

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Diseño de una planta de producción de ácido acético a partir del lactosuero
generado por las industrias lácteas de Cajamarca**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Alessandra Mercedes Torres Garcia

ASESOR

Edith Anabelle Zegarra Gonzales
<https://orcid.org/0000-0002-6204-7379>

Chiclayo, 2025

**Diseño de una planta de producción de ácido acético a partir
del lactosuero generado por las industrias lácteas de
Cajamarca**

PRESENTADA POR
Alessandra Mercedes Torres Garcia

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Abel Enrique Gonzales Wong
PRESIDENTE

Aurora Vigo Edward Florencio
SECRETARIO

EdithAnabelle Zegarra Gonzales
VOCAL

Dedicatoria

A mi familia, por su amor y apoyo constante e incondicional, así como por los valores y principios inculcados.

A mis amigos, quienes son mi soporte emocional y me motivan diariamente para cumplir mis metas.

Agradecimientos

A Dios, por brindarme la fortaleza y aptitudes necesarias para culminar satisfactoriamente esta etapa académica.

Diseño de una planta de producción de ácido acético a partir del lactosuero generado por las industrias lácteas de Cajamarca

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	www.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	crea.ujaen.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
7	rsdjournal.org Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia Trabajo del estudiante	<1%
9	1library.co Fuente de Internet	<1%
10	www.redunia.org Fuente de Internet	<1%
11	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1%
12	www.iberempleos.es Fuente de Internet	<1%
13	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	9
Materiales y métodos	14
Resultados y discusión	13
Conclusiones	34
Recomendaciones	35
Bibliografía	35
Anexos	44

Resumen

La industria láctea es una de los más grandes contaminantes debido a la gran cantidad de efluentes generados diariamente, de los cuales sobresale el lactosuero. Este efluente en el Perú no es utilizado a pesar de ser una fuente rica en lactosa. De igual forma, existe una demanda creciente e insatisfecha de ácido acético, el cual puede ser obtenido a partir de la fermentación. Dentro de ese contexto, se planteó el objetivo general de la investigación, diseñar una planta de producción de ácido acético a partir del lactosuero generado por las industrias lácteas de Cajamarca para el aprovechamiento de sus efluentes. Por ello se determinó la demanda anual de ácido acético en Perú y se proyectó a 15 años, teniendo en cuenta que el proyecto cubrirá en el primer año de su desarrollo el 5% de la demanda insatisfecha. Asimismo, se realizó el estudio de micro y macro localización de planta como también se hizo uso de los métodos Guerchet y SLP, con lo cual se determinó que la ubicación será en Cajamarca, así como el espacio mínimo requerido es de 1593,2 m². Además, se determinó que la capacidad máxima será de 1 214 t/año. Por último, para evaluar económicamente y financieramente el proyecto se utilizaron los indicadores VAN y TIR, donde el VAN es de S/1 420 769,65y la TIR de 41,5%, lo cual demuestra su viabilidad.

Palabras clave: Prefactibilidad, lactosuero, fermentación acética, ácido acético.

Abstract

The dairy industry is one of the biggest polluters due to the large amount of effluents generated daily, of which whey is one of the most important. This effluent is not used in Peru despite being a rich source of lactose. Similarly, there is a growing and unsatisfied demand for acetic acid, which can be obtained from fermentation. Within this context, the general objective of the research was to design a plant for the production of acetic acid from the whey generated by the dairy industries of Cajamarca for the use of their effluents. To this end, the annual demand for acetic acid in Peru was determined and projected over 15 years, taking into account that the project will cover 5% of the unsatisfied demand in the first year of its development. Likewise, a micro and macro plant location study was carried out, as well as the Guerchet and SLP methods, which determined that the location will be in Cajamarca, and the minimum space required is 1593.2 m². In addition, it was determined that the maximum capacity will be 1 214 t/year. Finally, to economically and financially evaluate the project, the NPV and IRR indicators were used, where the NPV is S/1 420 769,65 and the IRR is 41,5%, which demonstrates its viability.

Keywords: Pre-feasibility, whey, acetic fermentation, acetic acid.

Introducción

Mundialmente más de 6 mil millones de personas consumen productos lácteos [1]. El producto más consumido es la leche proveniente del ganado vacuno, y en segundo lugar se encuentra el queso [2]. Anualmente a nivel mundial se producen alrededor de 22 millones 651 mil 606 toneladas de queso, teniendo como mayor productor a Estados Unidos con 5 millones 584 mil 857 toneladas [3]. Se espera un crecimiento anual mundial de 1,9% para este producto [4].

Sin embargo, el proceso productivo de queso tiene como principal efluente al suero de leche o también denominado lactosuero, ya que del volumen total de leche que se procesa, del 80% al 90% de residuos generados le corresponden al suero de leche [5]. Al momento de la coagulación de las micelas de caseína es donde este líquido se genera, y se puede clasificar en suero de leche dulce y ácido [6]. A su vez, se presume que por cada kilogramo de queso elaborado se obtienen de 9 a 10 litros de suero de leche [7], así que, de acuerdo con la producción mundial mencionada anteriormente, se tendrían aproximadamente 2 billones de litros de suero de leche a nivel mundial generados en la producción de queso, de los cuales cerca del 47% es desechado [8].

El vertimiento de este efluente provoca graves problemas de contaminación ambiental, puesto que el lactosuero posee una alta carga orgánica, y esto se comprueba mediante indicadores que evalúan la carga orgánica de un efluente depositado en un determinado recurso hídrico, tales como, la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica orgánica (DBO), para este residuo los parámetros son de 50 000 a 80 000 mg/L y de 40 000 a 60 000 mg/L respectivamente [8].

Tan solo en Perú, en el 2020 se produjeron 69 800 toneladas de queso [9], en 2021 fueron 126 685 toneladas [10] y en el 2022 se produjo 145 765 toneladas, evidenciando un aumento del 15% con respecto al año anterior. Se estima que por persona se produce 0,721 kilogramos de queso y tiene un consumo de 2 a 3 veces por semana. Asimismo, Perú cuenta con 6 500 plantas productoras distribuidas en 14 de las 24 regiones del Perú, de las cuales sobresalen Puno, Cajamarca y Lima [11], que poseen 1 311, 1 052 y 866 plantas queseras respectivamente [12]. En el departamento de Cajamarca se encuentra el Clúster de Derivados Lácteos de Cajamarca, al que pertenecen cinco empresas productoras de lácteos y sus derivados [13]. En total, en el año 2022 se generaron 64 272 081,3 litros de lactosuero, de esa cantidad, el 80% se vende y se utiliza para alimentación del ganado vacuno, mientras que el 20% restante es descartado, por ende, es volcado a los sistemas de drenaje.

El principal componente presente en la leche es la lactosa, ese disacárido está compuesto por una molécula de galactosa y una de glucosa, el cual puede ser recuperado a través de la cristalización y puede aprovecharse como sustrato en procesos fermentativos para la obtención de bio productos de alto valor añadido tales como lo son los ácidos orgánicos [14]. Dentro de los ácidos orgánicos se encuentra el ácido acético, este es un compuesto orgánico líquido incoloro, y es usado principalmente en la industria química como materia prima para la síntesis de diferentes productos químicos, por ejemplo, monómero de acetato y anhídrido acético.

La producción de ácido acético convencional comienza con azúcares, que inicialmente se convierten en alcohol y luego se fermentan aeróbicamente a ácido acético o se convierten directamente en ácido acético mediante fermentación anaeróbica. Perú no cuenta con plantas productoras de ácido acético, por ende, no cuenta con exportaciones, solo con importaciones. En el año 2021 se importaron 7 256 toneladas de ácido acético de alta concentración (glacial), cantidad la cual incrementó en un 80% con respecto al 2020. Dentro de los proveedores de este producto destacan Corea, China y Estados Unidos de América con un porcentaje de participación en el 2021 de 44,2%; 37,6% y 6,2% respectivamente.

Después de la problemática expuesta, se propone utilizar el suero de las industrias lácteas de Cajamarca como sustrato para obtener ácido acético, de lo cual surge la siguiente pregunta de investigación ¿Es viable diseñar una planta de producción de ácido acético a partir del lactosuero generado por las industrias lácteas de Cajamarca para el aprovechamiento de sus efluentes?

A partir de ello se planteó el objetivo general, diseñar una planta de producción de ácido acético a partir del lactosuero generado por las industrias lácteas de Cajamarca para el aprovechamiento de sus efluentes; teniendo como objetivos específicos, determinar la viabilidad comercial de producción de ácido acético a partir del suero de leche generado por las industrias lácteas de Cajamarca, determinar la viabilidad técnica tecnológica de producción de ácido acético a partir del suero de leche generado por las industrias lácteas de Cajamarca y determinar la viabilidad económica-financiera de producción de ácido acético a partir del suero de leche generado por las industrias lácteas de Cajamarca.

El desarrollo de esta investigación busca mitigar el impacto ambiental ocasionado por el vertimiento del suero de leche a los recursos hídricos, ya que ese efluente aumenta los procesos de descomposición orgánica, favoreciendo al crecimiento de algas, y disminuyendo el nivel del oxígeno en el agua, por ende, se perderá su calidad para los diversos usos y ocasionará la muerte de la vida acuática, insectos entre otros animales. Asimismo, la propuesta de producción de este ácido orgánico a partir del suero de leche permitirá abastecer la demanda nacional de ácido

acético glacial, la cual tiene un promedio anual de 5 459,6 toneladas, fomentando la industrialización del país y por ende el desarrollo económico y social sostenible. Se pudo diseñar una planta comercial, tecnológica y económicamente viable de ácido acético a partir del lactosuero, lo cual permitirá reducir los requerimientos de importación de este insumo.

Revisión de literatura

En 2013, Poveda [15] menciona que el suero de leche es un efluente generado durante la elaboración de queso, este posee proteínas de alta calidad que solo podrían ser encontradas de manera natural en la leche de vaca, alegando también que existen dos tipos de suero, más conocidos como suero dulce y ácido. De esta forma, en 2017, Villareal [16] detalla que el suero dulce se genera en el proceso de coagulación enzimática, y es el producto de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína; este tipo de suero se caracteriza por su alto contenido en lactosa. A su vez especifica que el suero ácido es generado en el proceso de fermentación donde se añaden minerales o ácidos orgánicos, por ende, contiene un alto contenido de calcio. En consiguiente, en 2018, López, Becerra y Borra [17] reportan que los contenidos de lactosa presentes en el lactosuero dulce fluctúan desde 3,89 % hasta 6,81 %, con un promedio de 4,648 %, y que la concentración de lactosa del lactosuero ácido es de 3,8 % a 5,3 %, con un promedio de 4,5 %.

En 2011, Papagianni [18], define el ácido acético como un compuesto orgánico líquido incoloro. Además, menciona que es el segundo ácido carboxílico más simple, miscible con agua, alcohol, glicerol y éter; insoluble en sulfuro de carbono. Es un producto con una demanda mundial anual de más de 6 mil millones de libras. La principal diferencia entre los tipos de ácido acético radica en la pureza del mismo y si se encuentra en presencia o no de agua (diluido). En Perú este producto se vende en diferentes presentaciones que varían de acuerdo a su volumen, se encuentran desde 1 L hasta 200 L.

Sarmiento [19] menciona que existen varios modelos para estimar la demanda, existen dos tipos, los métodos cualitativos y cuantitativos. Los métodos cualitativos son aquellos que se basan en la experiencia y usan su opinión para establecer pronóstico, a diferencia de los cuantitativos en los que se requiere de información histórica para pronosticar los valores a futuro, dentro de las herramientas cuantitativas se encuentran los modelos de regresión lineal simple y múltiple. A su vez, Silva [20] indica que el estudio económico-financiero es un conjunto de técnicas que al aplicarse pueden determinar la rentabilidad de la inversión a efectuar en el proyecto. Se dice que un proyecto es económica y financieramente viable cuando después de haber alcanzado su capacidad de producción plena y de cubrir los costos y gastos de

producción es capaz de obtener un beneficio. Para determinar la viabilidad se hace uso de indicadores y herramientas, tales como los flujos de caja, el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación Beneficio-Costo (B/C), entre otros.

Nayak y Pal [21] en su investigación titulada “*A green Process for Acetic Acid production*” se propusieron como objetivo principal el desarrollo y ampliación de un sistema de fermentación basado en membranas para la producción directa y continua de ácido acético de alta pureza a partir del lactosuero a un costo reducido a través de una vía ecológica.

Consideraron una evaluación de costes basada en una producción industrial de 6 500 toneladas anuales de ácido acético en la que se han considerado 300 días laborables al año con 3 turnos diarios. Tuvieron como coste total de la inversión de capital un valor de \$ 3 904 000. El sistema de producción continuó desarrollado sobre la base de la intensificación del proceso fue capaz de ofrecer alta concentración de producto, un alto rendimiento de sustrato a producto y una alta pureza.

Ching, Shang, y Martin [22] en su investigación titulada “*Acetic acid production from whey lactose by the co-culture of Streptococcus lactis and Clostridium formicoaceticum*” explican que se puede producir ácido acético a partir del permeado de suero de leche utilizando cultivos mixtos de *C. formicoaceticum* y *S. lactis* cuando se les proporciona niveles apropiados de nutrientes de crecimiento y un pH óptimo. El ácido acético se produjo a partir de la fermentación anaeróbica de lactosa, esta se convirtió en ácido láctico y luego en ácido acético. El rendimiento global de ácido acético a partir de lactosa fue de aproximadamente el 85 %. La velocidad de fermentación varía de acuerdo al pH. Se obtuvieron aproximadamente 30 g/l de acetato y 20 g/l de lactato en un tiempo de fermentación de 80 h.

Lustrato et al. en su investigación “*Cheese whey recycling in traditional dairy food chain*” [23], tuvieron como objetivo investigar la optimización de los rendimientos de etanol y del ácido acético. Para ello se utilizó la levadura *Kluyveromyces marxianus* y la bacteria *Acetobacter aceti* como inóculos respectivamente en el suero de leche para las fermentaciones alcohólicas y acéticas. Las pruebas experimentales se realizaron tanto a nivel de laboratorio como de planta piloto (20 L y 2000 L), los parámetros controlados es el proceso fueron la temperatura, pH, velocidad de agitación y tasa de aireación. En ambos biorreactores se obtuvo un rendimiento del 75%.

Nayak y Pal en su investigación “*Transforming Waste Cheese - Whey into Acetic Acid through a Continuous Membrane-Integrated Hybrid Process*” [24], desarrollaron pruebas experimentales sobre la producción fermentativa de ácido acético a partir del suero de queso de desecho en un proceso híbrido integrado por membrana de varias etapas. El suero de leche se

utilizó como fuente de carbono donde las combinaciones juiciosas de filtración por membrana de flujo cruzado en los regímenes micro, ultra y nano permitieron una separación y una purificación eficiente del producto. Todas estas disposiciones en el nuevo diseño dieron como resultado una alta productividad y una pureza del 94,6% y un rendimiento del 89%. El proceso no implica cambio de fase ni productos químicos agresivos y abre una ruta nueva y ecológica de producción continua de un producto de valor agregado (ácido acético) a partir de un subproducto de bajo costo de la industria láctea.

Lopes *et al* en su investigación “*Valorización de permeado de suero de queso aplicando fermentaciones secuenciales: estudio de caso realizado en la Región Occidental de Paraná*” [25], tiene como objetivo desarrollar productos biotecnológicos obtenidos a partir del lactosuero empleando la bacteria acética *Acetobacter aceti* y el método Orleans. La biotransformación en etanol fue realizada por *Kluyveromyces marxianus* (etapa de fermentación alcohólica), y se obtuvo una pureza de 91,18% con una concentración de 42.30 g/L, los parámetros evaluados en ambas fermentaciones fueron la concentración de lactosa, pH, acidéz y % de alcohol.

Nayak y Chakraborty en su investigación “*Production of Acetic Acid and Whey Protein from Cheese Whey in a Hybrid Reactor under Response Surface Optimized Conditions*” [26], obtuvieron ácido acético al 95% con una concentración de 84,1 g/L y un rendimiento del 97,4%, utilizando como sustrato suero de queso previamente microfiltrado y utilizando al *Acetobacter aceti* como agente fermentador. Además, mencionan que el nivel de pH del caldo de fermentación era de 6,0 al principio de la fermentación, y posteriormente alcanzó un valor constante de 3,2. Esta investigación de tipo experimental fue realizada en una planta piloto con una capacidad de 30 litros.

Álvarez y Sánchez en su investigación “*Planta de producción de ácido acético*” [27], y tienen como objetivo principal reducir la cantidad anual de importación de ácido acético en España, por lo cual diseñaron la planta en la ciudad de Barcelona, para producir 75000 t/año de este producto, mediante la carbonilación del metanol, la demanda de su proyecto será del 20% de la demanda total. Tendrán dos tipos de ácido acético, uno de tipo glacial (60% de la producción total), con una concentración del 98% y el otro será ácido acético al 70%, asimismo, proyectaron una vida útil de la planta de 12 años. También se determinó que la planta trabajará las 24 horas del día, por lo que habrá 3 turnos de 8 horas. Además, el proyecto recupera su inversión en el tercer año y tiene una TIR del 80%.

Cantón en su investigación “*Estudio del diseño de una planta de procesado para el aprovechamiento de lactosuero de quesería*” [28], reaprovecha el suero de leche producido en la ciudad de Catalunya para la obtención de un producto deshidratado con alto contenido de

proteína. El proceso comienza con una centrifugación, posterior a ello la pasteurización, le sigue la ultrafiltración, posteriormente la evaporación y finalmente el secado en spray. Asimismo, se obtuvieron los volúmenes a procesar a través del balance de masa y con esos resultados de determinó la maquinaria implicada, y en conjunto se realizaron los cálculos necesarios para dimensionar las instalaciones.

Ríos y Rugoso en su investigación *“Producción de suplemento dietario a base de proteína de suero de leche”* [29], detallan el proceso de pre factibilidad de la producción de un suplemento dietario en polvo a base de la proteína presente en el lactosuero, el cual está dirigido a aficionados al deporte, la presentación comercial de este producto es en envases doypack de 1 kg. El estudio comercial realizado estimó un mercado potencial de 14 millones de kg anuales, de los cuales abarcarían un 2,14% de ese mercado en Argentina, puesto que de acuerdo con el estudio técnico-tecnológico determinaron que la capacidad de la planta sería de 1 295 kg diarios.

Ortiz en su investigación *“Evaluación técnica y financiera sobre la producción de suero en polvo partiendo lactosuero generado en el proceso fabricación de quesos de leche de búfala”* [30], plantea la utilización del suero para la producción de proteína en polvo. El proceso productivo comienza con la evaporación al vacío, posterior a ello se realizó la centrifugación, seguido de un proceso de secado por osmosis inversas y dos procesos de filtración, como proceso final el producto pasa por una cámara de secado por atomización. EL proceso productivo fue realizado a escala de laboratorio en el cual se empleó en un comienzo 1,5 litros de lactosuero y se obtuvo 227,5 g de proteína de polvo.

Agualongo, Aucatoma, Sagnay, Santillan y Jácome en su investigación *“El suerodeleche, subproducto de la industria de queso: Composición, recuperación de proteínas y aplicaciones”* [31], mencionan que, dentro de la industria alimentaria, el lactosuero es un subproducto constituido en gran proporción por proteína y que además es de bajo costo, es por ello que ofrece una serie de propiedades en una amplia variedad de alimentos. Exponen a su vez también que basado en el valor nutricional de este subproducto puede reutilizarse en aplicaciones comerciales, como en la producción de ácidos orgánicos, etanol, bebidas carbonatadas y/o fermentadas, biomasa, aislamiento e hidrólisis, enzimas, concentrados de proteínas, películas comestibles y producción de xantano. Asimismo, detallan los principales procedimientos de tratamiento del lactosuero, como la microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y osmosis inversa.

Araujo, Monsalve y Quintero en su investigación *“Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental”* [32],

argumentan que se puede sintetizar ácido acético partiendo de un proceso anaerobio de fermentación de lactosa obtenida del lactosuero a través de ciertos cultivos a base de *Clostridium formicoaceticum* y *Streptococcus lactis*, con una temperatura promedio de 35 °C y un pH cuyo rango comprende 7,0 y 7,6. Es prudente entonces resaltar que el rendimiento total de este procedimiento alcanzó el 84% con un pH de 7,6, aumentando a 90% con un pH de 7,0; asimismo, la concentración de este ácido acético rondó los 20 g/L en un promedio de 20 horas.

Materiales y métodos

Para el primer objetivo, es necesario determinar la viabilidad comercial de producción de ácido acético a partir del suero de leche generado por las industrias lácteas de Cajamarca, para ello se llevó a cabo un estudio de mercado. En primer lugar, se realizó descripción del producto con sus respectivas características y sus principales usos. Del mismo modo, de acuerdo con Pirra y Santucci [33] se realizó un análisis de la demanda del periodo 2012-2021, y se proyectó la demanda insatisfecha para los siguientes 15 años utilizando el método de regresión lineal de acuerdo con Sapag [34], describiendo así su situación actual, histórica y futura. También se tuvo en cuenta la disponibilidad de la materia prima y sus características físico-químicas, para que en función a ello se delimite la producción de ácido acético. Para la determinación de la demanda del proyecto se tuvo en cuenta la disponibilidad del suero de leche descartado por el conjunto de empresas consideradas en esta investigación, la cual también se proyectó a 15 años utilizando el método anteriormente mencionado. Posterior a ello se determinó el diseño del producto tomando en cuenta los modelos de envases que se comercializan de acuerdo con el registro de importaciones. Toda la información obtenida fue examinada de fuentes de información secundaria sobre exportación e importación de ácido acético, tales como: TradeMap [35], Veritrade [36] y SIICEX [37].

En cuanto a la viabilidad técnico-tecnológica, de acuerdo con Carro y Gonzáles [38] para la determinación de la localización se usó el método de ponderación de factores, con el cual se evalúan lugares calificados con mayor producción de queso considerando factores tanto de micro como de macro localización, en donde se comprende la cercanía de la materia prima, vía de acceso y comunicación, mano de obra, servicio de transporte y mercado. Posteriormente se enfrentaron los criterios para obtener el peso ponderado de cada uno, finalmente se hizo uso de una escala de calificación para obtener el puntaje correspondiente de cada localidad. Luego se evaluó los diferentes procesos de producción de ácido acético para seleccionar el proceso de producción viable a nivel ambiental, tecnológico y económico. Posterior a ello, se determinaron las etapas y equipos principales a utilizar. A su vez, se realizó un diagrama de flujo del proceso

productivo y el balance de materia. Es así que con la recopilación de información previa se decidió el plan de ventas anual y el respectivo costo de materiales por unidad de venta. Luego, ya habiendo definido el proceso con las diversas áreas comprendidas, se ejecutó la distribución de la planta con ayuda del diagrama SLP según Gutierrez *et al.* [39]; por otro lado, con ayuda del método Güerchet de acuerdo con Cuatrecasas [40], se calcularon las superficies del área total. Es así como, después de determinar estas áreas de la empresa se procedió con el diseño de las áreas de la planta en el software AUTOCAD.

Para el tercer objetivo, determinar la viabilidad económica – financiera de la producción de ácido acético a partir del suero de leche generado por las industrias lácteas de Cajamarca se cuantificaron los costos asociados a la propuesta, como: costos de producción, gastos financieros, punto de equilibrio y flujo de caja. Posteriormente se hizo el cálculo de los indicadores VAN y TIR mediante el programa Microsoft Excel 2019 y así se determinó la viabilidad económica del proyecto.

Resultados y discusión

Viabilidad comercial

A nivel mundial el ácido acético en el 2021 fue comercializado por un total de US\$ 3,22 MM, asimismo, estas crecieron en un 117% (US\$ 1,48 MM) con respecto al 2020 [41]. En Perú las cantidades importadas crecieron en un 80% para el 2021 con respecto al año anterior. Según un informe de Grand View Research [42] se espera que la tasa de crecimiento anual sea del 4.9% del 2022 al 2030. El factor clave del aumento de ácido acético se espera que se deba a la demanda del monómero del acetato de vinilo por parte de los productores. Para esta investigación el horizonte de proyección de la inversión será de 15 años puesto que es un proyecto que pretende mantenerse en el tiempo y esta se justifica principalmente en la vida útil de la estructura de la construcción de la planta, puesto que una construcción con una vida útil menor a 10 años es considerada temporal, independientemente del tipo de material de construcción. Junto a esto se suma el valor de esta inversión y la demanda creciente del ácido acético glacial. Asimismo, investigaciones mencionan que para fiabilidad del proyecto el horizonte de proyección sea mínimo de 10 años [43], [44] y [45].

Características de la materia prima

Así tenemos que el suero de leche, denominado a su vez como suero lácteo o lactosuero, suele resultar como residuo luego del proceso de elaboración del queso. Cabe mencionar que, en cuanto a su composición nutricional ello depende del tipo de queso producido, la tecnología

empleada y las características que engloban a la leche utilizada; a pesar de ello, la diferencia no suele ser tan significativa. Aun mencionando lo anterior, existe una clasificación: Suero dulce, obtenido en base a una acción enzimática y tiende a poseer más suero ácido (con mayor concentración de proteínas) y lactosa. Es así como, en este estudio la lactosa juega un papel muy importante ya que será usada para producir ácidos orgánicos a partir de microorganismos. Y como último dato a mencionar, en esta investigación se considerará al lactosuero proveniente de la producción de queso fresco.

Tabla 1. Composición química del suero de leche

Tipo de nutrientes	Composición (%)	
	Suero de queso dulce	Suero de queso ácido
Agua	93,5	93,5
Grasas	0,05 - 0,37	0,04 - 0,27
Proteínas	0,68 - 1	0,6 - 0,8
Lactosa	4,6 - 6,2	4,4 - 4,6
Minerales	0,5	0,8
Ácido láctico	0,05	0,4

Fuente: En base a Cantón [28]

Disponibilidad de la materia prima

Las industrias lácteas de Cajamarca mostradas en la tabla 2 utilizan el 80% del suero de leche generado, un 65% es vendido, mientras que el 15% restante es devuelto a los proveedores de leche para alimentación de su ganado. Sin embargo, el 20% resultante es vertido a la red pública. Lo que en cantidades equivale a un total de 64 272 081,3 litros de suero producidos, de los cuales se vendieron 41 776 852,8 litros y 9 640 812,2 litros se devolvieron a sus proveedores. Sin embargo 12 854 416,3 litros fueron vertidos a la red pública en el año 2022. Para esta investigación se propone el aprovechamiento del suero de leche descartado para la producción de ácido acético.

Tabla 2. Lactosuero descartado en litros por las industrias lácteas de Cajamarca periodo 2018 – 2022

Empresa	AÑO				
	2018	2019	2020	2021	2022
Chugur	28 92 791,8	2 932 22,6	3 372 058,2	4 720 882	6 845 278
Huacariz	2 101 705,6	2 123 147,6	2 441 619,7	3 418 268	4 956 488
Granja Porcon	201 534,4	203 612,6	234 154,5	327 816,3	475 333,6
Tongod	171 908,2	173 666	199 715,9	279 602,3	405 423,3
Establo “La Colpa”	73 969,4	73 631,6	84 676,3	118 546,9	171 893
TOTAL	5441 909,4	5 506 282,4	6 332 224,7	8 865 114,7	12 854 416,3

Fuente: En base a Correa [13] y al “Clúster de Derivados Lácteos de Cajamarca”

Asimismo, en la tabla 3 se puede observar la proyección de la disponibilidad de la materia prima a 15 años realizada mediante el método de regresión lineal simple, esta proyección será

nuestro limitante para determinar el porcentaje de atención de la demanda de ácido acético. A su vez, tendremos en cuenta la densidad del lactosuero para poder obtener la masa de la materia prima, la cual es de 1,026 g/cm³ [46].

Tabla 3. Proyección de la disponibilidad de la materia prima

Año	Litros	Toneladas	Año	Litros	Toneladas
2023	13 255 143,3	13 599,8	2031	27 802 220,1	28 525,1
2024	15 073 527,9	15 465,4	2032	29 620 604,7	30 390,7
2025	16 891 912,5	17 331,1	2033	31 438 989,3	32 256,4
2026	18 710 297,1	19 196,8	2034	33 257 373,9	34 122,1
2027	20 528 681,7	21 062,4	2035	35 075 758,5	35 987,7
2028	22 347 066,3	22 928,1	2036	36 894 143,1	37 853,4
2029	24 165 450,9	24 793,8	2037	38 712 527,7	39 719,1
2030	25 983 835,5	26 659,4	2038	40 530 912,3	41 584,7

Fuente: Elaboración propia

El producto en el mercado

Como tal, el ácido acético se define como un compuesto orgánico de consistencia líquida e incoloro cuya fórmula química es CH₃COOH; por otra parte, cuando no se encuentra diluido se le llama ácido acético glacial y tiende a ser utilizado como intermediario químico en la formación de acetato de vinilo, lo cual representa un tercio del consumo total de este compuesto. Además, también suele ser usado como disolvente en la síntesis de ácido tereftálico (TPA), el cual resulta materia prima del tereftalato de polietileno (PET). Cabe mencionar que, en cuanto a su almacenamiento debe ser en un lugar seco, fresco y ventilado, a una temperatura ambiente promedio que ronde entre 15 y 25 °C. Así también se debe procurar mantenerlo alejado de ciertas fuentes de ignición y mantener los envases que lo contengan cerrados haciendo contacto a tierra para evitar chispas de estática.

Tabla 4. Propiedades físico-químicas del ácido acético

Propiedades físico-químicas	
Densidad	1,05
pH	2,4
% de volátiles por volumen a 21°C	100
Punto de ebullición	118 °C
Punto de fusión	16,6°C
Presión de vapor a 20°C	1,47 kPa
Presión de vapor a 20°C	11 mm Hg
Peso molecular	60

Fuente: En base a Parra [47]

Zona de influencia del proyecto

Para determinar el mercado se consideró la zona de ejercicio de las empresas importadoras de ácido acético glacial (Anexo 1), de las cuales, 328 de ellas, es decir, más del 90% del total se encuentra en el departamento de Lima (Anexo 2). Asimismo, las 5 mayores empresas

importadoras de ácido acético glacial del año 2022 de acuerdo con la partida arancelaria 291521 (Ácido acético) son Pochteca Peru S.A.C., Pesquera Diamante S.A.C, AG International Trading S.A.C., E & M S.R., Comercializadora De Insumos Santa Angelica S.A.C, con un total de US\$ 459049, US\$ 361 519, US\$ 207 231, US\$ 67 593 y US\$ 47 433 respectivamente (Anexo 3).

Diseño del producto

Para el diseño del producto se tomará en cuenta la NTP 311.164 (revisada el 2020), la cual establece la definición y los requisitos técnicos del ácido acético para uso industrial, tal como que el porcentaje en masa del ácido acético será mayor al 90% (Anexo 4), en base a eso se realizó la ficha técnica del producto (Anexo 5). Con respecto al envase, se detalla según la norma que este deberá proteger al producto contra derrames y contaminaciones, por lo que deberá ser lo suficientemente resistente para permitir su manipulación y transporte. De acuerdo con el registro de importaciones, en el cual detalla las cantidades importadas por las empresas y el tipo de envase en el que se comercializa, este producto se comercializarse en tambores de polietileno de alta densidad de 100 y 200 litros [36]. Para esta investigación se eligió la presentación en tambores de 100 litros (Anexo 6).

Análisis de la demanda

Ramos [48] menciona que la demanda interna aparente es el resultado de la producción nacional en un determinado periodo de tiempo sumado con las importaciones, menos las exportaciones de un determinado producto. La demanda aparente se realiza cuando no se cuenta con los datos de la demanda real histórica. Perú no cuenta con plantas productoras de ácido acético, por ende, no cuenta con producción nacional ni exportaciones, solo con importaciones, data que fue obtenida por la partida arancelaria del Producto: 291521-Ácido acético. Por lo que, la demanda aparente sería equivalente a los datos de la importación (Anexo 7). Dentro de los proveedores de este producto destacan Corea, China y Estados Unidos de América con un porcentaje de participación en el 2021 de 44,2%; 37,6% y 6,2% respectivamente.

Con los datos de demanda insatisfecha, se determinaron los datos proyectados de la demanda insatisfecha para los próximos 15 años, haciendo uso del método de regresión lineal (Anexo 8 y 9). Para la determinación de nuestra demanda objetivo se tendrá en cuenta la disponibilidad proyectada de la materia prima (suero de leche) mostrada en la tabla 3. En la tabla 5 se muestra el porcentaje de la demanda que cubrirá este proyecto de investigación, asimismo se muestran las cantidades equivalentes a los porcentajes. Para determinar la demanda del proyecto se tomó

en cuenta la proporción de obtención de ácido acético por cada kilogramo de lactosuero, siendo esta de 0,0292 kg de ácido acético.

Tabla 5. Proyección de la demanda insatisfecha de ácido acético (t)

Año	Demanda insatisfecha (t)	Demanda del proyecto (t)	% de lademanda insatisfecha
2024	8 651	451,6	5%
2025	9 174	506,1	6%
2026	9 696	560,5	6%
2027	10 219	615	6%
2028	10 742	669,5	6%
2029	11 265	724	6%
2030	11 787	778,5	7%
2031	12 310	832,9	7%
2032	12 833	887,4	7%
2033	13 355	941,9	7%
2034	13 878	996,4	7%
2035	14 401	1 050,8	7%
2036	14 924	1 105,3	7%
2037	15 446	1 159,8	8%
2038	15 969	1 214,3	8%

Fuente: Elaboración propia

Precio del producto

Para fijar el precio del ácido acético glacial se consideró los precios históricos en un periodo de análisis de 10 años (2013-2022). En el anexo 10 se observa la variación del precio por kilogramo del ácido acético glacial, de acuerdo con los datos de importación [35]. A partir de los precios históricos se proyectaron los valores a 15 años, utilizando el método de suavizamiento exponencial con un alfa de 0,044 (Anexo 11). Como los valores de importación son brindados en dólares americanos (US\$), dichos valores fueron convertidos a la moneda peruana el sol (S/) de acuerdo al tipo de cambio promedio del mes de junio del 2023 del dólar según el BCRP, el cual es de S/ 3,6425 (Anexo 12). En base a la información obtenida se elaboró el plan de ventas para el periodo 2024 - 2038, considerando que el producto será comercializado en tambores PEAD de 100 litros.

Tabla 6. Programa de ventas 2024-2038

AÑO	Unidades de Tambor de 100 L	Precio de Venta (S/)	Total de Ingresos (S/)
2024	3 971	S/ 474,87	S/ 1 885 752,97
2025	4 516	S/ 512,83	S/ 2 315 870,71
2026	5 061	S/ 520,13	S/ 2 632 187,15
2027	5 605	S/ 540,57	S/ 3 030 112,96
2028	6 150	S/ 540,20	S/ 3 322 353,60
2029	6 695	S/ 544,58	S/ 3 645 964,34
2030	7 240	S/ 545,68	S/ 3 950 564,64
2031	7 785	S/ 543,85	S/ 4 233 627,10
2032	8 329	S/ 554,80	S/ 4 621 108,25
2033	8 874	S/ 558,09	S/ 4 952 499,98
2034	9 419	S/ 559,28	S/ 5 267 781,15
2035	9 964	S/ 562,83	S/ 5 607 837,28
2036	10 508	S/ 577,36	S/ 6 067 177,64
2037	11 053	S/ 588,02	S/ 6 499 441,58
2038	11 598	S/ 604,08	S/ 7 006 039,86

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la comercialización y distribución del producto se determinó que la manera eficaz de comercializar el producto es a través de la venta directa al cliente, es decir, sin la presencia de intermediarios, puesto que el mercado potencial en su totalidad son empresas distribuidoras de productos químicos los cuales adquieren el producto en grandes cantidades para la síntesis de otros productos químicos. Es por ello que el contacto con los clientes será a través de internet (página web, e-mail), donde podrán realizar consultar, encontrar información acerca del producto, y el origen de este. El transporte y distribución del producto será tercerizado, desde la planta industrial (punto de venta) hasta las distintas ubicaciones de los clientes.

Viabilidad técnica tecnológica

Localización de la planta

En la macro localización, en primer lugar, se determinaron las opciones a evaluar, teniendo en cuenta a los principales departamentos productores de queso, siendo estos, Puno, Cajamarca y Lima [11], que poseen 1 311, 1 052 y 866 plantas queseras respectivamente (Anexo 13). Como resultado del ranking de factores (Anexo 14), el departamento de Cajamarca obtuvo 4,26 puntos, Lima obtuvo 3,68 puntos y Puno 3,13 puntos. Se escogió al departamento de mayor puntaje, ya que se demuestra que es la mejor opción para el diseño de la planta de ácido acético a partir de lactosuero, siendo el departamento de Cajamarca el elegida. Con respecto a la micro localización, se tomó en cuenta las provincias en donde se encuentren las principales empresas

productoras de queso, siendo estas, Cajamarca, Hualgayoc y Chota (Anexo 15). Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se procedió a realizar el mismo procedimiento utilizado en el estudio de macro localización, teniendo como resultados a la provincia de Cajamarca con 4,33 puntos, a la provincia de Hualgayoc con 3,44 puntos y a Chota con 2,78 puntos (Anexo 16). Siendo la provincia de Cajamarca la elegida. La ubicación exacta de la planta se ubica en el CC. PP. Yanamarca, distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca con las siguientes coordenadas $7^{\circ}12'27.7''S$ (Latitud) $78^{\circ}25'18.7''W$ (Longitud), este es visible en el anexo 17.

Proceso productivo

Para la determinación del proceso productivo de la obtención de ácido acético a partir de lactosuero, se prefirió describir los tres procesos principales por el cual se obtiene a este ácido orgánico. Entre las formas de obtención del ácido acético se distinguen la fermentación bacteriana y las vías de obtención sintéticas. Dentro de las formas de obtención sintéticas destacan la oxidación de acetaldehído y la carbonilación de metanol. Asimismo, se procedió a realizar una matriz con los tres principales procesos mencionados anteriormente teniendo en cuenta tres criterios, el aspecto ambiental, tecnológico y el rendimiento de cada proceso (Anexo 18), para posteriormente evaluarlas mediante el ranking de factores (Anexo 19). A continuación, se describe el proceso productivo de la obtención de ácido acético a partir del lactosuero producido por las industrias lácteas de Cajamarca de acuerdo con Nayak y Pal [24]. (Anexo 20).

Para la correcta obtención del producto se establecieron los parámetros de producción (Anexo 21) y calidad tanto del lactosuero (Anexo 22) como del ácido acético (Anexo 23) en base a Nayak y Pal [24] y a la NTP 311.164.

El proceso inicia con la recolección del suero de leche de industrias lácteas de Cajamarca mencionadas y es trasladado en camiones cisterna de acero inoxidable con un buen efecto de aislamiento térmico, el cual mantiene al suero de leche alrededor de los $24^{\circ}C$ con un margen de variación de $\pm 2-3^{\circ}C$. Ya en la planta, el suero de leche pasa a través de una bomba de succión y es descargado hacia los tanques de almacenamiento con refrigeración, los cuales tienen una capacidad de 5 toneladas y mantienen el suero de leche a una temperatura de $4^{\circ}C$ con un margen de variación de $\pm 0,2\%$. Posterior a ello, le sigue la etapa de ultrafiltrado, en esta operación se concentra la proteína del suero de leche y se disminuyen la concentración de minerales y de lactosa. A su vez separa las partículas con un tamaño comprendido entre $0,005$ y $0,05 \mu m$, a presiones comprendidas entre los $0,5$ y 4 bar. Este módulo tiene una efectividad de 96% . De esta operación se obtienen dos corrientes, la primera es una solución rica en lactosa.

y minerales que sale del módulo como “permeado de suero”, el cual pasará al módulo de nanofiltración y la segunda esta denominada como “concentrado de proteína”, que pasará a otro proceso para la obtención de proteína de suero en polvo.

El módulo de nanofiltración es alimentado con el suero previamente ultrafiltrado. En esta operación se concentra la lactosa, a su vez separa las partículas con un tamaño menor a 1 nm, a presiones comprendidas entre los 5 a 15 bar. Este módulo tiene una efectividad de 96%. De esta operación se obtienen dos corrientes, el “concentrado de suero”, el cual pasará al tanque de alimentación del proceso de fermentación y el “retenido”, que pasará a otro proceso para la obtención de proteína de suero en polvo. El siguiente proceso es la fermentación alcohólica, esta es una biorreacción anaeróbica que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. De acuerdo con Vargas [49] la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es capaz de fermentar la lactosa a etanol directamente, es por ello que ha sido ampliamente utilizada en el bio procesamiento del lactosuero. Los nutrientes necesarios para el buen desempeño de la levadura son fosfato monopotásico, sulfato de amonio, sulfato de magnesio heptahidratado y cloruro de hierro (Anexo 24).

El alcohol producto de este proceso pasa a la segunda fermentación, de tipo aeróbica en el cual se inoculará 1 g/L de la bacteria *Acetobacter Aceti*. La temperatura ideal del proceso de fermentación acética está entre los 28 ° C y los 30° C [50], si sobrepasa de ese rango puede matar a la bacteria afectando así el ciclo de fermentación continua. A su vez, debido a la naturaleza de la bacteria, el proceso de fermentación es aerobio, por lo cual también será necesario oxígeno, la cantidad necesaria de este será del 1.8% del total del volumen que ingrese al fermentador, una pausa de un minuto en la aireación detendría la fermentación y ocasionaría

la mortalidad bacteriana. Los nutrientes que se utilizarán para un adecuado medio fermentativo son cloruro de sodio, fosfato de potasio, fosfato diamonico, citrato de sodio, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso y vitamina del complejo B (Anexo 25).

La corriente de ácido acético proveniente de la fermentación aeróbica es conducida al módulo de nanofiltración con el cual tiene como principal objetivo de eliminar los restos bacterianos y residuos provenientes de la etapa anterior. Posteriormente, para obtener una concentración mayor del ácido acético es necesario separar el agua presente en el ácido acético por lo que el proceso mas adecuado es la destilación. El sistema de separación consiste en 1 columna de destilación, donde la alimentación de esta columna está constituida por el producto

obtenido en la fermentación acética que fue posteriormente nano filtrado, de esta operación se obtiene como producto de fondo el ácido acético concentrado y como destilado una mezcla ternaria [51]. Posterior a esta operación, el producto comienza a ser envasado en tambores HDPE con una presentación de 100 L; además, deberán de estar cerrados y haciendo contacto a tierra para evitar chispas de estática. Al guardar los envases, la temperatura deberá estar entre 5 y 25 °C, en un lugar seco y bien ventilado, lejos de fuentes de calor y de la luz solar directa. A su vez se deberá mantener lejos de puntos de ignición, de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos.

El subproducto principal del proceso productivo de ácido acético a partir del suero de leche es el concentrado de proteína obtenido en el ultrafiltrado, es por ello por lo que se propone el tratamiento de este subproducto para la obtención de concentrado proteico en polvo. A continuación, se describe el proceso productivo de la obtención de concentrado proteico en polvo a partir del suero de leche de acuerdo con Cantón [28].

Gran proporción de contenido del suero es agua, alrededor del 93%. La tecnología de ósmosis inversa (OI) se ha vuelto ampliamente utilizada para eliminar el agua del suero. El agua eliminada se contendrá en tanques de almacenamiento para posteriormente ser tratada. Después del módulo de osmosis inversa, el concentrado de proteína pasará a un proceso de secado por atomización (Secado Spray), momento en el cual se coloca el concentrado en la secadora para realizar el atomizado, a continuación, el líquido resultante se convierte en un rocío de spray y tales gotas obtenidas son puestas en contacto con una corriente de aire caliente dentro de la cámara de secado. Es prudente recalcar que, el proceso debe llevarse a cabo en un intervalo de temperatura entre 180 – 230 °C, luego tal descarga de polvo cae en la cámara de secado. Se obtienen partículas de polvo (producto final), con un contenido de agua de un 3 %. Después del proceso anteriormente mencionado, el concentrado proteico deshidratado se envasa en paquetes de 5 kg de tipo bolsa de aluminio doypack.

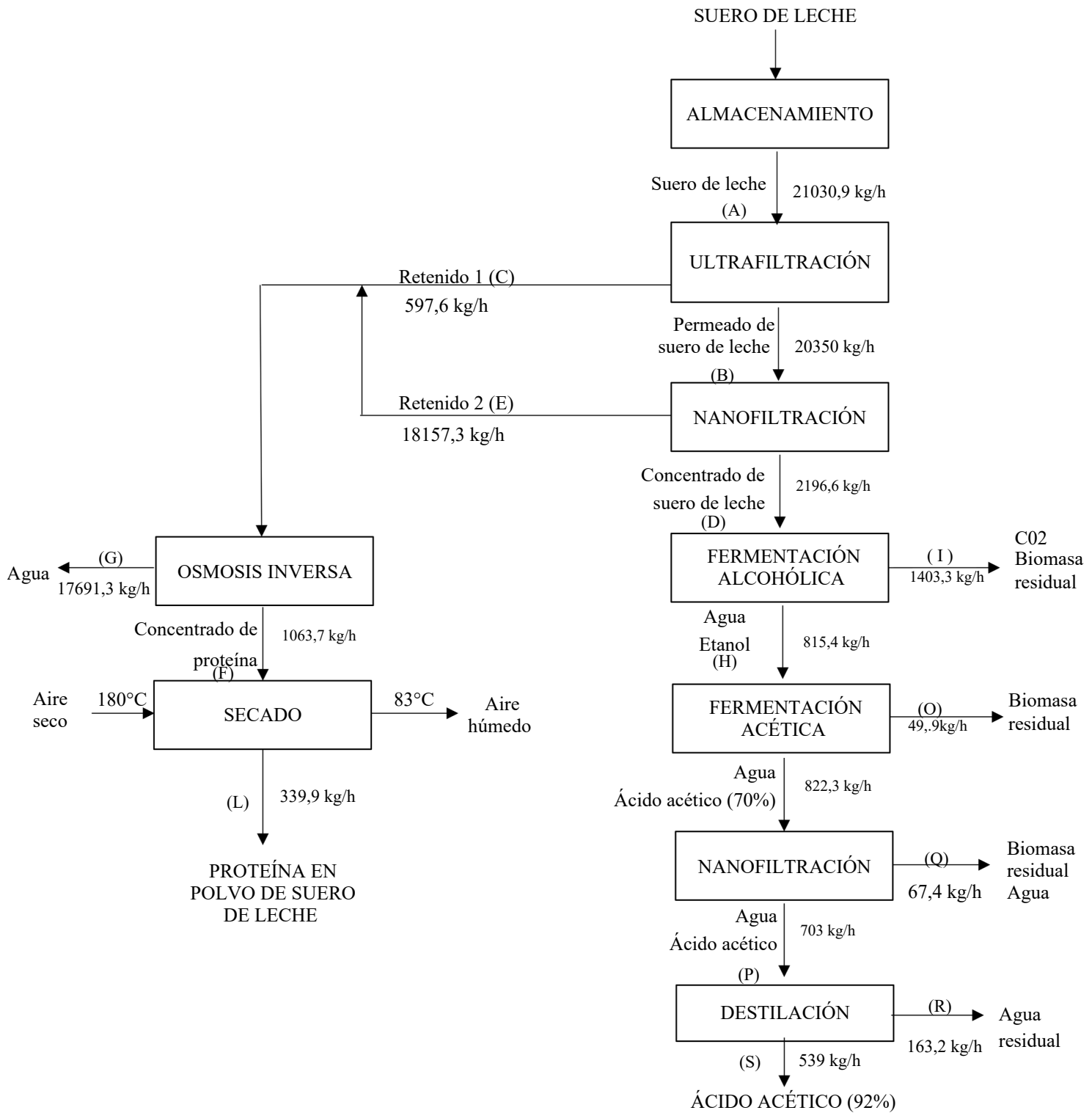


Figura 1. Balance de masa del proceso productivo de obtención de ácido acético

Fuente: Elaboración propia. En base a [24] y [28]

La planificación de la producción de ácido acético se programó en base al plan de ventas, el cual se dividirá el primer año (2024) en meses y posteriormente por años los consiguientes (2025-2038). Por política de inventario de la empresa se ha considerado como estrategia contar con un inventario equivalente a 2 meses de producción el cual será procesado durante el primer mes. Esta política surge para disponer de ese inventario ante cualquier pico de demanda que se presente. Así, para el primer año de operación (2024) se obtienen 4 888 unidades de tambores de 100 L y para el año 15 se obtienen 12 143 unidades de tambores de 100 L (Anexo 26). A su vez, para precisar los materiales se consideró el índice de consumo establecido por c/u de tambor de 100 L, lo cual arrojó el costo por unidad a producir que sería S/ 214,05. En adición a lo anterior, es en el anexo 27 donde se observan aquellos materiales indispensables para la formación de 1 tambor de 100 L de ácido acético. Es así como, luego de obtener mediante el cálculo el índice de consumo por unidad a producir, se fija la solicitud de materiales en base al plan de producción dado para los años 2024–2038, apreciado en el anexo 28.

Recurso humano de la empresa

La estructura organizativa de la empresa será de tipo funcional y esta se compone por un gerente general, 4 jefes de área, 2 supervisores, 2 analistas, un coordinador, un asistente y 12 operarios (Anexo 29). El gerente general solicitado tiene como función general dirigir, coordinar y controlar las operaciones de todas las áreas de la empresa. Asimismo, el jefe de producción será responsable de garantizar el cumplimiento de la producción de acuerdo con el plan de producción. El jefe de administración y recursos humanos será responsable de supervisar el cumplimiento de la política de la empresa y de las funciones del personal a su cargo. A su vez el jefe de costos y presupuestos se encargará de desarrollar y presentar los presupuestos anuales y a largo plazo de la empresa, dándole seguimiento continuo al control de costos de la empresa. El jefe logístico deberá organizar y supervisar las funciones de todas las áreas de abastecimiento, logística y gestión de inventario (Anexo 30).

Tratamiento de efluentes

El efluente generado de mayor volumen dentro del proceso productivo corresponde a las etapas de ultrafiltración y nanofiltración, donde el componente en mayor proporción es el agua, sin embargo, está junto con otros componentes, los cuales son proteínas, grasas y minerales, provenientes del lactosuero. Se propone usar estas aguas para regadío de las áreas verdes de la planta y para limpieza de esta, lo que no sea utilizado será vertido. Por lo que para su correcto uso y vertimiento se tercerizará el servicio de tratamiento de las mismas. De acuerdo con la

SUNASS, en la actualidad, en Perú, existen 50 empresas las cuales brindan este tipo de servicio, de las cuales 2 de ellas se encuentran en Cajamarca [52].

Capacidad de la planta

Para determinar la capacidad de la planta se toma como referencia la estimación de la demanda obtenida para el año 2038, que vendría hacer el año 15 de proyección del proyecto, siendo esta de 1 214,3 toneladas de ácido acético al año, teniendo en cuenta la disponibilidad de la materia prima en ese año, la cual es de 41 584,7 toneladas de lactosuero. Para los cuales las condiciones laborales establecidas serán de 1 jornada de 8 horas, 6 días a la semana. (Anexo 31).

Tabla 6. Capacidad diseñada de la planta

Producción/ año	Producción/ mensual	Producción/ semanal	Producción/ diaria	Producción/ hora
1 214,3 t	101,2 t	25,3 t	4,2 t	0,53 t

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la maquinaria

Para la selección de la maquinaria se tendrá en cuenta las capacidades de producción por hora a utilizar en el año 15 del proyecto, con lo cual se tiene una disponibilidad por hora de 21 030,9 kg/h de suero de leche, obteniéndose 531 kg/h de ácido acético. (Anexo 32)

Tabla 8. Descripción de maquinaria utilizada

Proceso	Maquinaria	Capacidad	Cantidad	
Almacenamiento	Ultrafiltración	Tanque derefrigeración	12 t/h	2
Nanofiltración	Tanque de	Sist. de ultrafiltración	12 t/h	2
retenidos de	proceso de	Sist. de nanofiltración	12 t/h	2
ultrafiltración y	nanofiltración	Tanque mezclador	10 t/h	2
Fermentación	alcohólica	Biorreactor anaeróbico	4 t/h	1
Fermentación	acética	Biorreactor aeróbico	1 t/h	1
Nanofiltración	Destilación	Sist. de nanofiltración	1 t/h	1
Osmosis inversa		Destilador	1 t/h	1
Secado		Sist. de osmosis inversa	10 t/h	2
Almacenamiento de proteína de		Secador en spray	2 t/h	1
suero de leche en polvo		Tanque de almacenamiento	0,5 t/h	2
Almacenamiento de ácido acético		Tanque de almacenamiento	1 t/h	1
Almacenamiento de agua tratada		Tanque de almacenamiento	10 t/h	2

Fuente:Elaboración propia

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) en su boletín para la Industria en General [53] menciona que para las maquinarias las cuales sobrepasen la estatura promedio de los operarios o estas sean mayores a 2 metros se recomienda la implementación de una plataforma con escalera para poder realizar mantenimiento, inspección, control a la misma. En esta investigación 1 maquinaria (Secador en spray) y 3 equipos de producción (Tanque de almacenamiento de agua tratada, de proteína en polvo y de ácido acético) sobrepasan los 2 metros, es por ellos que se requerirá el uso de las plataformas con escaleras, por lo cual incrementará el espacio de cada maquinaria en un 50%.

Diseño y distribución de planta

Después de definirse maquinaria a utilizar y el número total de operarios se realizó el cálculo de las áreas de los ambientes de la planta industrial en base al método de Guerchet (Anexo 33). Para las áreas de soporte, las cuales son la oficina de administración y producción, la sala de reuniones, el comedor, el laboratorio, caseta de vigilancia, entre otras, se consideraron las dimensiones del mobiliario de oficina. Asimismo, para el cálculo del área de producción se tomó en cuenta la maquinaria y la cantidad de operarios que intervienen. Para las dimensiones del almacén de producto terminado se tomó en cuenta el soporte del envase, estas estarán agrupadas en estanterías para tambores de 100 litros, de tres pisos, cada piso tiene capacidad para 8 tambores, por ende, la capacidad por estante es de 36 tambores. Con la información anterior, se considerará el inventario total del año 15 determinado en el plan de producción. Para la determinación del tamaño de las áreas verdes se tomó en cuenta la Norma Internacional (Norma Mexicana R-046), la cual señala que se debe considerar un mínimo del 5% de la superficie del lote industrial.

Con respecto al estacionamiento, se determinó en base la NTP A 0.10, donde indican que el área destinada a los estacionamientos al interior del terreno tiene que ser suficiente para los automóviles del personal de la empresa y visitas, para esto se asumirá que el personal directivo contará con auto propio; entonces, serían 5 estacionamientos con sobrantes de 3 espacios por visitas a planta. Por último, para la determinación del área del patio de maniobras necesaria se consideran los datos brindados por el MTC, tomando como referencia las características de un semirremolque simple y un ángulo de trayectoria de 180°.

Tabla 9. Área total de la planta

AREAS		TOTAL ÁREA (M2)
Área de vigilancia		7,9
Área de producción		275,2
Almacén de producto terminado		226,3
Almacén de insumos		65,8
Laboratorio de calidad		11,2
Sala de reuniones		24,1
Oficina administrativa	Gerente General	17,1
	Jefe de Costos y Presupuesto	
	Jefe de Administración y Recursos Humanos	
	Analista de Contabilidad	
Oficina de producción	Jefe de Producción	18,4
	Jefe de Logística	
	Coordinador de almacén	
	Supervisor SSOMA	
	Analista de Gestión ambiental	
SS.HH. Adm. y producción		6,2
SS.HH. Operarios		6,2
Vestidor		7,5
Comedor		31,2
Estacionamiento		156,5
Patio de maniobras		702,4
Áreas verdes		77,9
ÁREA TOTAL		1 633,8

Fuente: Elaboración propia

Se precisó el reparto final de las áreas anteriormente mencionadas a través del método de SLP (Systematic Layout Planning) de relaciones entre actividades, por medio del cual y en conjunto con los valores de proximidad con sus motivos respectivos, se pudo señalar que áreas deberían estar cercanas y aquellas ubicadas distantes (Anexo 34). Es así como, posteriormente se logró realizar el diseño de la planta industrial, la cual se observa en el anexo 35.

Viabilidad económica-financiera

Como parte de la inversión tangible está el costo del terreno, considerando el costo de S/210 por m² y que se requieren un área mínima de 1 633,8 m², por lo que el costo total es de S/ 349 440.00. Asimismo, para calcular el costo total de la construcción de la infraestructura industrial en m² el cual asciende a S/ 481 115,29 se tomó en cuenta la resolución ministerial n°350-2021-VIVIENDA de la Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo donde se obtuvieron los precios de techado, pared y piso industrial. La maquinaria se eligió en función al proceso productivo, asimismo para los equipos de producción, se consideró todos los equipos necesarios en el área de producción, laboratorio de calidad y almacenes. Para la movilización del producto terminado se consideró la tercerización del servicio, teniendo en cuenta el costo de flete por tonelada de S/60 que será considerado como parte del costo de comercialización. Para los equipos de oficina se consideró la mueblería necesaria en las oficinas de

administración, producción y sala de reuniones. Por lo cual la inversión tangible asciende a un total de S/1 030 103,29.

Tabla 10. Detalle de la inversión tangible del proyecto

MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN			
ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Sistema de ultrafiltración	2	S/ 20,500.00	S/ 41,000.00
Sistema de nanofiltración 1	2	S/ 21,500.00	S/ 43,000.00
Biorreactor anaerobio	1	S/ 5,500.00	S/ 5,500.00
Biorreactor aerobio	1	S/ 6,500.00	S/ 6,500.00
Sistema de nanofiltración 2	1	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00
Destilador	1	S/ 8,580.00	S/ 8,580.00
Sistema de osmosis inversa	2	S/ 20,530.00	S/ 41,060.00
Secador en spray	1	S/ 10,500.00	S/ 10,500.00
TOTAL			S/ 160,640.00
EQUIPO DE PRODUCCIÓN			
ITEMS	Cantidad	Precio(S/)	Total (S/)
Tanque de almacenamiento refrigerante	2	S/ 15,340.00	S/ 30,680.00
Tanque de almacenamiento de proteína en polvo	1	S/ 5,210.00	S/ 5,210.00
Tanque de almacenamiento de ácido acético	1	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
Tanque de almacenamiento de agua tratada	2	S/ 8,600.00	S/ 17,200.00
Lavatorio de laboratorio	1	S/ 150.00	S/ 150.00
Set de laboratorio	2	S/ 300.00	S/ 600.00
Bascula mecánica electrónica 150 kg	1	S/ 200.00	S/ 200.00
TOTAL			S/ 18,150.00

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, con respecto a la inversión intangible, se cuantificó en base a ciertos gastos pre-operativos, lo cual comprende permisos de autorización para la edificación de la planta, siendo entonces que la cifra asciende a un total de S/ 1 012,90. Asimismo, respecto al cálculo de los costos de producción, se tomaron en cuenta los costos de materiales tanto directos como indirectos, además de mano de obra directa e indirecta junto con los costos de suministros, siendo todo ello detallado en la tabla 11. Los detalles de los costos se visualizan en el anexo 36.

Tabla 11. Resumen de costos de producción

Items	1Año	2Año	3Año	4Año	5 Año
<i>Costos Directos de Producción</i>					
Materiales Directos	S/ 730,747.25	S/818,900.44	S/907,053.63	S/995,206.81	S/1,083,360.00
Materiales Indirectos	S/ 235,882.90	S/264,338.47	S/292,794.04	S/321,249.61	S/349,705.18
Mano de Obra Directa	S/ 98,400.00	S/98,400.00	S/110,700.00	S/123,000.00	S/147,600.00
Total Costos Directos de Producción	S/ 1,065,030.15	S/ 1,181,638.91	S/ 1,310,547.67	S/1,439,456.43	S/ 1,580,665.19
<i>Costos Indirectos de Producción</i>					
Mano de Obra Indirecta	S/108,000.00	S/108,000.00	S/108,000.00	S/108,000.00	S/108,000.00
Suministros	S/28,569.60	S/28,855.30	S/28,858.15	S/29,146.76	S/29,444.00
Total Costos Indirectos de Producción	S/ 136,569.60	S/ 136,855.30	S/ 136,858.15	S/ 137,146.76	S/ 137,444.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN	S/ 1,201,599.75	S/ 1,318,494.21	S/ 1,447,405.82	S/ 1,576,603.19	S/ 1,718,109.19

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la inversión y financiamiento, la inversión total del proyecto es S/ 2 287 213, 60, asimismo, se consideró un 5% de imprevistos para la prevención de cualquier incidente que se presente. En la tabla 12, muestra que la inversión es financiada por un socio estratégico el cual aportará un 24%, el promotor del proyecto un 14% y por último el socio financiero 67% siendo este último brindado por un banco el cual será el BCP, puesto que cuenta con la tasa de interés más baja del mercado peruano, siendo esta de 4,7%.

Tabla 12. Inversión

Descripción	Inversión Total (S/.)	Financiamiento (S/.)	Socio Estratégico (S/.)	Promotor del Proyecto (S/.)
CAPITAL DE TRABAJO	S/ 586,611.62		S/ 351,966.97	S/ 234,644.65
<i>Inversión Tangible</i>				
Terrenos	S/ 349,440.00	S/ 349,440.00		
Construcciones	S/ 481,115.29	S/ 481,115.29		
Maquinaria	S/ 160,640.00	S/ 160,640.00		
Equipo de Producción	S/ 18,150.00		S/ 18,150.00	
Equipos de Oficina	S/ 20,758.00		S/ 20,758.00	
Total Inversión Tangible	S/ 1,030,103.29	S/ 991,195.29	S/ 38,908.00	
<i>Inversión Intangible</i>				
Licencia municipal de funcionamiento	S/ 264,90			
Licencia para construcción	S/480			S/ 480
Inscripción en registros públicos	S/268			
Total Inversión Intangible	S/ 1,012.90	S/ -	S/ -	S/ 480
Imprevistos 5%	S/82,401.16	S/80,886.39		
INVERSIÓN TOTAL	S/ 1,698,614.20	S/ 1,073,559.83	S/ 390,874.97	S/ 235,124.65
Porcentaje	100%	63%	23%	14%

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se cuantificó el punto de equilibrio del proyecto, por medio del cual se delimitó que para empezar a tener utilidades luego de recuperar todos los gastos y costos, se deben vender un aproximado de 1 706 tambores de 100 L de ácido acético, lo cual equivale a un valor de S/810 235,32 el 1er año de funcionamiento.

Tabla 13. Punto de equilibrio

	1Año	2Año	3 Año	4 Año	5 Año
<i>Costos de Producción</i>					
Materiales Directos	S/ 730,747.25	S/ 818,900.44	S/ 907,053.63	S/ 995,206.81	S/1,083,360.00
Materiales Indirectos	S/ 235,882.90	S/ 264,338.47	S/ 292,794.04	S/ 321,249.61	S/ 349,705.18
Mano de Obra Directa	S/ 98,400.00	S/ 98,400.00	S/ 110,700.00	S/ 123,000.00	S/ 147,600.00
Gastos Generales de Fabricación	S/ 136,569.60	S/ 136,855.30	S/ 136,858.15	S/ 137,146.76	S/ 137,444.00
<i>COSTO VARIABLE TOTAL</i>	S/1,201,599.75	S/ 1,318,494.21	S/1,447,405.82	S/1,576,603.19	S/1,718,109.19
<i>Gastos de Operaciones</i>					
Gastos Administrativos	S/ 1,098.65	S/ 1,146.44	S/ 1,189.23	S/ 1,232.02	S/ 1,279.81
Gastos de Comercialización	S/ 99,715.45	S/ 102,984.09	S/ 106,252.73	S/ 109,521.37	S/ 112,790.01
Gastos Financieros	S/ 255,421.35	S/ 245,244.01	S/ 235,066.66	S/ 224,889.31	S/ 214,711.97
COSTO FIJO TOTAL	S/ 356,235.46	S/ 349,374.54	S/ 342,508.63	S/ 335,642.71	S/ 328,781.79
COSTOS TOTALES	S/ 1,557,835.21	S/ 1,667,868.75	S/1,789,914.45	S/1,912,245.90	S/2,046,890.98
INGRESOS TOTALES	S/2,144,446.83	S/ 2,595,244.17	S/2,915,537.45	S/3,324,598.43	S/3,616,640.23
PUNTO DE EQUILIBRIO (económico)					
	S/ 810,235.32	S/ 710,172.13	S/ 680,182.01	S/ 638,375.43	S/ 626,318.68
PUNTO DE EQUILIBRIO (unidades)					
	1 706	1 385	1 308	1 181	1 159

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 14 se aprecia el “Flujo de caja” del proyecto para un periodo de 5 años, en el cual se midieron indicadores tales como: Tasa interna de retoro (TIR) y Valor actual neto (VAN). A su vez, es importante resaltar que a partir del 2do año se comienzan a tener utilidades. Por lo cual es pertinente mencionar que, para que el proyecto se considere viable económicamente hablando, su VAN debe ser mayor a 0 y la TIR debe ser mayor a aquel indicador que determina la mínima cantidad que un inversionista planea recibir de su dinero invertido para catalogar al proyecto como atractivo referente a su rentabilidad, es decir, la Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), siendo el valor de esta en el presente proyecto igual a 12%. Por lo tanto, en síntesis, el VAN de este proyecto es igual a S/ 1 420 769,65, el TIR es equivalente a 41,5% y por ser evidentemente mayor que la TMAR (12,5%), se concluye que la inversión es rentable. Y, en adición a lo anterior, el tiempo calculado de recuperación de la inversión será de 2 años.

Tabla 14. Flujo de caja

	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<i>Inversión</i>						
Capital Social						
Préstamos a CP y LP	S/ 1,464,434.80					
Total Inversión	S/ 235,124.65					
<i>INGRESOS</i>						
	S/ 1,699,559.45					
Ventas al Contado		S/ 2,144,446.83	S/ 2,595,244.17	S/ 2,915,537.45	S/ 3,324,598.43	S/ 3,616,640.23
TOTAL INGRESOS		S/ 2,144,446.83	S/ 2,595,244.17	S/ 2,915,537.45	S/ 3,324,598.43	S/ 3,616,640.23
<i>EGRESOS</i>						
Costos de Producción		S/ 1,201,599.75	S/ 1,318,494.21	S/ 1,447,405.82	S/ 1,576,603.19	S/ 1,718,109.19
Gastos administrativos		S/ 1,098.65	S/ 1,146.44	S/ 1,189.23	S/ 1,232.02	S/ 1,279.81
Gastos de comercialización		S/ 99,715.45	102,984.09	106,252.73	109,521.37	112,790.01
Amortización de préstamos		S/ 214,711.97	214,711.97	214,711.97	214,711.97	214,711.97
TOTAL EGRESOS		S/ 1,517,125.82	S/ 1,637,336.71	S/ 1,769,559.75	S/ 1,902,068.55	S/ 2,046,890.98
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		S/ 627,321.01	S/ 957,907.46	S/ 1,145,977.70	S/ 1,422,529.88	S/ 1,569,749.25
Impuesto a la Renta (30%)		S/ 188,196.30	S/ 287,372.24	S/ 343,793.31	S/ 426,758.96	S/ 470,924.78
SALDO (después de impuestos)		S/ 439,124.70	S/ 670,535.22	S/ 802,184.39	S/ 995,770.92	S/ 1,098,824.48
Depreciación					S/ 1,042,980.35	S/ 1,146,033.91
SALDO FINAL (Déficit / Superavit)	-S/ 1,464,434.80	S/ 486,334.13	S/ 717,744.65	S/ 849,393.82		
UTILIDAD ACUMULADA	-S/ 1,464,434.80	-S/ 978,100.67	-S/ 260,356.01	S/ 589,037.81	S/ 1,632,018.16	S/ 2,778,052.07

Valor Actual Neto (VAN)	S/ 1,420,769.65
Tasa Interna de Retorno (TIR)	41,5%
TMAR	12,5%

Fuente: Elaboración propia.

Por último, una vez hecho el análisis financiero se llevó a cabo el respectivo análisis de sensibilidad para determinar qué tan susceptible resulta el proyecto de las fluctuaciones de mercado. Por lo cual, este estudio se enfocará en la variación del precio de venta, y se observó que, si el precio disminuye en un 15% la nueva TIR rondaría un 10,6%, siendo evidentemente menor que la TMAR (12,5%), resultando en un proyecto no viable económicamente. En adición a lo anterior, se pudo comprobar que, si el costo de los materiales directos aumenta en un 70%, la nueva TIR resultaría en 16,3%, mostrándose mayor que la TMAR, por lo que el proyecto seguiría siendo viable en dicho escenario (anexo 37).

Discusión

En cuanto a la viabilidad comercial, correspondiente al 1er objetivo, los resultados arrojan que existe una alta e insatisfecha demanda de ácido acético, cuyo comportamiento tiende a ser ascendente y constante, tendencia que seguirá durante los próximos 15 años según las proyecciones realizadas. Además, tal demanda no es cubierta por la oferta nacional, ya que se importa el 100% del producto. Por otra parte, en Argentina se vive algo similar puesto que se importa la totalidad del producto, ello acorde al estudio de Pirra y Santucci [33], por lo que se evalúa la posibilidad de obtener ácido acético partiendo de materias primas como el metanol, monóxido de carbono y ciertos residuos agrícolas como el suero de leche. Asimismo, se propone la edificación de una planta de 23 000t/año, cubriendo de esta manera el 15% de la demanda insatisfecha, puesto que al igual que la presente investigación, dependen de su materia prima, asimismo, este proyecto abarcará el 5% de la demanda insatisfecha, contando con una máxima capacidad de 1 214t/año. Por otro lado, la investigación de Álvarez y Sánchez [27] abarcará solo el 20%, puesto que en España si se produce ácido acético, por lo que no sería viable una demanda total, asimismo, su vida útil se proyecta a 12 años.

Los resultados del segundo objetivo indican que la planta de producción de ácido acético se ubicará en Cajamarca y tendrá un área mínima de 1 634 m² en base al estudio de macro y micro localización. En cuanto al proceso productivo se estableció en base a la investigación propuesta por Nayak y Pal [24] debido a que se logra obtener un rendimiento del 89% durante la fermentación a diferencia de Ching, Shang, y Martin [22] quienes obtuvieron un rendimiento global del 85%. También Es comparable con el rendimiento del 82% de Zauscher, Castellanos y Duarte [54] el cual su sustrato fue almidón de yuca. De acuerdo con el proceso productivo planteado por Nayak y Pal [24] se produce ácido acético a partir de la conversión del suero de leche en etanol y luego en ácido acético haciendo uso de *Saccharomices cerevisiae* y *Acetobacter Aceti* respectivamente, al igual que Zauscher, Castellanos y Duarte [54]. Así mismo, Ching, Shang, y Martin [22] aplicaron *Streptococcus lactis* y

Clostridium formicoaceticum puesto que su método de conversión fue de lactosa a ácido láctico y después a ácido acético. En relación a la localización las investigaciones de Álvarez y Sánchez [27] y de Pirra y Santucci [33] priorizaron cercanía al mercado objetivo, y no la disponibilidad de la materia prima como es en este proyecto, puesto que su materia prima es importada y no corre el riesgo de descomponerse tal como es el caso del lactosuero.

Ahora, en cuanto a los resultados del 3er objetivo, expresan que el proyecto es económicamente viable considerando como inversión total de S/ 235 124,65 teniendo como socio estratégico a la Municipalidad de Cajamarca que se hará responsable del 24% del total de la inversión, a su vez el promotor del proyecto asumirá el 14%, mientras que por medio de un préstamo bancario se financiará el 62% con lo cual se obtendrá un VAN de S/1 420 769,65 y una TIR del 41,5% , siendo así que ambos indicadores expresan resultados favorables y positivos por lo que se le consigna como rentable. En adición a lo anterior, se posee un periodo de recuperación de dos años. Es así como, acorde al estudio llevado a cabo por Nayak y Pal [21], se comprueba lo mencionado ya que requirieron una inversión de \$ 3 940 000 con periodo de recuperación de 2,5 años, la inversión es mayor que la de la presente investigación puesto que se calcularon los costos de la maquinaria para una capacidad de 10 mil toneladas por año, diez veces más que esta investigación. Así también Álvarez y Sánchez [27] presentan una inversión total de 40 837 669,4 €, mucho mayor que las anteriores, ya que su capacidad de proyección es de 75 mil t/año, asimismo, presenta una TIR del 80%, puesto que su planta operará las 24 horas del día, a diferencia de la presente investigación que solo laborará 8h.

Conclusiones

Al finalizar la presente investigación se concluye que el diseño de una planta de producción de ácido acético a partir del lactosuero es viable puesto que los estudios de viabilidad comercial, técnica-tecnológicas y económica-financiera son favorables y rentables.

Se determinó que la demanda de ácido acético en el mercado peruano presenta una relación positiva de acuerdo con el método de regresión lineal en los próximos quince años. La demanda del proyecto de investigación representa en el primer año el 5% de la demanda insatisfecha, siendo de 452 toneladas de ácido acético. El producto será comercializado en tambores de 100 litros, los cuales para el primer año son un total de 4 516 unidades.

En base al estudio de macro y micro localización de planta se seleccionó al departamento de Cajamarca y a la provincia de Cajamarca por contar con la mayoría de los factores predeterminantes tal como la cercanía de la materia prima (Suero de leche), entre otros. Del proceso productivo del ácido acético se obtiene como subproducto a la proteína en polvo de suero de leche. Se diseñó la planta ácido acético, considerando una producción máxima anual de 1 214 toneladas, en base ello se

seleccionó la maquinaria a utilizar. Asimismo, se determinó el área mínima requerida de la planta, la cual es de 1 634 m².

Respecto al estudio económico-financiero se determinó que el proyecto de investigación es económicamente rentable en función al análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR) la cual es 41,5% y al VAN (Valor Actual Neto) de S/ 420 769,65; considerando un TMAR global de 12%. Teniendo como inversión total un valor de S/ 235 124,65.

Recomendaciones

Realizar un estudio para la creación de nuevos productos a partir de la proteína de suero de leche con el objetivo de revalorizar nuevos productos e incrementar los ingresos económicos.

Evaluar la viabilidad de la instalación de una planta de tratamiento de agua residual para su reutilización.

Se recomienda realizar un estudio para la utilización del ácido acético glacial producto de la fermentación del lactosuero para la elaboración de vinagre.

Bibliografía

- [1] K. Escudero, «The Food Tech,» 11 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/sabes-quienes-consumen-mas-lacteos/>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations, «OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029,» 2020. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1787/22184376>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [3] Atlas Big, «Producción de queso por país,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-queso>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [4] The Food and Agriculture Organization, «OCDE-FAO PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS 2017-2026,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/BT090s/BT090s.pdf>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [5] Superintendencia de Industria y Comercio- Bogotá, Colombia, «Uso del suero de leche en alimentos y sus sustitutos,» Noviembre 2013. [En línea]. Available:

- https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines_Tecnologicos/Boletin_Suero.pdf. [Último acceso: Octubre 2021].
- [6] M. Mieles Cedeño, L. Yépez Tamayo y L. Ramírez Cárdenas, «Elaboración de una bebida utilizando subproductos de la industria láctea,» *Enfoque UTE*, vol. IX, nº 2, pp. 59-69, 2018.
- [7] A. Muñi, G. Paez, J. Faria, J. Ferrer y E. Ramones, «Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración de lactosuero,» *Revista Científica de América Latina*, vol. XV, nº 4, pp. 361-367, 2005.
- [8] W. Guerrero Rodríguez, C. Gómez Aldapa, C. González Ramírez y J. Castro Rosas, «Lactosuero y su problemática en el medio ambiente,» *Centro de investigaciones químicas*, vol. XI, nº 12, pp. 1-6, 2018.
- [9] J. C. León Carrasco, «Agencia Agraria de noticias,» 19 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/del-total-de-la-produccion-nacional-de-leche-el-43-se-destin-24157>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [10] Portal del campo, «Perú: Producción nacional de queso alcanzó las 126.685 toneladas en 2021, mostrando un aumento de 9.1%,» *Portal del campo*, 29 Marzo 2022.
- [11] Agencia peruana de noticias, «Andina,» 9 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-el-peru-cuenta-6500-plantas-fabricacion-quesos-839366.aspx>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [12] Diario Gestión, «De las 6,500 plantas queseras que existen en el país, Puno concentra la mayor cantidad de estas,» *Gestión*, pp. <https://gestion.pe/peru/de-las-6500-plantas-queseras-que-existen-en-el-pais-puno-concentra-la-mayor-cantidad-de-estas-noticia/>, 29 Marzo 2021.
- [13] J. N. Correa Bernal, «Propuesta de producción de bioplástico a partir del suero de leche generado por el Clúster de derivados lácteos de Cajamarca,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2020.
- [14] R. Díaz Antoneliz, «Producción de eco-sostenible de bicarburantes a partir del suero lácteo,» Universidad de León, España, 2018.
- [15] E. Poveda, «Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad,» *Revista Chilena de Nutrición*, vol. 40, nº 4, pp. 397-403, 2013.
- [16] B. Villareal Arizpe, «Desarrollo de una planta piloto de una bebida de lactosuero y fruta natural para adultos,» Universitat autónoma de Barcelona, Barcelona, 2017.

- [17] R. E. López Barreto, M. L. Becerra Jiménez y L. M. Borrás Sandoval, «Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero,» *Ciencia y Agricultura*, vol. 15, nº 2, pp. 99-106, Diciembre 2018.
- [18] M. Papagianni, «Organic Acids,» de *Comprehensive Biotechnology (Second Edition)*, Academic Press, 2011, pp. 109-120.
- [19] E. Moreno Sarmiento, «Predicción con series de tiempo y regresión,» *Universidad Nacional de Colombia*, pp. 36-58, 2018.
- [20] J. E. Silva Zelada, «Viabilidad económica y financiera del proyecto de inversión Teje & Teje Perú en el año 2018,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2020.
- [21] P. Pal y J. Nayak, «Development and analysis of a sustainable technology in manufacturing acetic acid and whey protein from waste cheese whey,» *Cleaner production*, vol. 112, nº 2, pp. 59-70, 26 julio 2015.
- [22] T. Ching , . Y. Shang Tian y O. Martin, «Acetic acid production from whey lactose by the co-culture of *Streptococcus lactis* and *Clostridium formicoaceticum*,» *Applied microbiology and biotechnology*, vol. 28, pp. 138-143, 1988.
- [23] G. Lustrato, E. Salimei, G. Alfano, C. Belli, F. Fantuz, L. Grazia y G. Ranalli, «Cheese whey recycling in traditional dairy food chain,» *Acetic acid bacteria*, vol. II, nº 8, pp. 47-53, 2013.
- [24] J. Nayak y P. Pal, «Transforming Waste Cheese-Whey into Acetic Acid through a Continuous Membrane-Integrated Hybrid Process,» *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 52, nº 8, p. 2977–2984, Febrero 2013.
- [25] K. Lopes Maestre, F. Rengel dos Passos, C. Contini Triques, L. Fiorentin-Ferrari, V. Slusarski-Santana, H. Alves Garcia, E. Antônio da Silva y M. Lady Fiorese, «Valorización de permeado de suero de queso aplicando fermentaciones secuenciales: estudio de caso realizado en la Región Occidental de Paraná,» *Research, Society and Development*, vol. 10, nº 13, pp. 1-23, 2021.
- [26] J. Nayak y S. Chakraborty, «Production of Acetic Acid and Whey Protein from Cheese Whey in a Hybrid Reactor under Response Surface Optimized Conditions,» *Fine Chemical Engineering*, vol. 4, nº 1, pp. 58-73, 2023.
- [27] J. Álvarez Jiménez y A. Sánchez Mirón, «Planta de producción de ácido acético,» Universidad de Almería, España, 2013.

- [28] E. Cantón Albarral, «Estudio del diseño de una planta e procesamiento para el aprovechamiento de lactosuero de quesería,» Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, 2016.
- [29] B. Ríos Vizcaíno y F. Rugoso , «Producción de suplemento dietario a base de proteína de suero de leche,» *Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*, 2018.
- [30] C. A. Ortiz Sanchez, «Evaluación técnica y financiera sobre la producción de suero en polvo partiendo lactosuero gerinado en el proceso de fabricación de quesos de leche de búfala,» *Fundación Universidad de América*, 2019.
- [31] L. Agualongo, D. Aucatoma, D. Sagnay, N. Santillan y C. Jácome, «El suero de leche, subproducto de la industria de queso: Composición, recuperación de proteínas y aplicaciones,» *Journal of agro-industry sciences*, vol. 4, nº 1, pp. 13-23, 2022.
- [32] A. V. Araujo Guerra, L. M. Monsalve Castro y A. L. Quintero Tovar, «Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental,» *Ingeniería Agraria y Ambiental*, vol. IV, nº 2, pp. 55-63, 2013.
- [33] M. L. Pirra y E. Santucci, «Producción de ácido acético por carbonilación del metanol,» *Universidad tecnológica nacional*, 2022.
- [34] N. Sapag Chain, *Proyectos de inversión-Formulación y Evaluación*, Chile: Pearson, 2011.
- [35] ITC, «Trade Map,» [En línea]. Available: <https://www.trademap.org/Index.aspx?lang=es>. [Último acceso: 2022].
- [36] «Veritrade,» [En línea]. Available: <https://www.veritrade.com/>. [Último acceso: 2022].
- [37] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú, «Sistema integrado de información de Comercio Exterior,» [En línea]. Available: https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=160.00000. [Último acceso: 2022].
- [38] R. Carro Paz y D. Gonzales Gomez, «Localización de instalaciones,» *Universidad nacional de mar del plata*, pp. 1-23.
- [39] J. A. Gutiérrez Castaño, Á. F. Vallejo, J. A. Toro Correa, J. D. Juan David , M. S. Cardona Aguirre, S. L. Posso y V. Pulido Londoño, «Distribución de plantas usando el método,» *I+D Revista de Investigaciones*, vol. 16, nº 1, pp. 165-179, enero 2021.

- [40] L. Cuatrecasas Arbós, Ingeniería de procesos y de planta, Barcelona: PROFIT, 2017.
- [41] DataWheel, «Observatorio de Complejidad Económica,» 2022. [En línea]. Available: <https://oec.world/es/profile/hs/acetic-acid>. [Último acceso: 2023].
- [42] Grand View Research, «Acetic Acid Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application, By Region and Segment Forecasts 2022-2023,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/acetic-acid-market>. [Último acceso: 2023].
- [43] N. Sapag Chain, R. Sapag Chain y J. Sapag Puelma, Preparación y evaluación de proyectos, Sexta ed., Chile: Mc Graw Hill Education, 2014.
- [44] E. Ortigón, J. Pacheco y H. Roura , Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos, Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES, 2005.
- [45] D. Mondragon Puerto, Formulación y evaluación de proyectos, Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina, 2017.
- [46] J. Callejas Hernández, F. Prieto García, . V. Reyes Cruz, Y. Marmolejo Santillán y M. Méndez Marzo, «Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo,» *Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato*, vol. 22, nº 1, 16 Enero 2012.
- [47] R. A. Parra Huertas, «LACTOSUERO: IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS,» *Facultad Nacional de Agronomía Medellin*, vol. I, nº 62, pp. 4967-4982, 2009.
- [48] S. L. Ramos Velásquez, «Demanda interna aparente del maiz amarillo duro en el Perú durante el periodo 2010-2016,» Universidad César Vallejo, Lima, 2018.
- [49] X. Vargas Martin , «Evaluación de la producción de etanol a partir de lacto suero a nivel de biorreactor (bioflo 110) utilizando *kluuveromyces marxianus* y *kluuveromyces lactis* como agentes fermentativos,» *Universidad de La Salle*, 2017.
- [50] R. C. Bailón Neira, «FERMENTACIONES INDUSTRIALES,» *Universidad Nacional del Callao*, p. 156, 2012.
- [51] R. Beltrán y . V. Monesterolo, «Simulación del proceso de deshidratación de ácido acético mediante destilación,» *Universidad Tecnológica Nacional, Grupo de Investigación en química*, pp. 1-6, 2004.

- [52] SUNASS, «Empresas prestadoras de servicios de saneamiento,» 2022. [En línea]. [Último Acceso: <https://www.sunass.gob.pe/prestadores/empresas-prestadoras/>. acceso: 2023].
- [53] Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, «OSHA 3573-09R 2015,» *Boletín para la industria en general.*, 2015.
- [54] F. Zauscher, J. Castellanos y G. Duarte, «OBTENCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO POR FERMENTACIÓN CONTÍNUA A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA,» *ION*, vol. 12, n° 1, pp. 31-47, 2017.
- [55] Instituto nacional de estadística e informatica, «Infraestructura del sector salud según departamentos 2016-2020,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/health-sector-establishments/>. [Último acceso: 2022].
- [56] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Producción de agua potable en Lima se incrementó en 0,3%,» 9 Setiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-agua-potable-en-lima-metropolitana-se-incremento-en-03-13124/>. [Último acceso: 2022].
- [57] Empresa municipal de saneamiento básico de Puno S.A., «Memoria anual Puno 2018,» 31 Diciembre 2018. [En línea]. Available: http://www.emsapuno.com.pe/downloads/GOBERNABILIDAD/MEMORIA_ANUAL_2018.pdf. [Último acceso: 2022].
- [58] Red de comunicación Regional, «Cajamarca: Nuevas tarifas de agua potable y alcantarillado beneficiará a familias pobres,» 28 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.rcrperu.com/cajamarca-nuevas-tarifas-de-agua-potable-y-alcantarillado-beneficiaran-a-familias-pobres/>.
- [59] Rpp noticias, «Sunass: Tarifa de agua subirá para usuarios en Lima y Callao ¿Desde cuándo?,» 20 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/economia/economia/sunass-tarifa-de-agua-subira-para-usuarios-en-lima-y-callao-desde-cuando-noticia-1187126>. [Último acceso: 2022].
- [60] Empresa municipal de saneamiento basico de Puno S.A., «Tarifas de agua potable y alcantarillado por m3,» 9 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.emsapuno.com.pe/institucional/index.php/atencion-al-cliente/tarifas>. [Último acceso: 2022].

- [61] Diario Gestión, «Huancavelica, Loreto, y Pasco son las regiones con la menor velocidad de internet en Perú,» 25 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/huancavelica-loreto-y-pasco-son-las-regiones-con-la-menor-velocidad-de-internet-en-peru-noticia/>. [Último acceso: 2022].
- [62] Diario Gestión, «De las 6,500 plantas queseras que existen en el país, Puno concentra la mayor cantidad de estas,» 29 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/peru/de-las-6500-plantas-queseras-que-existen-en-el-pais-puno-concentra-la-mayor-cantidad-de-estas-noticia/>. [Último acceso: 2022].
- [63] Gobierno regional de Cajamarca, «Producción lechera en Cajamarca supera 361 000 000 litros anuales,» 18 Setiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/3381>. [Último acceso: 2022].
- [64] Dirección regional agraria Puno, «Resumen de la información agroindustrial 2020,» 31 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.agropuno.gob.pe/>. [Último acceso: 2022].
- [65] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - Perú, «Guía de orientación usuario del transporte terrestre,» Junio 2018. [En línea]. Available: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/facilitacion_comercio_exterior/Guia_Transporte_Terrestre_13072015.pdf.
- [66] Ministerio de energía y minas, «Anuario ejecutivo de electricidad,» Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/AnuarioEjecutivoFinal-Rev-Final2.pdf>. [Último acceso: 2022].

Anexos

Anexo 1. Empresas con mayor volumen de compra en el año 2022

Importador	Departamento	Embarcador / Exportador	Descripción Aduanera
IVALTEX S.A.C. RENO QUIMICOS PERU S.A.C.	Lima	DAN QUIMICA C.A.	USO INDUSTRIAL
GROUP SISIS LABORATORY S.R.L.	Lima	HENAN PROSPER CHEM CO. LTD.	USO: INDUSTRIAL
PESQUERA DIAMANTE S.A.C.	Lima	AO MIDORI BIOCONTROL SL	ATRAYENTE LÍQUIDO ESPECÍFICO PARA LA CAPTURAS
QUIMICOS RICHARD S.A.C.	Lima	NO DISPONIBLE	PARA LA PRESERVACION DE ALIMENTOS
PRECOTEX S.A.C.	Lima	PANGS CHEM HK LIMITED	740 JERRICANS
SERVICIOS Y FORMULACIONES INDUSTRIALES S.A.C.	Lima	CELLMARK AB	PARA USO INDUSTRIAL
JORDAMULTICOLOR SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	Lima	AIR EUROPA SAU	QUIMICO QUE SE VA APLICAR COMO COLORANTE EN EL QUIMIFOL KK 300
CIMATEC SAC	Lima	PANGS CHEM HK LIMITED	LOTE N° WM21313
FRUTAROM PERU S.A.	Lima	SCHARLAB.AS.L.	AC03431000
MERCK PERUANA S A	Lima	INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES (MEXICO)	PARA USO INDUSTRIAL
POCHTECA PERU S.A.C.	Lima	MERCK KGAA	PARA USO EN LABORATORIO, 1 X 1.000 L
MERCK PERUANA S A	Lima	HENAN GP CHEMICALS CO..LTD	USO INDUSTRIAL
MERCANTIL S A	Lima	MERCK KGAA	PARA USO EN LABORATORIO, 1 X 1.000 L
QUIMTIA S.A.	Lima	OCI INTERNATIONAL INC.	PARA LA PRESERVACION DE ALIMENTOS
E & M S.R.L.	Lima	NINGBO PANGS CHEM CO.LTDFLOOR	USO INDUSTRIAL
ANDIKEM PERU SRL	Lima	21.BUILDING NO11.XIN	USO: INDUSTRIAL
QUIMICA REGASA S.A.C.	Lima	OCI INTERNATIONAL INC.	USO: ELABORACION DE ANHIDRIDO ACETICO, ACETATO DE CELULOSA Y EL MONOMERO DE ACETATO DE VINILO
		ANDINO CHEMICAL INTERNATIONAL.LLC	USO INDUSTRIAL
		NO DISPONIBLE	

Fuente: Elaboración propia en base a [36]

Anexo 2. Cantidad de empresas activas importadoras por departamento periodo 2014-2022

N° de Empresas	Ubicación	%
7	Arequipa	2%
3	Chiclayo	0,8%
7	Trujillo	2%
1	Tacna	0,3%
5	Piura	1,4%
1	Huancayo	0,3%
1	Juliana	0,3%
328	Lima	92,9%

Fuente: Elaboración propia en base a [36]

Anexo 3. Cantidad de empresas importadoras por departamento del 2022

Importador	Total US\$ CIF	%	Total KG	US\$ / KG
POCHTECA PERU S.A.C.	459 049	30,57%	502 400	0,914
PESQUERA DIAMANTE S.A.C.	361 519	24,08%	278 674	1,297
AG INTERNATIONAL TRADING S.A.C.	207 231	13,80%	226 000	0,917
E & M S.R.L.	67 593	4,50%	60 480	1,118
COMERCIALIZADORA DE INSUMOS SANTA ANGELICA S.A.C.	47 433	3,16%	63 000	0,753
QUIMICOS GOICOCHEA S.A.C.	53 319	3,55%	38 160	1,397
ARIS INDUSTRIAL S.A.	27 686	1,84%	21 410	1,293
QUIMICOS RICHARD S.A.C	26 207	1,75%	22 200	1,181
RENO QUIMICOS PERU S.A.C. MERCANTIL S A	23 881	1,59%	25 200	0,948
	23 729	1,58%	18 015	1,317

Fuente: Elaboración propia en base a [36]

Anexo 4. Requisitos para el ácido acético según la NTP 311.164**Requisitos técnicos del Ácido acético**

Ácido acético % en masa	>90 0,02
Residuo fijo máximo % en masa	0,15 0,005
Aldehídos máximo % en masa	Cristalino
Metales pesados máximo % en masa	1,065
Color	
Densidad relativa 20°C/4°C	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Ficha técnica del ácido acético en base a la NTP 311.164

Hoja técnica del producto	
1. Información general del producto:	
Nombre técnico:	Ácido acético glacial
Fórmula química:	CH ₃ COOH
Peso molecular:	60.05
Número CAS:	64-19-7
Código de riesgos:	R 10-35 S 23-26-36 / 37 / 39-45
2. Propiedades Físicas y Químicas:	
Estado físico:	Líquido
Color:	Incoloro
Densidad a 20 °C:	1.05
Temperatura de ebullición:	Aprox. 118 °C
Temperatura de fusión:	Mín. 16.0 °C
Propiedad o reacción:	Ácida
Solubilidad:	Completamente soluble en agua y alcohol.
3. Especificaciones:	
Concentración:	92%
4. Presentación:	
Entambores de PEAD de 100 litros.	
Otra presentación a requerimiento especial del cliente.	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Ficha técnica del envase del ácido acético

TAMBOR CERRADO DE 100 L	
Peso: 4,880 Kg	
Color: Azul	
Espesor promedio: 3,2 mm	
Dimensiones: Diámetro: 489 mm Altura: 670 mm.	
Material: Polietileno de Alta densidad Niveles de apilamiento: 2 Máximo	
Prueba de caída libre: Resiste al impacto en caída libre a 2,4 m de altura sobre el concreto, estando lleno el envase a temperatura ambiente.	Intemperismo: Exposición a la intemperie por 1 año sin afectar las propiedades mecánicas del envase.
Cierre: Dos tapones de 2,5 pulgadas de diámetro con rosca buttress.	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Cantidades importadas de ácido acético por Perú

AÑO	CANTIDAD (t)
2012	4 642
2013	5 347
2014	4 744
2015	5 275
2016	5 947
2017	6 535
2018	5 516
2019	6 734
2020	4 025
2021	7 256

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Procedimiento de resolución

Año	Importaciones	X	X2	XY	Y2
2012	4 642	1	1	4 642	21 548 164
2013	5 347	2	4	10 694	28 590 409
2014	4 744	3	9	14 232	22 505 536
2015	5 275	4	16	21 100	27 825 625
2016	5 947	5	25	29 735	35 366 809
2017	6 535	6	36	39 210	42 706 225
2018	5 516	7	49	38 612	30 426 256
2019	6 734	8	64	53 872	45 346 756
2020	4 025	9	81	36 225	16 200 625
2021	7 256	10	100	72 560	49 140 100

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Coeficiente de la regresión lineal

$$b = \frac{522,717}{2378}$$

$$a =$$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Precio histórico del ácido acético (2013-2022)

AÑO	Precio (US\$/Kg)
2013	1
2014	1, 049
2015	0, 805
2016	0, 714
2017	0, 830
2018	1, 143
2019	0, 813
2020	0, 730
2021	1, 573
2022	1, 473

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Procedimiento de resolución de proyección precio

AÑO	Precio (US\$ /Kg)	Pronóstico	Error de pronóstico	Error absoluto
2013	1	1		
2014	1,049	1	0,049	0,049
2015	0,805	1,022	-0,217	0,217
2016	0,714	0,925	-0,211	0,211
2017	0,83	0,830	0,000	0,000
2018	1,143	0,830	0,313	0,313
2019	0,813	0,971	-0,158	0,158
2020	0,73	0,900	-0,170	0,170
2021	1,573	0,824	0,749	0,749
2022	1,473	1,160	0,313	0,313

ERROR MEDIO	ME	0,074
ERROR ABS MEDIO	MAE	0,242

APLHA
0,449072093

Anexo 12. Proyección de precio del ácido acético (2024-2038)

AÑO	Precio (US\$ / Kg)	Precio (S/ /Kg)
2024	1,405	5,128
2025	1,425	5,201
2026	1,481	5,405
2027	1,480	5,402
2028	1,492	5,445
2029	1,495	5,456
2030	1,49	5,438
2031	1,52	5,548
2032	1,529	5,580
2033	1,532	5,592
2034	1,547	5,628
2035	1,581	5,773
2036	1,611	5,880
2037	1,655	6,040
2038	1,679	6,130

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Criterios de macrolocalización

Criterios	Departamentos		
	Cajamarca	Lima	Puno
Costo por m2 de terreno	1 m2 cuesta US\$ 55	1 m2 cuesta US\$ 1 619	1 m2 cuesta US\$ 100
Acceso a servicios de salud	1 186 establecimientos de salud (Postas/hospitales) [55]	7 464 establecimientos de salud (Postas/hospitales) [55]	689 establecimientos de salud (Postas/hospitales) [55]
Disponibilidad de agua	La producción de agua potable en Cajamarca alcanzó 10 210 000 m3	La producción de agua potable en Lima alcanzó 61 610 000 m3 [56]	La producción de agua potable en Puno 8 017 596 m3 [57]
Costo de m3 de agua	1 m3 cuesta S/.3,40 [58]	1 m3 cuesta S/.2,83 [59]	1 m3 cuesta S/.3,83 [60]
Vías de transporte	-	(Ruta: Cajamarca – Lima) La ruta nacional PE-08 es una carretera transversal que comunica la ciudad de Cajamarca con la carretera Panamericana Norte.	(Ruta: Cajamarca – Puno) La ruta de acceso entre ambas regiones es la carretera Panamericana Sur y la carretera 1S
Acceso a las TIC (tecnología de la información y comunicaciones)	- Cuenta con acceso a internet [61] -	- Cuenta con acceso a internet [61]	- Cuenta con acceso a internet [61]
Disponibilidad de materia prima	- Cajamarca cuenta con 1052 plantas queseras [62] - 15 523 toneladas de queso producido en 2020 [63] - 139 707 000 litros de suero de leche generado [63]	- Lima cuenta con 866 plantas queseras [62] - 10 223 toneladas de queso producido en 2020 [63] - 81 784 000 litros de suero de leche generado [63]	- Puno cuenta con 1311 plantas queseras [62] - 21 694 toneladas de queso producido en 2020 [64] - 173 552 000 litros de suero de leche generado [64]
Costo de materia prima (suero de leche)	S/.0.40 el litro de suero de leche	S/.0.50 el litro de suero de leche	S/.0.20 el litro de suero de leche
Distancia de transporte de la materia prima (terrestre)	-	Cajamarca – Lima (825 km – 15 horas)	Cajamarca – Puno (2 148,4 km – 36 horas)
		0,043 US\$/ton-km [65]	

Coste de transporte de materia prima (terrestre)	-	(35,47 US\$/ton)	(92,38 US\$/ton)
Disponibilidad de energía eléctrica	La generación de energía eléctrica fue de 1 029 gigawatts-hora [66]	La generación de energía eléctrica fue de 20 769 gigawatts-hora [66]	La generación de energía eléctrica fue de 923 gigawatts-hora [66]
Costo de energía eléctrica	10,4 [ctv. US\$ / kWh]	11,2 [ctv. US\$ / kWh]	12,3 [ctv. US\$ / kWh]
Disponibilidad de mano de obra	Tiene una PEA (Población Económicamente Activa) total de 891 100 al 2020 [67]	Tiene una PEA (Población Económicamente Activa) total de 4 804 500 al 2020 [67]	Tiene una PEA (Población Económicamente Activa) total de 827 900 al 2020 [67]
Distancia al mercado objetivo	Lima – Cajamarca (825 km – 15 horas)	-	Puno – Lima (1 510 km – 22 horas)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Ranking de factores (Macrolocalización)

Criterio	Peso	Cajamarca		Lima		Puno	
		C	P	C	P	C	P
Costo por m ² de terreno	11%	4	0.43	1	0.11	5	0.53
Acceso a servicios de salud	6%	4	0.26	5	0.32	2	0.13
Disponibilidad de agua	6%	3	0.19	4	0.26	2	0.13
Costo de m ³ de agua	4%	4	0.17	5	0.21	3	0.13
Vías de transporte	11%	5	0.53	5	0.53	5	0.53
Acceso a las TIC (tecnología de la información y comunicaciones)	6%	5	0.32	5	0.32	4	0.26
Disponibilidad de materia prima	6%	4	0.26	2	0.13	5	0.32
Costo de materia prima (suero de leche)	9%	4	0.34	2	0.17	5	0.43
Distancia de transporte de la materia prima (terrestre)	9%	5	0.43	3	0.26	1	0.09
Coste de transporte de materia prima (terrestre)	9%	5	0.43	3	0.26	1	0.09
Disponibilidad de energía eléctrica	6%	3	0.19	5	0.32	1	0.06
Costo de energía eléctrica	4%	5	0.21	4	0.17	3	0.13
Disponibilidad de mano de obra	6%	4	0.26	5	0.32	3	0.19
Distancia al mercado	6%	4	0.26	5	0.32	2	0.13
			4.26		3.68		3.13

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Criterios de microlocalización

Criterios	Distritos		
	Cajamarca	Hualgayoc	Chota
Extensión territorial	Tiene una expansión territorial de 382,7 km ² y tiene una población de 350 838 habitantes.	Tiene una expansión territorial de 226,2 km ² y tiene una población de 78 482 habitantes.	Tiene una expansión territorial de 392,5 km ² y tiene una población de 143 971 habitantes.
Disponibilidad de agua	Su volumen de producción de agua potable es de 10 595 020,37 m ³	Su volumen de producción de agua potable es de 2 653 411,16 m ³	Su volumen de producción de agua potable es de 1 988 411,50 m ³
Volumen de producción	En 2020 se generaron 7 622 081 litros de lactosuero	En 2020 se generaron 10 520 889 litros de lactosuero	En 2020 se generaron 410 740 litros de lactosuero
Índice de desarrollo humano (IDH)	Su IDH es de 0.5062	Su IDH es de 0.3820	Su IDH es de 0.3450
Acceso de transporte	-	Camino a través de la Carretera 3N (87,9 km)	Camino a través de la Carretera 3N(144 km)
Suministro de energía eléctrica	Lacentral hidroeléctrica deGallito Ciego tiene unaproducción anual de energía de unos 135 GW.	-	Central Hidroeléctrica CarhuaqueroIV (10 MW)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Ranking de factores (Microlocalización)

Criterio	Peso	Cajamarca		Hualgayoc		Chota	
		C	P	C	P	C	P
Extensión territorial	11%	4	0.44	2	0.22	5	0.56
Disponibilidad de agua	22%	5	1.11	2	0.44	3	0.67
Volumen de producción	33%	4	1.33	5	1.67	2	0.67
Índice de desarrollo humano (IDH)	11%	4	0.44	3	0.33	2	0.22
Acceso de transporte	11%	5	0.56	4	0.44	3	0.33
Suministro de energía eléctrica	11%	4	0.44	3	0.33	3	0.33
			4.33		3.44		2.78

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Ubicación de la planta en base a la micro localización

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Criterios de selección de proceso productivo

Criterios	Procesos		
	Carbonilación del metanol	Oxidación del acetaldehído	Fermentación
Ambiental	BASF: Los subproductos del proceso son CO_2 e H_2 Monsato: La cantidad de impurezas orgánicas de yoduro producidos durante el proceso Cativa: Subproducto generado es el ácido propiónico	Subproducto generado es el ácido propiónico	Biomasa
Tecnológico	<p>Generalmente, el medio de reacción comprende un catalizador, agua, ácido acético, monóxido de carbono disuelto, metanol, acetato de metilo, ácido yodhídrico, yoduro de metilo y, opcionalmente, uno o más estabilizantes.</p> <p>BASF: donde el metanol reacciona con monóxido de carbono en presencia de yoduro de cobalto, como catalizador, en fase líquida, a 250°C y 680 bar. La selectividad a ácido acético era del 90% (metanol) y 70% (monóxido de carbono).</p> <p>Monsato: rodio combinado con yodo, como catalizador, obteniendo mejores resultados de selectividad, 99% (metanol) y 90% (monóxido de carbono), con condiciones de operación menos extremas. En este proceso industrial, los reactivos reaccionan de forma continua, en fase líquida, a $150\text{-}200^\circ\text{C}$ y a presiones de hasta 30 bar.</p> <p>Cativa: basado en el uso de un catalizador de iridio.</p>	<p>El proceso Hoechst opera en un rango comprendido entre 50 y 70°C en torres de acero inoxidable que contengan ácido acético (CH_3COOH) como disolvente. Se debe saber que, el calor de reacción se descarta haciendo circular la mezcla de oxidación por un sistema de refrigeración.</p>	<p>Se ha desarrollado e investigado un sistema de reactor híbrido de varias etapas integrado en la membrana para producción fermentativa de ácido acético de alta pureza y proteína de suero a partir de residuos de suero de queso. Integración de los módulos de membrana, en gran medida libres de incrustaciones, con el fermentador tradicional permitió la fermentación con extracción de producto en un esquema continuo.</p>
Rendimiento	El rendimiento está entre el 90% y el 95%	El rendimiento está entre el 85% y el 95%	El rendimiento está entre el 95% y el 98%

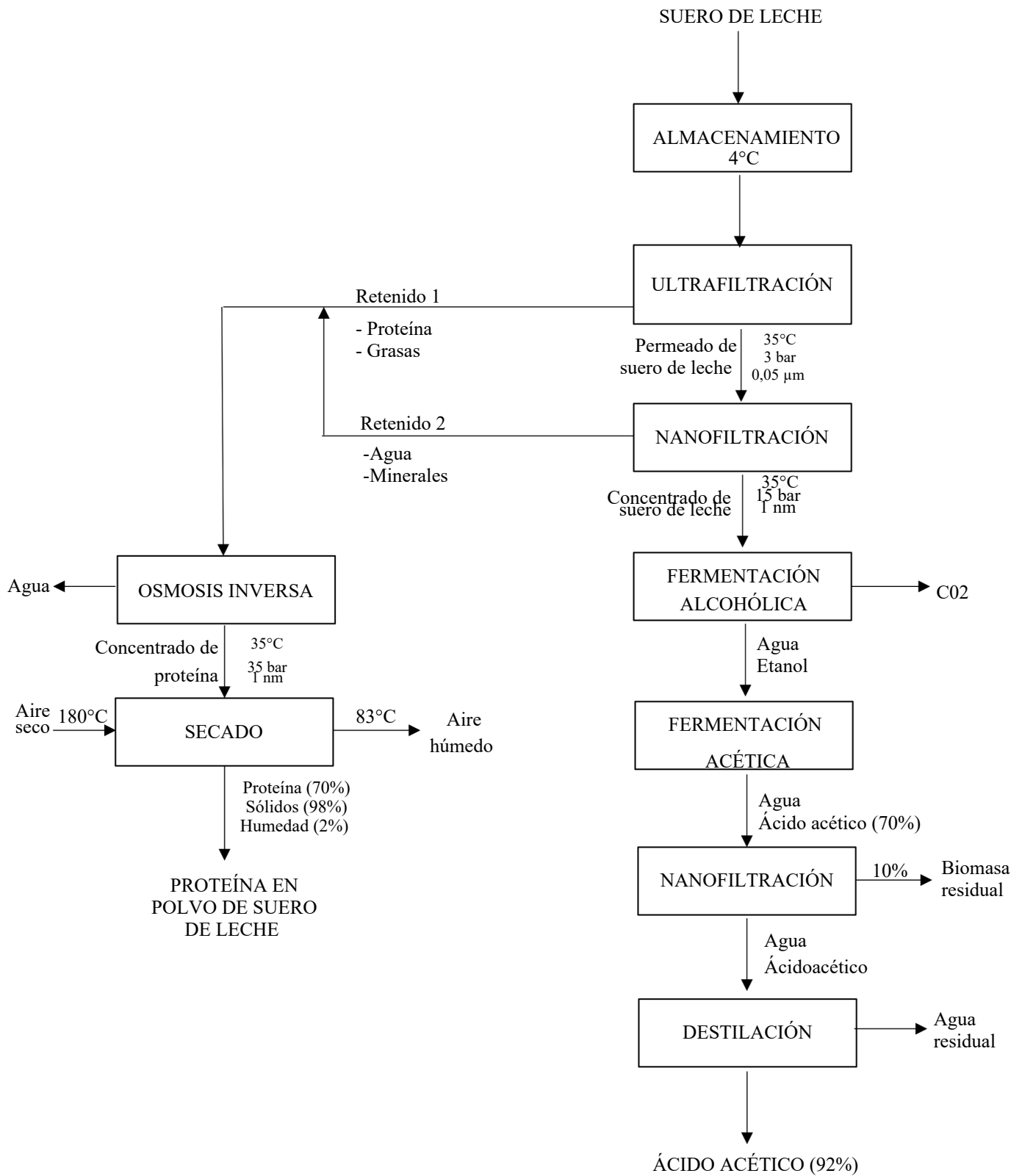
Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Ranking de factores del proceso productivo

Criterio	Peso	C. del metanol		Oxidación del acetaldehído		Fermentación	
		C	P	C	P	C	P
Ambiental	33%	1	0.33	2	0.67	3	1.00
Tecnologico	33%	3	1.00	1	0.33	3	1.00
Rendimiento	33%	2	0.67	1	0.33	3	1.00
		2.00		1.33		3.00	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Diagrama de flujo del proceso productivo de ácido acético



Fuente: Elaboración propia

Anexo 21. Parámetro de producción

Equipo	Parámetro	Especificación	Técnica	Responsable del sector	Responsable del análisis
Tanque de almacenamiento de suero de leche	Temperatura (°C)	4°C	Control manual	Operario de producción	Analista de calidad
Módulo de ultrafiltración	Presión (bar)	3bar	Control manual	Operario de producción	Analista de calidad
	Turbidez	< 0,1NTU	Control manual		
Módulo de nanofiltración	Presión (bar)	15 bar	Control manual	Operario de producción	Analista de calidad
	Turbidez	< 0,1NTU	Control manual		
Biorreactor anaerobio	Temperatura (°C)	35°C ± 1°C	Control manual	Operario de biorreactor	Analista de calidad
	Grado alcohólico				
	pH	3 ≤ 5			
Biorreactor aerobio	Temperatura (°C)	29 °C ± 1 °C	Control manual	Operario de biorreactor	Analista de calidad
	Flujo de aire	3,19 m ³ / s			
	pH	2.5 ≤ 4.5			
	% de ácido				
Módulo de osmosis inversa	Presión (bar)	35 bar	Control manual	Operario de producción	Analista de calidad
	Turbidez	< 0,1NTU			
Secador en spray	Temperatura (°C) aire de entrada	180 °C	Control manual	Operario de secadora	Analista de calidad
	Presión	8bar			
Destilador	Temperatura (°C)	100 °C	Control manual	Operario de destilador	Analista de calidad
Almacenamiento de ácido acético	Temperatura (°C)	25 °C±1°C	Control manual	Operario de producción	Analista de calidad
Almacenamiento de proteína de suero de leche en polvo	Temperatura (°C)	25 °C ± 1°C	Control manual	Operario de producción	Analista de calidad
	Temperatura (°C)		manual	Operario de producción	Analista de calidad
Almacenamiento deaguatratada	Temperatura (°C)	25 °C ± 1°C	manual	Operario de producción	Analista de calidad

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22. Parámetro de calidad de lactosuero

Parámetro de calidad del lactosuero		
Análisis	Parámetro	
Concentración de lactosa	$4 \leq 5,5$	%
Proteína	< 1	%
Materia grasa	$< 0,5$	%
pH	$6 \leq 6,6$	-
Partículas de queso o finos de caseína	$< 0,02$	%
Recuento de termorresistentes	< 1000	ufc/ml

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23. Parámetro de calidad de ácido acético

Parámetro de calidad del ácido acético		
Análisis	Parámetro	
Concentración	≥ 90	%
Densidad	$1026 \leq 1046$	Kg/m ³
Punto de congelación	15,8	C°
Aspecto	-	Líquido claro, incoloro, con olor fuerte

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24. Nutrientes necesarios para la fermentación alcohólica

Nutrientes	Cantidad (g/L)
Levadura (<i>Kluyveromyces marxianus</i>)	3
Fosfato monopotásico	2
Sulfato de magnesio heptahidratado	1
Sulfato de amonio	4
Cloruro de hierro	0,024

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Nutrientes necesarios para la fermentación acética

Nutriente	Cantidad (g/L)
Bacteria (<i>Actobacter Aceti</i>)	0,43
Cloruro de sodio	2
Fosfato de potasio	1
Fosfato diamónico	0,6
Citrato de sodio	0,24
Sulfato de magnesio	0,2
Sulfato de manganeso	0,01
Vitamina del complejo B	0,01

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Plan de producción de unidades de tambores de ácido acético de 100 L

AÑO	INV. INICIAL	PRODUCCIÓN	INV. TOTAL	VENTAS	INV. FINAL
Enero	0	752	752	376	376
Febrero	376	376	752	376	376
Marzo	376	376	752	376	376
Abril	376	376	752	376	376
Mayo	376	376	752	376	376
Junio	376	376	752	376	376
Julio	376	376	752	376	376
Agosto	376	376	752	376	376
Setiembre	376	376	752	376	376
Octubre	376	376	752	376	376
Noviembre	376	376	752	376	376
Diciembre	376	376	752	376	376
2024	376	4 888	5 264	4 512	752
2025	752	5 061	5 813	5 061	752
2026	752	5 605	6 357	5 605	752
2027	752	6 150	6 902	6 150	752
2028	752	6 695	7 447	6 695	752
2029	752	7 240	7 992	7 240	752
2030	752	7 785	8 537	7 785	752
2031	752	8 329	9 081	8 329	752
2032	752	8 874	9 626	8 874	752
2033	752	9 419	10 171	9 419	752
2034	752	9 964	10 716	9 964	752
2035	752	10 508	11 260	10 508	752
2036	752	11 053	11 805	11 053	752
2037	752	11 598	12 350	11 598	752
2038	752	12 143	12 895	12 143	752

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27. Índice de consumo por unidad en la producción de ácido acético

Insumo	Unidad de Compra	Precio Unitario (S/)	Índice de Consumo/ Und	Monto por Unidad (S/)
<u>Materiales Directos</u>				
Suero de leche	Litro	S/-	3390	S/ -
Acetobacter aceti	Kg	S/ 5.00	3.39	S/ 16.95
Cloruro de sodio	Kg	S/ 5.60	6.78	S/ 37.97
Fosfato de potasio	Kg	S/ 2.20	3.39	S/ 7.46
Fosfato diamónico	Kg	S/ 0.55	2.03	S/ 1.12
Citrato de sodio	Kg	S/ 1.01	0.81	S/ 0.82
Sulfato de magnesio heptahidratado	Kg	S/ 12.00	4.07	S/ 48.82
Sulfato de manganeso	Kg	S/ 1.10	0.03	S/ 0.04
Vitamina del complejo B	Kg	S/ 1.00	0.03	S/ 0.03
Levadura (Saccharomyces cerevisiae)	Kg	S/ 2.30	10.17	S/ 23.39
Fosfato monopotásico	Kg	S/ 3.00	6.78	S/ 20.34
Sulfato de amonio	Kg	S/ 0.30	13.56	S/ 4.07
Cloruro de hierro	Litro	S/ 10.00	0.08	S/ 0.81
<u>Costo Total de Materiales Directos</u>				S/ 161.82
<u>Materiales Indirectos</u>				
Tambor HDPE 100 L	Unidad	S/ 52.23	1	S/ 52.23
<u>Costo Total de Materiales Indirectos</u>				S/ 52.23
<u>COSTO DE MATERIALES POR UNIDAD DE VENTA</u>				S/ 214.05

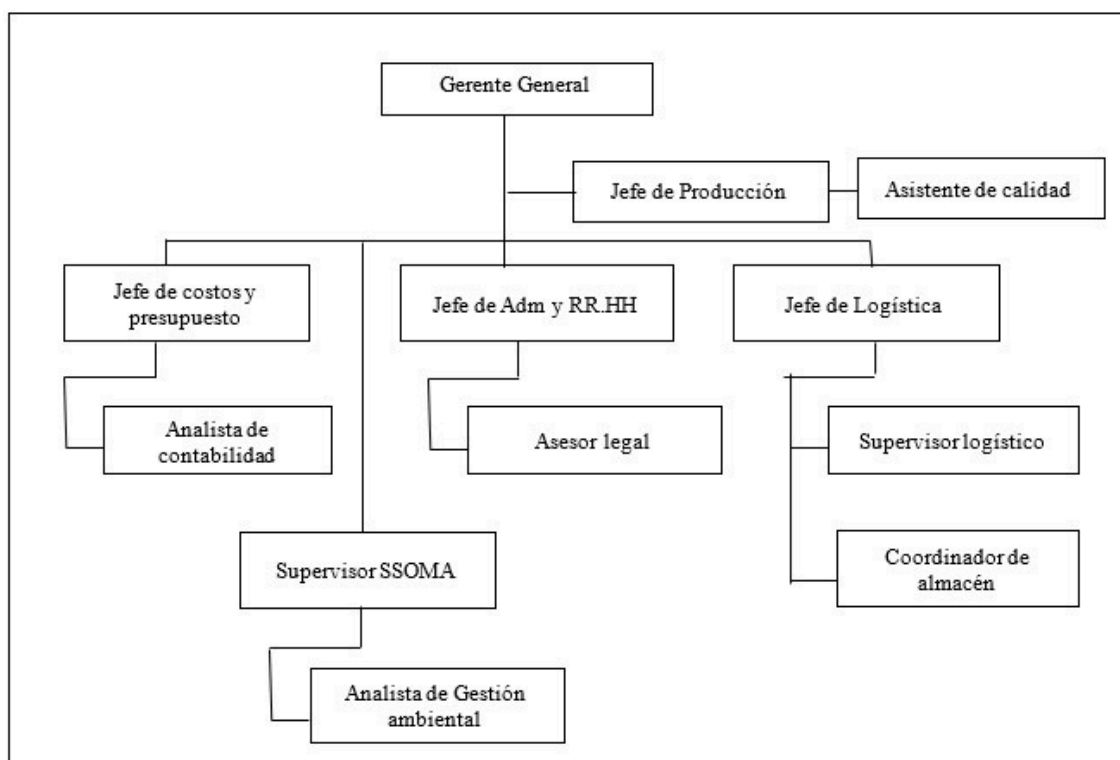
Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Requerimiento de materiales anual de la producción de ácido acético

		Unidad de Compra	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<i>Materiales Directos</i>																	
Suero de leche	t		15 308,9	17 155,7	19 002,4	20 849,2	22 696,1	24 542,8	26 389,6	28 236,4	30 083,2	31 929,9	33 776,7	35 623,5	37 470,3	39 317,1	41 163,8
Acetobacter aceti	Kg		15 308,9	17 155,7	19 002,4	20 849,2	22 696,1	24 542,8	26 389,6	28 236,4	30 083,1	31 929,9	33 776,7	35 623,5	37 470,3	39 317	41 163,8
Cloruro de sodio	Kg		30 617,8	34 311,4	38 004,9	41 698,5	45 392,1	49 085,7	52 779,2	56 472,8	60 166,3	63 859,9	67 553,5	71 247,1	74 940,6	78 634,1	82 327,7
Fosfato de potasio	Kg		15 308,9	17 155,7	19 002,4	20 849,2	22 696,1	24 542,8	26 389,6	28 236,4	30 083,1	31 929,9	33 776,7	35 623,5	37 470,3	39 317,1	41 163,8
Fosfato diamonico	Kg		9 185,3	10 293,4	11 401,4	12 509,5	13 617,6	14 725,7	15 833,7	16 941,8	18 049,9	19 157,9	20 266,1	21 374,1	22 482,1	23 590,2	24 698,3
Citrato de sodio	Kg		3 674,3	4 117,4	4 560,6	5 003,8	5 447,1	5 890,8	6 333,5	6 776,7	7 219,9	7 663,1	8 106,2	8 549,6	8 992,8	9 436,1	9 879,3
Sulfato de magnesio heptahidratado	Kg		18 370,7	20 586,9	22 802,9	25 019,1	27 235,2	29 451,4	31 667,5	33 883,6	36 099,8	38 315,9	40 532,1	42 748,2	44 964,3	47 180,5	49 396,6
Sulfato de manganeso	Kg		153,8	171,6	190	208,4	226,9	245,4	263,8	282,3	300,8	319,2	337,7	356,2	374,7	393,1	411,6
Vitamina del complejo B	Kg		153,0	171,6	190	208,5	226,9	245,4	263,8	282,3	300,8	319,2	337,7	356,2	374,7	393,1	411,6
Levadura (Saccharomyces cerevisiae)	t		45,9	51,6	57,1	62,5	68,1	73,6	79,1	84,7	90,2	95,7	101,3	106,8	112,4	117,9	123,4
Fosfato monopotásico	Kg		30 617,8	34 311,4	38 004,9	41 698,5	45 392,1	49 085,6	52 779,2	56 472,8	60 166,3	63 859,9	67 553,5	71 247,1	74 940,6	78 634,1	82 327,7
Sulfato de amonio	t		61,2	68,6	76,1	83,3	90,7	98,1	105,5	112,9	120,3	127,7	135,1	142,4	149,8	157,2	164,6
Cloruro de hierro	Litro		367,4	411,7	456,1	500,3	544,7	589,1	633,3	677,6	721,9	766,3	810,6	854,9	899,2	943,6	987,9
<i>Materiales Indirectos</i>																	
Tambor HDPE100	Unidad		4 516	5 061	5 605	6 150	6 695	7 240	7 785	8 329	8 874	9 419	9 964	10 508	11 053	11 598	12 143

L

Anexo 29. Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Anexo 30. Descripción de puestos de trabajo

Tabla 1A. Descripción del puesto de Gerente General

Puesto:	Gerente General
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> Mínimo 5 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir, coordinar y controlar las operaciones de todas las áreas de la empresa.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar los requerimientos y recursos de producción. Evaluar y aprobar los costos y presupuestos.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería química y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> Experiencia en materia de planificación y presupuestos Conocimientos sobre las funciones y procesos empresariales (finanzas, RR. HH., compras, operaciones, etc.) Gran habilidad analítica Excelentes capacidades comunicativas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2A. Descripción del puesto de Jefe de Producción

Puesto:	Jefe de producción
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar el cumplimiento de la producción de acuerdo con el plan de producción.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar la planificación de los recursos y materiales. • Crear y mejorar procesos de recolección de datos para los indicadores de monitoreo y evaluación, colaborando con el resto del equipo. • Supervisa presupuestos y control del gasto a planta cada día. • Garantizar la productividad y optimizar costos que garantice competitividad. • Supervisa el plan logístico de compra.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería química y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Excel a nivel avanzado • Inglés a nivel intermedio • Conocimiento de negociación de contratos de servicios (transportes, seguridad, mantenimiento, etc) • Manejo de sistema ERP (SAP)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3A. Descripción del puesto de Asistente de calidad

Puesto:	Asistente de calidad
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 2 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Velar por el cumplimiento de las actividades técnicas, operativas y de calidad del proceso productivo.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar las actividades técnicas y administrativas del laboratorio. • Gestionar nuevas técnicas de ensayos. • Verificar el estado de calibración y operatividad de los equipos. • Verificar los controles de calidad rutinarios de las maquinarias de producción • Apoyar directamente al jefe de producción.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Bachiller/Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería química y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos de la norma ISO 17025. • Conocimiento en ofimática nivel intermedio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4A. Descripción del puesto de Jefe de Adm. Y RR.HH

Puesto:	Jefe de Adm. Y RR.HH.
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar el cumplimiento de la política de la empresa y de las funciones del personal a su cargo.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar el control y seguimiento sobre los procesos de la empresa. • Administrar los procesos de seguridad e higiene, sistema de protección de los colaboradores. • Coordinar las actividades de recreación y celebración de la empresa, así como visitas a la empresa. • Administrar y controlar los recursos presupuestarios de la empresa. • Supervisar el cumplimiento de las obligaciones económicas de la empresa. • Responsable de los procesos de convocación, pre-selección, inducción y salida del personal de la empresa. • Administrar los procesos del control y evaluación del personal, capacitaciones, control de legajos personales y control sanitario del personal
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Administración y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de Herramientas de gestión de Calidad • Buen nivel de comunicación a todo nivel jerárquico. • Orientación a la productividad, planificación y organización, estilo de liderazgo, mejora continua, flexibilidad, adaptación, motivación y compromiso.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5A. Descripción del puesto de Jefe de Costos y Presupuestos

Puesto:	Jefe de Costos y Presupuestos
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y presentar los presupuestos anuales y a largo plazo de la empresa, dándole seguimiento continuo al control de costos de la empresa.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar y presentar informes regulares sobre el rendimiento en relación con el presupuesto, los informes de rentabilidad y las proyecciones financieras. • Implementar, colaborar y controlar los objetivos e indicadores de gestión de todas las áreas para lograr los resultados presupuestados. • Analizar y explicar cualquier variación significativa entre los gastos e ingresos reales y los presupuestados. • Proporcionar apoyo analítico a la gerencia para contribuir en la toma de decisiones estratégicas. • Asegurar que las actividades presupuestarias cumplan con las regulaciones financieras pertinentes.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado de las carreras de Economía, Administración, finanzas y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento crítico y analítico • Conocimiento en ofimática nivel intermedio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6A. Descripción del puesto de Jefe de Logística

Puesto:	Jefe de Logística
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar y supervisar las funciones de todas las áreas siguientes: abastecimiento, logística y gestión de inventario.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Administrar los procedimientos y actividades relacionadas a los procesos de contratación referidos a la adquisición de bienes y/o contratación de servicios • Garantizar que las actuaciones logísticas sean las más adecuadas, para lo cual deberán realizar labores correctivas para que la cadena de suministro funcione de la mejor manera posible. • Optimizar los procesos logísticos, en especial los relacionados con el transporte, con la finalidad de reducir los tiempos de movilización y los costos logísticos. • Administrar y controlar las actividades que se realizan a través del sistema, así como la emisión de los reportes afines para evaluación de la gestión logística.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Administración y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Excel a nivel avanzado • Inglés a nivel intermedio • Conocimiento de negociación de contratos de servicios (transportes, seguridad, mantenimiento, etc) • Manejo de Sistemas informáticos en Logística. • Manejo de Supply Chain Management

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7A. Descripción del puesto de Asesor Legal

Puesto:	Asesor legal
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 2 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Prestar asesoramiento correcto y oportuno a los ejecutivos sobre distintas cuestiones jurídicas
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Colaborar con la dirección para formular estrategias de defensa eficaces • Investigar y evaluar diferentes factores de riesgo referentes a decisiones y operaciones comerciales • Aplicar técnicas de gestión de riesgos eficaces y ofrecer asesoramiento proactivo sobre posibles cuestiones jurídicas
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciado en Derecho
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia demostrable como asesor jurídico en un entorno empresarial • Conocimientos excelentes de derecho y procedimientos corporativos • Plena comprensión de las influencias del entorno externo de una corporación • Capacidad demostrada para crear estrategias defensivas y proactivas legítimas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8A. Descripción del puesto de Analista de contabilidad

Puesto:	Analista de contabilidad
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 2 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con los controles de procesos que aseguren la calidad e integridad de la información a reportar.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión de los registros contables bajo NIIF. • Elaboración de los análisis de cuentas de balance, realizar el seguimiento y depuración de partidas. • Revisión de las conciliaciones bancarias. • Elaboración y presentación de los impuestos mensuales. • Revisión y presentación de los libros electrónicos. • Atención de requerimientos de reguladores externos.
Formación académica:	Titulado de la carrera de Contabilidad.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de gastos. • Experiencia en atención de fiscalizaciones y requerimientos de SUNAT. • Conocimiento de Excel nivel intermedio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9A. Descripción del puesto de Supervisor logístico

Puesto:	Supervisor logístico
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar y prever los requerimientos del cliente interno y externo con la finalidad de asegurar el abastecimiento oportuno de los almacenes.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar los procesos de descarga, gestión de almacenes, del stock y el despacho de los productos. • Realizar seguimientos a los tiempos y calidad de entrega, en el cumplimiento del cronograma planificado.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Administración y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de SAP, Oracle u otros. • Buenas prácticas de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10A. Descripción del puesto de Coordinador de almacén

Puesto:	Coordinador de almacén
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar el control de inventario de los almacenes.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar control de entrada y salida de PT e insumos. • Gestiona la reposición de los materiales. • Revisión de estado de los materiales o equipos periódicamente.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado de las carreras de Ingeniería Industrial, Administración y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento en manejo contractual con proveedores y clientes. • Manejo de control de Inventarios.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11A. Descripción del puesto de Coordinador de almacén

Puesto: Supervisor SSOMA	
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> Verifica que los trabajadores cumplan con los reglamentos de seguridad y salud ocupacional
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> Reportar acciones riesgosas y situaciones peligrosas Proponer mejoras en el lugar de trabajo Tomar en cuenta los comentarios y sugerencias de los trabajadores, quienes pueden detectar factores de riesgo de manera temprana Diseñar cursos de capacitación en materia de seguridad para la resolución de problemas relacionados Supervisar la limpieza del lugar de trabajo Coordinar con el analista de gestión ambiental
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> Titulado en la carrera de: Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial, y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento delaley 29783 (Seguridad y Salud en el Trabajo)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12A. Descripción del puesto de Analista de Gestión Ambiental

Puesto: Analista de Gestión Ambiental	
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> Mínimo 3 años en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> Mitigar los impactos ambientales reales o potenciales generados en las actividades relacionadas con la producción, distribución y comercialización.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> Realizar las actividades de monitoreo ambiental, en sus distintas matrices (agua, aire, ruido, emisiones gaseosas). Elaboración de informes propios de la inspección Informar al Supervisor SSOMA sobre no conformidades durante la inspección.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> Bachiller o titulado en la carrera de: Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial, Ingeniería Química y/o carreras afines.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> Especialización en Gestión Ambiental (Cursos o Diplomados). Certificado en Interpretación y formación como Auditor interno para la norma ISO 14001. Experiencia en Evaluación y Control de Riesgos Ambientales en industrias

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13A. Descripción del puesto de operador de producción

Puesto: Operario de producción	
Experiencia:	<ul style="list-style-type: none"> Mínimo 1 año en el puesto
Función general:	<ul style="list-style-type: none"> Manejo y Uso correcto de los equipos y/o máquinas asignados.
Funciones específicas:	<ul style="list-style-type: none"> Reportar fallas/anomalías de la maquinaria asignada. Gestionar los procesos y operaciones de producción.
Formación académica:	<ul style="list-style-type: none"> Formación técnica en producción industrial.
Requisitos:	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de informes Manejo de Office a nivel usuario

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31. Capacidad anual de la planta

Año	Capacidad diseñada (t)	Capacidad utilizada (t)		Capacidad ociosa (t)
2024	1 214	452	37,2%	763
2025	1 214	506	41,7%	708
2026	1 214	561	46,2%	654
2027	1 214	615	50,6%	599
2028	1 214	670	55,1%	545
2029	1 214	724	59,6%	490
2030	1 214	778	64,1%	436
2031	1 214	833	68,6%	381
2032	1 214	887	73,1%	327
2033	1 214	942	77,6%	272
2034	1 214	996	82,1%	218
2035	1 214	1 051	86,5%	163
2036	1 214	1 105	91%	109
2037	1 214	1 160	95,5%	54
2038	1 214	1 214	100%	0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32. Elección de maquinaria

Proceso	Maquinaria	Características	Opción 1	Opción 2	Justificación
Almacenamiento de suero de leche	Tanque de almacenamiento refrigerante	Origen:	Perú	Colombia	Se considerará la Opción 1 puesto que la maquinaria se encuentra dentro del país y no se requerirá importarla, también porque tiene mayor capacidad y cumple con los requisitos de refrigeramiento.
		Capacidad:	12 t	10 t	
		Rango de °C:	10°C – 2°C	10°C – 5°C	
		Proveedor:	Euromilk SAC	CORMAQ	
		Medidas (l*a*h):	3,8*2,1*2,4 [m]	3,2*2,1*2,4 [m]	
Ultrafiltración	Sistema de ultrafiltración	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la opción 1 debido a la alta eficiencia de rendimiento y debido a que el diámetro del filtro cumple con el parámetro de retención requerido.
		Capacidad:	12 t	12 t	
		Rendimiento:	96%	93%	
		Diámetro de filtro:	15 nm	30 nm	
		Proveedor:	Acqua Tecnología	Pure aqua	
Medidas (l*a*h):	1,7*0,8*1,8 [m]	1,7*1*1,5 [m]			
Nanofiltración	Sistema de nanofiltración	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la opción 2 debido a que cumple con la capacidad requerida.
		Capacidad:	10 t	12 t	
		Rendimiento:	90%	96%	
		Diámetro de filtro:	1nm	1 nm	
		Proveedor:	Pure aqua	Tetra Pak	
Medidas (l*a*h):	1,7*1*1,5 [m]	1,7*1,3*1,3[m]			
		Origen:	Perú	España	

Fermentación alcohólica	Biorreactor anaerobio	Capacidad:	4 t	4 t	Se considerará la Opción 1 puesto que la maquinaria se encuentra dentro del país y no se requerirá importarla.
		Proveedor:	Inoxpa	Della Tofolla Group	
		Medidas (l*a*h):	1,8*1,5*2,1 [m]	2*1,5*2,1 [m]	
Fermentación acética	Biorreactor aerobio	Origen:	Perú	China	Se considerará la Opción 1 puesto que la maquinaria se encuentra dentro del país y no se requerirá importarla.
		Capacidad:	1 t	1 t	
		Proveedor:	Inoxpa	Qiangzhong	
		Medidas (l*a*h):	1*1,1*1,8 [m]	1,1*1,2*1,7 [m]	
Nanofiltración	Sistema de nanofiltración	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la opción 2 debido a que cumple con el rendimiento requerido.
		Capacidad:	1 t	1 t	
		Rendimiento:	90%	96%	
		Diámetro de filtro:	1nm	1nm	
		Proveedor:	Pure aqua	Tetra Pak	
		Medidas (l*a*h):	1,7*1*1,5 [m]	1,7*1,3*1,3[m]	
Evaporación	Evaporador industrial	Origen:	Perú	Colombia	Se considerará la Opción 1 puesto que la maquinaria se encuentra dentro del país y no se requerirá importarla.
		Capacidad:	1 t	1 t	
		Proveedor:	Thermex Industrial S.A.C	SAITA SAC	
		Medidas (l*a*h):	2 *1,7*1,8	2,1 *1,7*1,8	
Osmosis inversa	Sistema de osmosis inversa	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la Opción 2 puesto que el material más resistente a la corrosión es el acero inoxidable de grado 316.
		Capacidad:	10 t	10 t	
		Diámetro de filtro:	0,5 nm	0,1 nm	
		Proveedor:	Pure aqua	Tetra Pak	
		Medidas (l*a*h):	1,7*1*1,5 [m]	1,7*1,3*1,8[m]	
Almacenamiento de agua tratada	Tanque de almacenamiento	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la opción 2 debido a que cumple con la capacidad requerida.
		Capacidad:	8 t	10 t	
		Proveedor:	Firotecnia	Minecsa Perú	
		Medidas (l*a*h):	3,8*2,1*2,4 [m]	3,2*2,1*2,4 [m]	
Secado	Secador en spray	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la Opción 1 puesto que el proceso debe llevarse a cabo en un rango de temperatura de 180 – 230 °C
		Capacidad:	2 t	210°C - 350°C	
		Rango de temperatura de aire:	100°C - 240°C		
		Proveedor:	Cima Industries INC	R y R Térmica SAC	
		Medidas (l*a*h):	4*4,6*5,1	6*4,5*5	
Almacenamiento de proteína de suero de leche en polvo	Tanque de almacenamiento	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la Opción 2 puesto que el material más resistente a la corrosión es el acero inoxidable de grado 316.
		Capacidad:	0,5 t	0,5 t	
		Material:	Acero Inoxidable SS304L	Acero Inoxidable SS316L	
		Proveedor:	Dynalfux	Ace machinery	
		Medidas (l*a*h):	1,2*1,2*3	1,2*1,5*2,9	
Almacenamiento de ácido acético	Tanque de almacenamiento	Origen:	Perú	Perú	Se considerará la opción 2 debido a
		Capacidad:	0,5 t	1 t	

Material:	Acero Inoxidable SS316L	Acero Inoxidable SS316L	que cumple con la capacidad requerida.
Proveedor:	Ace machinery	PDS Powder fy	
Medidas (l*a*h):	1,2*1,2*3	1,5*1,2*3,5	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 33. Método de Guerche

Tabla 14A. Cálculo del área de producción

Maquinaria			Largo	Ancho	Altura (H)	SS	SG	SE	ST
	n	N	(L)	(A)					
Tanque de almacenamiento refrigerante	2	2	3.8	2.1	2.4	7.98	15.96	3.59	55.06
Sistema de ultrafiltración	2	1	1.7	0.8	1.8	1.36	1.36	0.41	6.26
Sistema de nanofiltración 1	2	1	1.7	1.3	1.8	2.21	2.21	0.66	10.17
Biorreactor anaerobio	1	1	1.8	1.5	2.1	2.70	2.70	0.81	6.21
Biorreactor aerobio	1	1	1	1.1	1.8	1.10	1.10	0.33	2.53
Sistema de nanofiltración 2	1	1	1.7	1.3	1.3	2.21	2.21	0.66	5.08
Destilador	1	1	2	1.7	1.8	3.40	3.40	1.02	7.82
Sistema de osmosis inversa	2	1	1.7	1.3	1.8	2.21	2.21	0.66	10.17
Tanque de almacenamiento de agua tratada	2	2	3.2	2.1	2.4	6.72	13.44	3.02	69.55
Secador en spray	1	1	4	4.6	5.1	18.40	18.40	5.52	63.48
Tanque de almacenamiento de proteína en polvo	1	2	1.2	1.5	2.9	1.80	3.60	0.81	9.32
Tanque mezclador de retenidos	1	1	2.8	2.1	2	5.88	5.88	1.76	20.29
Tanque de almacenamiento de ácido acético	1	2	1.5	1.2	3.5	1.80	3.60	0.81	9.32
Superficie total									275.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15A. Cálculo del área de laboratorio de calidad

Elementos			Largo	Ancho	Altura	SS	SG	SE	ST
	n	N	(L)	(A)	(H)				
Elementos móviles									
Silla de escritorio	2	1	0.5	0.5	1	0.25	0.25	0.1	1.2
Elementos fijos									
Escritorio	2	1	0.8	1.2	0.77	0.96	0.96	0.4	4.7
Lavatorio de laboratorio	1	2	0.7	0.5	0.8	0.35	0.7	0.2	1.3
Estante	2	1	1	0.8	1.8	0.8	0.8	0.4	3.9
Superficie total									11.18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16A. Cálculo del área de la oficina administrativa

OFICINA ADMINISTRATIVA									
Elementos	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (H)	SS	SG	SE	ST
Elementos móviles									
Silla de escritorio	4	2	0.5	0.5	1	0.25	0.5	0.2	3.7
								0.0	
Elementos fijo									
Escritorio	4	1	0.8	1.2	0.77	0.96	0.96	0.4	9.4
Estante	2	1	1	0.8	1.8	0.8	0.8	0.4	3.9
Superficie total									17.07

Fuente: Elaboración propia

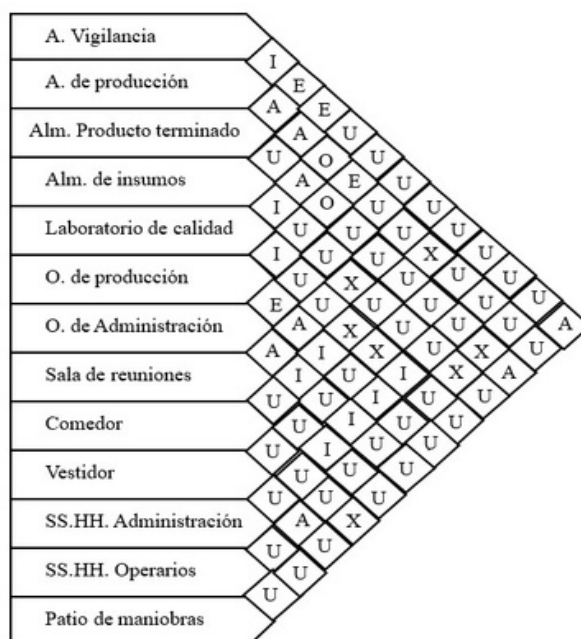
Tabla 17A. Cálculo del área de la oficina de producción

OFICINA DE PRODUCCIÓN									
Elementos	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (H)	SS	SG	SE	ST
Elementos móviles									
Silla de escritorio	5	2	0.5	0.5	1	0.25	0.5	0.2	4.6
								0.0	
Elementos fijo									
Escritorio	5	1	0.8	1.2	0.7	0.96	0.96	0.4	11.8
Estante	1	1	1	0.8	1.8	0.8	0.8	0.4	2.0
Superficie total									18.39

Fuente: Elaboración propia

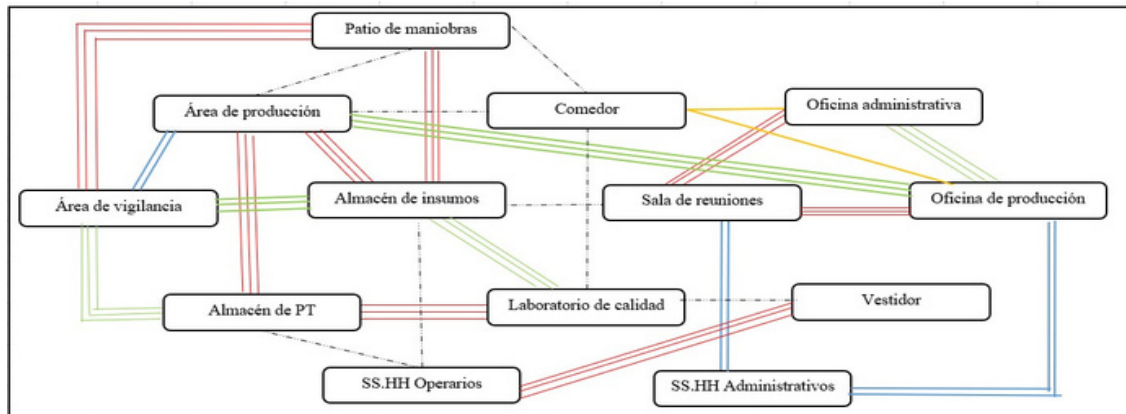
Anexo 34. Método SLP

Figura 1A. Diagrama relacional actividades del proceso productivo de obtención de ácido acético



Fuente: Elaboración propia

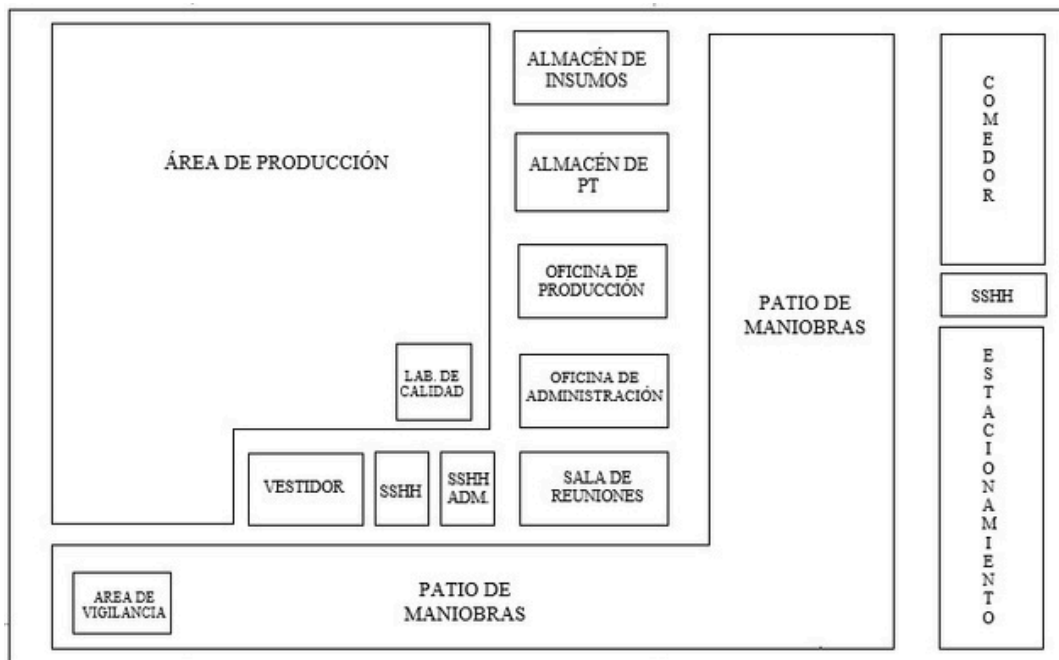
Figura 2A. Diagrama relacional de recorridos del proceso productivo de obtención de ácido acético



Le tra	Nivel	de Simbolo
A	Proximidad	A bs
E	oluta me nte	Muy
I	importante	
O	Importante	R e c
U	ome nda ble	
X	Indiferente	
	Indeseable	

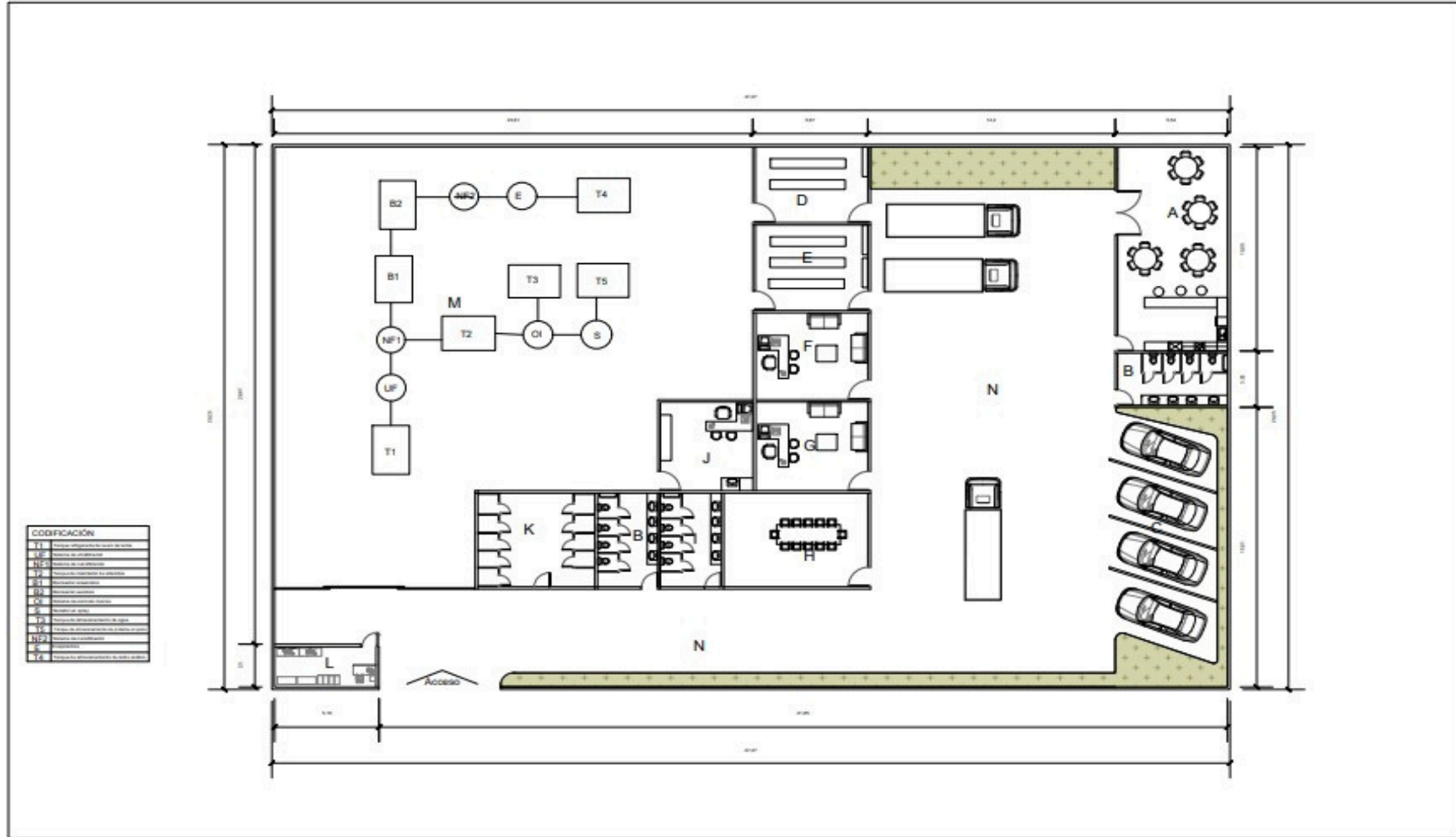
Fuente: Elaboración propia

Figura 3A. Diagrama relacional de espacios del proceso productivo de obtención de ácido acético



Fuente: Elaboración propia

Anexo 35. Plano de la planta de ácido acético



CODIFICACIÓN	
T1	Almacén de insumos
LF	Almacén de PT
NP1	Almacén de insumos
NP2	Almacén de insumos
B1	Almacén de insumos
B2	Almacén de insumos
CI	Almacén de insumos
S	Almacén de insumos
T1	Almacén de insumos
T2	Almacén de insumos
T3	Almacén de insumos
T4	Almacén de insumos
T5	Almacén de insumos
T6	Almacén de insumos
T7	Almacén de insumos
T8	Almacén de insumos
T9	Almacén de insumos
T10	Almacén de insumos
T11	Almacén de insumos
T12	Almacén de insumos
T13	Almacén de insumos
T14	Almacén de insumos
T15	Almacén de insumos
T16	Almacén de insumos
T17	Almacén de insumos
T18	Almacén de insumos
T19	Almacén de insumos
T20	Almacén de insumos
T21	Almacén de insumos
T22	Almacén de insumos
T23	Almacén de insumos
T24	Almacén de insumos
T25	Almacén de insumos
T26	Almacén de insumos
T27	Almacén de insumos
T28	Almacén de insumos
T29	Almacén de insumos
T30	Almacén de insumos
T31	Almacén de insumos
T32	Almacén de insumos
T33	Almacén de insumos
T34	Almacén de insumos
T35	Almacén de insumos
T36	Almacén de insumos
T37	Almacén de insumos
T38	Almacén de insumos
T39	Almacén de insumos
T40	Almacén de insumos
T41	Almacén de insumos
T42	Almacén de insumos
T43	Almacén de insumos
T44	Almacén de insumos
T45	Almacén de insumos
T46	Almacén de insumos
T47	Almacén de insumos
T48	Almacén de insumos
T49	Almacén de insumos
T50	Almacén de insumos
T51	Almacén de insumos
T52	Almacén de insumos
T53	Almacén de insumos
T54	Almacén de insumos
T55	Almacén de insumos
T56	Almacén de insumos
T57	Almacén de insumos
T58	Almacén de insumos
T59	Almacén de insumos
T60	Almacén de insumos
T61	Almacén de insumos
T62	Almacén de insumos
T63	Almacén de insumos
T64	Almacén de insumos
T65	Almacén de insumos
T66	Almacén de insumos
T67	Almacén de insumos
T68	Almacén de insumos
T69	Almacén de insumos
T70	Almacén de insumos
T71	Almacén de insumos
T72	Almacén de insumos
T73	Almacén de insumos
T74	Almacén de insumos
T75	Almacén de insumos
T76	Almacén de insumos
T77	Almacén de insumos
T78	Almacén de insumos
T79	Almacén de insumos
T80	Almacén de insumos
T81	Almacén de insumos
T82	Almacén de insumos
T83	Almacén de insumos
T84	Almacén de insumos
T85	Almacén de insumos
T86	Almacén de insumos
T87	Almacén de insumos
T88	Almacén de insumos
T89	Almacén de insumos
T90	Almacén de insumos
T91	Almacén de insumos
T92	Almacén de insumos
T93	Almacén de insumos
T94	Almacén de insumos
T95	Almacén de insumos
T96	Almacén de insumos
T97	Almacén de insumos
T98	Almacén de insumos
T99	Almacén de insumos
T100	Almacén de insumos

LEYENDA

A	COMEDOR	H	SALA DE REUNIONES	PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO A PARTIR DEL LACTOSUERO GENERADO POR LA INDUSTRIAS LACTEAS DE CAJAMARCA	FECHA: JUNIO 2023
B	SS.HH	I	SS.HH ADM		PLANO: PLANTA
C	ESTACIONAMIENTO	J	LAB DE CALIDAD	PROYECTO: TESIS II	LÁMINA:
D	ALMACÉN DE INSUMOS	K	VESTIDORES	UBICACIÓN: CAJAMARCA	ESCALA: INDICADA
E	ALMACÉN DE PT	L	AREA DE VIGILANCIA	ESTUDIANTE: ALESSANDRA TORRES GARCÍA	
F	OFICINA DE PRODUCCIÓN	M	AREA DE PRODUCCIÓN	ASESORA: MSC. ING. YSABEL NEVADO ROJAS	
G	OFICINA DE ADMINISTRACIÓN	N	PATIO DE MANIOBRAS		

A-01

Anexo 36. Costos de producción
Tabla 18A. Mano de obra directa

COLABORADOR	AÑO	CANTIDAD	SALARIO	TOTAL ANUAL
Operario de producción	2024 (1 año)	8	S/ 1,025.00	S/ 98,400.00
	2025 (2 año)	8	S/ 1,025.00	S/ 98,400.00
	2026 (3 año)	9	S/ 1,025.00	S/ 110,700.00
	2027 (4 año)	10	S/ 1,025.00	S/ 123,000.00
	2028 (5 año)	12	S/ 1,025.00	S/ 147,600.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15A. Mano de obra indirecta

COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	SUB TOTAL	TOTAL ANUAL
Jefe de planta	1	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 36,000.00
Supervisor de logística	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00
Asistente de calidad	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 18,000.00
Coordinador dealmacén	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16A. Resumen de Gastos de comercialización

	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
Sueldos de Colaboradores de Comercialización	S/ 69,420.00	S/ 69,420.00	S/ 69,420.00	S/ 69,420.00	S/ 69,420.00
<i>Gastos de Marketing</i>					
Promoción Investigación de Mercados	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Total	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
<i>Gastos de Distribución</i>					
Transportes de PT (Tercerizado)	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00
Total	S/ 27,095.45	S/ 30,364.09	S/ 33,632.73	S/ 36,901.37	S/ 40,170.01
Total	S/ 27,095.45	S/ 30,364.09	S/ 33,632.73	S/ 36,901.37	S/ 40,170.01
Total	S/ 54,190.90	S/ 60,728.18	S/ 67,265.46	S/ 73,802.75	S/ 80,340.03
GASTOS TOTALES DE COMERCIALIZACIÓN	S/ 99,715.45	S/ 102,984.09	S/ 106,252.73	S/ 109,521.37	S/ 112,790.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17A. Sueldo de colaboradores de comercialización

COLABORADOR	CANTIDAD	SUELDO (S/.)	TOTAL ANUAL/Op.
Jefe de Marketing	1	S/ 3,250.00	S/ 39,000.00
Asistente de ventas	1	S/ 1,300.00	S/ 15,600.00
Auxiliar de almacén	1	S/ 1,235.00	S/ 14,820.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18A. Gastos de distribución

Año	Toneladas	Soles (S) / t	Total
1 año	451.6	60	S/ 27,095.45
2 año	506.1	60	S/ 30,364.09
3 año	560.5	60	S/ 33,632.73
4 año	615.0	60	S/ 36,901.37
5 año	669.5	60	S/ 40,170.01

Fuente: Elaboración propia

Anexo 37. Análisis de sensibilidad

Tabla 19A. Resumende análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad	Escenarios	TIR
Precio	Actual	41,5%
	5%	21,8%
	10%	18,4%
	15%	10,6%
Materiales directos	Actual	41,5%
	10%	37,0%
	40%	26,9%
	70%	16,3%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19A. Análisis de sensibilidad de precio de venta

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS		S/ 2,144,446.83	S/ 2,595,244.17	S/ 2,915,537.45	S/ 3,324,598.43	S/ 3,616,640.23
5%		S/ 2,037,224.49	S/ 2,465,481.96	S/ 2,769,760.58	S/ 3,158,368.51	S/ 3,435,808.22
10%		S/ 1,930,002.14	S/ 2,335,719.75	S/ 2,623,983.71	S/ 2,992,138.59	S/ 3,254,976.21
15%		S/ 1,822,779.80	S/ 2,205,957.54	S/ 2,478,206.83	S/ 2,825,908.67	S/ 3,074,144.20
EGRESOS		S/ 1,713,044.64	S/ 1,823,078.18	S/ 1,945,123.88	S/ 2,067,455.33	S/ 2,202,100.41
SALDO		S/ 431,402.19	S/ 772,165.99	S/ 970,413.57	S/ 1,257,143.10	S/ 1,414,539.82
SALDO 1		S/ 324,179.84	S/ 642,403.78	S/ 824,636.70	S/ 1,090,913.18	S/ 1,233,707.81
SALDO 2		S/ 216,957.50	S/ 512,641.57	S/ 678,859.83	S/ 924,683.26	S/ 1,052,875.80
SALDO 3		S/ 109,735.16	S/ 382,879.36	S/ 533,082.96	S/ 758,453.34	S/ 872,043.79
IMPUESTOS 1		S/ 97,253.95	S/ 192,721.13	S/ 247,391.01	S/ 327,273.95	S/ 370,112.34
IMPUESTOS 2		S/ 65,087.25	S/ 153,792.47	S/ 203,657.95	S/ 277,404.98	S/ 315,862.74
IMPUESTOS 3		S/ 32,920.55	S/ 114,863.81	S/ 159,924.89	S/ 227,536.00	S/ 261,613.14
DEPRECIACIÓN		S/ 47,209.43	S/ 47,209.43	S/ 47,209.43	S/ 47,209.43	S/ 47,209.43
FLUJO NETO	-S/ 1,464,434.80	S/ 478,611.62	S/ 819,375.42	S/ 1,017,623.00	S/ 1,304,352.53	S/ 1,461,749.25
FNE 1	-S/ 1,464,434.80	S/ 274,135.32	S/ 496,892.08	S/ 624,455.12	S/ 810,848.66	S/ 910,804.90
FNE 2	-S/ 1,464,434.80	S/ 199,079.68	S/ 406,058.53	S/ 522,411.31	S/ 694,487.71	S/ 784,222.49
FNE 3	-S/ 1,464,434.80	S/ 124,024.04	S/ 315,224.99	S/ 420,367.50	S/ 578,126.77	S/ 657,640.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20A. Análisis de sensibilidad de Materiales directos

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS		S/ 2,144,446.83	S/ 2,595,244.17	S/ 2,915,537.45	S/ 3,324,598.43	S/ 3,616,640.23
MATERIALES DIRECTOS		S/ 730,747.25	S/ 818,900.44	S/ 907,053.63	S/ 995,206.81	S/1,083,360.00
10%		S/ 803,821.97	S/ 900,790.48	S/ 997,758.99	S/ 1,094,727.50	S/ 1,191,696.00
40%		S/ 1,023,046.15	S/ 1,146,460.61	S/ 1,269,875.08	S/ 1,393,289.54	S/ 1,516,704.00
70%		S/ 1,242,270.32	S/ 1,392,130.74	S/ 1,541,991.16	S/ 1,691,851.58	S/ 1,841,712.00
EGRESOS 1		S/ 1,786,119.37	S/ 1,904,968.22	S/ 2,035,829.24	S/ 2,166,976.01	S/ 2,310,436.41
EGRESOS 2		S/ 2,005,343.54	S/ 2,150,638.35	S/ 2,307,945.33	S/ 2,465,538.06	S/ 2,635,444.41
EGRESOS 3		S/ 2,224,567.72	S/ 2,396,308.49	S/ 2,580,061.42	S/ 2,764,100.10	S/ 2,960,452.41
SALDO		-S/ 80,120.89	S/ 198,935.68	S/ 335,476.03	S/ 560,498.33	S/ 656,187.82
SALDO 1		S/ 358,327.46	S/ 809,124.80	S/ 1,129,418.08	S/ 1,538,479.07	S/ 1,830,520.87
SALDO 2		S/ 139,103.29	S/ 589,900.63	S/ 910,193.91	S/ 1,319,254.89	S/ 1,611,296.69
SALDO 3		-S/ 80,120.89	S/ 370,676.45	S/ 690,969.73	S/ 1,100,030.72	S/ 1,392,072.52
IMPUESTOS 1		S/ 107,498.24	S/ 242,737.44	S/ 338,825.43	S/ 461,543.72	S/ 549,156.26
IMPUESTOS 2		S/ 41,730.99	S/ 176,970.19	S/ 273,058.17	S/ 395,776.47	S/ 483,389.01
IMPUESTOS 3		S/ -	S/ 111,202.94	S/ 207,290.92	S/ 330,009.22	S/ 417,621.76
DEPRECIACIÓN		S/ 47,209.43	S/ 47,209.43	S/ 47,209.43	S/ 47,209.43	S/ 47,209.43
FLUJO NETO	-S/ 1,464,434.80	-S/ 32,911.46	S/ 246,145.11	S/ 382,685.47	S/ 607,707.76	S/ 703,397.25
FNE 1	-S/ 1,464,434.80	S/ 298,038.65	S/ 613,596.79	S/ 837,802.09	S/ 1,124,144.78	S/ 1,328,574.04
FNE 2	-S/ 1,464,434.80	S/ 144,581.73	S/ 460,139.87	S/ 684,345.17	S/ 970,687.86	S/ 1,175,117.12
FNE 3	-S/ 1,464,434.80	-S/ 32,911.46	S/ 306,682.95	S/ 530,888.25	S/ 817,230.93	S/ 1,021,660.19

Fuente: Elaboración propia.