Análisis De Ciclo De Vida (ISO, 14040, 2006)

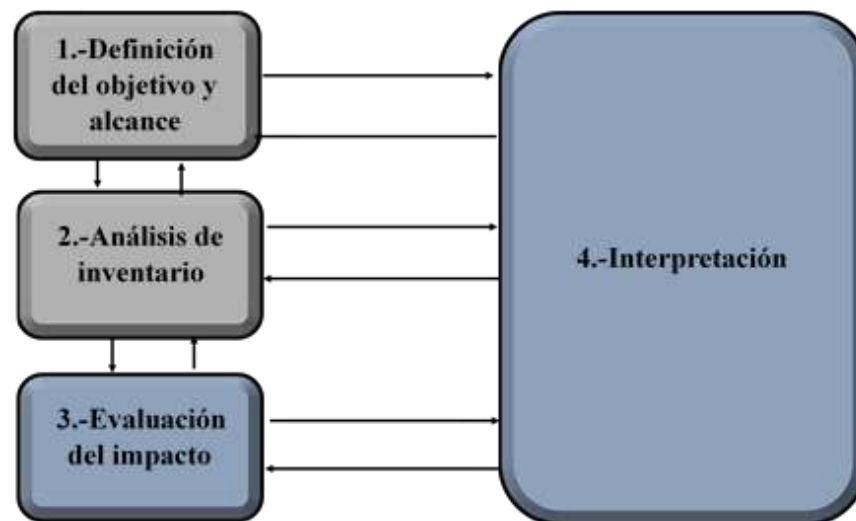


Figura 4.1 Marco de referencia de un Análisis de Ciclo de Vida

Fuente: EU-JRC-IES (2010)

La metodología para llevar a cabo un Análisis de Ciclo de Vida consta de 4 fases (figura 4.1), de las cuales se tuvo dentro del alcance desarrollar únicamente la primera y segunda fase, presentadas a continuación:

Resultados de Fase 1.- Definición de objetivo y alcance del estudio:

En la primera fase, se presentan los resultados de la definición del objetivo y alcance del estudio, el cual se dividió en función del sistema, unidad funcional y límites del sistema,



obtenidos de la delimitación de factores sociales, económicos y ambientales del proceso productivo de queso fresco.

- **Objetivo de ACV:**

Evaluar el sistema productivo de la empresa comercializadora de lácteos Rosales, para conocer los impactos ambientales potenciales que se generan a nivel general y específicos de cada etapa operativa, al producir 1 kg de queso fresco, con el fin de detectar puntos críticos para determinar alternativas sustentables y eficientes de mejora en el proceso.

- **Alcance de ACV:**

Función del sistema

La función del sistema de lácteos Rosales se constituye por la entrada de leche cruda hasta llegar al consumidor final como un producto elaborado de queso fresco envasado con aro, etiqueta y bolsa de polipropileno en un embalaje de plástico. En él se tuvo en cuenta la calidad de materia prima de entrada (leche cruda), la estética del envase y el etiquetado.

Unidad funcional

La unidad funcional (UF) elegida fué 1 kg de queso fresco, es decir, el kg de producto terminado, envasado y listo para ser distribuido.

La comercializadora de lácteos proporcionó el dato genérico de que elabora 1 kg de queso con 5.6 litros de leche y tiene una entrada diaria de 1000 l de leche, por lo que se determinó que la producción de un día consta de 178 kg de queso fresco.

Sistema y límites del sistema

- **Sistema:**

El sistema de la empresa que se consideró fue el conjunto de operaciones necesarias para la elaboración del queso fresco, el cual abarcó las 10 etapas mostradas en el mapa de proceso del sistema en estudio (figura 4.2) en la que se detalla todo el proceso productivo para la

fabricación de quesos, clasificadas en 4 áreas y los tiempos ejecutados para cada actividad, llevando a cabo toda la producción en una jornada laboral de 8 horas/día.

Para estimar los tiempos establecidos primero se consideró la experiencia del personal operador, y datos disponibles de la literatura (Valencia, 2009), de los que se obtuvieron tiempos estadísticos descriptivos. Para verificar esta información en tiempo real se realizó un análisis de cronometraje durante una semana, para lograr brindar un intervalo de confianza más claro, resultando ser los tiempos considerados en la figura 4.2

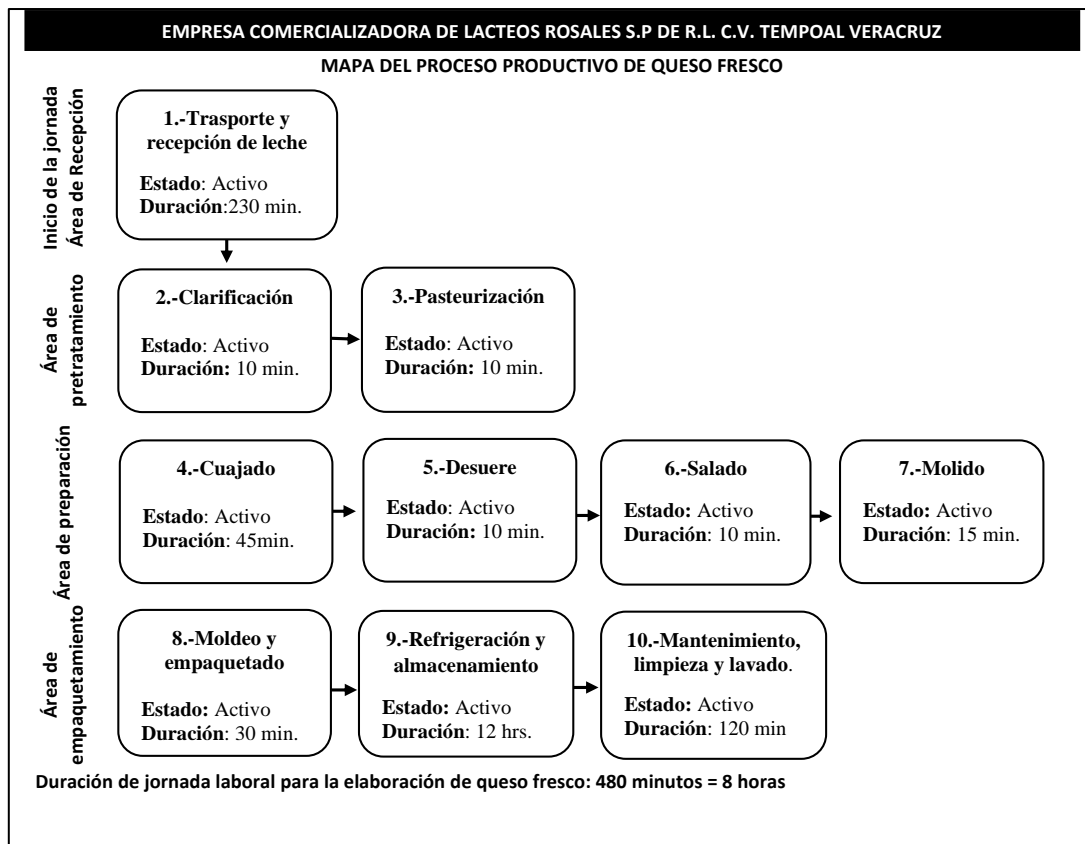


Figura 4.2 Diagrama de proceso y tiempos que permiten producir Queso fresco

Fuente: Elaboración propia

- **Límite del sistema:**

“De la puerta a la puerta”: El estudio se enfocó únicamente en la segunda etapa del ciclo de vida del queso fresco, el cual incluyó operaciones del proceso productivo, abarcando el transporte y entrada de la materia prima (leche cruda de vaca) hasta la obtención del producto (queso fresco) empaquetado y listo para ser distribuido.

En la figura 4.3 se muestra el ciclo de vida completo de queso fresco conformado por 5 fases (de la cuna a la tumba) en el que se delimita en color gris la única fase considerada (fase 2) en este estudio (de la puerta a la puerta).

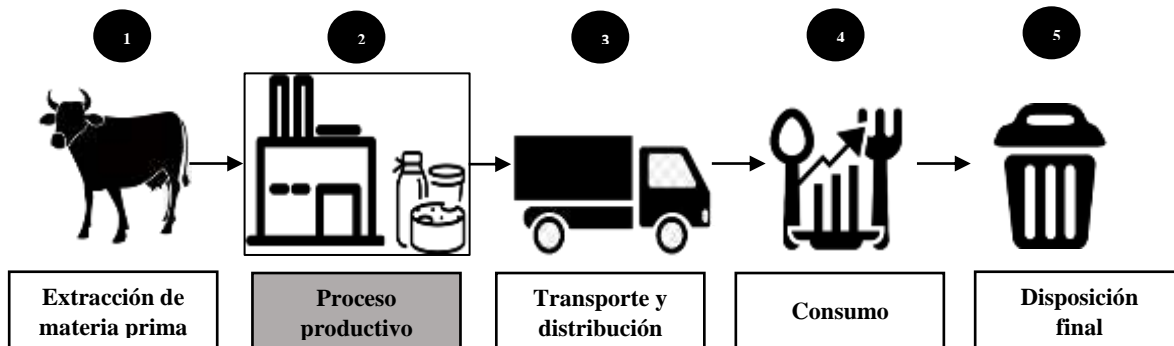


Figura 4.3 Ciclo de vida del queso fresco

Fuente: Elaboración propia

Resultados de Fase 2.- Análisis de inventario de Ciclo de Vida (ICV)

En este apartado se llevó a cabo la obtención de información para el ICV. Para lo cual se generaron tablas con recopilación de información necesaria, principalmente datos correspondientes a los equipos, herramientas y materiales utilizados dentro del sistema para llevar a cabo la producción de queso fresco, para tener las bases de las fuentes que generan los flujos de entradas (materia prima y energía) y salidas (emisiones, residuos, ruido y vertidos).

Cabe mencionar que los primeros datos registrados se realizaron de forma general tomando en cuenta un día de producción de queso fresco, y posteriormente se hicieron balances de materia y energía para obtener los datos óptimos para el Inventario referenciado a la unidad funcional de 1 kg de queso de queso fresco.

Instrumentos de recolección, manejo y fuentes de datos

Los instrumentos de recolección de datos del estudio se basaron en requerimientos de la plataforma europea sobre Análisis de Ciclo de Vida compatibles con las normas ISO 14040

e ISO 14044 los cuales consisten en hojas de datos para el sistema general en estudio. (Ver capítulo III).

Así mismo la indagación de información se obtuvo mediante diversas fuentes mostradas en la figura 4.4 durante el periodo de referencia de octubre 2020- marzo 2021.

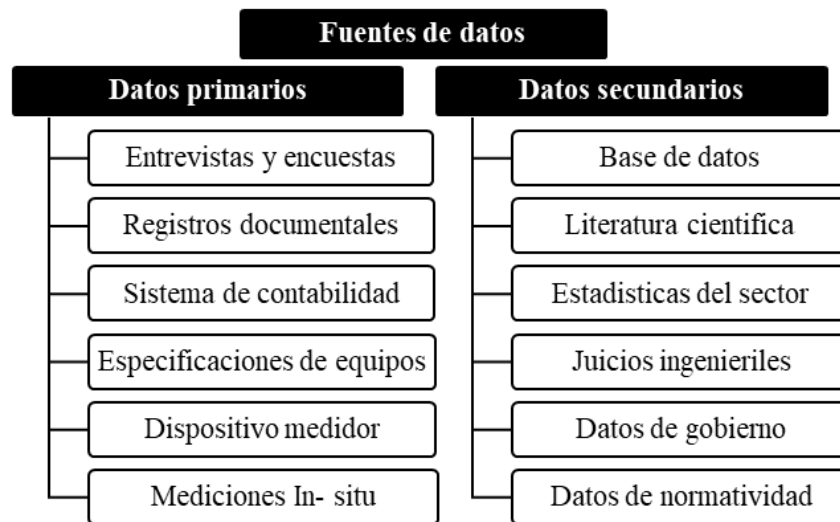


Figura 4. 4 Fuentes de datos para el Inventario de Ciclo de Vida de queso fresco

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas informáticas empleadas para llevar a cabo la evaluación de los datos del Inventario de Ciclo de Vida y obtener los impactos ambientales potenciales, fueron los softwares Open LCA y SimaPRO, en conjunto con las bases de datos Agribalyse y Ecoinvent (figuras 4.5 y 4.6).

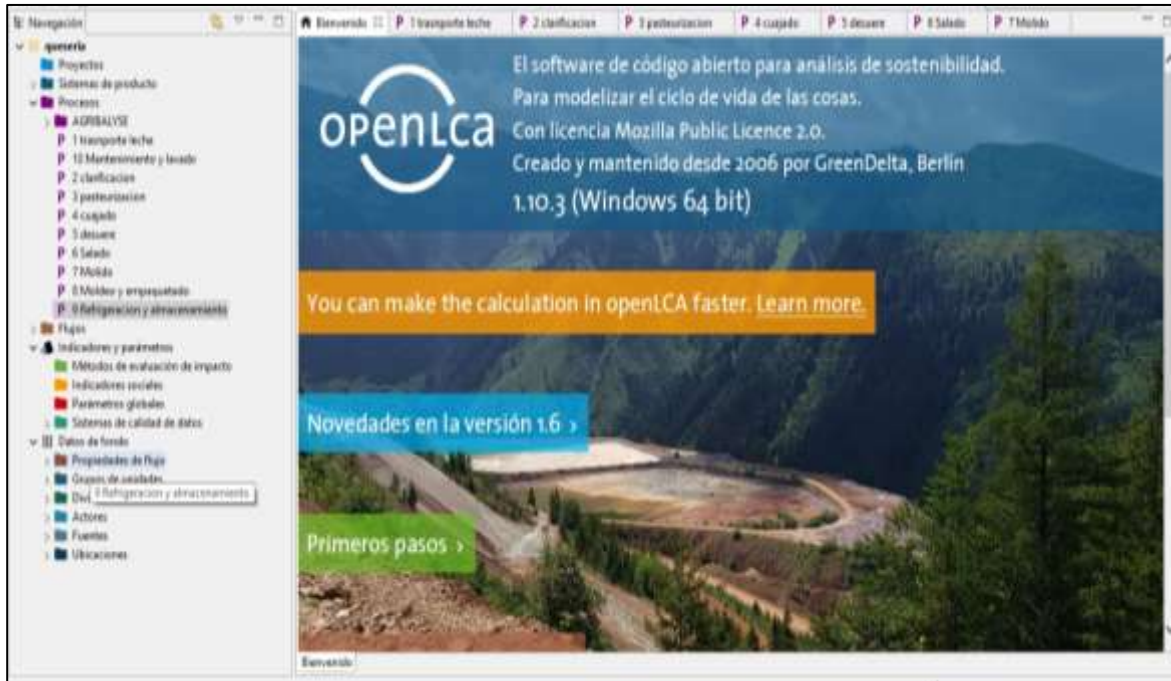


Figura 4.5 Software Open LCA

Fuente: (Ciroth, 2020)

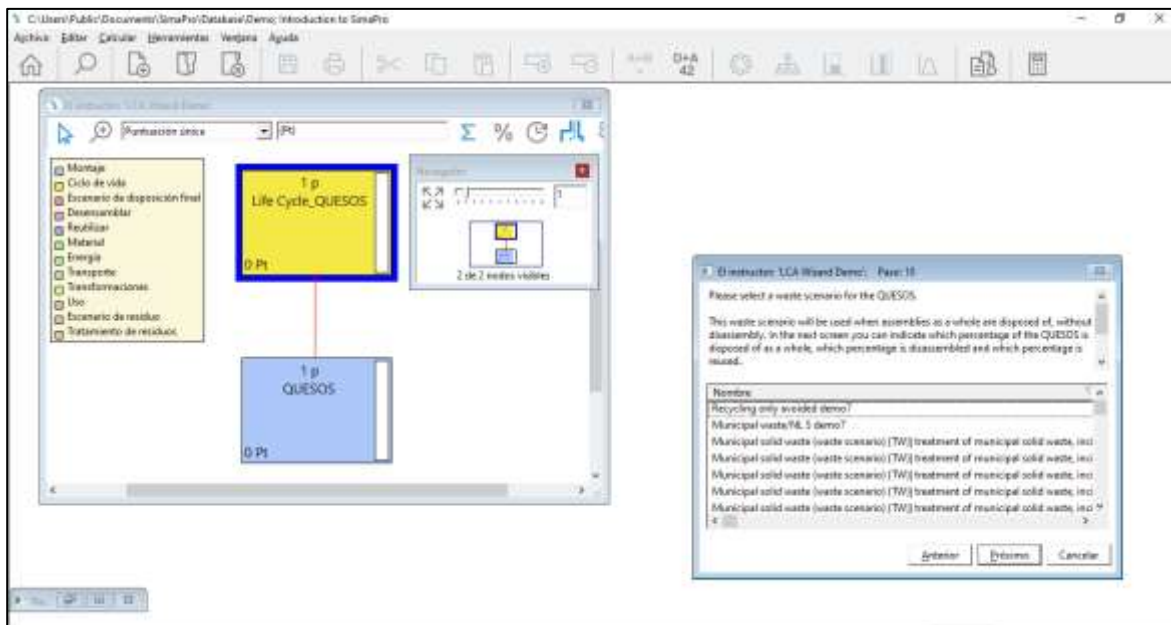


Figura 4.6 Software SimaPRO DEMO

Fuente: (DEMO, SimaPRO, 2020)

Resultados del Análisis del inventario de ciclo de vida (AICV)

El procedimiento para realizar el análisis de inventario se llevó a cabo bajo las siguientes etapas:

❖ **Resultados de etapa 1: Construcción del diagrama de flujo**

Se elaboró el diagrama de procesos de la empresa Rosales, fijando límites del sistema y contemplando el alcance del ACV de la puerta a la puerta dividido en 10 etapas del proceso productivo (figura 4.3).

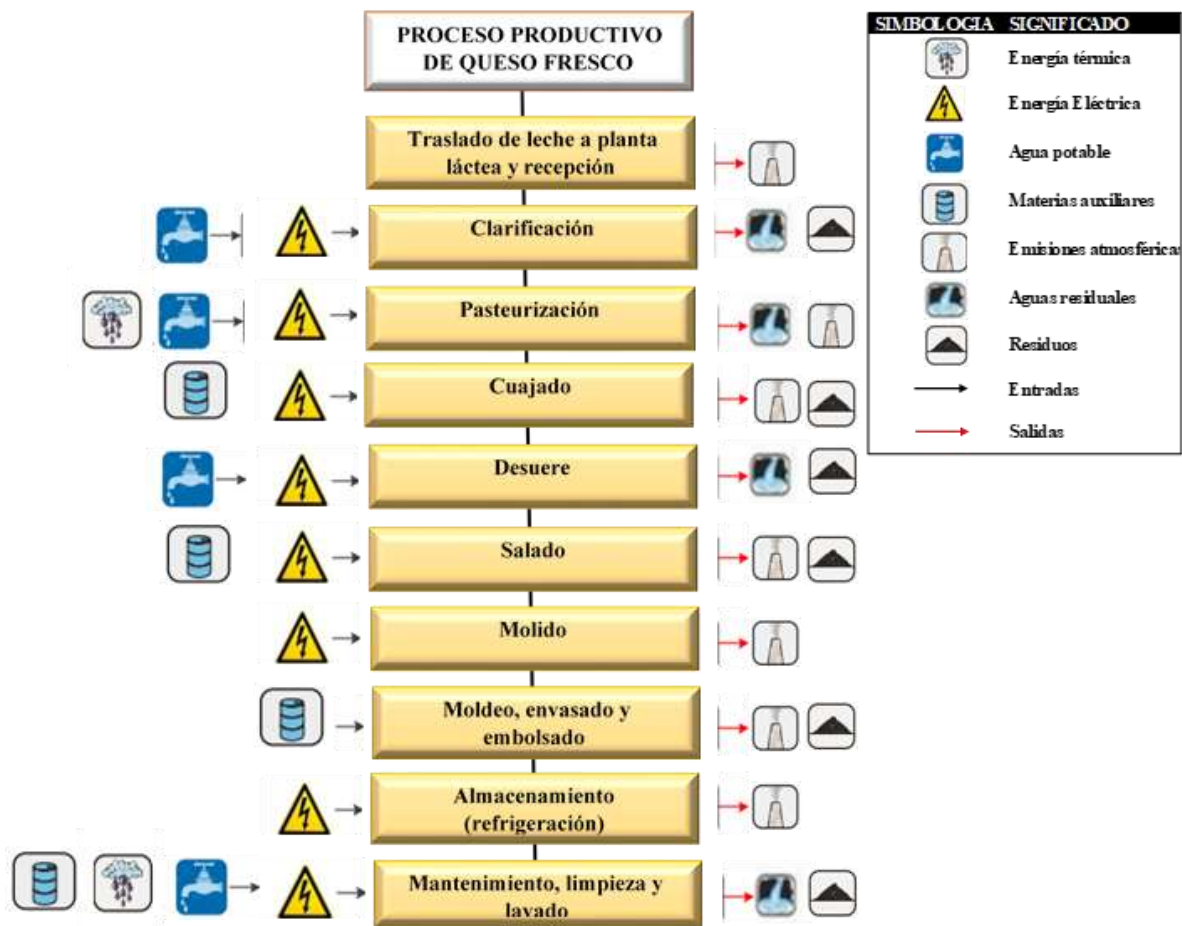


Figura 4.7 Diagrama de flujo y aspectos medioambientales en el sistema productivo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7 se muestra el diagrama de flujo del proceso productivo de queso fresco de la empresa de lácteos Rosales, en el que se representa dentro del sistema los flujos de entradas y salidas que se generan por etapas, al producir queso fresco. Esto se realizó con base al

análisis cualitativo previo al análisis de inventario, mediante la identificación de aspectos ambientales.

❖ **Resultados de etapa 2 y 3 Establecimiento de los datos y ajuste del sistema.**

Identificación cualitativa de aspectos ambientales

Respectivamente en esta etapa se llevó la identificación de aspectos ambientales en el que se utilizó el método ABC desarrollado por el Institute for Ecological Economy of Berlín. el cual es un análisis cualitativo y sus resultados están determinados por los valores y conocimientos de la organización., Para ello se realizó el registro de la valoración del unico sistema a estudiarse (tabla 4,2) y después se recopilaron los aspectos ambientales de las entradas y salidas de las 10 etapas del sistema productivo de queso fresco, definiendo los impactos que estos aspectos generarían (tabla 4.3) (León, 2018).

La evaluación semi cualitativa de estos aspectos asociados a cada operación del proceso se realiza en función de su importancia relativa respecto del proceso en su totalidad (Gonzáles, 2012).

Tabla 4. 2 Identificación de indicadores ambientales del sistema general en estudio

Fuente: Elaboración propia

ESTAPA		INDICADOR AMBIENTAL DE ENTRADA/SALIDA							
		Consumo de:				Emisiones al:			
		Materias primas	Combustible	Electricidad	Agua	Aire	Agua	Suelo	Otro
1	EXTRACCION DE RECURSOS								
2	PRODUCCION	Leche, cuajo, sal, aros desechables, bolsas, detergente, cloro.	Si (Gasolina y gas LP)	Si (Energía eléctrica/kWh)	Si (Agua potable en m3 de red municipal y suministro propio)	Si	Si	Si	
3	DISTRIBUCION								
4	USO								
5	DISPOSICIÓN								

Tabla 4. 3 Identificación de aspectos ambientales del sistema en estudio

Fuente: Elaboración propia

ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS:					
Sistema En Estudio	Etapa	Entradas:	Salidas:	Efecto/Impacto	Factor Ambiental Afectado
COMERCIALIZADORA DE LA CTEOS "QUESOS ROSALES"	Traslado y recepción de leche	Gasolina, E. Eléctrica, leche.	Emisiones atmosféricas, leche.	Contaminación del aire y suelo, calentamiento global, agotamiento de ozono, cambio climático.	Aire, suelo, salud humana, flora y fauna.
	Clarificación:	E. eléctrica, leche, agua.	Emisiones atmosféricas, agua residual, residuos RME, ruido, leche.	Emisiones GEI, agotamiento de recursos naturales, disminución de mantos acuíferos, agotamiento del ozono, eutrofización, acidificación.	Aire, suelo, agua, salud humana, flora y fauna.
	Pasteurización:	E. eléctrica, E. térmica leche, agua, gas Lp.	Emisiones atmosféricas, agua residual	Contaminación del aire, agotamiento de recursos naturales, disminución de mantos acuíferos, agotamiento del ozono, eutrofización, acidificación	Aire, suelo, agua, salud humana, flora y fauna.
	Cuajado	E. eléctrica, leche, cuajo.	Emisiones atmosféricas, leche, cuajo.	Emisiones GEI, agotamiento del ozono, cambio climático, calentamiento global.	Aire, suelo, salud humana, flora y fauna.
	Desuere:	E. eléctrica, cuajada, agua.	Emisiones atmosféricas, cuajada, suero, agua residual.	Agotamiento de recurso hídrico, calentamiento global, generación de RME, eutrofización, acidificación	Aire, suelo, agua, salud humana, flora y fauna.
	Salado:	E. eléctrica, cuajada, sal.	Emisiones, cuajada,	Emisiones GEI, calentamiento global, cambio climático.	Aire, suelo, salud humana, flora y fauna.
	Molido	E. eléctrica	Emisiones atmosféricas, ruido.	Emisiones GEI, calentamiento global, cambio climático.	Aire, suelo, salud humana, flora y fauna.
	Moldeo, envasado y embolsado:	Cuajada, aros desechables, bolsas, cartón, taras.	Quesos, emisiones atmosféricas, residuos	Agotamiento de recurso hídrico, calentamiento global, generación de RSU, eutrofización, acidificación.	Aire, suelo, salud humana, flora y fauna.
	Almacenamiento (refrigeración)	E. eléctrica.	Emisiones atmosféricas	Emisiones GEI, calentamiento global, cambio climático.	Aire, suelo, salud humana, flora y fauna
	Mantenimiento, limpieza y lavado:	E. eléctrica, agua, cloro, detergente, NOH.	Emisiones atmosféricas, agua residual, residuos	Agotamiento de recurso hídrico, emisiones GEI, calentamiento global, cambio climático, eutrofización, acidificación	Aire, suelo, agua, salud humana, flora y fauna.

Fuentes de obtención de datos cuantitativos de entradas y salidas del sistema

En la siguiente tabla se describe como se llevó a cabo la obtención de los datos cuantitativos de entradas y salidas del proceso productivo.

Las variables consideradas dentro del inventario de ciclo de vida de entrada para el estudio del sistema general de queso fresco fueron: consumo de combustible (transporte de leche), consumo de agua, energía y productos (cuajo, detergente en polvo, cloro, bolsas, aros y taras).

Tabla 4. 4 Fuentes de datos de inventario de entradas al sistema en estudio

Fuente: Elaboración propia

Descripción General De Entradas Al Sistema:	
Entradas	Descripción
Consumo de combustible	<p>Se registró el consumo de combustible de los motores a gasolina y la distancia de recorrido en kilómetros. El registro de combustible se realizó con base en datos reales de la estación de servicios donde se recepta el combustible para los vehículos del estudio, resultando que se utilizan 15 litros de gasolina al recorrer 30km de distancia.</p> <p>*Para el consumo de energía se identificaron las fuentes de las cuales se abastece la empresa como la energía eléctrica proveniente de equipos eléctricos y energía térmica que proviene del gas natural y caldera.</p> <p>*Se realizaron auditorías energéticas por diferencia de lectura en el medidor de luz, además se relacionaron los datos con recibos y planillas de luz mensuales.</p>
Consumo de energía	<p>*Se identificaron los requerimientos de equipos que consumen energía como bombas de transporte de fluidos, tanques de almacenamiento, clarificador, pasteurizador, malaxadora, molino, máquinas de cuarto frío y luz de lámparas para la iluminación.</p> <p>*Para el cálculo de consumo de energía térmica, se realizaron pruebas por una semana en la diferencia de peso en el consumo de gas al ejecutar la caldera, las cantidades obtenidas se calcularon en kg, pero para la investigación se realizaron conversiones de kg a MJ kWh.</p>
Consumo de agua	<p>Para este cálculo de consumo de agua, se consideró el agua utilizada en las actividades del proceso productivo de queso, en las etapas de clarificación, pasteurización, desuere y para la limpieza de la instalación, equipos y herramientas, para ello se realizó la cuantificación de ensayos de agua empleadas con recipientes volumétricos.</p>
Gas Lp	<p>El gasto de gas lp por producción/día se calcularon mediante fórmulas establecidas en normas, también se estimaron valores de consumo de acuerdo al gasto mensual proporcionado en recibos mensuales.</p>
Cuajo	<p>Para el cálculo del producto se consultó al personal encargado de ejecutar la operación para verificar la cantidad a utilizada, además se hizo una comparación con estudios similares, de este modo se verificó que se encontraba la cantidad en rangos similares estimados, utilizando 100 ml por cada 1000 litros de leche cruda.</p>
Sal	<p>Para el registro de esta materia prima se tomó la cantidad proporcionada por el personal operador, considerando 650g de sal Roche yodatada, grado alimenticio por cada 100 litros de leche de cruda entrada. así mismo se consultaron inventarios de ACV de queso fresco realizados en otros países para verificar si la cantidad era similar.</p>

Productos de limpieza	En este apartado se incluyeron las cantidades de los productos de limpieza empleados por día en la higienización de las instalaciones y equipos presentes en la empresa a estudio, los cuales fueron, detergente, cloro y NaOH, para estos datos se realizaron cálculos in situ los cuales fueron monitoreados diariamente por una semana.
Productos de empaquetados	Se consideraron únicamente las cantidades de 1 kg de bolsas, 2 kg de aros, y 1 kg de cartón generado para el envase de 178 kg de quesos. Dichos datos se midieron en base a la observación y pesado manual.

Para los datos de salida del sistema se consideraron los siguientes factores: Emisiones (CO₂eq, vapores, gases), aguas residuales en m³, suero en m³ quesos en kg, RSU en kg y RME en m³

Tabla 4. 5 Fuentes de datos de inventario de salidas del sistema en estudio

Fuente: Elaboración propia

Descripción General De Salidas Al Sistema:	
Salidas	Descripción
Emisiones de CO₂ (Dióxido de carbono)	<p>Con base en datos reales de combustión de gasolina, Felipe Soto Pao PhD, especialista en biocombustibles (como se citó en Henao y Mosquera, 2010), hizo referencia a los kg emitidos a la atmósfera por la combustión de gasolina. De dichos estudios realizados se concluyó que la combustión de 1L de gasolina presenta en su ciclo un total de emisión a la atmósfera de 2,28 kg de CO₂. Para contrastar este estudio, en el año 2013 se realizó una investigación más, donde se encontró que los motores a gasolina emiten 2,3 kg de CO₂ por cada litro de gasolina quemado. Asimismo, en base y fundamento a estos estudios se señaló que por 15 litros de gasolina que se consumen al recorrer 30 kilómetros. Por ende, de dichos valores se emiten 34.55 kg CO₂.</p>
Aguas residuales	<p>*El agua residual (AR) en todo el proceso se consideró el mismo dato del inventario de entrada con un valor aproximado de litros/día para el inventario de salida, en caso de que todo es depositado por una canalización interior en las instalaciones y el cual es vertido en el desagüe de alcantarillado municipal, con el fin de evitar focos de contaminación. El agua residual resulta ser producto de una mezcla de detergentes, residuos de suero y cuajo en todos los procesos.</p> <p>*Para estimar la cantidad generada se consideró toda el agua consumida en m³ de cada etapa. La medición considerada fue bastante próxima a la realidad ya que los quesos no tienen agua como ingrediente y el suero lácteo no se vierte con las aguas residuales.</p>

Suero	<p>El suero fue el principal subproducto de elaboración de queso. En este caso una parte proporcional es utilizada para elaborar coproductos como requesón y crema y por otra parte ceden este suero de manera gratuita a instalaciones de ganado porcino, la cual emplea este derivado lácteo como alimento para sus animales, cabe mencionar que, si se manejó como residuo de manejo especial, pero no se puede indicar como repercusión ya que no es vertido directamente al drenaje ni se está tratando de manera alguna.</p> <p>Para obtener el dato de la cantidad se realizó una conversión en base a datos proporcionado de la empresa y también se verifico la cantidad generada en el registro de la cedula de operación anual de la empresa en la que se describe 4.5 litros de suero por 1 kg de queso, para verificar la cantidad se realizaron cálculos volumétricos in situ, por una semana.</p>
Quesos	<p>Los quesos son la principal salida que muestra el estudio de ACV, puesto que es el producto estudiado y representa la referencia tomada de la UF empleada (1 kg de queso fresco). Para el cálculo de producción de un día se consideró el conocimiento de los operadores, quienes fundamentaron utilizar 5.6 litros de leche por 1 kg de queso, el por lo que si la entrada son 1000 l de leche aplicando una regla de tres simple la producción de 1 día resultó ser de 178 kg.</p>
Residuos sólidos	<p>*En cuanto a RSU se consideraron los resultantes de materias auxiliares para la limpieza. Para su cálculo únicamente se realizó un pesaje en kg. En el caso de taras de plástico se consideró a efectos de simplificación ya que todos los envases de plástico empleados se reciclan.</p>

❖ Resultados de etapa 3 Recolección de los datos cuantitativos y cálculos de balance

Datos de equipo, herramientas, recursos y materiales del sistema en estudio

Consecutivamente se realizó la descripción (nombre, capacidad y vida útil) de herramientas y equipos utilizados en cada etapa del proceso de producción de queso fresco, dicha información fué consultada y extraída de hojas técnicas y manuales de equipos con los que cuenta la empresa, los cuales fueron necesarios para justificar y fundamentar los datos del Inventario requeridos en los softwares, para analizar los impactos ambientales potenciales del proceso productivo.

Tabla 4. 6 Equipos y herramientas para llevar a cabo el proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia

ETAPA DEL PROCESO	EQUIPOS	CAPACIDAD	VIDA UTIL
Traslado de leche a planta láctea y recepción	Camioneta	8 tanques de 250 l	7 años
	Bomba de transporte de fluidos/ acero inoxidable	3 hp	20 años
	Báscula acero inoxidable	25 kg	20 años
	Tanques almacenaje de acero inoxidable	3000 l	15 años
Clarificación	Clarificadora	5000 l/hrs	16 años
	Pasteurizadora	5000 l/hrs. 20 hp	20 años
Pasteurización	Caldera y ventilador	20 hp y 1.5 hp	20 años
	Tanque estacionario	500 l	15 años



	Purificadora	3000l/hrs	20 años
Cuajado	Bomba de transporte de fluidos/ acero inoxidable	3 hp	20 años
	Tinas de cuajo de acero inoxidable	1000 l	18 años
Desuere	Tinas de acero inoxidable	10000 l	18 años
	Bomba de transporte de fluidos/ acero inoxidable	3 hp	20 años
Salado	Malaxadora/ revolvedora	150 kg 2hp	17 años
Molido	Mesa de escurrido o secado/acero inoxidable	50 kg	20 años
	Molino de cuajada	3 hp 1000 kg/h	20 años
Moldeo y envasado	Mesa de acero inoxidable	275 kg	20 años
Almacenamiento	Cámara frigorífica (2 Maquinas enfriadoras)	5 hp y 5hp	15 años
Limpieza y lavado	Bomba de transporte de fluidos/ acero inoxidable	3 hp	15 años

Conversiones de entradas (MP) en el proceso productivo del sistema

Para determinar las cantidades de materias primas utilizadas a lo largo del proceso de 1 día de producción del sistema en estudio se llevaron a cabo algunas operaciones manuales, realizando conversiones por medio de reglas de tres simple, ya que se conocían los datos iniciales proporcionados por la empresa (Haya L, 2016).

Leche:

El dato de la cantidad de leche como materia prima principal se proporcionò por la empresa. El cual fuè de 1000 litros para la produccion de queso de un dia.

Para determinar la masa de la leche se tomò el valor necesario de densidad 1,035 gr/litros, mostrados en la base de datos de la FAO / INFOODS (Charrondiere et al. 2019). Así mismo se aplicò la fórmula de masa como se muestra en la siguiente operación:

$$m = p * v \rightarrow m(1,035) * (1000) = 1035 \text{ kg de leche cruda}$$

Donde:

p = densidad de la leche 1,035 g/l

v = 1000 l de leche

m = Kg

Cuajo:

Para el cálculo general de cuajo al día, en base a experiencia de la empresa y según la literatura 10 ml de cuajo, coagula 100 l de leche (SADER, 2018), por lo que se determinó que para 1000 litros se utilizan 100 ml.



$$\frac{(a)100 \text{ l de leche} \rightarrow (b)10 \text{ ml cuajo}}{(c)1000 \text{ l de leche} \rightarrow (X)\text{ml de cuajo}} = (X)\text{ml de cuajo}$$

$$X = \frac{b * c}{a} = X \text{ Despeje: Mililitros de cuajo} = \frac{10 \text{ ml} * 1000 \text{ l}}{100 \text{ l}} = \mathbf{100 \text{ ml de cuajo}}$$

Sal:

La empresa utiliza 0.650 kg de sal por cada 100 l de leche en la producción de queso, mediante la conversión resultó que para 1000 litros se utilizan 6.5 kg.

$$\frac{(a)100 \text{ de leche} \rightarrow (b)0.650 \text{ kg de sal}}{(c)1000 \text{ l de leche} \rightarrow (X)\text{gr de sal}} = (X)\text{ml de cuajo}$$

$$X = \frac{b * c}{a} = X \text{ Despeje: Kg de sal} = \frac{0.650 \text{ kg} * 1000 \text{ l}}{100 \text{ l}} = \mathbf{6.5 \text{ kg ml de sal}}$$

Conversiones para salidas en el proceso productivo del sistema

Queso:

Para elaborar 1 kg de queso se necesitan 5.6 litros de leche cruda y la empresa tiene una entrada diaria de 1000 l de leche, es decir que se producen **178 kg** de queso fresco al día.

Para determinar esta cantidad se realizó la siguiente operación:

$$\frac{(a)5.6 \text{ l de leche} \rightarrow (b)1 \text{ Kg de queso}}{(c)1000 \text{ l de leche} \rightarrow (X)\text{kg de queso}} = (X)\text{kg de queso}$$

$$X = \frac{b * c}{a} = X \text{ Despeje: Kilogramos de queso} = \frac{1 \text{ kg} * 1000 \text{ l}}{5.6 \text{ l}} = \mathbf{178 \text{ kg de queso}}$$

Suero:

La comercializador por cada 100 litros de leche produce 81 litros de suero. Por lo que se determinó que por 1000 litros de leche de entrada se generan 810 l de suero

$$\frac{(a) 100 \text{ l de leche} \rightarrow (b)81 \text{ l de suero}}{(c)1000 \text{ l de leche} \rightarrow (X)\text{l de suero}} = (X)\text{l de suero}$$

$$X = \frac{b * c}{a} = X \text{ Despeje: l de suero} = \frac{1 \text{ 81} * 1000 \text{ l}}{100 \text{ l}} = \mathbf{810 \text{ l de suero}}$$

Para obtener la masa del suero se tomó el dato inicial de densidad de 1,026 g/cm³ en el portal de leche mundial (SIAP, 2018), y se utilizó la fórmula de masa, obteniendo 831 kg mediante la operación siguiente:

$$m = p * v \rightarrow m(1,026) * (810l) = 831 \text{ kg}$$

Donde:

p = densidad del suero 1,026 g/cm³

v = 810 l de suero

m = Kg

Datos cuantitativos de flujos de materias primas

En la tabla 4.7 se generaron los datos de materia prima (MP) y materiales auxiliares (productos para el mantenimiento y limpieza) necesarios para la producción de 178 kg de queso fresco y consecutivamente de 1 kg (UF) indicando únicamente las 4 etapas del sistema en las que se requiere de MP. Así mismo se indica en color gris las cantidades de residuos que salen del sistema e impactan al medio ambiente generadas por MP.

Tabla 4. 7 Materias primas empleadas en el sistema en estudio

Fuente: Elaboración propia

Etapa	Descripción:	Unidades/día	Peso en gr o ml /día	Peso en gr o ml /UF
Traslado y recepción de leche	Leche cruda	1000 l/178 kg	1000000 ml	5600 ml/kg de queso
Cuajado	Cuajo grado alimenticio	100 ml/178 kg	100 ml	0.56 gr/1 kg de queso
Salado	Sal soyada	6.5 kg/178 kg	6500 gr	36 gr/1 kg de queso
Etapa	Descripción:	Unidades/día	Peso en gr o ml /día	Peso en gr o ml /UF
Moldeo, envasado y empaquetado	Bolsas de polipropileno	200/178 kg	1000 gr	5 gr/1 kg de queso
	Aros desechables	200/178 kg	2000 gr	11 gr/1 kg de queso
	Cartón	0.55 kg/178 kg	550 gr	3 gr/ 1 kg de queso
Mantenimiento y lavado	Cloro	2 litros/178 kg	2000 ml	11 ml/1kg de queso
	Detergente	5 kg/178 kg	5000 gr	28 gr/1kg de queso
	Hidróxido de Sodio	0.60 litros/178 kg	600 ml	3 ml/1kg de queso
Total, de RSU generados por día y por UF			10000 gr	61 gr/ 1 kg de queso

Datos cuantitativos de flujos de combustible

Los flujos de combustibles se muestran en a tabla 4.6. Describen únicamente en dos etapas en las que es empleado el combustible, las unidades se dan en kg/día y por UF. Dichos datos se instituyeron en base a cálculos y requerimientos del equipo, recibos de facturas mensuales registros de hojas técnicas y de manuales.

Para el cálculo de gasolina se estimaron los valores proporcionados por la empresa. Para calcular el consumo de gas butano en kg/día, se consideró la fórmula establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH (2011) sobre recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable.

$$\text{Consumo} = (\text{P} \div \text{PCS}) * \times \text{T}$$

La cual consideró los valores:

Etapa	Combustible	Unidades/día	Peso en kg/día	Emisiones CO ₂ / día	Peso en kg/UF	Emisiones CO ₂ / UF
Transporte y recepción de leche	Gasolina	15 litros	12 kg	35.73 Kg CO ₂ eq	0.0674 kg	0.20073 Kg CO ₂ eq
Pasteurización	Gas Butano	7.5 litros	12.5 kg	0.05 Kg CO ₂ eq	0.0702 kg	0.00028 Kg CO ₂ eq
Total, de combustible			24.5 kg	35.78 CO ₂ eq	0.1376 kg	0.20101 Kg CO ₂ eq

P: Potencia del equipo en **kW** (kilovatios)

PCS: Poder Calorífico Superior = **13,97 kWh/kg**

T: Tiempo de funcionamiento diario del aparato en **h/día**

Tabla 4. 8 Consumo de gas Lp e caldera

Fuente: Elaboración propia

Sistema	P (potencia)	PCS (poder calorífico)	T (tiempo)	Total, diario
Caldera	28,5 kW	13,97 kWh/kg	6 horas/día	12,24 kg/día

Tabla 4. 9 Datos de combustible empleado en el sistema en estudio

Fuente: Elaboración propia

Datos cuantitativos de flujos de agua potable

En la tabla 4.9 se muestra el registro del consumo de agua de 1 día de producción de queso fresco y los equivalentes al producir 1 kg (UF) los cuales fueron calculados en base a facturas

de luz mensuales y argumentos fundamentados en la cedula de operación anual de la empresa, así como también se realizaron mediciones volumétricas in si tu estimando el flujo y tiempo real en cada etapa.

Para estimar las unidades de CO_{2eq}.se utilizó una Eco-calculadora proporcionada por el software Open LCA (Ciroth, 2020). En el cual se introdujeron unicamente los datos en m3. Los resultados se muestran a continuacion detallando datos de 4 etapas en las que se consume agua en la produccion.

Tabla 4. 10 Consumo de agua y emisiones CO_{2eq}.

Fuente: Elaboración propia

Etapa	Agua consumida (m3) /día	Kg CO _{2eq} /día	Agua consumida (m3) /UF	Kg CO _{2eq} /UF
Clarificación	200 litros (0.2)	2.88 Kg CO _{2eq}	0.001123 m3/ UF	0.0161 Kg CO _{2eq}
Pasteurización	400 litros (0.4)	6.01 Kg CO _{2eq}	0.002247 m3/ UF	0.033 kg CO _{2eq}
Desuere	200 litros (0.2)	2.88 Kg CO _{2eq}	0.001123 m3/ UF	0.0161 Kg CO _{2eq}
Mantenimiento y lavado	1000 litros (1)	14.40 Kg CO _{2eq}	0.005617 m3/ UF	0.080 kg CO _{2eq}
Gasto total	1800 l (1.08 m3)	26.17 Kg CO_{2eq}	0.01011 m3/ UF	0.1452 Kg CO_{2eq}

Datos cuantitativos de flujos de energía eléctrica y térmica

Para determinar el consumo de energía eléctrica se utilizaron los criterios de la norma internacional ISO 50001 (2011) la cual hace referencia a la Gestión de la Energía; así como también se obtuvo información proporcionada por la empresa sobre datos técnicos de cada equipo eléctrico.

Para lo cual se generó primero una tabla en la que se indican únicamente los equipos que generan gastos de energía eléctrica, así mismo se describen los tiempos de ejecución de cada equipo en cada etapa para posteriormente conocer los gastos energéticos en kWh que consumen al día.

Tabla 4.11 Tiempos de ejecución y gastos energéticos en un día de proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia

Los valores del consumo de energía fueron estimaciones calculadas de acuerdo a formulas del Departamento de Energía de los EU (U.S DOE) donde la potencia de un dispositivo se estimó multiplicando su consumo de corriente en amperios por el voltaje que se utiliza y se representa en la ecuación (1) mientras que el consumo de energía en unidades de kWh por equipo eléctrico se obtuvo en base a la ecuación (2) cabe mencionar que la energía eléctrica utilizada proviene directamente de la red de distribución del servicio público nacional de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

$$\text{Potencia} = \text{Voltaje} * \text{Amperios} \quad (1)$$

$$\text{Consumo}_{\text{Energía}} = (\text{Potencia} * \text{Horas Uso})/1000 \quad (2)$$

Para llevar a cabo los cálculos de cada etapa se consultaron y analizaron exhaustivamente las hojas técnicas y manuales de cada equipo eléctrico

Para estimar las unidades de CO_{2eq} se utilizó la Eco-calculadora proporcionada por el software Open LCA (Ciroth, 2020).

Tabla 4. 12 Datos de gastos energéticos por etapa

Fuente: Elaboración propia

Etapa	Energía eléctrica en kWh/día	Consumo energético kWh/ UF	CO _{2eq} / UF
Traslado y recepción de leche	0.5592 kWh	0,00314 kWh/ UF	0.00123 CO _{2eq}
Clarificación	2.237 kWh	0,01256 kWh/ UF	0.00502 CO _{2eq}
Pasteurización	16.485 kWh	0.00559 kWh/ UF	0.00270 CO _{2eq}
Equipo	Tiempos De Ejecución	Gasto en kWh	Años De Vida Útil / Años De Adquisición
Clarificadora	0:55:00 (33 minutos)	8.948 kWh	20 años / 10 años
Pasteurizador	1:20:00 (80 minutos)	12.7 kWh	20 años / 12 años
Bomba de fluidos de acero inoxidable	2:45:00 (165 minutos)	2.237 kWh	20 años / 15 años
Caldera y ventilador	N/A	15.39 kWh	N/A / 15 años
Malaxadora	8:30:00 (510 minutos)	2.983 kWh	15 años / 5 años
Almacenamiento	4:30:00 (270 minutos)	0.50244 kWh/ UF	0.20095 CO _{2eq}
Molino	4:30:00 (90 minutos)	2.235 kWh	20 años / 18 años
Cámara de refrigeración		7.453 kWh	
Gasto total		0.652 kWh/ UF	0.26255 CO_{2eq}/ UF
Purificadora	(30 minutos)	18.25 kWh	20 años / 10 años

El valor que se desprendió para el inventario de Ciclo de vida del consumo de energía eléctrica en la producción general de queso fresco es de **116.3382 kWh/día** y por unidad funcional se estimó un valor de **0.652 kWh/ UF**, en el caso de **CO_{2eq}** se obtuvo un valor de **0.26255 CO_{2eq}/ UF**.

Eco- balances de flujos por etapas unitarias del proceso productivo:

Los balances de materia y energía se ordenaron en forma sistemática, especificando la cuantificación de flujos de entradas y salidas de las 10 etapas necesarias para llevar a cabo el proceso productivo, cabe destacar que los datos colocados en este apartado se tomaron de la información mostrada en la sección anterior de recopilación de datos, de esta forma se situó la información correspondiente a cada etapa como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 4. 13 Etapa 1 Traslado y recepción de Leche

ETAPA 1					
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS					
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad	
Combustible	15 l/30km	Traslado Y Recepción De Leche	Emisiones	35.55 kg CO ₂	
Leche	1000L		Leche	1000L	
E. eléctrica	0.55 kWh		Emisiones	0.0825 kg CO ₂	

Tabla 4. 14 Etapa 2 Clarificación

ETAPA 2					
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS					
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad	
E. eléctrica	2.237kWh	Clarificación	Emisiones	0.335 kg CO ₂	
Leche	1000L		Leche	1000 L	
Agua	200L		Agua Residual	200 L	

Tabla 3.11 Etapa 3 Pasteurización

ETAPA 3					
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS					
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad	
E. eléctrica	16.485 kWh	Pasteurización	Emisiones	2.4727 kg CO ₂	
Leche	1000 l		Leche	1000 l	
Gas LP	12.5 kg		Emisiones	0.05 kg CO ₂	



Agua

400L

Agua R.

200 l

Tabla 3.12 Etapa 4 Cuajado

ETAPA 4				
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad
Leche P	1000	Cuajado	Leche Cuajada	1000 litros
Cuajo	100 ml		Emisiones	0.22 kg CO ₂
E. eléctrica	0.559kWh			

Tabla 3.13 Etapa 5 Desuere

ETAPA 5				
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad
Leche Cuajada	1000 litros	Desuere	Cuajada	178 kg
Agua (hielo)	200 L		Suero	822
E. Eléc.	0.559 kWh		Agua Residual	200 L
			Emisiones	0.22 kg CO ₂

Tabla 3.14 Etapa 6 Salado

ETAPA 6				
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad
Cuajada	178 kg	Salado	Cuajada	180 kg
Sal	6.5 kg		Emisiones	0.60 kg CO ₂
E. eléc.	1.49 kWh			

ETAPA 7				
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad
E. eléctrica	1.117 kWh	Molido	Emisiones	0.45 kg CO ₂
Cuajada	180 kg		Cuajada	178 kg

Tabla 3.15 Etapa 7 Molido

Tabla 3.16 Etapa 8 Moldeo, envasado y empaquetado

ETAPA 8					
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS					
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad	
Cuajada	178 kg	Moldeo Y Empaquetado	Quesos	178 kg	
Aros desechables	2 kg		RSU y emisiones	3.55 kg y 0.142 kg	
Bolsas	1 kg		Taras	8 piezas	
Cartón	0.55 kg				
Taras	8 piezas				

ETAPA 9					
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS					
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad	
E. eléctrica	89.436 kWh	Almacenamiento	Emisiones	35.77 Kg CO ₂	

Tabla 3.17 Etapa 9 Almacenamiento- Refrigeración

Tabla 3.18 Etapa 10 Mantenimiento y lavado

ETAPA 10					
IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS					
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
Tipo	Cantidad		Tipo	Cantidad	
Agua	1000 l	Mantenimiento Y Lavado	Agua R.	1000 l	
Cloro	2 l		Vertimientos		
Detergente	5 kg		Emisiones	1.79 kg CO ₂	
NaOH	0.600 l				
E. eléc.	4.47 kWh				

Eco balance general de flujos de entradas y salidas del sistema en estudio

Para llevar a cabo el Inventario de Ciclo de Vida, se realizó primero la distribución de un balance general de todo el sistema, según lo establecido en la norma UNE-EN ISO 14044

(2006) en el que se señala las entradas, y salidas del sistema, indicando al mismo tiempo las emisiones de CO₂ Eq. de cada etapa y la suma total calculadas por el software Open LCA (Ciroth, 2020).

Así mismo se hace hincapié de que dichos datos descritos se tomaron de la información proporcionada en las tablas del Eco- balance de flujos por etapas unitarias considerando Equipos, herramientas, tiempos y cantidades, los cuales están referenciados a 1 día de producción de queso fresco, es decir a la fabricación de 178 kg de queso fresco en una jornada laboral de 8 hrs

Tabla 4. 15 Eco balance general de producción de 178 kg de queso fresco

Fuente: Elaboración propia

CUANTIFICACION DE FLUJOS DE ENERGIA EN LA PRODUCCION DE QUESO FRESCO							
Sistema	Etapas	Procedencia	Entrada	Energía térmica kWh/día	Energía eléctrica kWh/día	CO ₂ Eq. /flujo/día	CO ₂ Eq /día por etapa
COMERCIALIZADORA DE LACTEOS "QUESOS ROSALES"	Traslado y recepción de leche a planta láctea:	Camioneta	Gasolina	N. A	0.5592 kWh	Gasolina 35.73 Kg CO _{2eq}	35.95 CO _{2eq}
		Bomba de transporte de fluidos	Leche E. Eléctrica			Electricidad 022 Kg CO _{2eq}	
	Clarificación	Clarificador	Leche Agua E. Eléctrica	N. A	2.237 kWh	Agua 2.88 Kg CO _{2eq} Electricidad clarificador 0.895 Kg CO _{2eq}	3.775 CO _{2eq}
	Pasteurización	Pasteurizadora	Leche Agua E. eléctrica Gas LP	15.5 kWh	4.23 kWh	Agua 2.16 Kg CO _{2eq} Electricidad de pasteurizador 1.69 Kg CO _{2eq}	12.65 CO _{2eq}
						Caldera	
		Purificadora			4.56 kWh N. A		
						Tanque estacionario	
	Cuajado	Bomba de transporte de fluidos	Cuajo Leche E. eléctrica	N. A	0.5592 kWh	Electricidad bomba 0.22 Kg CO _{2eq}	0.22 CO _{2eq}
	Desuere:	Bomba de transporte de fluido	Cuajada Agua	N. A	0.5592 kWh	Agua 2.88 Kg CO _{2eq}	3.1 CO _{2eq}
						Electricidad bomba 0.22 Kg CO _{2eq}	

Salado	Malaxadora	Sal Cuajada E, eléctrica	N. A	1.49 kWh	Electricidad de malaxadora 0.60 Kg CO _{2eq}	0.60 CO _{2eq}
Molido	Molino	Cuajada E. Eléctrica	N. A	1.117 kWh	Electricidad molino 0.45 Kg CO _{2eq}	0.45 CO _{2eq}
Moldeo, envasado y embolsado:	N. A	Queso Bolsas Aros Cartón Taras	N. A	N. A	RSU 0.142 CO ₂ eq	0.142 CO ₂ eq
Almacenamiento o (refrigeración)	2 máquinas enfriadoras	E. eléctrica	N. A	89.436 kWh	Electricidad 35.77 Kg CO _{2eq}	35.77 CO _{2eq}
Mantenimiento, limpieza y lavado	Bomba de transporte de fluidos	Agua Cloro NaOH Detergente E. Eléctrica	N. A	4.47 kWh	Electricidad bomba 1.79 Kg CO _{2eq} Agua 14.40 Kg CO _{2eq}	16.19 CO _{2eq}
Total				15,5 kWh	116.3382	Total
						108.84 CO_{2eq}

Resultados del Análisis de Inventario de Ciclo de Vida de queso fresco

La estructura del inventario se determinó mediante datos reales de la comercializadora de Lácteos Rosales. La investigación registrada se extrajo de información establecida de fechas de septiembre 2019 a septiembre 2020, durante un periodo de análisis que duró 6 meses (octubre 2020-marzo 2021).

Los resultados se presentan mediante la división de procesos unitarios, presentada en la tabla 4.16.

Tabla 4. 16 Inventario de Ciclo de Vida de 1 kg de queso fresco

Fuente: Elaboración propia

Inventario De Ciclo De Vida Del Queso Fresco		
Entradas		
Leche cruda	5,6 kilogramos	Medido
Agua potable	0,010 m ³	Medido
Gas Butano	0.0702 kilogramos	Calculado
Electricidad	0.652 kWh	Medido
Energía térmica	0.087 kilogramos	Estimado
Cuajo	0.056 kilogramos	Verificado
Sal	0.036 kilogramos	Verificado
Envasado y etiquetado		
Bolsas de polipropileno	0.005 kilogramos	Medido
Aros	0.011 kilogramos	Medido
Cartón	0.003 kilogramos	Medido
Agentes de limpieza		
Cloro	1.1e-5 m ³	Estimado
Detergente	0.028 kilogramos	Estimado
Hidróxido de Sodio	3e-6 m ³	Estimado
Salidas		
Queso	1.00 Kilogramos	Calculado
Suero	4.5 Kilogramos	Calculado
Aguas residuales	0.010 m ³	Estimado
Residuos	0.061 kilogramos	Calculado
Ruido	60 dB	Medido
CO2 Equivalente	0.6106 kg CO ₂ eq	Medido
Otros		
Transporte de leche cruda a la planta láctea	30 km	Estimado
Gasolina	0.0674 kg	Calculado

Los datos medidos, son tasas altas de confianza de encuestas o medidas realizadas in si tu directas que representan la producción de 1 año en la fábrica. Los datos verificados no se midieron directamente; son tarifas que integran los registros de producción de la fábrica. Los datos estimados, fueron medidos por un tiempo menor a 1 año y que han sido extrapolados, o son tasas obtenidas por estimaciones de los empleados de la fábrica. Los datos calculados,

son valores obtenidos aplicando un balance de masa en el sistema por medio de fórmulas y normas establecidas (Weidema et al 2013).

Categorías de impacto ambiental Evaluados (EICV)

En este apartado se presentan los resultados de las categorías de impactos ambientales de la producción de 1 kg de queso fresco. Dichos resultados se fundamentan en los métodos de caracterización de impactos IPCC 2014, IMPACT 2002+ y CML 2001, los cuales son vínculos integrados dentro de las bases de datos Ecoinvent y Agribalyse, utilizando únicamente dos softwares de uso libre: SimaPRO y Open LCA.

Para ello se realizó una categorización en la que se asignan las cargas ambientales a las categorías de impacto ambiental, y las unidades con las que se determinan sus resultados (Tabla 4.17)

Tabla 4. 17 Asignación de cargas ambientales

Fuente: Elaboración propia

Categoría de impacto	Acrónimo	Cargas ambientales	Unidad
Cambio climático	CC	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄	Kg Co ₂ eq
Acidificación terrestre	AT	NO ₂ , NH ₃ , SO ₂	Kg SO ₂ eq
Formación de Oxidantes Fotoquímicos	POF	NO _x , CO, CH ₄ , SO ₄	Kg NMVOC
Demanda de energía acumulada	CED	ENERGIA ELECTRICA	MJ – kWh eq
Agotamiento de la capa de ozono	OD	CH ₃ Br, CFC1 ₃ , CF ₂ Br, CF ₃ Br, CCl ₄	kg de CFC-11 eq
Consumo de agua potable	WA	H ₂ O	KG - M ³ H ₂ O
Generación de residuos	WG	RSU, RME	KG RVC eq

En la tabla 4.18 se presentan las categorías, herramientas y métodos con los que fueron evaluadas las categorías de impacto. Dicha información mostrada representa una clasificación clara para mejorar la flexibilidad y uniformidad del ACV (Goedkoop et al; 2013).

Cabe mencionar que debido a que los softwares son de uso libre, tienden a tener limitaciones para el manejo de datos, es por ellos que se utilizaron 2 softwares diferentes, los cuales fueron aptos y se adaptaron a las necesidades del sector agrícola ganadero.

Tabla 4. 18 Categorías de impacto evaluados

Fuente: Goedkoop et a (2013)

Categoría de impacto	Unidad	Software	Base de datos	método
Cambio climático (CC)	Kg Co2 eq	SimaPRO	Ecoinvent	IPCC 2014
Acidificación terrestre (AT)	Kg SO2 eq	SimaPRO	Ecoinvent	IMPACT 2002 +
Formación de Oxidantes Fotoquímicos (POF)	Kg NMVOC	SimaPRO	Ecoinvent	IMPACT 2002 +
Demanda de energía acumulada (CED)	MJ – kWh eq	Open LCA	Agribalyse 3.0	CML 2001
Agotamiento de la capa de ozono (OD)	kg de CFC-11 eq	Open LCA	Agribalyse 3.0	CML 2001
Consumo de agua potable (WA)	KG - M3 H2O	Open LCA	Agribalyse 3.0	CML 2001
Generación de residuos (WG)	KG RVC eq	Open LCA	Agribalyse 3.0	CML 2001

Resultados en la categoría Cambio Climático (CC)

Para esta categoría se tomó como referencia la metodología IPCC 2014 del panel intergubernamental sobre cambio climático, de la base de datos Ecoinvent, en la que el CC se calculó mediante la ecuación 1 utilizando el software SimaPRO DEMO:

$$\sum GWP_{a,i} \times m_i \quad (1)$$

Donde:

GWP_{a, i}: Potencial de cambio climático de la sustancia i

m_i: Masa de sustancia i emitida al aire

Obteniendo los resultados gráficos del software SimaPRO DEMO en la figura 4.8

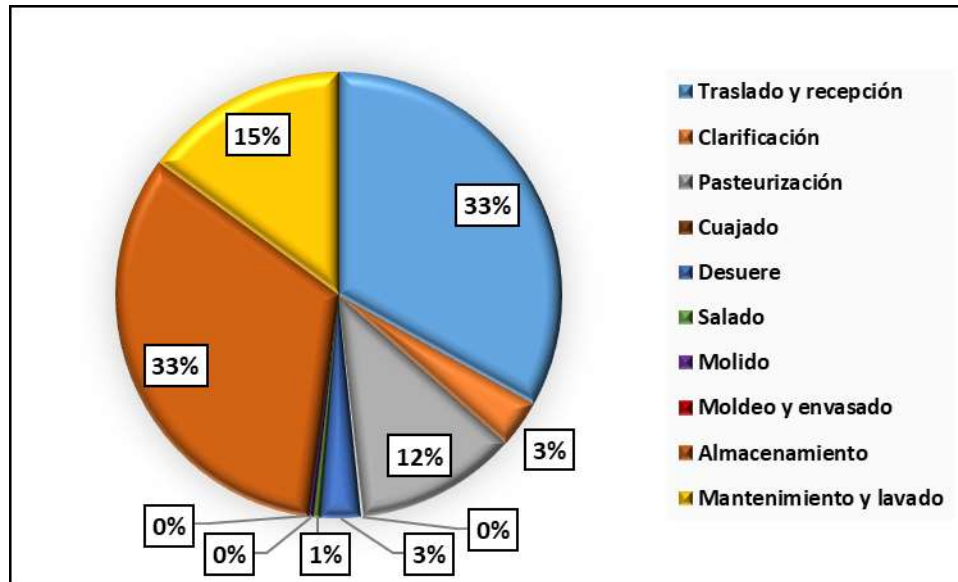


Figura 4. 8 Contribuciones de CC en producción de queso fresco

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

El resultado para CC mostró tener mayor relevancia en la etapa de Transporte y recepción de leche, esto se debe a las grandes emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ a la atmósfera, consecuencia del combustible (gasolina) utilizado para transportar la materia prima (leche cruda) de las granjas lecheras a la planta láctea, en conjunto con emisiones en planta producidas por el bombeo en la recepción de la leche, contribuyendo un 33% en el impacto global de 0.6106 kg CO_{2eq}/UF Así mismo la etapa de almacenamiento obtuvo un promedio similar de las cargas ambientales seguido por el mantenimiento y lavado.

En la tabla 4.19 se muestran los indicadores en Kg CO_{2eq}/ UF de todas las 10 etapas y los resultados de la categoría de Cambio climático, en base a datos del Inventario de Ciclo de Vida.

Tabla 4. 19 Indicadores de impacto de CC en kg de CO2 equivalentes

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

Etapa	Kg CO_{2eq}/ UF
Traslado y recepción de leche	0.2019 kg CO _{2eq} / UF
Clarificación	0.0212 kg CO _{2eq} / UF
Pasteurización	0.0710 kg CO _{2eq} / UF
Cuajado	0.0012 kg CO _{2eq} / UF
Desuere	0.0174 kg CO _{2eq} / UF
Salado	0.0033 kg CO _{2eq} / UF
Molido	0.0025 kg CO _{2eq} / UF
Moldeo y envasado	0.0000 kg CO _{2eq} / UF
Almacenamiento	0.2009 kg CO _{2eq} / UF
Mantenimiento y lavado	0.0909 kg CO _{2eq} / UF
Gasto total	0.6106 kg CO_{2eq}/UF

Figura 4. 9 Contribuciones al Cambio Climático en la elaboración de quesos fresco

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

Resultados en la categoría Acidificación Terrestre (AT)

Esta categoría fué caracterizada por el método IMPACT 2002+. El indicador para la categoría de acidificación se da en kg SO2 equivalente. Y se obtuvo con el software SimaPro mediante la ecuación 2:

$$AT = \sum_i AP_i \times m_i \quad (2)$$

Donde:

AP es potencial de acidificación de una sustancia

m es la masa en kg de la sustancia *i*

i se calcula como el potencial de iones H⁺ equivalentes que se pueden emitir

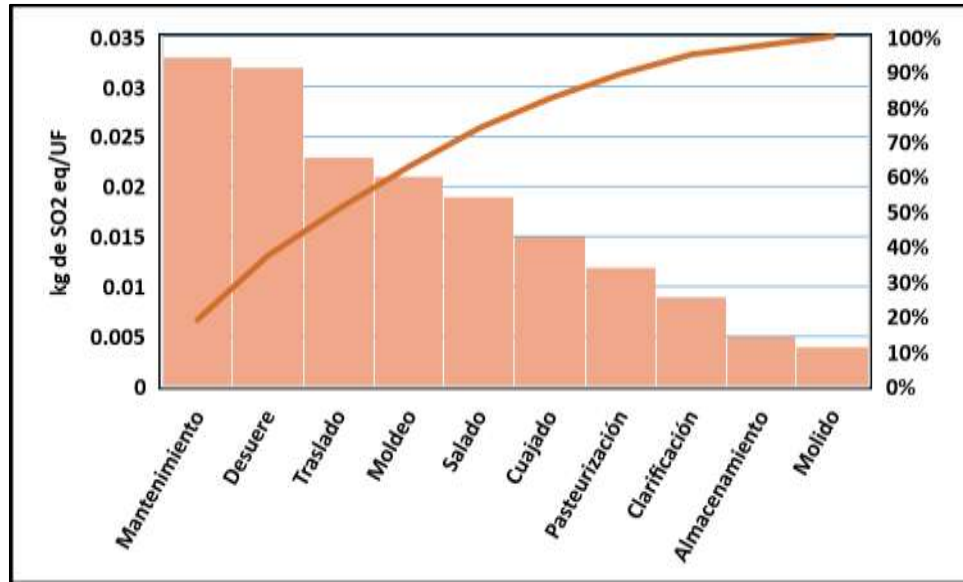


Figura 4. 10 Categoría de Acidificación Terrestre en producción de queso fresco

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

La categoría de Acidificación es la deposición de ácido resultante de la liberación de óxidos de nitrógeno y sulfuro en la atmósfera en el suelo y en agua, donde puede variar la acidez del medio, es por ello que la etapa de mantenimiento y lavado es la que más intervención tuvo en este impacto debido a la gestión de aguas residuales, así como también el vertimiento de productos detergentes y químicos utilizados para la limpieza y desinfección, no obstante la generación de residuos, seguido por la etapa de desuere en la que también se vierte una cantidad notable de aguas residuales, resultando en emisiones de 0.173 SO₂ eq/UF

Tabla 4. 20 Indicadores de impacto de AT en kg de SO₂ eq/UF

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

Etapa	kg SO ₂ eq/UF
Traslado y recepción	0.023 SO ₂ eq/UF
Clarificación	0.009 SO ₂ eq/UF
Pasteurización	0.012 SO ₂ eq/UF
Cuajado	0.015 SO ₂ eq/UF
Desuere	0.032 SO ₂ eq/UF
Salado	0.019 SO ₂ eq/UF
Molido	0.004 SO ₂ eq/UF
Moldeo y envasado	0.021 SO ₂ eq/UF
Almacenamiento	0.005 SO ₂ eq/UF
Mantenimiento y lavado	0.033 SO ₂ eq/UF
Gasto total	0.173 SO ₂ eq/UF

Resultado en la categoría Formación de oxidantes fotoquímicos (POF)

Para el cálculo del indicador de formación de oxidantes. POF, se utilizó la metodología de IMPACT 2002 + como factor de caracterización y se midió bajo la ecuación 3, respecto al efecto producido por 1 kg de etileno:

$$POF = \sum_i POCP_i \times m_i \quad (3)$$

Donde:

POCP: Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos

Mi: masa de la sustancia emitida (kg de etileno)

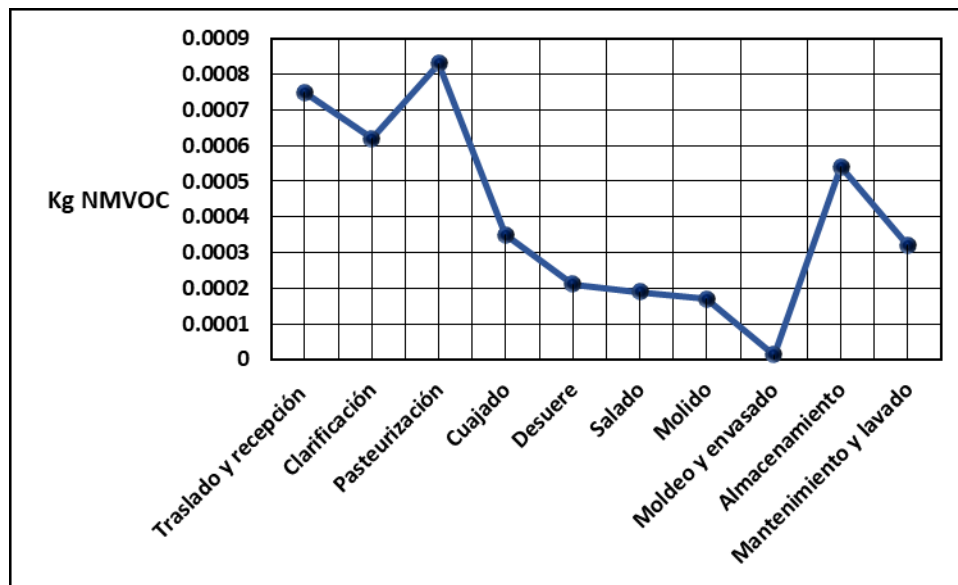


Figura 4. 11 Categoría de POF a lo largo del proceso productivo de queso fresco

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

En la figura 4.10 se muestra la implicación de cada etapa en la categoría de POF. Resultando ser la pasteurización la etapa que más aporta al aumento de esta categoría debido a los altos consumos de energía tanto eléctrica como térmica, de igual forma el uso de combustible (Gas Butano) lo cual genera emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de Carbono CO, y metano (CH4), creados fundamentalmente, por la presencia del nitrógeno del aire en el proceso de combustión de la caldera, también la clarificación repercute por el equipo utilizado y consecutivamente el almacenamiento, resultando 0.003992 Kg NMVOC/ UF. En la tabla 4.21 se muestran las emisiones generadas en cada etapa.

Tabla 4. 21 Indicador de impacto de POF en kg de NMVOC/UF

Fuente: (PRE-Consultants, 2020)

Etapa	Kg NMVOC/ UF
Traslado y recepción	0.00075 Kg NMVOC/ UF
Clarificación	0.00062 Kg NMVOC/ UF
Pasteurización	0.00083 Kg NMVOC/ UF
Cuajado	0.00035 Kg NMVOC/ UF
Desuere	0.00021 Kg NMVOC/ UF
Salado	0.00019 Kg NMVOC/ UF
Molido	0.00017 Kg NMVOC/ UF
Moldeo y envasado	0.000012 Kg NMVOC/ UF
Almacenamiento	0.00054 Kg NMVOC/ UF
Mantenimiento y lavado	0.00032 Kg NMVOC/ UF
Gasto total	0.003992 Kg NMVOC/ UF

Resultados en la categoría de Demanda De Energía Acumulada (DEA)

Para analizar la DEA se utilizó el método de CML 200+, el cual consistió en la cuantificación de toda la energía consumida directa o indirectamente a lo largo del ciclo de vida del queso fresco. El modelo de caracterización realizado por el software Open LCA se llevó a cabo mediante la siguiente ecuación (4):

$$DEA_{\text{proceso}} = \sum_{\text{material}} FP \cdot (DEA_{\text{material}} \cdot m_{\text{material}}) \quad (4)$$

Donde:

DEA_{proceso}: Demanda acumulada de energía por etapa

DEA_{material}: Demanda acumulada de energía por materia prima o energía en un proceso

M_{material}: Respectivo peso o cantidad.

Fp: Factor de producción. Los factores Fp tienen un carácter empírico y depende de la naturaleza y el trabajo adicional requerido para utilizar el material en determinado proceso.

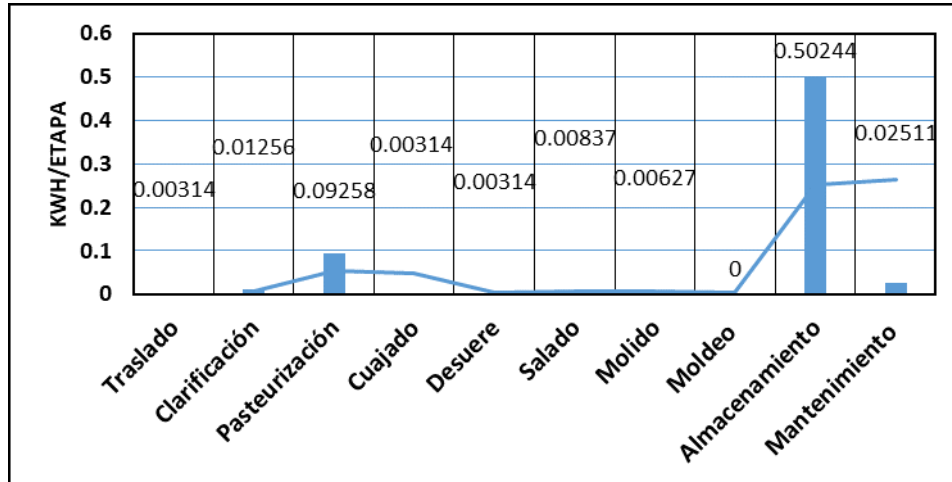


Figura 4. 12 Demanda energética en el proceso productivo de queso fresco

Fuente: (Ciroth, 2020)

Los resultados obtenidos para la Demanda de Energía Acumulada demostraron claramente que la etapa de almacenamiento es el mayor causante de este impacto, debido a la generación de emisiones producidos por la cámara de enfriamiento, el cual está constituido por 2 máquinas enfriadoras tipo B que tienen aproximadamente 25 años de adquisición y su tiempo de vida útil es de 20 años, por lo cual al ser ejecutado tras 12 horas consecutivas tiende a repercutir y generar emisiones a la atmosfera por no ser un equipo con rendimientos eficientes. Esta etapa suele tener las cargas de más del 70% de la energía eléctrica utilizada al día para llevar a cabo el proceso productivo, resultando finalmente una DEA global del sistema de 0.652 kWh/ UF.

Tabla 4. 22 Indicadores de impacto de CED en MJ-kWh/ UF

Fuente: (Ciroth, 2020)

Etapa	MJ-kWh/ UF
Traslado recepción de leche a planta láctea	0,00314 kWh/ UF
Clarificación	0,01256 kWh/ UF
Pasteurización	0,09258 kWh/ UF
Cuajado	0,00314 kWh/ UF
Desuere	0,00314 kWh/ UF
Salado	0,00837 kWh/ UF
Molido	0,00627 kWh/ UF
Moldeo y envasado	0.00000 kWh/ UF
Almacenamiento	0.50244 kWh/ UF
Mantenimiento y lavado	0.02511 kWh/ UF
Gasto total	0.652 kWh/ UF

Resultados en la categoría Agotamiento de la capa de ozono (OD)

El OD se obtuvo mediante la metodología de CML 200+, considerando la ecuación 5 la cual se expresa como la suma de los potenciales de agotamiento de ozono ODPs, para las diferentes sustancias multiplicadas por la masa en kg de cada una de ellas. OD se expresa en unidades relativas al efecto que produce 1 kg de CFC – 11.

$$OD = \sum_i ODP_i \times m_i \quad (5)$$

Donde:

ODP: potencial de agotamiento de ozono

Mi: masa de las sustancias

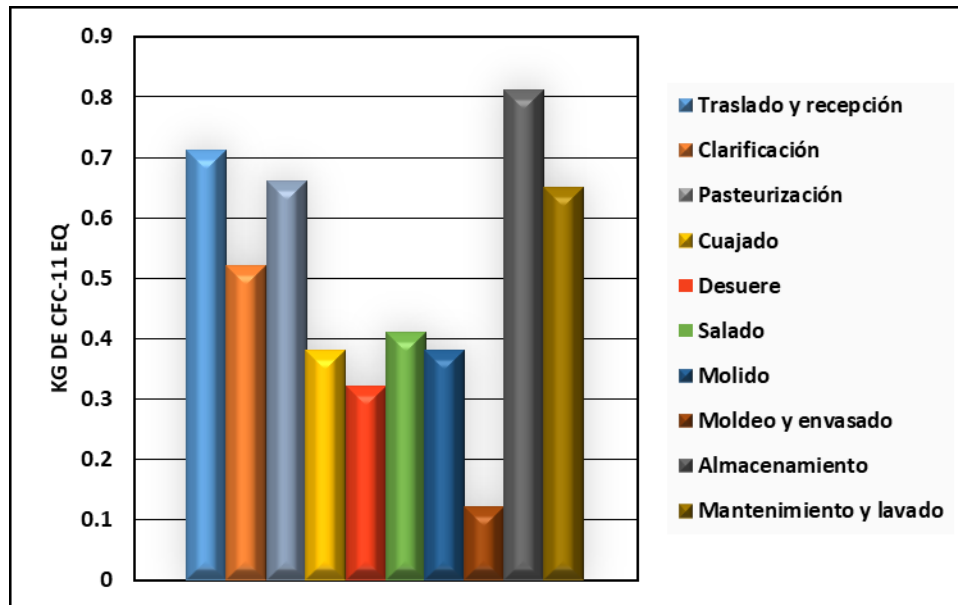


Figura 4. 13 Intervención del sistema productivo de queso fresco en el OD

Fuente: (Ciroth, 2020)

La categoría de OD resulta ser la relación entre la descomposición del ozono en estado de desequilibrio debido a emisiones generadas, en la cual, la etapa de almacenamiento mostró ser la que más impacta, por la misma fuente del sistema de enfriamiento. Se determinó que hay presencia de fuga de gases por el equipo de refrigeración, esto debido a que a pesar de que no se ha renovado en años, tampoco se le da mantenimiento. Posteriormente el traslado de MP es la segunda etapa que impacta, resultado de emisiones del transporte, en tercer lugar,

está la pasteurización por el uso de diversos equipos en funcionamiento, obteniendo un OD de 4.94 kg de CFC-11 eq/UF.

En la tabla 4.23 se muestran los resultados del impacto generado en cada etapa del sistema, al producir 1 kg de queso fresco.

Tabla 4. 23 Indicadores de impacto de OD en kg de CFC-11 eq/UF

Fuente: (Citroth, 2020)

Etapa	kg de CFC-11 eq/UF
Traslado y recepción	0.7 kg de CFC-11 eq/UF
Clarificación	0.52 kg de CFC-11 eq/UF
Pasteurización	0.66 kg de CFC-11 eq/UF
Cuajado	0.38 kg de CFC-11 eq/UF
Desuere	0.32 kg de CFC-11 eq/UF
Salado	0.41 kg de CFC-11 eq/UF
Molido	0.38 kg de CFC-11 eq/UF
Moldeo y envasado	0.12 kg de CFC-11 eq/UF
Almacenamiento	0.8 kg de CFC-11 eq/UF
Mantenimiento y lavado	0.65 kg de CFC-11 eq/UF
Gasto total	4.94 kg de CFC-11 eq/UF

Resultados en la categoría Agotamiento de agua potable (WA)

La categoría de WA se determinó con la metodología CML 2001 y se consideró como la disminución de la disponibilidad de recursos naturales (recursos abióticos) aplicando la ecuación 6:

$$AR = \sum_i F_i \times m_i \quad (6)$$

Donde:

AR: Es el indicador de agotamiento de recursos abióticos

M: Es la cantidad del recurso utilizado en m³

Fi: Es el factor de caracterización de este recurso

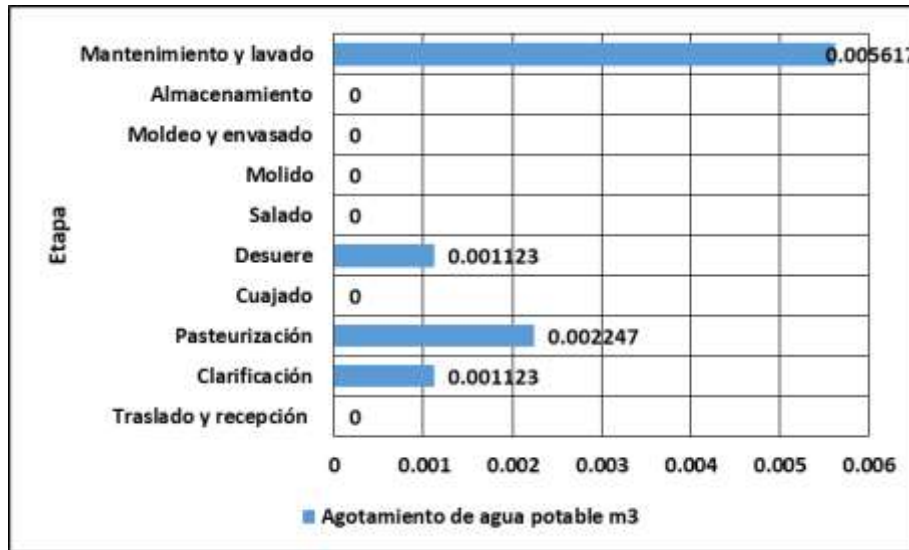


Figura 4. 14 Etapas implicadas en WA en la producción de queso fresco

Fuente: (Ciroth, 2020)

La figura 4.13 muestra la representación del consumo de agua a lo largo del proceso productivo. En la que solo se vieron implicadas 4 etapas, resultando el mantenimiento y lavado la etapa que más contribuye a la categoría de agotamiento del agua. Los factores que intervienen son principalmente las actividades de limpieza y lavado de equipo y herramientas y toda la instalación, equipo y herramientas, ocupando el 56 % del total de agua consumida para la fabricación de queso fresco, seguido por la pasteurización (22%), clarificación (11%) y el desuere (11%), finalmente se obtuvo que para elaborar 1 kg de queso se consume 10.11 Litros de agua potable (tabla 4.24).

Tabla 4. 24 Parámetros del indicador de WA en M3/UF

Fuente: (Ciroth, 2020)

Etapa	m3/UF
Traslado y recepción	0 m3/UF
Clarificación	0.001123 m3/UF
Pasteurización	0.002247 m3/UF
Cuajado	0 m3/UF
Desuere	0.001123 m3/UF
Salado	0 m3/UF
Molido	0 m3/UF
Moldeo y envasado	0 m3/UF
Almacenamiento	0 m3/UF
Mantenimiento y lavado	0.005617/UF m3
Gasto total	0.01011 m3/ UF

Residuos acumulados (WG)

La categoría de residuos acumulados se determinó bajo la metodología CML 2001, el cual indica que para la industria es el número de kg de residuos que se producen los productos elaborados en cada una de las etapas por día de producción en un sistema determinado expresado en kg/día y se determina mediante la ecuación 7

$$Pr = (GrRSU + GrRME) \cdot (Tp)$$

Donde:

Pr: producción de residuos sólidos, expresado en kg/Prod/día

Gr: generación de residuos RSU más RME por producto por día, expresada en kg/día

Tp: total de productos

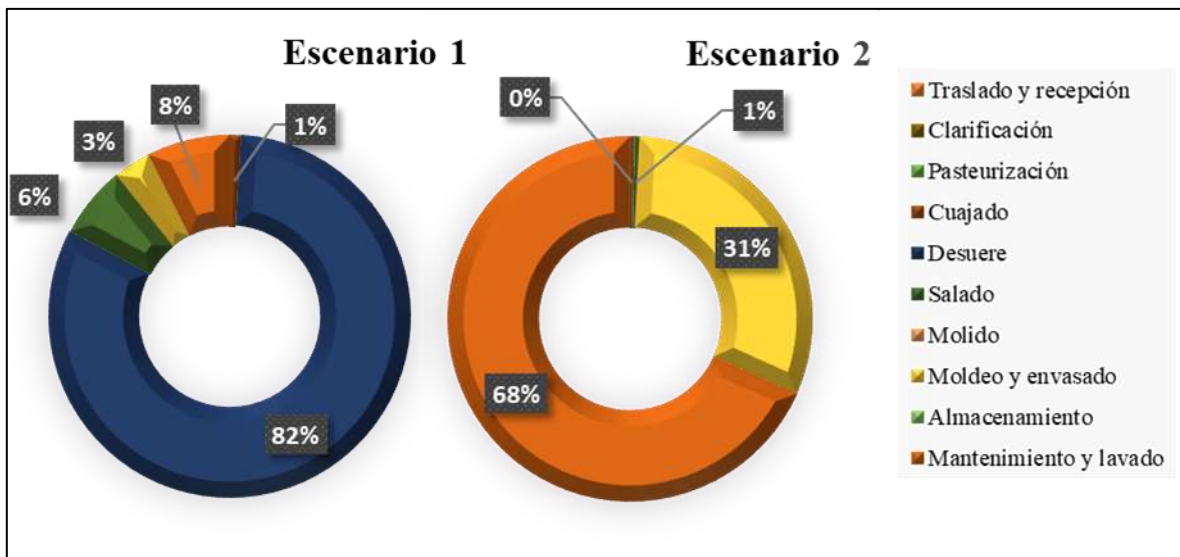


Figura 4. 15 Acumulación de residuos en la producción de queso fresco

Fuente: (Ciroth, 2020)

El programa Open LCA definió 2 escenarios. El primero mostro el comportamiento de la carga más grande en la etapa de desuere, debido a que catalogó al suero como un residuo de manejo especial, y en el segundo escenario dirigió señaló a la etapa de mantenimiento y lavado como mayor influencia debido a que se consideran únicamente los residuos sólidos urbanos que al final son los que más repercuten ya que estos si generan un foco de contaminación al tener impacto con el agua, suelo y aire, resultando de manera global que por cada UF (kg de queso) se generan 5.596 kg/UF

Tabla 4. 25 Parámetros del indicador de WG en kg/UF

Fuente: (Ciroth, 2020)

Etapa	Residuos RME + RME kg/UF	Residuos RSU kg/UF
Traslado y recepción	0 kg/UF	0 kg/UF
Clarificación	0.0019 kg/UF	0 kg/UF
Pasteurización	0 kg/UF	0 kg/UF
Cuajado	0.056 kg/UF	0.002 kg/UF
Desuere	4.6 kg/UF	0 kg/UF
Salado	0.36 kg/UF	0.003 kg/UF
Molido	0 kg/UF	0 kg/UF
Moldeo y envasado	0.19 kg/UF	0.19 kg/UF
Almacenamiento	0 kg/UF	0 kg/UF
Mantenimiento y lavado	0.42 kg/UF	0.42 kg/UF
Acumulación de Residuos	5.596 kg/UF	0.615 kg/UF

Resultados del Dispositivo electrónico para medir condiciones ambientales

El desarrollo del dispositivo tuvo por finalidad medir 6 parámetros (temperatura, humedad, CO, HN4, gas Lp y ruido) en las 10 etapas de producción de queso fresco, para determinar 3 indicadores ambientales: estrés térmico, aumento en el nivel del ruido y la calidad del aire. La tabla 4.26 muestra la clasificación en la que se indica el parámetro que contribuye a definir el indicador ambiental, la unidad de medición y el método con el que se determinaron los límites permisibles.

Tabla 4. 26 Indicadores y factores para su determinación.

Fuente: Elaboración propia

Indicador o parámetro ambiental	Acrónimo	Unidad	Herramienta de medición	Método para medición	Impacto Ambiental	Método para interpretación
Humedad	H	% Gr/M3	Dispositivo	NMX-AA-166/1-SCFI-2013	Estrés Térmico	NOM-015-STPS-2001
Temperatura	T	°C/MIN	Dispositivo	NOM-015-STPS-2001		
Ruido	IN	DB/MIN	Dispositivo	NOM-081-SEMARNAT-1994	Aumento Del Nivel Del Ruido	NOM-011-STPS-2001
Concentración de gas Lp	LPG	MPP/MIN	Dispositivo	NOM-085-SEMARNAT-2011		
Emisiones de Monóxido de Carbono	CO2	MPP/MIN	Dispositivo	NOM-085-SEMARNAT-2011	Calidad Del Aire	La NOM-016-STPS-1993
Emisiones Metano	NH4	MPP/MIN	Dispositivo	NOM-085-SEMARNAT-2011		

El dispositivo está estructurado por 3 sensores (sensor de Calidad del aire MQ2, sensor de Temperatura, humedad Dht22 y sensor de sonido LM393) y cables jumpers Dupont, ensamblados en una placa de circuito impresa, llamada Arduino; también lleva la adaptación de un cable USB para conectarlo a la red eléctrica y pueda ser encendido.

Fué programado para monitorear los 6 parámetros y mostrar su comportamiento mediante una pantalla Display LCD 20x4 interfaz 12c, así mismo dicha información se graba detalladamente mediante una memoria micro Sd, integrada. Además, se agregó un reloj analógico para establecer tiempos, fecha y hora de medición, seguidamente se procedió a diseñar un armazón en el programa SolidWorks para concluir con la impresión en una impresora 3D, esto con la finalidad de que el circuito tuviera una persistencia reforzada y asegurada. La figura 4.16 muestra el resultado de dispositivo obtenido.

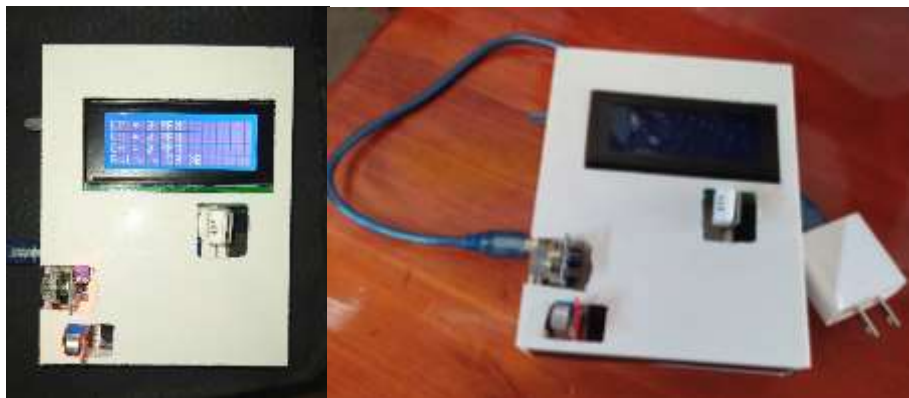


Figura 4. 16 Dispositivo medidor de condiciones ambientales

El dispositivo se ejecutó en las instalaciones de la empresa, colocándolo en zonas estratégicas de las áreas en las que se realizan las actividades de cada una de las etapas, realizando mediciones en 5 días diferentes para observar los comportamientos de cada parámetro y extraer los datos medidos que se repitieron con más frecuencia, considerando los tiempos reales de cada operación para obtener la producción de 178 kg de queso fresco.

Por otra parte, la información obtenida fue exportada a la base de datos de Excel para finalizar con la interpretación mediante tablas y gráficas, estableciendo argumentos y conclusiones en base a la consulta de las NOMs correspondientes a cada indicador.



Figura 4. 17 Monitoreo de parámetros en la planta láctea

Estrés térmico (ET):

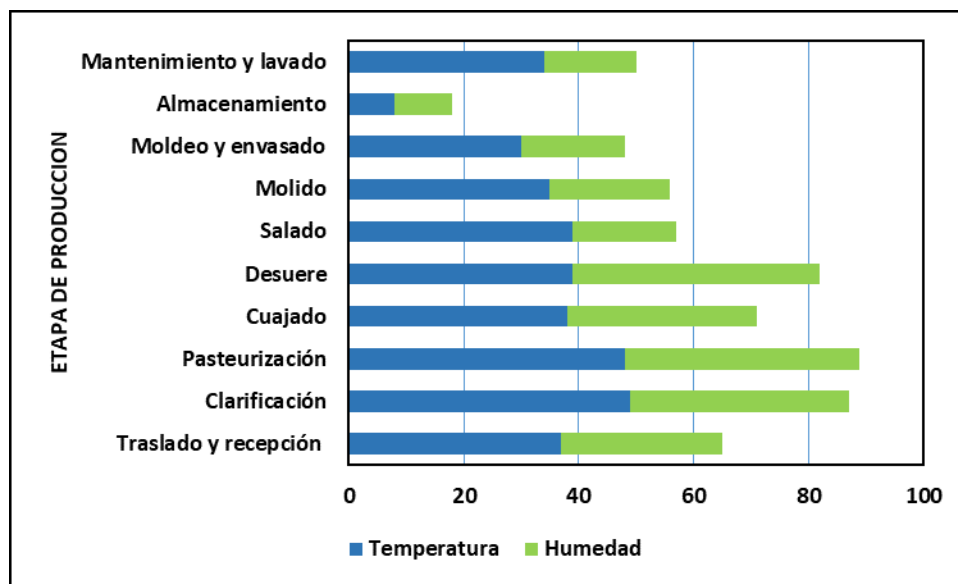


Figura 4. 18 Comportamiento de los T y H en el proceso de producción

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros Temperatura y humedad se midieron en °C y % con el dispositivo creado para determinar el indicador de estrés térmico en la comercializadora de lácteos Rosales, a lo largo de las 10 etapas necesarias para la producción de queso fresco de 1 día, para ello se consideraron los datos obtenidos durante los tiempos de operación para cada etapa (ver figura 4.2) y se detectó que la etapa de pasteurización debido a la alta temperatura y humedad en el

área, induce a aumentar el estrés térmico por calor, por el contrario, el almacenamiento provoca estrés térmico por temperaturas muy bajas (figura 4.16)

Tabla 4. 27 parámetros de indicador de estrés térmico

Fuente: Elaboración propia

Etapa	Temperatura °C	Humedad %
Traslado y recepción	37 °C	28%
Clarificación	49 °C	38%
Pasteurización	48 °C	41%
Cuajado	38 °C	33%
Desuere	39 °C	43%
Salado	39 °C	18%
Molido	35 °C	21%
Moldeo y envasado	30 °C	18%
Almacenamiento	8 °C	10%
Mantenimiento y lavado	34 °C	16%
Límites permisibles	36-40 °C	49.375%

Aumento del nivel del ruido (NSA)

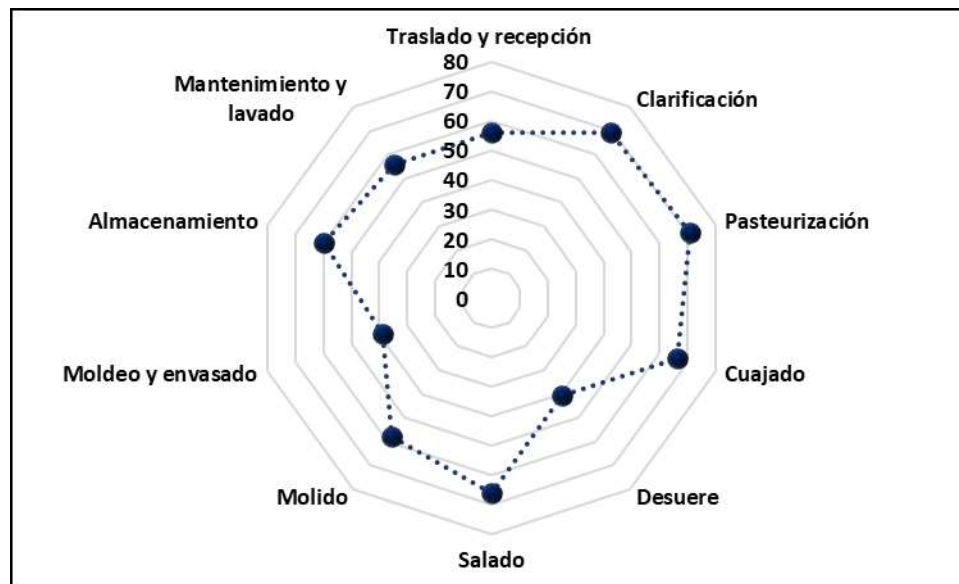


Figura 4. 19 Variación del nivel de ruido en el proceso productivo de queso fresco

Fuente: Elaboración propia

El parámetro de ruido se detectó por medio de la medición en decibeles (dB) para lo cual resultó ser la etapa de pasteurización, clarificación y cuajado, consecutivamente, las que más contribuyen en el indicador del aumento del nivel del ruido, esto es provocado por el uso de

equipos eléctricos los cuales generan altos volúmenes de ruido, sobrepasando los 65 dB permitidos al día, por lo que se suele generar un impacto negativo en la salud humana para el personal ocupacionalmente expuesto.

Tabla 4. 28 Parámetros de indicador de NSA

Fuente: Elaboración propia

Etapa	Aumento Del Nivel de Ruido
Traslado y recepción	56 dB
Clarificación	69 dB
Pasteurización	71 dB
Cuajado	66 dB
Desuere	41 dB
Salado	58 dB
Molido	63 dB
Moldeo y envasado	39 dB
Almacenamiento	60 dB
Mantenimiento y lavado	56 dB
Límites máximos permisibles	55-65 dB

Calidad del aire (CA)

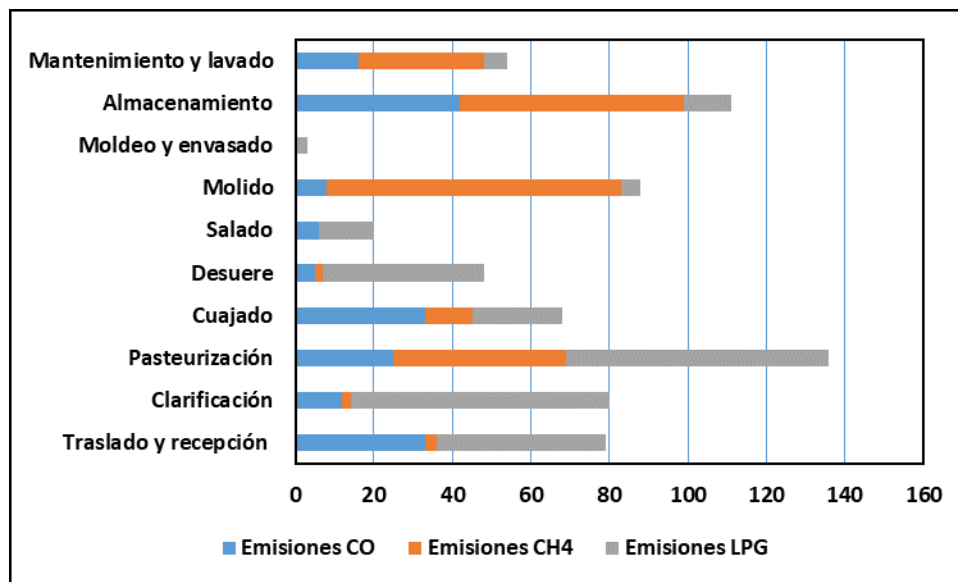


Figura 4. 20 Emisiones de CO, CH4 Y LPG presentes en la producción de queso

Fuente: Elaboración propia

Para el indicador de Calidad de aire, se consideraron 3 parámetros (CO, CH₄ y LPG), los cuales fueron monitoreados y detectados mediante el dispositivo, siendo la etapa de pasteurización la que más afectaciones tuvo para este indicador, se deduce que es causa de las emisiones en caldera y tanque estacionario, además del combustible utilizado y la generación de vapores al ejecutar los equipos eléctricos.

Tabla 4. 29 Parámetros de calidad del aire

Fuente: Elaboración propia

Etapa	Emisiones CO	Emisiones CH ₄	Emisiones LPG
Traslado y recepción	33ppm	0.3 ppm	43 ppm
Clarificación	12 ppm	1.75 ppm	66 ppm
Pasteurización	25 ppm	1.86 ppm	67 ppm
Cuajado	33 ppm	1.33 ppm	23 ppm
Desuere	5 ppm	0.41 ppm	41 ppm
Salado	6 ppm	0.33 ppm	14 ppm
Molido	8 ppm	0.00 ppm	5 ppm
Moldeo y envasado	0 ppm	0.24 ppm	3 ppm
Almacenamiento	42 ppm	1.57 ppm	12 ppm
Mantenimiento y lavado	16 ppm	0.43 ppm	6 ppm
Límites permisibles	9-35 ppm	1.5-3.0 % vol.	40-800 ppm



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La aplicación de la metodología ACV en la producción de queso fresco proporcionó una valiosa herramienta de evaluación de desempeño ambiental del proceso productivo en la empresa comercializadora de lácteos “Rosales”, la cual está catalogada como una fuente importante del sector agrícola y ganadero en desarrollo de la zona Norte de Veracruz.

El caso de estudio demostró la pertinencia de analizar una de las etapas del ciclo de vida del queso fresco, la cual tuvo como límite evaluar la perspectiva “de la puerta a la puerta”, ya que solo incluyó las actividades del proceso productivo; así mismo tuvo como alcance la fase de inventario y la unidad funcional valorada fué de 1 kg de queso fresco.

La información de la instalación estudiada es real pero debido a cuestiones de cambios de razón social de la organización no se pudo acceder a la información completa para facilitar algunos datos. Sin embargo, se realizaron cálculos, mediciones e investigaciones in situ, y para verificar resultados se recurrió a información científica contrastada y validada con estimaciones de datos que se aproximan a la realidad para poder complementar este análisis. De esta forma las actividades de recopilación de datos del inventario correspondientes de septiembre 2019 a septiembre 2020 fueron complementadas y aptas para llevar a cabo el caso de estudio de la producción de queso fresco.

Cabe resaltar que la comercializadora tiene una producción diaria de 360 kg de diversos quesos (mozzarella, panela, de grano y fresco) y derivados lácteos (requesón y crema), pero la investigación se centró en el principal producto lácteo comercializado en la zona, es decir, el queso fresco, el cual cubre el 50% de la producción diaria de la empresa, considerando 178 kg de quesos producidos, para lo cual se emplearon datos primarios de consumo de energía, agua, materias primas y elementos básicos únicamente para la fabricación de este producto.

Por ende, con este con este énfasis se obtuvo información sobre la importancia relativa del estudio de 10 etapas necesarias para llevar a cabo la fabricación de queso fresco y su implicación con 7 categorías de impacto ambiental consideradas: Cambio climático (CC),



Acidificación terrestre (TA), Formación de oxidantes fotoquímicos (POF), Demanda de energía acumulada (CED), Agotamiento de la capa de (ODP), Consumo de agua (WA) y Acumulación de residuos (WG), las cuales fueron evaluadas con los softwares SimaPro DEMO, Versión 7.1 y Open LCA, en conjunto con las bases de datos Ecoinvent y Agribalyse. Además, se desarrolló un dispositivo el cual tuvo por finalidad monitorear las condiciones ambientales de la empresa y cuantificar 3 indicadores ambientales: Aumento en el nivel del ruido (NSA), Calidad del aire (CA) y Estrés térmico (ET).

De este modo el ACV permitió identificar impactos ambientales y puntos críticos conectados al sistema de producción de queso fresco, en el que se destaca que una de las etapas que más impacto ambiental generan es el mantenimiento, limpieza y lavado, el cual tiene la carga de mayor impacto en Acidificación terrestre (0.173 SO₂ eq/UF) debido a que se efectúa el lavado y limpieza de herramientas, equipos y materiales, puesto que estas operaciones suponen la mayor parte del consumo del agua y energía además de los productos químicos manejados en la desinfección generan residuos impactando en la categoría de Acumulación de residuos (0.61 kg/UF) en conjunto de un considerable volumen de vertimientos y gestión de aguas residuales resultando ser más del 50% del agua total utilizada a lo largo del proceso productivo, lo que repercute al mismo tiempo a la categoría de Agotamiento de agua (0.01011 m³/ UF).

Por su parte el almacenamiento es la etapa que más contribuye a la categoría de impacto de Agotamiento de la capa de Ozono (4.96 kg de CFC-11 eq/UF) y Demanda Acumulada de energía (0.652 MJ-kWh/ UF) consecuencia del alto consumo energético del 70 % total utilizada en la producción, además de malas condiciones del sistema de enfriamiento de la cámara frigorífica debido que las dos máquinas enfriadoras tipo B han concluido con su años de vida y ya no se muestran eficientes y las cuales son ejecutadas durante 12 horas continuas, aproximadamente.

En cuanto a la etapa de pasteurización mostró una influencia notable en la categoría de Formación de oxidantes fotoquímicos (0.003992 Kg NMVOC/ UF) debido al consumo de electricidad producido por maquinas como lo es la pasteurizadora, la caldera y purificadora, además de la generación de energía térmica, el consumo de combustible (gas butano), los cuales provocan vapores y emisiones a la atmosfera.

Así mismo el uso de combustible (gasolina) durante 4 horas consecutivas para el transporte de recolección de leche seguido de emisiones directas del bombeo en la etapa de traslado y recepción de leche, fueron los principales contribuyentes a la categoría de Cambio climático ($0.6106 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}/\text{UF}$). Una reducción del impacto del transporte podría ser logrado a través de la organización de vías adecuadas de recolección de leche.

A su vez el presente ACV se complementó monitoreando y analizando 3 indicadores con el dispositivo medidor de condiciones ambientales, lo cual mostro un alto impacto de aumento en NSA en la etapa de clarificación, pasteurización y molido los cuales tuvieron efectos más grandes debido a la presión, movimiento y ejecución de MP dentro de equipos eléctricos, lo que se estima como principal repercusión en el aumento en los niveles del ruido (NSA).

La calidad del aire fue el segundo indicador evaluado, siendo la etapa de pasteurización quien más puntos críticos aportó a la valoración de una mala calidad del aire, ya que los parámetros de CO, Gas Lp y NH₄ se presentaron arriba de los límites permisibles.

De la misma forma el indicador de estrés térmico se vio influenciado por dos etapas: La primera fue la pasteurización, por el efecto de la concentración de calor ya que la leche es sometida a 75°C , la caldera emite potencias caloríficas altas y se crean vapores en el área. La segunda etapa fué el almacenamiento, la cual resulto ser una situación opuesta debido a que en el cuarto frio oscilan temperaturas por debajo de los 10°C

En el resto de etapas no tienen un elevado impacto ambiental potencial, haciendo referencia a las etapas de cuajado y desuere debido a que las operaciones se llevan a cabo en poco tiempo y los flujos de entrada son bajos. En el caso del moldeo y envasado se realiza de manera manual lo que conlleva a que dentro del proceso productivo algunas de las actividades de la elaboración del queso fresco se cataloguen con un grado artesanal.

En general los resultados obtenidos en el estudio de ACV confirmaron que el impacto global del sistema evaluado es alto, a pesar de ser una instalación de producción no tan industrializada y evidenciando que la principal carga ambiental en la producción de queso fresco en la comercializadora de lácteos Rosales está conectada con el uso de energía eléctrica para la mayoría de las categorías de impacto consideradas, las cuales tuvieron más enfoque a la contaminación atmosférica. Para ello se debe tener en cuenta que el consumo de energía eléctrica, puede reducir su nivel de impacto si se sustituyen algunos materiales y

equipos en algunas etapas y se emplean energías renovables. Además, también este análisis identificó estrategias de mejora para proponer prácticas y alternativas eficientes de BPM lo que conduce a una producción ambientalmente sostenible

En otro ámbito la expectativa del consumo de agua de la producción de queso de la instalación es mucho menor que la media global, presentada en ACV de lácteos a nivel mundial, esto se debe a que en el presente estudio no se contabilizó el consumo de agua proveniente de la producción de la leche en las granjas (extracción de MP), si no solo la generada dentro de la instalación, en lo que resulta que la cantidad utilizada es por el mantenimiento de las condiciones higiénicas en la planta láctea ya que se exige llevar a cabo operaciones de limpieza y desinfección de forma continua, pudiendo llegar a suponer la cuarta parte del tiempo total de trabajo abarcando 2 horas de la jornada laboral de 8 horas.

En cuanto a emisiones al suelo se consideró como impacto potencial los residuos generados durante toda la producción. Para ello la base de datos Agribalyse indicó dos escenarios, uno, únicamente con la generación de Residuos sólidos urbanos (RSU) y otra con la generación de residuos de manejo especial (RME) para lo cual considero el suero como un RME, para justificar este resultado se hace hincapié de que la fábrica tiene un buen sistema de recuperación de suero debido a su pequeña escala de producción, el 50% la utilizan para elaborar coproductos como requesón y crema, y el otro 50% es donada para alimentación de ganado porcino, pero en los procesos de elaboración del queso tienden a ocurrir derrames por lo que, la corriente de suero mezclada con el efluente de aguas residuales se vierte en el alcantarillado municipal lo cual conlleva a importantes emisiones en el agua y suelo. Para lo cual se detectó un punto crítico de atención para evitar este foco de contaminación, mediante la colocación de rejillas en cada etapa.

Concretamente este estudio mostró la asociación de impactos ambientales con uno de los productos lácteos más importantes presentes en la dieta humana: “El queso fresco”, en el que se pudo conocer los impactos implicados a lo largo de su fase de producción, además este estudio demostró identificar donde es más útil y rentable actuar para conseguir la disminución o el control de cualquiera de los impactos e indicadores valorados, así como utilizar tecnologías ambientales que disminuyan la presencia de contaminantes y recalando la

disminución del consumo energético y el uso de combustible ya que fueron los principales contribuyentes para todas las categorías.

Por consiguiente, la comercializadora de lácteos Rosales, aunque se encuentra llevando practicas a un nivel artesanal en algunas de sus etapas de operación, si tiende a generar repercusiones sobre el medio ambiente de queso es por eso que se hace hincapié de crear esfuerzos para mejorar la sostenibilidad ambiental de la producción de queso fresco a través del soporte técnico, difusión de buenas prácticas e implementación de sistemas de gestión de calidad, energía y medio ambiente.

Así mismo se realizó una revisión exhaustiva de literatura de artículos científicos, con enfoque a ACV aplicados al sector lácteo; este estudio permitió recopilar información útil, en el que se detectó de forma general que existen pocos ACV realizados en el continente Latinoamericano, en el que se proponga una evaluación detallada de los impactos ambientales implicados en la fabricación de productos lácteos y más aún que alguno de estos haya propuesto mejoras en prácticas, considerando únicamente la fase relacionada con su producción. En base a esta indagación de manera particular también se identificó la escasez de literatura relativa a las practicas industriales de ACV aplicados en la producción de queso fresco en México.

No obstante, los estudios encontrados de ACV en quesos (11 de 42) demostraron que la mayoría de los impactos ambientales del ciclo de vida del queso no se generan en la industria láctea sino en la producción de sus materias primas (leche cruda).

Esto está de acuerdo con varios estudios de ACV relacionados al sector lácteo, que subrayó que los principales impactos ambientales están relacionados con las prácticas agrícolas (ver, por ejemplo, Favilli et al., 2018)

Para concluir finalmente se destaca que la implementación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida proporciona información valiosa de apoyo a empresas productoras de quesos y derivados lácteos o de cualquier otro sector cuya finalidad sea participar en la reducción de los impactos ambientales relacionados con sus productos finales, lo cual puede lograrse mejorando y gestionando el desempeño ambiental en sus sistemas productivos. Ya que es una herramienta que hace posible identificar puntos críticos en cualquiera de las fases del ciclo de vida de un producto o servicio



También estos resultados pueden ser útiles para respaldar algunos ajustes en prácticas de producción de queso, con el objetivo de mejorar su calidad.

Finalmente se espera que los resultados presentados puedan ser de utilidad para la comunidad académica, y los cuales podrían servir como base para el desarrollo de estudios posteriores relacionados con el Ciclo de vida de algún producto o servicio, así como también declaraciones ambientales de productos en etiqueta ambiental de productos lácteos. Además, pueden ser de gran ayuda en el desarrollo de una base de datos para el inventario del ciclo de vida de productos agrícolas y ganaderos en la región ya que la principal estrategia empresarial de hoy en día pretende alcanzar un sistema ecológicamente adecuado, económicamente viable y socialmente justo para llegar a un equilibrio sustentable

Recomendaciones

- Se propone realizar un estudio completo de sustentabilidad, basada en todas las etapas del Análisis de Ciclo de Vida del queso fresco, ya que éste permitirá tener un panorama más claro y completo de los impactos ambientales además de impactos sociales, y económicos que se generan en la zona norte de Veracruz.
- Se recomienda a la empresa comercializadora de lácteos Rosales para la mejora del desempeño ambiental lleve a cabo un estudio más profundo en el aspecto de la factibilidad de instalación de un sistema de monitoreo continuo de emisiones atmosféricas para la verificación de los niveles de contaminación producidos en el sitio.
- Otra implementación que se sugiere es la instalación de medidores individuales de gas y energía eléctrica que permiten cuantificar el consumo de energía en las distintas etapas del proceso productivo para facilitar la implementación de un programa de gestión de energía a fin de hacer posible la eficiencia energética de la planta.
- Se recomienda integrar la Gestión de la energía en todos sus aspectos, dentro de la organización con el sistema de Gestión de la Empresa, abarcando desde la compra de energía y materias primas hasta las medidas a adoptar en la empresa para promover el ahorro energético.
- Es recomendable la adquisición de una nueva tecnología de abatimiento en la etapa de almacenamiento, se recomienda cambiar el refrigerador de la clase energética B, por uno de la clase energética A, que es más eficiente. para reducir las emisiones al aire, causado

particularmente por el sistema de enfriamiento dados los niveles de emisión de compuestos orgánicos volátiles del sistema bajo estudio. De este modo contribuir a la generación de energía limpia y aportar a las medidas de mitigación del cambio climático.

- En la etapa de empaquetado y envasado los flujos de materiales necesarios para el envasado como bolsas de plástico y aros desechables, pueden ser sustituidos por otros que conserven de igual forma al queso fresco y generen menos impacto, como los bioplásticos provenientes de fibras vegetales que son biodegradables. Ya que son materiales nuevos en el mercado que acabaran sustituyendo a los plásticos, procedentes hoy en día de los combustibles fósiles.
- Es crucial para el mejor desempeño del proceso la integración de estrategias que disminuyan los desechos y eviten pérdidas de materia prima durante la fabricación del queso (Fugas, vertimientos o derrames durante el almacenamiento). Para ello se recomienda programas de calidad prerequisites adoptado por industrias alimentarias, como la buena práctica de fabricación (GPM), basados en la NOM-251-SSA1-2009 (Prácticas de higiene para el proceso de alimentos) procedimientos operativos estándar (SOP) y sanitización. Los SOP serían un gran activo en control debido a la evitación de responsabilidades por contaminación.
- En particular se propone adoptar un sistema fotovoltaico para la producción de electricidad.
- Realizar el uso adecuado de agua para operaciones de limpieza, usando válvulas automáticas en la línea de proceso, que cierren cuando se culminen las labores productivas, para contribuir a preservar recursos hídricos y reducir el volumen de aguas residuales.
- En conclusión, se debe prestar especial atención a estas tres etapas: Mantenimiento y lavado, por cuestiones de impactos al agua y suelo, el almacenamiento y pasteurización por malas prácticas y el gran consumo de energía eléctrica y combustible.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldini, C., Bava, L., Zucali, M., & Guarino, M. (2018). Milk production Life Cycle Assessment: comparison between estimated and measured emission inventory for manure handling. *Science of the Total Environment (Elsevier)*, 209-219.
- Ciroth, A. (2020). openLCA . Berlín Alemania: GreenDelta GmbH 14057 .
- León Márquez, R. (2018). ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE UNA ORGANIZACIÓN. Medellín - Colombia: Centro Nacional de Producción Más Limpia.
- Moreno, S. (2001). Manual de Elaboración de Productos Lácteos. Universidad Autónoma Chapingo Depto Ingeniería Agroindustrial. , 133p.
- Ortiz N, J. E., Macías N, E. F., & Sosa S, O. (2018). Programa de gestión ambiental para la unidad empresarial de base “Dietéticos”, de la empresa de productos lácteos Bayamo. REDEL. *Revista Granmense de Desarrollo Local.*, pp 24-48.
- Rafiee, S., Khoshnevisan, B., Mohammadi, I., Aghbashlo, M., Mousazadeh, H., & Clark, S. (2016). Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study. *Science of the Total Environment (Elsevier)*, 614–627.
- Risner, D., Shayevitz, A., Haapala, K., Goddik, L. M., & Hughes, P. (2018). Fermentation and distillation of cheese whey: Carbon dioxide-equivalent emissions and water use in the production of whey spirits and white whiskey. *American Dairy Science Association*, 1–11.
- Sineiro G, F., Santiso B, J., Calcedo, V., & Lorenzana, R. (2009). El sector lácteo. Escenarios de evolución I Premio Internacional COVAP. *El sector lácteo.*, pp: 1-25.
- Suppen, N., & Van Hoof, B. (2007). Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño. Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable. México DF (Springer), pp:20-25.
- Yépez Pesántez, J. M. (2018). ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE QUESO MOZZARELLA, COMO ESTRATEGIA PARA UN AGRONEGOCIO SUSTENTABLE: UN ESTUDIO EN LA EMPRESA ANDILACTEOS EN LA CIUDAD DE OTAVALO. *UTN*, 25.
- AENOR 14000. (2006). ISO 1440: 2006. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2006). UNE-EN ISO 14040: Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. MADRID: Asociación Española de Normalización y certificación.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



- Aguirre, H., Passos, T., Reinemann, D., Armentano, L., Wattiaux, M., Cabrera, V., . . . Larson, S. (2015). Green cheese: Partial life cycle assessment of greenhouse gas emissions and energy intensity of integrated dairy production and bioenergy systems. American Dairy Science Association®, 1571–1592.
- Arboleda, J. (2008). Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín Colombia.
- Assies, J. A. (1997). State of the art, Life cycle assessment. Workshop report, Leiden, SETAC, 1-20.
- Bacenett , J., Bava, L., Schievano, A., & Zucali, M. (2017). Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment. Journal of Food Engineering, 1-35.
- Bava, L., Bacenetti, J., Gislón, G., Pellegrino, L., & D’Incecco, P. (2018). Impact assessment of traditional food manufacturing: The case of GranaPadano cheese. Elsevier, 1200-1209.
- Bravo F, E. (2015). ESTUDIO DE LA HUELLA DE CARBONO DE ORGANIZACIÓN DE UNA INDUSTRIA QUESERA Y SU PROVEEDOR LÁCTEO MEDIANTE LA NORMA ISO 14.064-1 EN EL AÑO 2015. E.T.S. Ingenierías Agrarias, Campus de la Yutera, 1-15.
- Cahue , A. G., Meléndez, R., & Fomperosa, J. M. (2017). Un acercamiento a los factores de competitividad de la industria láctea. Memoria del XI Congreso de la Red Internacional de Investigadores en ompetitividad, pp 971-985.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana, 1-7.
- Camacho , A. (2011). Aplicando Producción Mas Limpia en El Sector Lechero. Éxito Empresarial, pp: (144) 1-5.
- Camacho , A. (2011). Aplicando Producción Mas Limpia en El Sector Lechero. Éxito Empresarial , (144): pp:1-5.
- Canellada, F. (2017). Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono de una quesería tradicional asturiana. RUO Pen Acces, 78- 91.
- Canellada, F., Laca , A., & Diaz, M. (2018). Environmental impact of cheese production: A case study of a small-scale factory in southern Europe and global overview of carbon footprint. Elsevier, 167- 177.
- CANILEC. (2019). Cámara Nacional De Industriales De La Leche. Ciudad de México.: Copyright © 2019 / cámara nacional de industriales de la leche. Obtenido de Copyright © 2019 / cámara nacional de industriales de la leche.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



- CAR/PL. (2002). Contaminación en la Industria Láctea. Prevención de la contaminación en la Industria Láctea (pág. 164 pp.). Barcelona, España: Centro de Actividad Regional para la Producción.
- Carranza , E., & Oblitas, J. (2017). Generación de un programa de reducción de residuos para la evaluación del impacto ambiental del proceso de queso fresco utilizando análisis de ciclo de vida e inteligencia artificial. UNC.
- Carro S., J., Sarmiento P., S., & Rosano O., G. (2017). La cultura organizacional y su influencia en la sustentabilidad empresarial. La importancia de la cultura en la sustentabilidad empresarial. Elsevier, pp: 352-365.
- Chobtang, J., McLaren, S., Ledgard, S., & Donaghy, D. (2016). Consequential Life Cycle Assessment of Pasture-based Milk Production. *Journal of Industrial Ecology*, 1-14.
- CMPL. (2002). Centro Mexicano para la Producción Más Limpia. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, 1-4.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2009). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias (págs. 1-74). Roma, Italia : ©FAO y OMS 2009.
- D Bovea, M., Bernad , D., Gallardo, A., & Colomer, F. (2010). ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA. XIV INTERNATIONAL CONGRESS ON PROJECT ENGINEERING (págs. pp:1-12). Madrid: Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I de Castellón.
- Dalgleish, D. (1999). The Enzymatic Coagulation of Milk. En P. Fox, *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. (págs. pp. 69-100.). Maryland, EE.UU: Aspen Publishers.
- De Oca F, E. M., Castelan O, A., Estrada F, J. G., & Espinoza O, A. (2009). Oaxaca cheese: manufacture process and physicochemical characteristics. *International Journal of Dairy Technology*, pp:535-540.
- DEMO, SimaPRO. (2020). Sostenibilidad y LCA. Amersfoort Países bajos: PRÉ Sustainability Stationsplein 121 3818 LE Amersfoort.
- DIEES. (2019). PANORAMA AGROALIMENTARIO. México: DIRECCION DE INVESTIGACION Y EVALUACION ECONOMICA Y SECTORIAL FIRA.
- Dirección de Investigación y Evaluación Económica Sectorial . (2019). PANORAMA AGROALIMENTARIO 2019. México: FIRA.
- Espinoza, J., Fabela, A., Lopez, S., & Martínez, F. (2019). Impacto de las importaciones de leche en polvo y derivados lácteos en el precio al productor de leche de bovino en México. *SciELO Analytics*, 123-139.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



- FAO. (2018). Producción lechera. Estados Unidos de América: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2019). Dairy production products. Portal lácteo.
- FAO;. (2017). Departamentos y oficinas de la FAO. Obtenido de ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA RICULTURA: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/tipos-y-caracteristicas/es/>
- Farkye, N. (2004). Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology*, pp: 91-98.
- Farkye, N., Prasad, B., Rossi, R., & Noyes, O. (1995). Sensory and textural properties of Queso Blanco-type cheese influenced by acid type. *Journal of Dairy Science*, 78:1649.
- Fernández C, C., & Baptista L, P. (2014). Metodología de la investigación. En R. H. Sampieri, *Metodología de la investigación* (pág. 736). México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Fernández Rico, J. (2018). *Arduino y el medio ambiente*. Madrid, España.: ISSN 2605/5368.
- FINRURAL. (2012). *Monografía de bovinos lecheros*. México: Financiera Rural.
- Fritz, B., & Fava, J. (2004). *¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida?* Paris: United Nations Environment Programme .
- Fullana, P., & Puig, R. (1997). *ANALISIS DEL CICLO DE VIDA*. Barcelona: Rubes.
- Gamarra, J. (2016). Evaluación del impacto ambiental del lactosuero generado en la línea de producción de quesos de la planta de lácteos Huacariz alternativas de mitigación Cajamarca – Perú - 2016. COPYRIGHT © 2018 by, pp: 22-32.
- Garcia, M., Lopez, A., & Quintero , R. (2002). “*Biología Alimentaria*”. México: Editorial Limusa, 118p.
- Garg, M., Phondba, B., Sherasia, P., & Makkar, P. (2016). Carbon footprint of milk production under smallholder dairying in Anand district of Western India: a cradle-to-farm gate life cycle assessment. *Journal Animal Production Science CSIRO*, 423–436.
- Ghazouani, A., M’hamdi, N., El-Akram Znaidi, I., Darej, C., Guoiaa, N., Hasnaoui, M., . . . M’hamdi, H. (2018). Life cycle analysis of raw milk production in Tunisia . *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 249-258.
- Gil , K., Najul, M., & Pacheco , C. (2004). *Manejo de Desperdicios en Industrias de Derivados Lácteos con*. Caracas Venezuela.pp:8: Universidad Central de Venezuela.

- González Cáceres , M. d. (2012). ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS A LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA. Mundo Pecuario, VIII, N° 1, 16-32.
- Görkem , F. Ü. (2018). The Environmental Life Cycle Assessment of Dairy Products. # Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019, 1-18.
- Güereca Hernández, L. P. (2006). Desarrollo de una metodología para la valoración en el análisis del ciclo de vida aplicada a la gestión integral de residuos municipales. TDX, 1-10.
- Guisa, F.L. (1999). Types of Mexican cheeses. Exploring cheeses of Mexico and Latin America. Madison EE.UU.: Universidad de Wisconsin.
- Guizioua, G. G., Sobańtkaa, A., Omontb, S., Froelichb, D., Baudryc, M. R., Thueux, F., . . . Auffretg , D. (2019). Life Cycle Assessment of amilk protein fractionation process: Contribution ofthe production and the cleaning stages at unit process level. Separation and Purification Technology (Elsevier), 591-610.
- Guzman Vargas, L. M., & Gutierrez Fernández , F. (2016). Análisis del ciclo de vida de la producción de leche cruda. Como herramienta para determinar los impactos a la salud, humana, a la calidad del ecosistema y a los recursos. Universidad El Bosque, 105-117.
- Haya L, E. (2016). Análisis de Ciclo de Vida. EOI Escuela de Organización Industrial, pp: 1-33.
- Haya L., E. (2016). ANALISIS DE CICLO DE VIDA. GESTION AMBIENTAL, 43.
- Hernandez , L. (2004). Productos derivados de la leche. Instituto de Fermentaciones Industriales (CSIC), 43-51.
- Hernández Sampieri, R. (2014). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. C.P. 01376, México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Holden, L. A. (2019). Understanding the environmental impact of global dairy production. Journal of Animal Science, 2020., 1-2.
- Hudson, C., Santos, M., Leonardo, H., De Almeida, J., & Brito , L. (2016). Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil. Springer-Verlag Berlin, 1-13.
- Hwang, , C., & Gunasekaran, S. (2001). Measuring crumbliness of some commercial Queso Fresco-type Latin American cheeses. Milchwissenschaft, pp: 446-450.
- Ihobe. (2014). Analisis del ciclo de vida (ACV) metodologia y aplicación practica (principios generales). Apoyo a la cadena de suministro: Programa de Formación 2014, 1-10.



- INEGI. (2019). Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM)- 2007 - 2019. Base 2008. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI;. (Miércoles de Agosto de 2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>
- ISO 14004. (2016). "Sistemas de gestión ambiental - Directrices generales sobre la aplicación". Instituto Latinoamericano de la Calidad.
- ISO 50001. (2011). ISO 50001:2011(es) Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso. Organización Internacional de Normalización; Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).
- ISO TOOLS. (2015). ISO 14001:2015. Cambios y novedades. SISTEMAS DE GESTION, 1-2.
- Jungbluth, N., Keller, R., & Meili, C. (2017). Life cycle assessment of a detailed dairy processing model and recommendations for the allocation to single products. Springer-Verlag GmbH Germany 2017, 1806–1813.
- Kapoor, R; Metzger , L. E. (2008). “Process cheese: Scientific and technological aspects. A Review. EUA: Institute of Food Technologists (IFT).
- Knudsen, M., Dorca, T., Njakou , S., Peña, N., Smith, L., Zollitsch, W., . . . Hermansen, J. (2019). The importance of including soil carbon changes, ecotoxicity and biodiversity impacts in environmental life cycle assessments of organic and conventional milk in Western Europe. Elsevier, pp 433-443.
- Ledgard, S., Chobtang, J., Falconer, S., & McLaren, S. (2016). LIFE CYCLE ASSESSMENT OF DAIRY PRODUCTION SYSTEMS IN. Massey University, 8.
- Ledgard, S., Wang, X., Luo, J., Guoc, Y., Zhao, Z., Guo, L., . . . Ma, L. (2018). IMPACTOS AMBIENTALES Y USO DE RECURSOS DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL NORTE CHINA PLAIN, BASADA EN LA EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA. Science of the Total Environment (Elsevier), 486–495.
- Leon Marquez, R. (2018). ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE UNA ORGANIZACIÓN. Producción Más limpia.
- Loera, J., & Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. Rev. Investig. Altoandin, pp:1-8.
- Mas, K., Pardo, G., Galán, E., & Del Prado, A. (2016). Assessing dairy farm sustainability using whole-farm modelling and life cycle analysis. Advances in Animal Biosciences., pp 259–260.



- McSweeney, P.L.H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, pp:127-144.
- Mejías B, N., Orozco G, E., & Galáan H, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, pp: 27-41.
- Meráz, L. (2018). Mejoramiento y control de calidad en procesos productivos de la empresa "Quesos Los Rosales". Tantoyuca, Veracruz.: ITSTA.
- Mondello, G., Salomone, R., Neri, E., Patrizi, N., Bastianoni, S., & Lanuzza, F. (2018). Environmental hot-spots and improvement scenarios for Tuscan "Pecorino" cheese using Life Cycle Assessment. *Elselvier*, 810-820.
- Mosera, P., & Medeot, P. (2016). *Monitoreo Ambiental con Arduino*. Argentina: Socialab Còrdova.
- Nemecek, T., & Alig, M. (2016). *LIFE CYCLE ASSESSMENT OF DAIRY PRODUCTION SYSTEMS*. Massey University, 10.
- NOM-009-SESH. (2011). NORMA Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba. México: Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos.
- NOM-121-SSA1-1994. (s.f.). Norma oficial. Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados Especificaciones sanitarias para lácteos y sus derivados. .
- OCDE/FAO. (2016). *Agricultural Outlook*. Paris: OCDEPublishing.
- Osorio, A. (2016). *Foro de Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz*. Veracruz: SEFIPLAN.
- P. Fullana, & S. Samitier. (1996). *Iniciacio a 1er Avaluacio del cicle de vida*. Barcelona: Departament Di Medie Ambient de la Generitar de Catalunya.
- Perez, A., & Vaillant, F. (2004). Aplicación de las Tecnologías de Membrana en la Industria Lechera. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 6-15 .
- PNUMA. (2016). *Manual de Capacitación sobre la Evaluación del Impacto Ambiental*. International Institute for Sustainable Development, 11-16.
- Prado F., D. J. (2013). *VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA INDUSTRIA LACTEA*. Elsevier, pp: 1-18.
- PRE-Consultants. (2020). *SimaPRO DEMO*. Holanda: <https://pre-sustainability.com/>.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



- Procel, D., posligua, P., & Banchón, C. (2016). Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea. Redalyc, pp. 22-32.
- PROFEPA. (2018). Informe de actividades 2017 (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). México: Gobierno de México.
- Puig, R., & Fullana, P. (1997). ANALISIS DEL CICLO DE LA VIDA. España: Rubes Editorial, S.L.
- Ramírez , N. J. (2010). Propiedades funcionales de los quesos. Tecnología Láctea Latinoamericana, 40-47.
- Ramírez L., C., & Vélez Ruiz, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Researchgate.net, pp: 131 - 148.
- Ramírez M, V. (2009). La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua. Elsevier, pp: (73): 27-31.
- Restrepo , M. (2006). Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. Producción más Limpia I, 88-101.
- Riva, A., Burek, J., Kim, D., Thoma, G., Cassandro, M., & De Marchi, M. (2017). The environmental analysis of asiago PDO cheese: a case study from farm gate-to-plant gate. Italian Journal of Animal Science (Taylor & Francis Group), 250- 262.
- Rivera, J. E., Chara, J., & Barahona, R. (2016). ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO Y UN SISTEMA CONVENCIONAL EN COLOMBIA. Redalyc, pp. 237-251.
- Rodríguez C, L. (2017). El desarrollo de las ONG de México y su coincidencia con los Objetivos para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas. CIRIEC-España, Revista de Economía, 59-84.
- Rodriguez J. (2004). Mercadotecnia Verde en México. SETAC North American Workgroup on Life Cycle Impact Assessment,.
- Rodriguez, A. (2016). DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN AMBIENTAL. Universidad Veracruzana, 17-37.
- Roman L, T. (2017). Analisis del ciclo de vida de un producto. Gestipolis.com, 10.
- Romero, B. (2002). El Análisis del Ciclo de Vida y la El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. Tendencias TecnológicasUAEM, pp:1-7.
- SADER. (2018). PANORAMA DE LECHE EN MEXICO. México: SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL.

- Sáenz, B., & Zúfia, J. J. (1996). “Análisis de ciclo de vida para la reducción de impactos medioambientales generados por el sector agroalimentario Vasco”. *Agroalimentaria* Vol 49, pp: 48-50.
- Saizar , C. (2004). Producción más Limpia para la Mejora de la Gestión Ambiental de las PyMES. *Industria Lechera*. LXXXV, 26-33.
- Scott R., R., & Wilbey , R. (1998). *Cheesemaking Practice*, Tercera Edición. Nueva York, EE.UU: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Secretaria De Economía. (2002). *Histórico Informe de labores del Sector Economía*. México: SEGOB.
- Secretaria de Salud. (1989). *Ley General de Salud*, México. México: Porrúa S. A.
- SEFIPLAN. (2015). *Cuadernillos Municipales*. Veracruz: Secretaria de Finanzas y Planeacion del Estado de Veracruz.
- SEMARNAT. (2015). *INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO*. MEXICO: DR © 2016, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE.
- SEMARNAT. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. México: DR © 2016, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE.
- SEMARNAT. (2018). *Industria Y Medio Ambiente*. MEXICO: SEMARNAT, DGEIA 2018.
- Sevilla , S. (2013). *Análisis del Ciclo de Vida y Huella Hídrica*. Universidad Zaragoza, pp: 14-19.
- SIAP. (2018). *Boletín de Leche Noviembre- Diciembre 2018*. México: Secretaria de Información Agroalimentaria y pesquera.
- SIAP-SADER. (2018). *Boletín trimestral de leche*. México. C.P. 11800: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- SNIARN. (2016). *INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE E INDICADORES*. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, pp: 10-22.
- Sonnemann, G., Castells, F., & Schuhmacher, M. (2003). *Integrated life cycle and risk assessment for industrial processes*. Lewis Publishers.
- Stylianou, K., Heller, M., Fulgoni, V., Ernstoff, A., Keoleian, G., & Jolliet, O. (2016). *A life cycle assessment framework combining nutritional and environmental health impacts of diet: a case study on milk*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 734–746.



- Supartono, W., Isman, M., & Yuliando, H. (2019). Implementation of life cycle assessment on production of Fresh Pasteurized Milk. *Earth and Environmental Science*, 1-6.
- Suppen N. (2003). Aplicación del Ciclo de Análisis de Vida en México. IX Congreso Interamericano de Medio Ambiente, Jalisco, México.
- Suppen, Nydia; Barth Van , Hoof. (2005). Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño . Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable, 2005, 3-25.
- Tarighaleslami, A. A., Kambadur, S., Neale, J., Atkins, M. J., & Walmsley , M. R. (2019). Sustainable Energy Transition toward Renewable Energies in the New Zealand Dairy Industry: An Environmental Life Cycle Assessment. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS*, 97-102.
- Torres C, E., & Oblitas Cruz, J. (2017). Generación de un programa de reducción de residuos para la evaluación del impacto ambiental del proceso de queso fresco utilizando análisis de ciclo de vida e inteligencia artificial. *ELSELVIER*, 1-10.
- Trydeman , M., Dennis, P., Padel, S., & Hermansen, J. (2016). Carbon footprint and biodiversity assessment in dairy production. *Sustainable Organic and Low-Input Dairying*, 1-4.
- UNE en ISO 14040. (2006). ISO 14040:2006 en Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida (Principios y marco de referencia). España: Organización Internacional de Normalización.
- UNE EN ISO, 1. (2011). Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la gestión del ecodiseño.
- UNE EN ISO, 14024. (2001). Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos .
- UNE-EN ISO 14044. (2006). Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. ICS: 13.020.10 / Gestión ambiental.
- UNE-EN ISO 14064. (2012). Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero.
- UNE-EN ISO, 1. (2004). Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- UNE-EN ISO, 14006. (2011). Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la gestión del ecodiseño.



- UNE-EN ISO, 14020. (2002). Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales.
- UNE-EN ISO, 14021. (2002). Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Auto declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo II.
- UNE-EN ISO, 14024. (2001). Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos.
- UNE-EN ISO, 14025. (2010). Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo III. Principios generales y procedimientos.
- UNE-EN ISO, 14031. (2000). Gestión medioambiental. Evaluación del comportamiento medioambiental. Directrices generales.
- UNE-EN ISO, 14040. (2006). Gestión ambiental , Análisis del ciclo de vida , principios y marco de referencia. Ginebra: Organización Internacional de Normalización.
- UNE-EN ISO, 14041. (1999). Consideraciones a tomar en la definición de objetivos y alcance, así como en el análisis de inventario del ciclo de vida.
- UNE-EN ISO, 14044. (2006). Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO, 14045. (2012). Gestión ambiental. Evaluación de la ecoeficiencia del sistema del producto. Principios, requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO, 14046. (2015). Gestión ambiental. Huella de agua. Principios, requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO, 14063. (2010). Gestión ambiental. Comunicación ambiental. Directrices y ejemplos.
- UNE-EN ISO, 14064. (2012). Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero.
- UNE-EN ISO, 14065. (2012). Gases de efecto invernadero. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.
- UNE-EN ISO. 14062. (2007). Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.
- USDA. (2018). Data on production, supply and distribution of agricultural commodities for the U.S. and key producing and consuming countries. USA: United States Department of Agriculture.

- USDA. (2019). Dairy and products annual. India: Gain Report IN7123.
- USDA. (2019). Mexico, Dairy and products annual. Need for Ingredients Continues to Constrain Dairy Sector. Gain report MX8060. Mexico: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE.
- Valencia , D., & Ramírez , M. (2009). La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua. Rev. Elementos, 27-31.
- Valsasina, L., Pizzol, M., Smetana, S., Georget, E., Mathys, A., & Heinz, V. (2016). Life cycle assessment of emerging technologies: The case of milk ultra-high pressure homogenisation. Journal of Cleaner Production, 16-59.
- Vázquez Salinas, C. (2015). PRODUCTOS LÁCTEOS: LA RUTA DE LA METAMORFOSIS. Revista Digital Universitaria, pp: 1-14.
- Vélez , R. J., & Barbosa, C. C. (1997). Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Rheological properties of selected dairy products, 311-359. .
- Wang, L., Setoguchi, A., Oishi, K., Sonoda, Y., Kumagai, H., Irbis, C., . . . Hirooka, H. (2019). Life cycle assessment of 36 dairy farms with by-product feeding in Southwestern China. Science of the Total Environment (Elsevier), 1-9.
- Wolf, P., Groen, E., Berg, W., Prochnow, A., Bokkers, E., Heijungs, R., & M. de Boer, I. (2016). Assessing greenhouse gas emissions of milk production: which parameters are essential? Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1-15.
- Yan, M. J., & Holden , N. M. (2019). Water use efficiency of Irish dairy processing. © American Dairy Science Association®, 2019., 1-11.
- Zambrano V, S. M., Acosta G, B. V., & Cortés, L. D. (2018). Análisis de responsabilidad social empresarial en empresas productoras de derivados lácteos. Revista Ciencias Estratégicas, pp. 211-229.
- Zambrano V., S. M., Acosta G., B. V., & Cortés P, L. D. (2016). Análisis de responsabilidad social empresarial en empresas productoras de derivados lácteos. Revista Ciencias Estratégicas, pp. 211-229.
- Zamorán Murillo, D. J. (2014). Calidad de la leche como materia prima. MANUAL DE PROCESAMIENTO LACTEO, pp:6-26.
- Zumwald , J., Braunschweig , M., Nemecek , T., Schüpbach , B., Jeanneret , P., Roesch , A., . . . Reidy , B. (2018). Life cycle assessment of grassland-based dairy production systems in Switzerland. groscope, 1-14.

ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de etapas de producción de queso fresco



Anexo 1.1 Traslado y recepción de leche



Anexo 1.2 Clarificación de leche



Anexo 1.3 Pasteurización de leche



Anexo 1.4 Cuajado de la leche



Anexo 1.5 Desuere en tinas de cuajado



Anexo 1.6 Salado en malaxadora



Anexo 1.7 Molido de la cuajada



Anexo 1.8 Moldeo y empaquetado

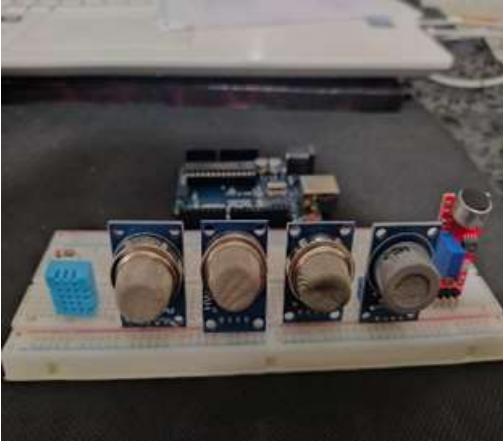


Anexo 1.9 Refrigeración del queso



Anexo 1.10 Mantenimiento y lavado

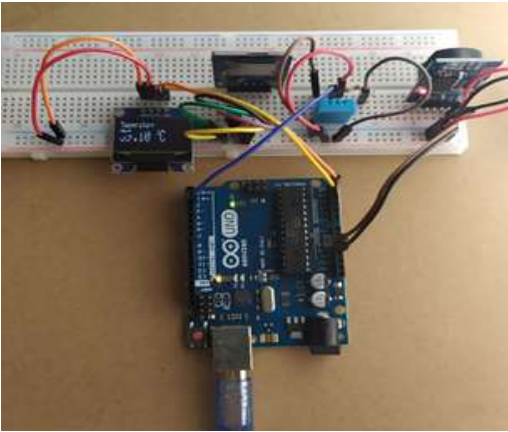
Anexo 2 Fotografías de dispositivo medidor de condiciones ambientales



Anexo 2.1 Componentes para dispositivo



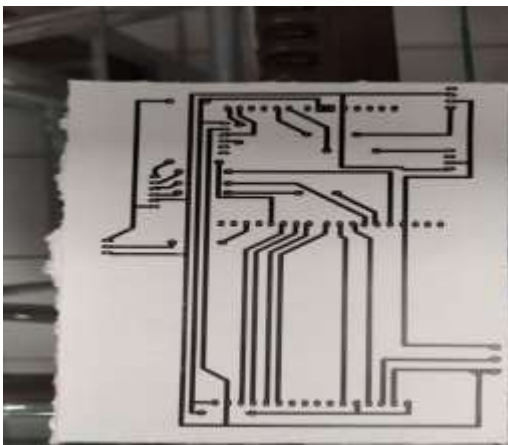
Anexo 2.2 Estructura en placa felónica



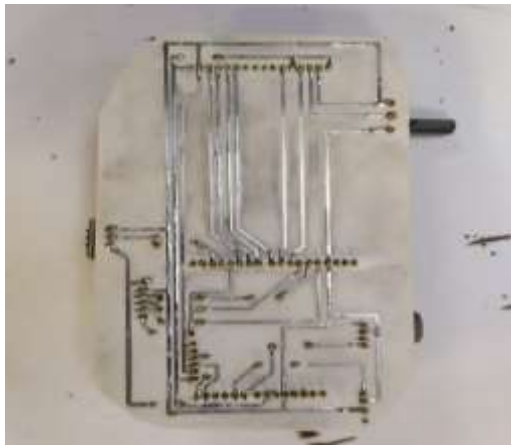
Anexo 2.3 Ajuste de componentes al Arduino



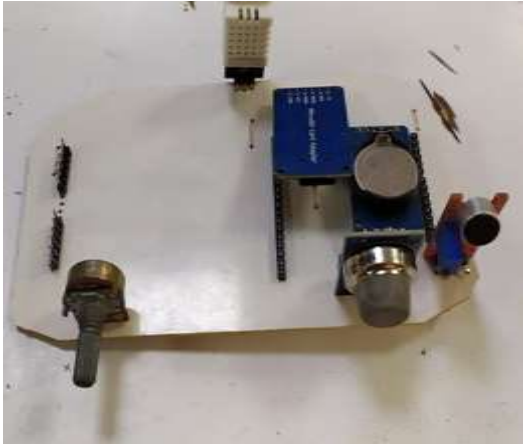
Anexo 2.4 Calibración electrónica



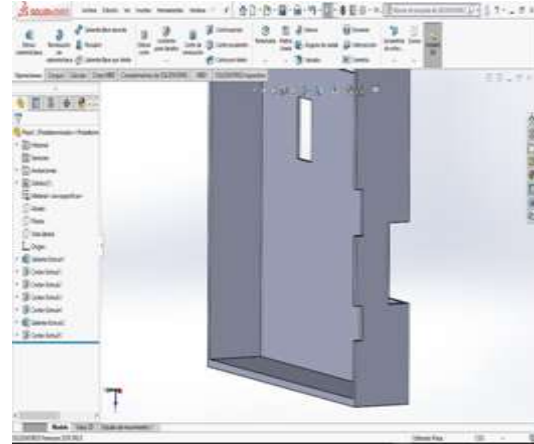
Anexo 2.5 Diseño de base del circuito



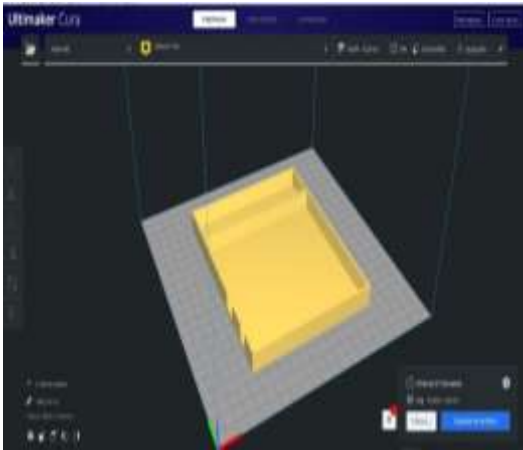
ANEXO 2.6 Base impresa con laser



Anexo 2.7 Colocación de componentes



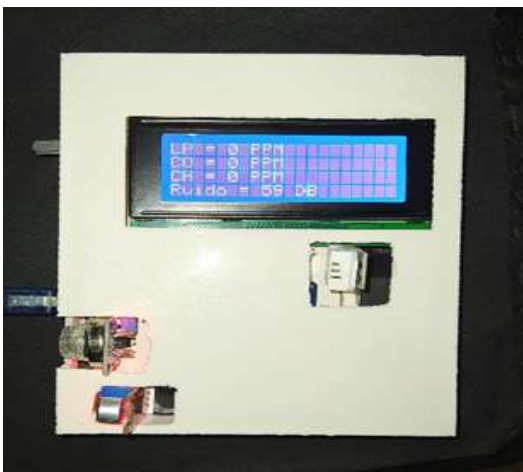
Anexo 2.8 Diseño de armazón



Anexo 2.9 Impresión en Cura 3D



Anexo 2.10 Dispositivo terminado



Anexo 2.11 Dispositivo en ejecución



Anexo 2.12 Medición en planta



Anexo 3 Diagnóstico de seguridad e higiene de la empresa Rosales



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

INFORME DE TRABAJO

**“DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA SEGURIDAD E
HIGIENE DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE
LACTEOS ROSALES”**

Presenta

PERLA YETLANEZI CRUZ MARTÍNEZ

No. de control

M193S0001

DOCENTE

Dra. CITLALLY RAMÍREZ LÓPEZ

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TANTOYUCA, VER. 25 DE ENERO DEL 2021

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	165
OBJETIVO GENERAL	166
Objetivos Específicos	166
ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	167
ANÁLISIS DE RIESGO DE DOS ÁREAS CRITICAS	168
Análisis de riesgo Área 1	168
Análisis de riesgo Área 2.....	171
CUMPLIMIENTO LEGAL CORRESPONDIENTE A LA STPS	176
Señalización de Protección Civil y Seguridad e Higiene	180
Evaluación del sistema de seguridad e higiene	182
Análisis General	197
Conclusión.....	199
Recomendaciones	200
Bibliografía.....	201

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma de procesos	167
Figura 2 Sistema productivo.....	168
Figura 3 Área de Clarificado y pasteurizado.....	169
Figura 4 Área de instalación de caldera y tanque de gas.....	171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evaluación de riesgos 1 empleando el método What if	169
Tabla 2 Evaluación de riesgos 2.....	172
Tabla 3 Cumplimiento de NOMs de seguridad	176
Tabla 4 Cumplimiento de NOMs de salud	178
Tabla 5 Cumplimiento de NOMs de seguridad	179
Tabla 6 Involucramiento Directivo	182
Tabla 7 Planeación y ejecución	185
Tabla 8 Seguimiento Operativo.....	193
Tabla 9 Evaluación de resultados	194
Tabla 10 Control documental	196

INTRODUCCIÓN

El sistema de seguridad e higiene dentro del ámbito laboral es muy importante para la empresa Comercializadora de Lácteos Rosales del municipio de Tempoal, Veracruz, ya que al implementarse optimiza las áreas más vulnerables, mejora acciones ya establecidas, ayuda a mantener en constante capacitación a los trabajadores, así como consultar y poner en práctica las normas aplicables en prevención de accidentes y enfermedades de trabajo.

En la actualidad, la seguridad e higiene laboral toma mayor importancia, fundamentalmente, en la preservación de la salud del personal ocupacionalmente expuesto (POE), pero también en la búsqueda de beneficios para que la empresa sea cada vez más productiva, además de ofrecer un ambiente de trabajo que proteja a los trabajadores reduciendo riesgos, accidentes y enfermedades profesionales.

Por ende, para lograr establecer un ambiente seguro de trabajo es fundamental crear un diagnóstico de seguridad, en el que se involucre a los servicios de seguridad e higiene, a la dirección, a la comisión y a todas las áreas de la organización ya que la participación de todos es determinante para estructurar y ejecutar medidas preventivas, acorde a las situaciones de riesgo en el centro de trabajo.

Por lo anterior el objetivo principal es hacer un diagnóstico de la planta láctea “Rosales” ubicada al norte del estado de Veracruz, basada en la normatividad vigente, para posteriormente complementar puntos faltantes, además de reducir o eliminar los riesgos detectados, avanzar en la mejora continua de las condiciones del centro de trabajo que se traduzcan en salud, satisfacción de los trabajadores, mayor calidad en la productividad y a su vez de la eficacia de las organización al ir evolucionando, tanto en el conocimiento en materia de seguridad e higiene y a su vez formando una cultura laboral responsable y más comprometida.



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un diagnóstico sobre la Seguridad e Higiene de la empresa comercializadora de lácteos “Rosales” con sustento en la Normatividad Oficial Mexicana vigente enfocado en la preservación de la seguridad del POE y que a su vez favorezca el incremento de la productividad.

Objetivos Específicos

1. Analizar los riesgos de dos áreas críticas del proceso productivo de queso, empleando el método what if (clarificación- pasteurización y zona de caldera).
2. Evaluar el sistema de seguridad e higiene actual dentro de la empresa de lácteos aplicando la guía de Asesoría para la Instauración de Sistemas de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo.
3. Diseñar un plano con las señales de avisos que permitan al POE identificar y comprender los mensajes de información, precaución, prohibición y obligación de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008 referente a los colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
4. Promover la importancia de la seguridad e higiene, así como el cumplimiento de las normas de la secretaria de trabajo y previsión social (STPS) entre los trabajadores de la empresa.
5. Suscitar capacitaciones mensuales en materia de seguridad e higiene, impartidas por la comisión de seguridad de la empresa.
6. Implementar el sistema señalización en las instalaciones de quesos Rosales.

ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

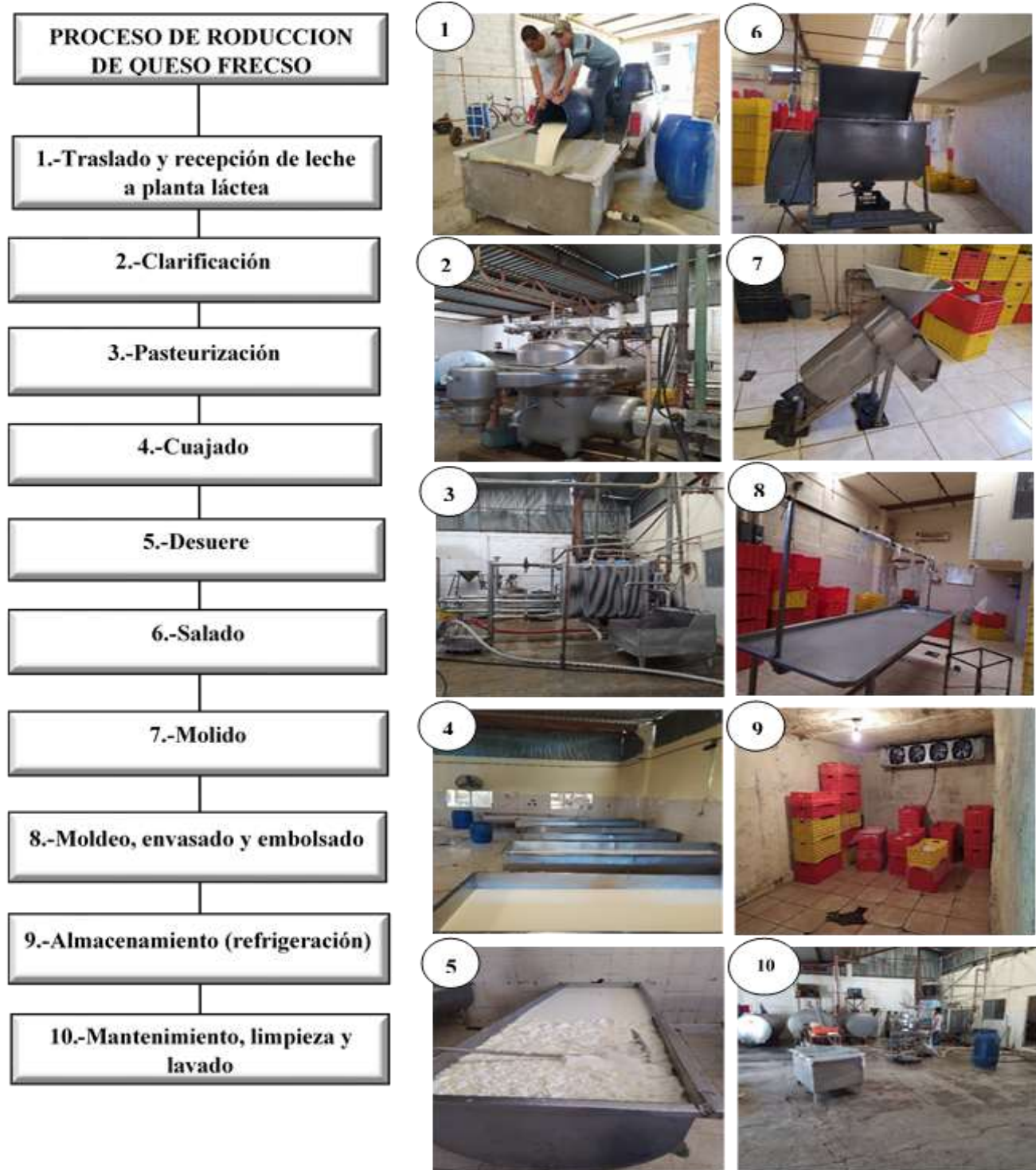


Figura 8 Flujoograma de procesos y sistema productivo

ANÁLISIS DE RIESGO DE DOS ÁREAS CRÍTICAS

El diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo es la base para todas las medidas preventivas que desean instrumentarse. Cuando una empresa desea reducir accidentes y enfermedades, el primer paso es analizar las actividades y conocer los procesos productivos. De esta forma, el cuidado de la integridad de los trabajadores será una de las mejores inversiones que la dirección habrá realizado. Sin importar el tamaño de la organización, se requieren cumplir con este requisito según las características de la empresa

La presente información se obtuvo con el método What if, utilizado como base para obtener una perspectiva de factores de riesgo presentes en la empresa de lácteos Rosales. Para ello se llevó a cabo la identificación de las áreas con mayor riesgo dentro de las instalaciones y posteriormente se aplicó el método What if, el cual consiste en cuestionarse el resultado de la presencia de sucesos indeseados que pueden provocar consecuencias adversas, así mismo se plantean sugerencias y/o recomendaciones para evitar, controlar o mitigar las consecuencias descritas, con el objetivo de aplicarlo en la planta láctea. Dicho análisis se resume en la tabla 1.

Análisis de riesgo Área 1

La primera área identificada fué la zona en la que se lleva a cabo la recepción y almacenamiento de leche, la clarificación y la pasteurización (abarcando etapa 1, 2 y 3 consecutivamente). El análisis detallado se muestra en la tabla 1.



Figura 9 Área de Clarificado y pasteurizado

Tabla 1 Evaluación de riesgos 1 empleando el método What if

Fuente: Elaboración propia

MÉTODO			
Etapa	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
Almacenamiento	¿El tanque de refrigeración recibe un golpe y sufre una fisura?	1.-Merma de MP, 2.- Vertidos en el suelo y alcantarillado, 3.- Retrabajos	Hacer revisiones periódicas de los tanques con el servicio técnico de la instalación. Colocar canaletas que puedan retener líquidos derramados. Implementar señalización de trayectos y un mayor orden.
	¿Si la temperatura del tanque de almacenamiento no disminuye por debajo de 15°C? o disminuye más de 4°C?	Pérdida de MP y consecuente paro parcial del proceso	Dar mantenimiento continuo al equipo. Implementar un termómetro electrónico permanente.
	¿Se sobrecalienta el motor de los tanques de almacenamiento?	1.-Cortos circuitos, 2.- Quemaduras, 3.- Emisiones de gases o vapores a la ATM.	Capacitación del POE para la operación de los equipos. En el área deben colocarse avisos de precaución para: advertir sobre el almacenamiento de MP. Así como prohibir fumar, generar chispas o llamas. Colocar un extintor de acuerdo a la NOM-002-STPS-2010 (Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo). Restringir el paso e indicar las salidas de evacuación. Considerar el botiquín de primeros auxilios y colocar un extractor de aire de acuerdo a la NOM-116-STPS-2009 (Seguridad-Equipo de protección personal-Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas-Especificaciones y métodos de prueba).
Clarificación y pasteurización	¿Si alguien resbala debido al piso mojado?	1.-Golpes, 2.- Lesiones, 3.- Fracturas, 4.- Quemaduras.	Instalar una canaleta con rejilla cerca de los tanques de refrigeración para que el agua del lavado no invada el área de clarificación y pasteurización. Considerar en el botiquín de primeros auxilios los instrumentos necesarios en base a los apéndices de la NOM-005-STPS-1998 (condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas). Utilizar el EPP de acuerdo a la NOM 017-STPS-2008 (Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo).



MÉTODO			
Etapa	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
	¿El POE tropieza por cables Eléctricos, mangueras y tuberías expuestas?	1.-Golpes, quemaduras o fracturas, 2.-fuga de MP por ruptura de conexiones y paro del proceso de clarificación y pasteurización, 3.-Desconexión de la bomba y suspensión de la alimentación al sistema de clarificado, 4.-Desconexión parcial del cable de la fuente eléctrica y riesgo de descarga eléctrica.	Tener lo necesario en el botiquín de primeros auxilios de acuerdo a los apéndices de NOM-005-STPS-1998 (Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas). Colocar señalamientos o barreras para evitar contacto con la manguera de alimentación. Garantizar que la totalidad de conexiones eléctricas sean aéreas como lo indica la NOM-029-2011 (Mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad).
Clarificación y pasteurización	¿Si no se manipula correctamente la clarificadora?	1.-Golpes y cortes por desprendimiento de piezas del mismo equipo, 2.-Enganches, 3.-Lesiones músculo esqueléticas (ergonómicas)	Capacitar al POE correctamente antes de llevar a cabo el proceso. Contar con un botiquín de primeros auxilios. Contar con el EPP necesario de acuerdo a la NOM-017- STPS- 2008 (Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo).
	¿Hay elevados niveles de temperatura en la pasteurizadora (superiores a 75°C)?	1.-Quemaduras del POE	Realizar las mediciones de estrés térmico de acuerdo a lo establecido en la NOM-015-STPS-2001 (Condiciones térmicas elevadas o abatidas- Condiciones de seguridad e higiene). Contar con un botiquín de primeros auxilios como lo indica los apéndices de la NOM-005-STPS-1998 (condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas).
	¿Hay elevados niveles de ruido en el área?	1.-Problemas auditivos del POE	Someter al POE a los exámenes médicos necesarios de acuerdo al Programa de Conservación de la Audición establecido en la NOM-011-STPS-2001 (Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido Llevar a cabo evaluaciones del área y las mediciones de los dB. Verificar los tiempos de exposición al ruido del POE. Tomar en cuenta el EPP de acuerdo a la NOM. 017-STPS-2008 (Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo).

MÉTODO			
Etapa	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
	¿Se sobrecalientan los motores de la clarificadora y/o la pasteurizadora?	1.- Quemaduras- 2.- Emisiones de gases o vapores a la ATM. 3.- Cortos circuitos.	Capacitación del POE para la operación de los equipos. En el área deben colocarse avisos de precaución para: advertir sobre el almacenamiento de MP. Prohibir fumar o generar chispas o llamas. Colocar un extintor de acuerdo a la NOM-002-STPS-2010 (Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo). Restringir el paso e indicar las salidas de evacuación. Considerar el botiquín de primeros auxilios. Colocar un extractor de aire de acuerdo a la NOM-116-STPS-2009 (Seguridad-Equipo de protección personal-Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas-Especificaciones y métodos de prueba.

Análisis de riesgo Área 2

La segunda área identificada se encuentra fuera de producción. Se consideró de mayor riesgo debido a que se localizan equipos como la caldera, tanque de gas, chimenea y sistema de agua potable los cuales forma parte del proceso de pasteurización.



Figura 10 Área de instalación de caldera y tanque de gas



Tabla 2 Evaluación de riesgos 2

Fuente: Elaboración propia

MÈTODO ¿WHAT IF?			
ETAPA	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
Instalación De Caldera	¿El POE enciende mal la caldera?	1.-Elevaciones bruscas de temperatura. 2.- Emisiones descontroladas de vapor a la ATM. 3.-Uso descontrolado de energía eléctrica.	Asignar un técnico especializado y certificado para manejarla la operación de la caldera. Realizar un programa de mantenimiento preventivo. Dar capacitación al POE e informar sobre los peligros y riesgos inherentes a los equipos y a los fluidos que contienen.
	¿Aumenta la presión en la caldera por un cierre inadvertido de las válvulas de entrada y salida?	1.-Explosiones. 2.- Averías. 3.-Paro del proceso.	Tener presente el programa de mantenimiento preventivo. Elaborar y aplicar programas de revisión y calibración a los instrumentos de control y dispositivos de relevo de presión de la caldera como lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011 (Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad).
	¿No funcionan la válvula de seguridad?	1.-Sobrepresion en la caldera. 2.- Emisiones a la ATM incontroladas	Inspeccionar frecuentemente las válvulas automáticas y manuales de alimentación. Tener dos válvulas de seguridad como provisión.
Instalación De Caldera	¿Hay fisuras o averías en la caldera por corrosiones internas del lado de agua y/o vapor?	1.-Fugas de agua. 2.-Caidas o resbalos del POE. 3.-Variaciones de los niveles de agua y a su vez descontrolados en el proceso.	Hacer revisiones periódicas de la caldera con el servicio técnico (mantenimiento)
	¿Aumenta de temperatura en la caldera por falta de agua?	1.-Explosiones. 2.-Mala operación. 3.-Desgaste interno. 4.-Obstrucción del equipo.	Colocar un sistema de doble control, para proteger de falsas lecturas de agua. Verificar que el agua esté bien tratada y no sea de mala calidad. Realizar periódicamente purgas para desocupar lodos y sedimentos.
	¿Hay fisuras o averías en las paredes de la chimenea de la caldera?	1.-Emisiones de vapor descontroladas a la ATM	Dar mantenimiento a las chimeneas. Hacer revisiones periódicas de la caldera con el servicio técnico de la instalación y la compañía que suministra el gas. Verificar la calidad del agua para evitar acumulación de sales que corroan las paredes de la caldera.



MÈTODO ¿WHAT IF?			
ETAPA	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
	¿Hay una mala combustión en la caldera?	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Reacciones químicas incontroladas. 2.-Explosiones internas. 3.-Exceso de liberación de monóxido de carbono 	Antes de la puesta en marcha de la caldera realizar una limpieza mecánica y química de depósitos (purga). Realizar una limpieza periódica del quemador de la caldera. Inspeccionar frecuentemente las válvulas automáticas y manuales de alimentación de combustible al quemador.
	¿Se sobre calienta el tanque de gas debido a objetos cercanos inflamables o temperaturas elevadas de calor?	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Cortocircuito. 2.-Incendios 	El tanque estacionario debe identificarse señalando su contenido como lo indica la NOM-018-STPS-2015 (Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo) y medidas de seguridad para su manejo. Antes de iniciar la operación de encendido eliminar cualquier fuente de ignición. Señalizar la prohibición de encender llama y de fumar. Eliminar posibles mezclas inflamables. Evitar a toda costa encender cualquier dispositivo o llama como lo indica la NOM-002-STPS-2010 (condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Mantener el área de la caldera y tanque de gas ventilado.
Instalación De Caldera	Hay un sobrecalentamiento durante el transporte de gas natural en la tubería, recipientes y demás mecanismos propios de la caldera	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Explosiones. 2.-Averías, 3.-Incendios. 4.-Quemaduras 	En la sala debe existir al menos un extintor (CO2). Inspeccionar frecuentemente las válvulas automáticas y manuales de alimentación de combustible al quemador. Colocar señalamientos de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015 (Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo)
	¿Hay fuga de gas LP en tanque estacionario o tubería?	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Intoxicación del POE por inhalación de gas LP. 2.-Alergias. 3.-Asfixias. 4.-Irritaciones. 5.-Explosión por acumulación de gases 	Establecer un procedimiento inmediato a seguir en caso de fuga de gas. Disponer de una ventilación adecuada para el tanque estacionario de gas. Hacer revisiones periódicas de las tuberías y caldera con el servicio técnico de la instalación. Colocar señalamientos de acuerdo a la NOM-026-2008 (Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en



MÈTODO ¿WHAT IF?			
ETAPA	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
			tuberías). Aplicar la NOM-020-STPS-2020 (Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas- Funcionamiento- Condiciones de seguridad) para el tanque estacionario.
	Hay arcos eléctricos por la apertura de algún circuito en carga debido a una mala operación o por proximidad a elementos en tensión.	1.-Tropiezos. 2.-Caídas al mismo nivel. 3.-Electrocuciones. 4.-Quemaduras	Tener las Instalaciones eléctricas bien aisladas de acuerdo a la NOM-029-STPS-2011 (Mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad). Evitar a toda costa encender aparatos eléctricos cerca de la caldera (ni siquiera el teléfono móvil). Colocar señales de aviso de seguridad para calderas e indicación de prohibición de entrada a personal ajeno al servicio.
	¿Hay exposiciones del POE a Calor o altas temperaturas?	1.-Quemaduras. 2.-Desmayos.	En la limpieza dar el tiempo suficiente para el enfriamiento de la caldera. Ventilar constantemente el área de la caldera. Hidratar a los trabajadores con frecuencia. Proveer del EPP para evitar la radiación del calor, aunque la ubicación de la caldera permita buena aireación.
	¿Si hay una falla de llama durante la operación?	1.-Quemaduras. 2.-Incendios. 3.-Explosiones.	Mantener buena limpieza y evitar la acumulación de materiales que accionen rápido con fuego de acuerdo a lo establecido en la NOM-002-STPS-2010 (Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo). Tener un extintor en el área de calderas. Contar con un botiquín de primeros auxilios.
Instalación De Caldera	¿Si se desprende la válvula de seguridad?	1.-Ruido. 2.-Fuga de vapor de agua. 3.-Quemaduras.	Corroborar que el POE no esté cerca durante la ejecución del proceso. El POE asignado para la operación de la caldera debe portar el EPP correspondiente de acuerdo a la NOM-017-STPS-2008 (Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo). Contar con un botiquín de primeros auxilios.
	¿Si el POE tropieza por la reducción de espacio en la zona alta al dar mantenimiento al tanque o chimenea?	1.-Caídas de alturas. 2.-Lesiones, 3.-Golpes. 4.-Fracturas.	Tener lo necesario en el botiquín de primeros auxilios de acuerdo a los apéndices de la NOM-005-STPS-1998 (condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas).. Acondicionar y



MÈTODO ¿WHAT IF?			
ETAPA	¿Qué ocurre SI?	Consecuencia	Sugerencias
			despejar el área con orden y limpieza. Contar con el EPP necesario como lo indica la NOM. 017-STPS-2008 (quipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo).
	¿Se presenta una tormenta eléctrica?	1.-Caidas. 2.-Tropiezos. 3.-Cortes, 4.-Quemaduras. 5.-Electrocuciones.	Contar con rutas de evacuación y puntos de reunión previamente señalizados. Contar con un botiquín de primeros auxilios de acuerdo a los apéndices de la NOM-005-STPS-1998 (condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas).
	¿Hay un sismo?	1.-Caidas. 2.-Tropiezos. 3.-Cortes. 4.-Quemaduras. 5.-Atrapamientos por derrumbes. 6.- Electrocuciones.	Establecer procedimiento de emergencia para cierre de válvulas de gas y apagado de equipo. Contar con rutas de evacuación y puntos de reunión previamente señalizados. Considerar en el botiquín de primeros auxilios los instrumentos necesarios de acuerdo a los apéndices de la NOM-005-STPS-1998 (condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas). Llevar a cabo frecuentemente simulacros. Asignar un pequeño grupo para brigadas.

CUMPLIMIENTO LEGAL CORRESPONDIENTE A LA STPS

La secretaria de Trabajo y Previsión Social (STPS) cuenta con 20 normas oficiales mexicanas referentes a seguridad, salud e higiene en el trabajo. Las siguientes tablas corresponden a un análisis de cumplimiento de las NOMs de la STPS por parte de la empresa comercializadora de lácteos “Rosales” Las tablas son un instrumento para evaluar el cumplimiento de la normatividad dentro de la organización, pero también pueden servir de guía para que la organización implemente acciones para el cumplimiento de dichas normas.

Tabla 3 Cumplimiento de NOMs de seguridad

NOMs de seguridad					
NOM	Título de la norma	Apartado en cumplimiento	Parcial	Apartado sin cumplimiento	Argumento
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad		PARCIAL		Si se realizan verificaciones oculares por áreas en el centro de trabajo, para identificar condiciones inseguras y reparar daños encontrados, también se cuenta con sanitarios limpios y seguros para el servicio de los trabajadores y con lugares reservados para el consumo de alimentos, pero a su vez no se delimitan las zonas de riesgo.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo			NO CUMPLE	No se tiene clasificado el riesgo de incendio del centro de trabajo, no se cuenta con un croquis general de la planta actualizado y colocado en los principales lugares de entrada, tránsito y reunión, para los trabajadores, tampoco se cuenta con un plan de atención a emergencias de incendio.

NOMs de seguridad

NOM	Título de la norma	Apartado en cumplimiento	Parcial	Apartado sin cumplimiento	Argumento
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo		PARCIAL		Se utiliza el EPP, pero incompleto. No se realizan estudios para analizar el riesgo potencial generado por la maquinaria y equipo en el que se debería incluir un inventario de todos los factores y condiciones peligrosas que afecten a la salud del trabajador, no se brindan capacitaciones a los trabajadores para la operación segura de la maquinaria y equipo, así como de las herramientas que utilizan para desarrollar su actividad, por lo que no existe un Programa Específico de Seguridad e Higiene para la Operación y Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo		PARCIAL		Si se cuenta con un programa específico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria empleada en el manejo y almacenamiento de materiales. Se llevan a cabo supervisiones para que el manejo y almacenamiento de materiales se realice en condiciones seguras, algunas áreas de trabajo no se mantienen limpias y ordenadas.
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad	SI CUMPLE			Si se cuenta con el diagrama unifilar actualizado de la instalación eléctrica del centro de trabajo, si se cuenta con los procedimientos de seguridad para las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, si se utiliza el EPP indicado para actividades de instalaciones eléctricas, si hay disposición de extintores accesibles, si se cuenta con un botiquín de primeros auxilios.

Tabla 4 Cumplimiento de NOMs de salud

NOMs de salud					
NOM	Título de la norma	Apartado en cumplimiento	Parcial	Apartado sin cumplimiento	Argumento
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido NOM-012-STPS-2012			NO CUMPLE	No se cuenta con el reconocimiento y evaluación de los NSA de dB de todas las áreas del centro de trabajo donde hay trabajadores, no se ha verificado que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición a ruido establecidos, no cuentan con EPP auditivo, no se someten a los exámenes médicos necesarios de acuerdo al Programa de Conservación de la Audición establecido en la presente norma.
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas- Condiciones de seguridad e higiene		PARCIAL		Si se informa a los trabajadores de los riesgos de trabajo por exposición a temperaturas extremas, si se proporciona al POE el EPP correspondiente, pero se utiliza incompleto, si se ha señalado, pero no se ha restringido el acceso a las áreas de exposición a condiciones térmicas extremas.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo	SI CUMPLE			Toda la planta cuenta con buena iluminación. Si se lleva a cabo el control de los niveles de iluminación, si se utiliza los sistemas de iluminación de acuerdo a las instrucciones del patrón, si se informa al patrón sobre las condiciones inseguras, derivadas de las condiciones de iluminación en su área de trabajo.
NOM-036-STPS-2018	Factores de riesgo ergonómico en el trabajo- Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas			NO CUMPLE	No se cuenta con el análisis de los factores de riesgos ergonómicos debido al manejo manual de cargas, no se han adoptado medidas de prevención y/o control para reducir o eliminar los factores de riesgo ergonómico en el centro de trabajo debido al manejo manual de cargas, no se efectúa la vigilancia a la salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos.

Tabla 5 Cumplimiento de NOMs de seguridad

NOMs de organización					
NOM	Título de la norma	Apartado en cumplimiento	Parcial	Apartado sin cumplimiento	Argumento
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo		PARCIAL		No se han Identificado y analizado los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores por cada área, no se ha determinado que EPP que deben utilizar los trabajadores en función de los riesgos de trabajo a los que puedan estar expuestos por lo que si lo utilizan pero incompleto, no se supervisa que los trabajadores utilicen el EPP proporcionado durante la jornada de trabajo, no se proporciona a los trabajadores la capacitación y adiestramiento para el uso, revisión, reposición, limpieza, limitaciones, mantenimiento, resguardo y disposición final del EPP
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo- Funciones y actividades		PARCIAL		No hay un responsable de SS en el trabajo interno o externo, para llevar a cabo las funciones y actividades preventivas de seguridad y salud en el centro de trabajo, no se cuenta con un diagnóstico por área de trabajo de las condiciones de seguridad y salud, pero si existe un reporte del programa de seguridad y salud en el trabajo de la relación de acciones preventivas y correctivas de seguridad y salud en el trabajo, priorizándolas para su atención, con base en el riesgo involucrado.

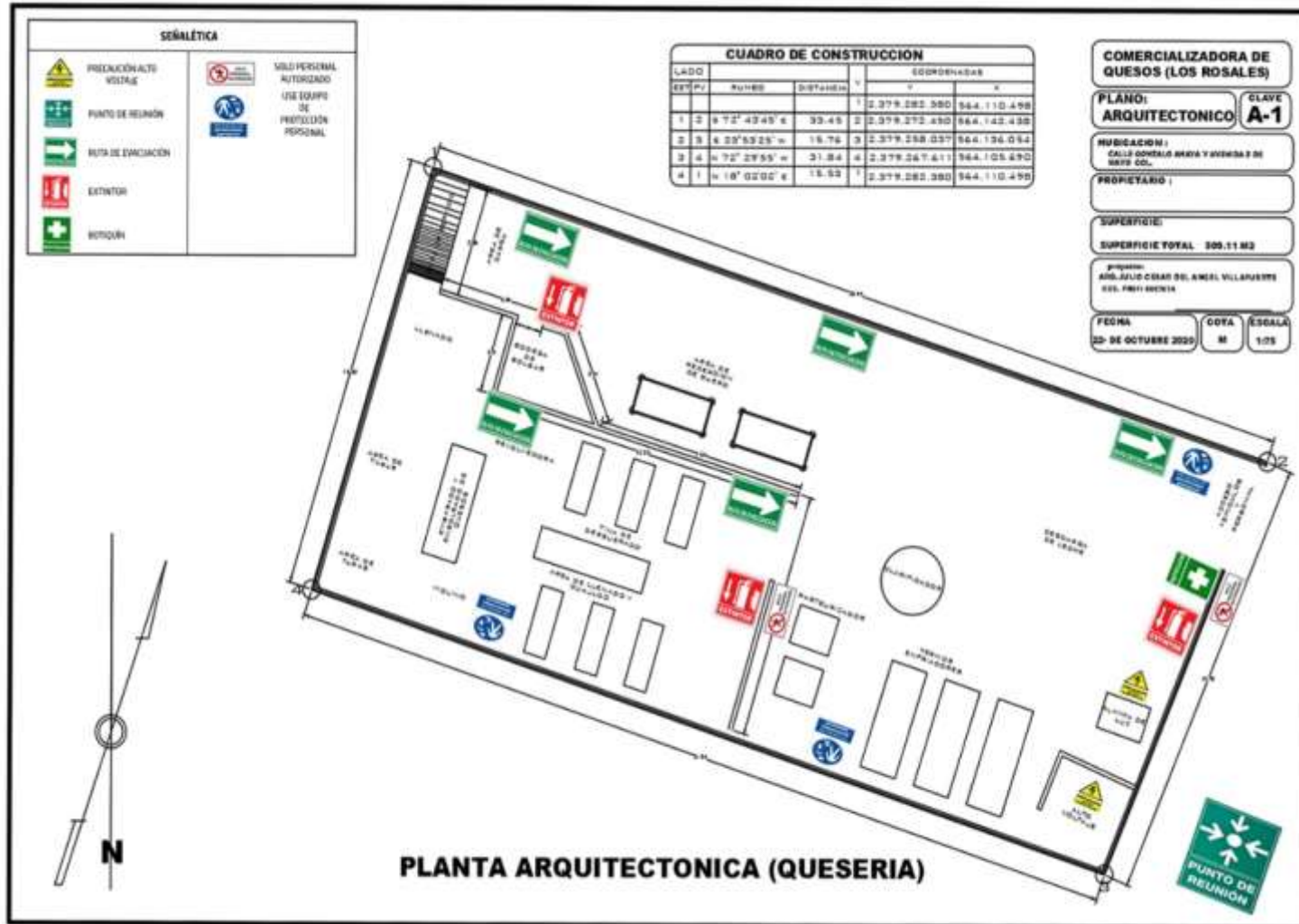


Señalización de Protección Civil y Seguridad e Higiene

Uno de los objetivos de la seguridad e higiene es el de proteger a la persona y a la sociedad ante la eventualidad de una emergencia o un desastre, provocado por agentes perturbadores de origen natural o humano, a través de acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas humanas, la afectación de la planta productiva, la destrucción de bienes materiales, el daño a la naturaleza y la interrupción de las funciones esenciales de la sociedad.

Para lograr lo anterior, es necesario normalizar las características de las señales y avisos que se aplican en el ámbito de la protección civil, con el fin de que cumplan correctamente con la función para la cual fueron creadas y de que el POE las identifique y comprenda.

Por tal motivo se presenta a continuación el diseño de un plano de la empresa “Rosales” con la implementación de señales y avisos sobre protección civil y seguridad e higiene, que permitan a los trabajadores identificar y advertir áreas o condiciones que representen riesgo para su salud e integridad física, así como ubicar equipos para la respuesta a emergencias, e instalaciones o servicios de atención en caso de desastre como lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-200



Evaluación del sistema de seguridad e higiene

La evaluación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo es una responsabilidad de toda empresa primordialmente de la dirección quien debe elaborar, establecer y revisar periódicamente procedimientos para supervisar, medir y recopilar con regularidad datos relativos a los resultados de la seguridad y salud en el trabajo.

En base a los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades, se ha desarrollado la evaluación del sistema de seguridad e higiene en la empresa comercializadora de lácteos “Rosales” el cual tiene como propósito proveer en el centro de trabajo un esquema del panorama actual, con los elementos esenciales de la puesta en operación del sistema y el seguimiento de los avances en su aplicación.

Tabla 6 Involucramiento Directivo

A.- INVOLUCRAMIENTO DIRECTIVO									
Indicador	Cumplimiento		Acción por realizar			Fecha		Responsable de ejecución	Observaciones
	SI	NO	Elaborar	Complementar	Aplicar	Inicio	Término		
1.-Política									
1.1	¿Cuenta el centro de trabajo con una política de seguridad y salud en el trabajo:			✓	✓	20/dic/20	27/dic/20	Gerardo Rosales	Formalmente no se ha definido una política representativa de la empresa.
	•	¿Redacta en forma clara?		✓					
	•	¿Autorizada por la dirección del centro de trabajo?	✓						
	•	¿Que incorpore líneas de acción específicas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores?	✓						
	•	¿Que contenga el compromiso de cumplir con los requisitos normativos en la materia?		✓					

	<ul style="list-style-type: none"> ¿Que prevea la participación activa de los directivos y trabajadores y la mejora continua del centro de trabajo? 		✓							
1.2	¿Se revisa periódicamente la política de seguridad y salud en el trabajo?	✓			✓	✓	27/dic/20	27/dic/20	Gerardo Rosales	Las revisiones se hacen eventuales debido a la falta de organización.
1.3	¿Se difunde la política de seguridad y salud en el trabajo entre los trabajadores y los de sus contratistas?		✓	✓		✓	04/ene/21	06/ene/21	Gerardo Rosales	Existe falta de comunicación debido a que no hay una estructura formal.
2.-Dirección										
	Conocen, analizan y toman decisiones los niveles directivos del centro de trabajo, con base en los resultados de:				✓	✓	04/ene/21	04/ene/21	Jorge, Carlos y Roberto Rosales	Se toman decisiones individuales y no hay coordinación organizada.
2.1	<ul style="list-style-type: none"> ¿Los supervisores? 	✓								
	<ul style="list-style-type: none"> ¿Las auditorias? 	✓								
	<ul style="list-style-type: none"> ¿Las inspecciones? 	✓								
	<ul style="list-style-type: none"> ¿Las investigaciones? 		✓							
	¿Los avances y evaluaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo?		✓							
	¿Se notifican las decisiones adoptadas con motivo de los resultados de las supervisiones, auditorias, inspecciones, investigaciones, avances y evaluaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo entre:				✓	✓	08/ene/21	08/ene/21	Carlos Rosales	La comisión EHS debe tener más comunicación e involucrar a toda la compañía.
2.2	<ul style="list-style-type: none"> ¿Los trabajadores? 		✓							
	¿El sindicato o representación de los trabajadores?	✓								
	¿La comisión de seguridad e higiene?	✓								
	Los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓								
3.-Liderazgo										

3.1	¿Existen responsables con nivel de mando para la operación del Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓				✓	11/ene/21	15/ene/21	Lorena Gonzales	Si hay responsables, pero no llevan a cabo sus responsabilidades.
4.-Organización										
4.1	¿Tienen asignadas de manera expresa los niveles de mando funciones en materia de seguridad y salud en el trabajo?	✓			✓	✓	11/ene/21	15/ene/21	Carlos Rosales	Los niveles están asignados, pero no se pone en práctica las tareas asignadas.
4.2	¿Tienen establecida los niveles de mando la responsabilidad de informar a los niveles directivos sobre las acciones instrumentadas y los resultados obtenidos en materia de seguridad y salud en el trabajo?		✓	✓		✓	11/ene/21	15/ene/21	Carlos Rosales	Se deben establecer juntas periódicas, para evaluar el desempeño de cada comisión asignada.
4.3	¿Cuenta el centro de trabajo con recursos humanos y financieros asignados para la seguridad y salud en el trabajo?	✓				✓	18/ene/21	18/ene/22	Roberto Rosales	
5.-Competencia										
5.1	¿Se tienen definidos los requisitos de competencia necesarios en materia de seguridad y salud en el trabajo para:			✓		✓	08/ene/21	15/ene/21	Guadalupe Azuara	Promoverla información básica acerca de los requisitos establecidos en la norma 019-STPS
	• ¿El personal de mando?	✓								
	• ¿El personal supervisor?		✓							
	• ¿Los trabajadores?		✓							
5.2	¿Se evalúa la competencia en seguridad y salud en el trabajo:			✓		✓			Guadalupe Azuara	Antes de evaluar, se deben definir los requisitos.
	• ¿Del personal de mando?		✓							
	• ¿Del personal supervisor?		✓							
	• De los trabajadores		✓							

Tabla 7 Planeación y ejecución

B.- PLANEACION Y EJECUCIÓN										
Indicador	Cumplimiento		Acción por realizar			Fecha		Responsable de ejecución	Observaciones	
	SI	NO	Elaborar	Complementar	Aplicar	Inicio	Término			
6.-Diagnostico										
6.1	¿Cuenta el centro de trabajo con un diagnóstico actualizado de administración en seguridad y salud en el trabajo que considere:									La organización cuenta con un diagnóstico, pero incompleto y no actualizado.
	•	La evaluación del funcionamiento del Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo?		✓						
	•	¿El cumplimiento de la normatividad en la materia?		✓						
	•	¿La evaluación de los accidentes y enfermedades de trabajo por proceso, área, departamento y puesto de trabajo?	✓							
6.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la elaboración y actualización del diagnóstico de administración en seguridad y salud en el trabajo?		✓							Si hay responsables designados, pero no tienen clara la función de cada uno.
6.3	¿Participan en la elaboración del diagnóstico de administración en seguridad y salud en el trabajo los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Comisión de Seguridad e Higiene?		✓							Si hay participación de todos, pero no se da seguimiento como lo indica la norma.
6.4	¿Han sido expedidas las autorizaciones internas para la operación o funcionamiento de los procesos, maquinaria, equipos y actividades peligrosas que lo requieran?		✓							Se debe aclarar la importancia del personal capacitado para manipular cada equipo en el proceso.

6.5	¿Dispone de un sistema de información sobre accidentes y enfermedades laborales y sus consecuencias por procesos, áreas, departamentos y puestos de trabajo?	✓			✓	✓	04/ene/21	11/ene/21	Gerardo Rosales	Existe un sistema de información, pero falta comunicación para que se aplique totalmente.
6.6	¿Evalúa la eficacia de las medidas de control instauradas para disminuir la tasa de accidentes y enfermedades de trabajo en procesos, maquinaria, equipos y actividades que requieran de autorización para su operación o funcionamiento?		✓	✓		✓	04/ene/21	04/feb/21	Roberto Rosales	No se lleva a cabo esta evaluación debido a que consideran que el proceso no es alto riesgo por lo que se debe trabajar para darle más valor a esta acción.
7.- Medidas Preventivas Y Correctivas										
7.1	¿Tiene evaluados y relacionados el centro de trabajo los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores en procesos, maquinaria, equipos y actividades?	✓			✓	✓	01/feb/21	06/feb/21	Gerardo Rosales	Si hay algunos riesgos identificados, pero no existe una evaluación profunda donde se haga hincapié de las medidas a tomar.
7.2	¿Dispone de procedimientos escritos relacionados con procesos, maquinaria, equipos y actividades donde se tienen evaluados los riesgos, con medidas de control específicas?	✓			✓	✓	01/feb/21	01/feb/22	Gerardo Rosales	Los procedimientos establecidos no describen detalladamente las áreas de riesgos más importantes.
7.3	¿Se revisan periódicamente los procedimientos relacionados con procesos, maquinaria, equipos y actividades donde se tienen evaluados los riesgos?		✓	✓		✓	01/feb/21	01/feb/22	Carlos Rosales	Se recomienda hacer más énfasis en las evaluaciones constantes para identificar puntos débiles a mejorar.

7.4	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la revisión y actualización de los procedimientos relacionados con procesos, maquinaria, equipos y actividades donde se tienen evaluados los riesgos?	✓			✓	✓	04/ene/21	04/feb/22	Guadalupe Azuara	Los responsables deben asumir con más compromiso la tarea de coordinar que se lleven a cabo los procedimientos y evaluaciones.
7.5	¿Se difunden los procedimientos relacionados con procesos, maquinaria, equipos y actividades donde se tienen evaluados los riesgos entre:			✓		✓	04/feb/21	06/feb/22	Roberto Rosales	Se dan a conocer ante los servicios y la comisión, pero no ante toda la organización.
	• ¿los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓								
	• ¿la Comisión de Seguridad e Higiene?	✓								
	• el personal supervisor?	✓								
	• ¿Los trabajadores de las áreas involucradas?		✓							
8.-Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo										
8.1	¿Dispone el centro de trabajo de un Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo actualizado y estructurado con base en los resultados de:				✓		04/ene/21	06/mar/22	Carlos Rosales	Si hay un programa preventivo, pero no estructurado como lo indica la norma 019-STPS.
	• ¿De Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓								
	• La evaluación del cumplimiento de la normatividad en la materia?		✓							
	• ¿La evaluación de los accidentes y enfermedades de trabajo?		✓							
8.2	¿Considera el Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo:			✓		✓	04/feb/21	04/feb/22	Carlos Rosales	Los objetivos no se encuentran bien definidos y las fechas no están asignadas.
	• ¿Objetivos?	✓								

	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Tiempos de inicio y término por cada actividad planeada? 		✓							
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Responsables de la ejecución y seguimiento de cada actividad? 		✓							
8.3	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar el desarrollo, seguimiento y evaluación del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓				✓	04/ene/21	08/ene/21	Carlos, Jorge y Roberto Rosales	Los responsables deben de tener presente los deberes como lo establece la norma 019-stps
8.4	¿Se tienen recursos humanos y financieros asignados al Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓				✓	01/feb/21	01/feb/22	Carlos Rosales	Los recursos existen, pero no se emplean para sistema de seguridad e higiene.
8.5	¿Se evalúa y actualiza periódicamente el Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo?		✓	✓		✓	04/ene/21	08/ene/21	Carlos Rosales	Se evaluar y actualiza anualmente.
9.-Capacitación										
9.1	¿Dispone el centro de trabajo de programas de capacitación que aborden la materia de seguridad y salud en el trabajo, con base en los resultados de:			✓		✓	04/ene/21	04/ene/22	Gerardo Rosales	No se llevan a cabo capacitaciones en tema de seguridad, por tal razón no existe comunicación entre la dirección y los trabajadores.
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La instauración y la evaluación del funcionamiento del Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo? 		✓							
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La evaluación del cumplimiento de la normatividad en la materia? 		✓							
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La evaluación de los accidentes y enfermedades de trabajo? 		✓							
9.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar el desarrollo, seguimiento y evaluación de los programas de capacitación que aborden la materia de seguridad y salud en el trabajo?	✓				✓	04/ene/21	08/ene/21	Carlos Rosales	Los responsables deben involucrarse más en el tema para poder llevar a cabo acciones.

9.3	¿Se tienen recursos humanos y financieros asignados para los programas de capacitación que aborden la materia de seguridad y salud en el trabajo?	✓					04/ene/21	08/ene/21	Carlos Rosales	Si los hay, pero no se destinan para tal fin, para ello es importante elaborar un programa bien definido.	
9.4	¿Se difunden los programas de capacitación que aborden la materia de seguridad y salud en el trabajo entre todos los trabajadores?		✓	✓			04/ene/21	04/dic/21	Liliana Ponce	Se han planteado realizarse, pero no se han llevado a cabo en las fechas asignadas.	
9.5	¿Se proporciona capacitación en materia de seguridad y salud en el trabajo de manera permanente a todos los trabajadores?		✓	✓			04/ene/21	04/ene/22	Guadalupe Azuara	Es importante llevar a cabo este punto para evitar deficiencias en el trabajo.	
9.6	¿Se dispone de un sistema de evaluación que permita calificar los cursos impartidos y el aprovechamiento de los participantes?		✓	✓			04/ene/21	04/ene/22	Liliana Ponce	Los responsables deben dominar los temas en materia de seguridad e higiene para lograr transmitir los conocimientos necesarios.	
10.-Comunicación											
10.1	¿Existen mecanismos para recibir, difundir y dar a conocer información en materia de seguridad y salud en el trabajo entre:					✓		04/ene/21	04/ene/22	Liliana Ponce	No existe debido a que no hay un programa coherente establecido en la empresa.
	• ¿Los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓									
	• ¿La Comisión de Seguridad e Higiene?	✓									
	• ¿El personal supervisor?	✓									
	• ¿Los trabajadores?		✓								

10.2	¿Se tienen instaurados mecanismos para la captación de dudas, quejas y sugerencias de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como para el seguimiento y atención oportuna de las mismas?		✓	✓			04/ene/21	04/ene/22	Liliana Ponce y Carlos R.	De debe elaborar primero el programa de seguridad para posteriormente lograr el apoyo mutuo, a través del diálogo cordial.
11.-Atención de Emergencias										
11.1	¿Cuenta el centro de trabajo con un manual o procedimientos escritos actualizados para la atención de emergencias que comprendan:				✓	✓	04/ene/21	08/ene/21	Carlos y Jorge Rosales	Si se cuenta con un manual, pero solo de un área y no está actualizado.
	• ¿Los riesgos del centro de trabajo que deberán mantenerse bajo control?	✓								
	• ¿La integración de brigadas y la realización de simulacros?		✓							
	• ¿Los canales de comunicación con las autoridades competentes?	✓								
	• > los servicios de atención de emergencias y la sociedad?	✓								
11.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la ejecución de las actividades previstas en el manual o procedimientos para la atención de emergencias?	✓			✓		04/ene/21	04/ene/22	Gerardo Rosales	Si hay un responsable, pero no asume el cargo de coordinar la ejecución de actividades.
11.3	¿Se difunden el manual o procedimientos para la atención de emergencias entre:				✓		01/feb/21	04/ene/22	Gerardo Rosales	El manual en existencia no se ha dado a conocer a l personal de todas las áreas.
	• ¿Los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓								
	• ¿La Comisión de Seguridad e Higiene?	✓								
	• ¿El personal supervisor?	✓								
	• ¿Los trabajadores?		✓							

11.4	¿Lleva el registro de las situaciones de emergencia ocurridas en los últimos cinco años, así como sobre las causas que los originaron y las medidas adoptadas para su prevención y control?		✓	✓			01/feb/21	01/feb/22	Gerardo Rosales	Se tienen presentes las situaciones, pero no hay un registro, para ello se debe abordar este aspecto en el manual de seguridad.
12.-Contratistas										
12.1	¿Se cuenta con criterios escritos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo para:			✓			04/ene/21	08/ene/21	Carlos y Gerardo R.	Se debe agregar estos indicadores al manual, para lograr llevar a cabo la colaboración de elementos externos.
	• ¿La selección y evaluación de contratistas?		✓							
	• ¿El compromiso contractual por parte de éstos para capacitar sus trabajadores en la materia e informar al centro de trabajo sobre los accidentes y enfermedades laborales?		✓							
	• ¿La supervisión de los contratistas?	✓								
12.2	¿Existen responsables con nivel de mando para realizar la supervisión y evaluación del desempeño de los contratistas y sus trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo?	✓				✓	04/ene/21	08/ene/21	Maritza Gonzales	Los responsables si llevan a cabo la supervisión, pero se recomienda ejecutar la actividad con más coordinación.
12.3	¿Se difunde entre los contratistas y sus trabajadores información sobre los riesgos a los que están expuestos en el centro de trabajo, así como sobre las medidas para prevenirlos y controlarlos?	✓				✓	04/ene/21	04/ene/22	Liliana Ponce	Si se difunden, pero no mediante una reunión en la que se convoque al personal interno y externo.
12.4	¿Lleva el centro de trabajo el registro de los accidentes y enfermedades laborales, incapacidades permanentes, defunciones y días subsidiados de sus contratistas, con sus respectivos índices?	✓				✓	17/ene/21	04/ene/22	Gerardo Rosales	Se tienen presentes, mas no registrados. Es importante realizar el registro para dar informes periódicamente.

12.5	¿Se efectúan evaluaciones sobre el desempeño de los contratistas y sus trabajadores sobre el cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad y salud en el trabajo?		✓	✓			17/ene/21	22/ene/21	Liliana Ponce	Se comenzará a aplicar la evaluación después de que se elabore el registro en el manual.
13.-Adquisiciones										
13.1	¿Se tienen establecidos por escrito los requisitos de seguridad y salud en el trabajo de los bienes por adquirir o de los servicios por contratar?		✓	✓			17/ene/21	22/ene/21	Carlos Rosales	No hay mucho conocimiento en el tema por lo que resulta confusa la necesidad de llevar a cabo la documentación.
13.2	¿Existen responsables con nivel de mando para supervisar que la adquisición de bienes o la contratación de servicios se realice con base en los requisitos establecidos en materia de seguridad y salud en el trabajo?	✓				✓	04/ene/21	08/ene/21	Carlos Rosales	El personal responsable debe vigilar el cumplimiento de las disposiciones que señala la norma 019-STPS
14.-Gestión del Cambio										
14.1	¿Tiene identificados y registrados el centro de trabajo los riesgos por cambios en niveles de competencia, insumos, procesos, maquinaria, equipos, actividades e incorporación de nuevas tecnologías?	✓				✓	04/dic/21	04/ene/22	Carlos y Gerardo Rosales	Si se tienen identificados, pero no registrados ya que no está actualizado el manual con el que cuentan.
14.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la gestión del cambio en materia de seguridad y salud en el trabajo?	✓					04/dic/21	04/ene/22	Carlos. Gerardo y Jorge Rosales	El encargado de esta comisión debe promover más la participación de toda la organización.
14.3	¿Participan en la toma de decisiones para la gestión del cambio los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓				✓	04 /dic/21	04/ene/22	Carlos Rosales	Se debe tomar en cuenta las opiniones que los servicios hagan a la empresa.

Tabla 8 Seguimiento Operativo

C.-SEGUIMIENTO OPERATIVO											
Indicador	Cumplimiento		Acción por realizar			Fecha		Responsable de ejecución	Observaciones		
	SI	NO	Elaborar	Complementar	Aplicar	Inicio	Término				
15.-Supervisión											
15.1	¿Cuenta el centro de trabajo con procedimientos escritos actualizados para supervisar la ejecución del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo?			✓	✓		✓	08/ene/21	08/jun/21	Liliana Ponce	No están actualizados los procedimientos que se han establecido.
15.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la ejecución de las supervisiones?		✓				✓	04/ene/21	08/ene/21	Liliana Ponce	El responsable debe comprometerse más para que se ejecute correctamente la supervisión.
15.3	¿Participan en las supervisiones los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Comisión de Seguridad e Higiene?		✓			✓		08/ene/21	08/jun/21	Carlos Rosales	Se llevó a cabo una participación, pero no han sido constantes las supervisiones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Evaluación de resultados

D.-EVALUACIÓN DE RESULTADOS										
Indicador	Cumplimiento		Acción por realizar			Fecha		Responsable de ejecución	Observaciones	
	SI	NO	Elaborar	Complementar	Aplicar	Inicio	Término			
16.-Vigilancia a la Salud de los Trabajadores										
16.1	¿Se tienen identificados los factores de riesgo que pueden causar daños a la salud y al personal ocupacionalmente expuesto?	✓			✓		01/feb/21	01/mar/21	Gerardo Rosales	Solo se han identificado factores de una sola área. Por tal motivo se necesita evaluar todas las etapas del proceso.
16.2	¿Cuenta el centro de trabajo con criterios definidos para la vigilancia a la salud de los trabajadores que consideren la realización de exámenes iniciales, especiales y periódicos?		✓	✓		✓	04/ene/21	27/ene/21	Gerardo Rosales	Nunca se han llevado a cabo exámenes y es importante que se realicen ya que se han presentado situaciones de salud a causa de la actividad realizada en la empresa,
16.3	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la vigilancia a la salud de los trabajadores?		✓			✓	04/ene/21	08/ene/21	Liliana Ponce y Carlos R.	Asignar un responsable y monitorear constantemente las afectaciones en el POE
16.4	¿Lleva el registro de los resultados de los exámenes practicados a los trabajadores, de las medidas instauradas y de los resultados obtenidos?		✓	✓		✓	04/ene/21	08/ene/22	Liliana Ponce	Los exámenes deben realizarse al POE Al menos una vez al año y así mismo llevar a cabo el registro de los mismos.
17.-Investigación de Accidentes y Enfermedades de Trabajo										
17.1	¿Cuenta el centro de trabajo con criterios para realizar la investigación de los accidentes y enfermedades de trabajo?	✓				✓	01/feb/21	01/jun/21	Carlos y Gerardo Rosales	Las instalaciones cuentan con muchas áreas de riesgo y solo se ha identificado de una sola etapa, se recomienda evaluar todas las etapas.

17.2	¿Participan en la investigación de los accidentes y enfermedades de trabajo los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Comisión de Seguridad e Higiene?	✓			✓		01/feb/21	04/ene/22	Carlos Rosales	Si participan como requisito, por ende, se deben involucrar ambas partes para trabajar en equipo.
17.3	¿Se difunden entre el personal supervisor y los trabajadores de las áreas involucradas los resultados de las investigaciones sobre los accidentes y enfermedades de trabajo, así como las medidas instauradas para prevenirlos?	✓				✓	01/feb/21	01/ene/22	Carlos Rosales	Es necesario difundir y advertir sobre las situaciones que se podría presentar en el centro de trabajo.
17.4	¿Lleva el registro de las investigaciones realizadas, de las medidas instauradas y de los resultados obtenidos?		✓	✓		✓	01/feb/21	04/ene /22	Liliana Ponce	No hay un registro porque no se ha trabajado al respecto en las investigaciones.
17.5	¿Lleva el registro de los accidentes y enfermedades laborales, incapacidades permanentes, defunciones y días subsidiados, con sus respectivos índices?	✓				✓	01/feb/21	04/ene /22	Liliana Ponce	Se debe trabajar más en la identificación actual para llevar a cabo el registro.
18.-Auditorias										
18.1	¿Cuenta el centro de trabajo con procedimientos escritos actualizados para la realización de auditorías sobre los resultados del Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo?		✓	✓		✓	23/ene/21	01/feb/22	Roberto Rosales	Se deben plantear en los objetivos realizar los procedimientos, ya que no se han llevado a cabo auditorías internas recientemente.
18.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar la ejecución de auditorías?	✓				✓	23/ene/21	27/ene /21	Roberto Rosales	Si se asignaron los cargos a cada responsable, pero no se ejecuta la actividad.
18.3	¿Se difunden los resultados de las auditorías entre:					✓	01/feb/21	01/feb /22	Roberto Rosales	Las auditorías realizadas no se realizaron con detalle y solo se informaron resultados superficiales, sin considerar a los trabajadores.

	• Los Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓								
	• ¿La Comisión de Seguridad e Higiene?	✓								
	• ¿El personal supervisor?	✓								
	• ¿Los trabajadores en general?		✓							
18.4	¿Se subsanan las no conformidades resultado de las auditorías practicadas?	✓			✓		27/ene/21	03/feb /22	Jorge Rosales	Si se tomaron en cuenta algunos puntos para la mejora continua, pero se recomienda trabajar más en este indicador para obtener resultados positivos.

Tabla 10 Control documental

E.-CONTROL DOCUMENTAL										
Indicador	Cumplimiento		Acción por realizar			Fecha		Responsable de ejecución	Observaciones	
	SI	NO	Elaborar	Complementar	Aplicar	Inicio	Término			
19.-Control de documentos										
19.1	¿Cuenta el centro de trabajo con un sistema actualizado para la identificación, distribución y control de los documentos del Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓			✓		23/ene /21	04/ene /22	Guadalupe Azuara	Si se ha establecido un sistema, el cual no está actualizado y no se cuenta con los documentos en orden.

19.2	¿Existen responsables con nivel de mando para coordinar el sistema de identificación, distribución y control de los documentos del Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo?	✓				✓	04/ene /21	04/ene /22	Guadalupe Azuara	Los responsables deben acatarse a las obligaciones establecidas en la norma 019-STPS para lograr cumplir los objetivos en materia de seguridad e higiene.
------	--	---	--	--	--	---	------------	------------	------------------	---

Análisis General

La empresa comercializadora de lácteos “Rosales” ubicada en la zona norte del Edo. de Veracruz, llevo a cabo una autoevaluación y comprobación del estado de la seguridad e higiene, empleando una revisión administrativa de la organización con ayuda de métodos y guías como línea base.

Para ello fue necesario desarrollar un instrumento (formatos) para organizar la información recopilada de manera ordenada y de esta forma verificar la perspectiva actual en la que se encuentra la empresa para posteriormente formular un sustento.

Por lo que resulto que la empresa tiene un nivel deficiente dentro de sus prácticas de seguridad e higiene laboral, principalmente porque no se cuenta con especialistas y personal formado en el área o con experiencia en ella para optimizar los recursos que dispone la empresa.

Por este motivo no se ha implementado un adecuado sistema de seguridad e higiene en el centro de trabajo, en el que es posible crear un plan de prevención que incluya medidas de acción para eliminar riesgos, los cuales deben ir acompañados de las normativas de salud y seguridad vigentes hasta el momento.

Así mismo se evidenció que la organización cuenta con un sistema de seguridad e higiene incompleto que previamente se ha iniciado, pero no se da un gran énfasis y continuidad.

Debido a esto la dirección que está al frente no logra identificar claramente las posibilidades de que un colaborador experimente determinado daño, derivado de sus funciones, es decir, un accidente laboral o enfermedad laboral, por lo tanto, la organización

actualmente no cuenta con la capacidad de tomar las medidas preventivas, para evitar o reducir su gravedad, y las pérdidas que se derivan de estos accidentes.

Por eso es importante estructurar una idea clara de la seguridad e higiene dentro del centro de trabajo, basado en la normatividad STPS de modo que sirva como guía para formar una comisión, asignar responsabilidades y llevar a la práctica lo establecido.

Además, es importante impartir capacitaciones constantemente, en las que se den a conocer al trabajador antes de iniciar sus operaciones, los peligros a los que está expuesto, con el fin de que los reconozca y realice sus actividades con un correcto desempeño, cumpliendo las recomendaciones de seguridad especificadas por la empresa, para su labor.

Lo que a su vez permitirá que el POE entienda cómo actuar en caso de una posible emergencia. Se trata básicamente de que los colaboradores, de todos los niveles de la organización, conozcan y orienten a otros sobre la manera más segura de realizar las actividades. Por lo tanto, un personal capacitado garantiza la eficiencia de la empresa y una mejora continua de los procesos operacionales ya que si es necesario se deben rediseñar las instalaciones y puestos de trabajo.

Por otra parte, la exigencia de realizar periódicamente exámenes médicos preventivos permite evitar enfermedades de los trabajadores y disminuir el ausentismo laboral.

Todo esto tendrá grandes beneficios ya que al tener la certeza de verificar el nivel de cumplimiento de la normatividad si no hay algún antecedente, puede resultar con muchas oportunidades de mejora; luego permitirá, mediante una priorización, el planear, programar y presupuestar la atención con acciones de corto, mediano y largo plazo.

Así mismo es necesario reconocer que, aunque se haga una buena detección en el diagnóstico y se elabore un programa de SHT adecuado, si no se ejecutan las acciones planeadas, las mejoras no se darán e incluso se podrá sufrir un desgaste en la organización, desánimo y pérdida de la confianza de los trabajadores.

Finalmente, al tener un claro panorama sobre la seguridad e higiene laboral, darle la importancia real de ser implementado y al involucrar a toda la organización, permitirá crear una cultura preventiva en el trabajo, desarrollando un cambio en la cultura de la organización, aumentando la credibilidad y mejorando la imagen de la empresa.

Conclusión

Un diagnóstico adecuado, claro y explícito en materia de seguridad e higiene de toda empresa permite ubicar oportunidades y debilidades estructurales y funcionales cuya atención elevará simultáneamente, la productividad y las condiciones de SHT dentro de sus sistemas, para lograr la competitividad de la organización.

Es importante contar con personal formado en el área, con experiencia, para optimizar recursos, guiar y liderar actividades, Por ende, si existen deficiencias se pueda lograr reconocer que las mismas causas que dificultan el trabajo y los problemas de la organización pueden afectar la productividad y este a su vez puede convertirse en un agente de riesgo para la salud del trabajador. Para ello se pueden llegar a aplicar medidas de control exitosas o mejorarlas.

La decisión de organizar el lugar de trabajo para hacerlo productivo con productos y servicios de calidad, depende de tener en óptimo nivel de operación a los equipos, maquinaria y materiales; las condiciones de Seguridad e higiene en el trabajo de acuerdo a la normatividad o mejores; y a los trabajadores en un máximo nivel de eficiencia que se consigue cuando tienen salud, son capacitados con las competencias necesarias y tienen un aceptable nivel de confort.

Causa y consecuencia de todo lo anterior es una relación armoniosa entre trabajador-patrón y trabajador-trabajador. Ya que el **principal objetivo de la salud y seguridad e higiene ocupacional es el de velar por el bienestar, la salud y las condiciones de trabajo de cada individuo en una organización. La presencia de la salud ocupacional en una organización es de vital importancia ya que además de procurar el más alto bienestar físico, mental y social de los empleados, éste también busca establecer y sostener un medio ambiente de trabajo seguro y sano.**

Recomendaciones

La seguridad e higiene laboral está asociada a la calidad y a la productividad de las organizaciones, por lo tanto, a su competitividad. El punto de partida es un buen diagnóstico de las condiciones del medio ambiente de trabajo, de los factores psicosociales y con información general del centro de trabajo. Luego, elaborar un programa que priorice los hallazgos del diagnóstico y que incluya acciones de anticipación, reconocimiento, evaluación y control acorde con la normatividad vigente en la materia y consultando a expertos y a la misma autoridad cuando el conocimiento no es suficiente, en resumen, llevar a cabo dentro de la organización la identificación de los requisitos legales, reglamentarios y contractuales en materia de seguridad laboral y garantizar su cumplimiento evita que la organización tenga que hacer frente a multas derivadas del incumplimiento legal, sobre seguridad y salud en el trabajo..

Es importante hacer hincapié de que el diagnóstico de seguridad e higiene debe realizarse completo, considerando todo el entorno laboral tomando en cuenta las actividades y los procesos que se realizan, así como las instalaciones, para identificar todos los posibles riesgos dentro del área de trabajo. Estos peligros a considerarse deben ser físicos, biológicos, químicos, ergonómicos, ambientales, psicosociales y mecánicos capaces de afectar la salud y productividad de los trabajadores.

Para ello es necesario que las responsabilidades en materia de Seguridad e higiene deban distribuirse a lo largo de la estructura jerárquica de la organización, logrando la participación de todos: directores, mandos medios y personal operativo. El colaborador antes de realizar su trabajo debe pensar primero en su bienestar, lo cual es un beneficio personal y organizacional. Por su parte, las empresas contratistas deben conocer la importancia dada a la seguridad de la organización y así actuar en consecuencia.

También es preciso autoevaluarse constantemente realizando una revisión administrativa de la empresa, así como llevar a cabo la conformación del Comité, posteriormente levantar un acta de instalación del comité, difundir y realizar el proceso de elección, así como llevar un registro de todas las reuniones y actividades para continuar con la elaboración de una política y objetivos en cuestión de seguridad e higiene alineadas a los procesos principales y estrategias de la organización.



Todo esto se logrará involucrando a los servicios preventivos, trabajadores y representantes del Comité de seguridad e higiene, en la elaboración de la política. Seguidamente se recomienda elaborar un reglamento de seguridad y salud en el trabajo, y las recomendaciones específicas por puesto de trabajo para finalmente difundir el reglamento a los trabajadores, de tal manera que se incluyan herramientas como la matriz IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles) y el mapa de riesgos. Ya que de esta forma el POE identificaría los peligros en cada área y zona de trabajo.

Otro punto importante es efectuar exámenes médicos ocupacionales antes, durante y al finalizar la relación laboral. En conclusión, elaborar un programa anual de seguridad y salud en el trabajo. Este debe ser revisado y aprobado por el Comité.

De esta forma como resultado de un efectivo análisis de riesgos de seguridad se obtendrán excelentes beneficios importantes para toda organización, lo cual conlleva a mejorar la gestión de protección del medio ambiente, salud y seguridad de trabajo de la empresa, establecer una estrategia para el uso eficiente de recursos frente a riesgos. Principalmente la protección del POE, ayudara a cumplir con las normas legales. incrementar la eficiencia de la gerencia de la empresa, y al mismo tiempo será un aprendizaje continuo de identificación y tratamiento de riesgos en todas las áreas de la organización. Adicionalmente, la implementación de un correcto sistema de seguridad se traduce también en el incremento de la productividad, la optimización de la calidad de sus operaciones y finalmente una repercusión positiva en la satisfacción de los clientes.

Bibliografía

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-001.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/33.pdf>



NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-004.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/42.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-011.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciónes de seguridad e higiene. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-015.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-017.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/34.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/NOM-029.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades. URL: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/32.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. URL: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5544579&fecha=23/11/2018