

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



**Diseño de línea de producción de carbonato de calcio para aprovechar la cáscara de huevo en empresa San Roque SAC**

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

**AUTOR**

**Orlando Alfonso Chirinos Obando**

**ASESOR**

**Sonia Mirtha Salazar Zegarra**

<https://orcid.org/0000-0002-5299-1200>

**Chiclayo, 2023**

**Diseño de línea de producción de carbonato de calcio para  
aprovechar la cáscara de huevo en empresa San Roque SAC**

PRESENTADA POR

**Orlando Alfonso Chirinos Obando**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Abel Enrique González Wong  
PRESIDENTE

Ysabel Nevado Rojas  
SECRETARIO

Sonia Mirtha Salazar Zegarra  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mis queridos abuelos, padres y hermana; gracias a cuya constante ayuda y sanos consejos he culminado mis estudios.

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://profesorrenato.files.wordpress.com">profesorrenato.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repository.udistrital.edu.co">repository.udistrital.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	Juan Hernández Ávila, Eleazar Salinas Rodríguez, Alberto Blanco Piñón, Eduardo	<1%

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de literatura .....</b>	<b>11</b>
<b>Materiales y métodos.....</b>	<b>13</b>
<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>14</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>33</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>34</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>35</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>40</b>

## Resumen

La presente investigación tiene por objetivo proponer la instalación de una planta productora de carbonato de calcio con las cáscaras de huevo generadas por la fábrica de dulces tradicionales San Roque, basándose en los residuos generados desde el año 2017-2021, con un aproximado de 12 000 kg de cáscaras de huevo al año, los cuales ocasionan impactos negativos en el suelo, aire y agua. La metodología del estudio es de tipo descriptiva y se realizó por etapas; en primer lugar, se realizó un estudio de mercado, se localizó la planta, se analizó la viabilidad técnica en ingeniería y, por último, se evaluó la viabilidad económica financiera. Entre los resultados obtenidos se obtuvo que la demanda insatisfecha de carbonato de calcio para el 2026 alcanzará las 120 669,86 toneladas métricas. La planta estará ubicada dentro de la fábrica San Roque, en el distrito de Lambayeque, con un área total de 250 m<sup>2</sup>. El diseño de la línea de producción incluye las etapas de recepción, lavado, agitación, molienda, secado, tamizado y secado al vacío; obteniéndose como producto terminado los sacos de carbonato de calcio de 25 kg. El análisis económico financiero arrojó un VAN de -S/ 38 667,59; siendo este un proyecto no viable.

**Palabras clave:** línea de producción, carbonato de calcio, cáscaras de huevo, estudio de mercado, proceso productivo, análisis económico.

## Abstract

The objective of this research is to propose the installation of a calcium carbonate production plant from the eggshells generated by the San Roque traditional candy factory, based on the waste generated from the year 2017-2021, with an approximate of 12 000 kg of eggshells per year, which cause negative impacts on the soil, air and water. The methodology of the study is descriptive and was carried out in stages; In the first place, a market study was carried out, the plant was located, the technical feasibility in engineering was analyzed and, finally, the financial economic viability was evaluated. Among the results obtained, it was obtained that the unsatisfied demand for calcium carbonate by 2026 will reach 120 669,86 metric tons. The plant will be located within the San Roque factory, in the Lambayeque district, with a total area of 250 m<sup>2</sup>. The design of the production line includes the stages of reception, washing, agitation, grinding, drying, sifting and vacuum drying; 25 kg bags of calcium carbonate are obtained as a finished product. The financial economic analysis showed a NPV of -S/ 38 667,59; finally concluding as a non-viable project.

**Keywords:** production line, calcium carbonate, egg shells, market research, production process, economic analysis.

## Introducción

El consumo y producción de huevo, especialmente el de gallinas ha mostrado tendencias de crecimiento constantes, desde el año 2000 al 2017 la producción de huevos aumentó de 50 a 80 millones de toneladas, con un aumento de la tasa promedio anual de 2,7% para este periodo. Para el año 2017 la producción huevos a nivel mundial logró los 1 417 billones de unidades, lo que equivale a 80,1 millones de toneladas métricas, incrementando en 1,4% a lo obtenido el año anterior. [1]

En el Perú el consumo y producción de huevos de gallina ha registrado tendencias de aumento, logrando en el año 2020 una producción de 41 mil toneladas mensuales, lo cual representa un incremento a una tasa anual de 2%. El sector avícola ha tenido un gran crecimiento durante los últimos años, debido al incremento en la producción de aves, así como también en la producción de huevos de gallina; en enero de 2021, representó el 28,5% dentro del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria (ave 23,8% y huevo de gallina, 4,7%) [2]

Del mismo modo, el consumo per cápita del huevo de gallina en nuestro país es de 14,1 kg/habitante/año (224 huevos/ habitante/año); siendo México el país en donde más se consume per cápita en el mundo, que logró durante el último año los 22,9 kg/habitante/año (367 huevos/habitante/año) [1]. Esto tendría sentido con las cifras presentadas por el MINAGRI en los reportes del Sistema Integrado de Estadística Agraria, en donde la producción de huevos de gallina en el año 2018, ascendió las 452 mil toneladas, lo que señala un aumento del 9,0% con respecto a un similar periodo del año anterior. Del mismo modo, durante los años 2000 al 2018 se puede ver un aumento a una tasa anual del 5,3%. [1]

En Lambayeque la cantidad de cáscaras de huevo generadas se obtuvieron teniendo en cuenta el consumo per cápita nacional (14,1 kg/habitante/año) [1] y la cantidad de pobladores según el último censo en 2017 obtenida del INEI (1 197 260 habitantes) [3], calculándose finalmente que durante el año 2017 se produjo alrededor de 1 676 164 kg de cáscaras de huevo, teniendo en cuenta que un huevo de gallina estándar contiene aproximadamente 10% de cáscara, en donde el carbonato de calcio puede llegar hasta 98% del peso total. [4]

En la industria avícola del Perú, la relación producto/residuo es mayor que en la industria tradicional, en donde existe una relación de 9/1 según Echevarría [5], por lo que puede generar problemas ambientales, pese a esto, en el residuo de cáscara de huevo existe un potencial de reutilización que no se aprovecha; esto genera grandes cantidades de residuos sólidos que van a terminar en los rellenos sanitarios o incluso peor, en los botaderos generando así la contaminación de los espacios públicos.



Por esta razón, estos desechos tienen que ser aprovechados para la obtención de otros productos, como fertilizantes, alimentos para gallinas ponedoras y pollos de engorde, aditivos naturales para materiales de construcción e insumos para la producción de pinturas [6]. Sin embargo, en la empresa San Roque no se le da ningún uso y es desechado, es ahí donde un buen manejo de residuos por parte de la empresa podría generar una economía circular con las avícolas, que son sus proveedores de huevos.

El carbonato de calcio, es un componente importante de algunas rocas y también es el esqueleto de algunos seres vivos, como las conchas marinas y los corales. A menudo se utiliza como alimento para aves domésticas. La mejor alternativa es utilizarlo para gallinas ponedoras y pollos de engorde en granjas avícolas de la provincia de Lambayeque. [7]

Según Veritrade, en los últimos 5 años en el Perú se han importado 20 millones de dólares de carbonato de calcio, valor muy elevado a comparación de los 6 millones de dólares en exportaciones. Esto demostraría la existente demanda en el uso de este compuesto y por ende la potencial demanda de alimentos para gallinas ponedoras y pollos de engorde a base de cáscaras de huevo. Una forma de reducir el impacto que tienen estos residuos es el utilizarlos para la fabricación del carbonato de calcio, el cual tendrá un impacto positivo en la empresa, ya que se aprovecharía y fomentaría la producción nacional, con proyecciones de poder exportarlo como producto destinado a la agricultura y consecuentemente disminuir las importaciones, de esta forma se puede contribuir con un buen manejo de residuos. [8]

Actualmente, la región Piura es la principal fuente compradora de alimento para gallinas ponedoras y pollos de engorde, con una demanda anual de carbonato de calcio granulado de 582.32 toneladas y una demanda de carbonato de calcio grueso de aproximadamente 270.96 toneladas por año. Esto corresponde a una demanda total de 853.28 toneladas anuales, con una demanda anual de 948.48 toneladas de carbonato de calcio fino y 770.4 toneladas de carbonato de calcio grueso para gallinas ponedoras, etc. en el mercado y zona de Lambayeque, productos para avicultura y operaciones agrícolas a pequeña escala. [9]

La empresa San Roque SAC, ubicada en la región Lambayeque se dedica actualmente a la producción y comercialización de dulces tradicionales peruanos, posee una planta de producción de 5 500 m<sup>2</sup> tiene una capacidad de producción de 5 000 kg por día para la fabricación de los diferentes productos, para lo cual demanda 450 kg de huevos al día, lo cual equivale a 7 200 cáscaras de huevo, en un mes se puede llegar a producir 1 350 kg de cáscaras,

las cuales si llegan a ser procesadas para la producción de carbonato de calcio pueden servir como alimento para gallinas ponedoras y pollos de engorde.

Debido a las cantidades mencionadas anteriormente de cáscaras de huevo producidas por la industria alimentaria y la posible necesidad de cáscaras de huevo como suplemento nutricional para las aves, este estudio plantea las siguientes preguntas: ¿Cómo deberían diseñarse las líneas de producción de carbonato de calcio? ¿Será posible utilizar los desechos de la cáscara de huevo obtenidos de San Roque SAC? El objetivo general fue diseñar una línea de producción de carbonato de calcio que utilizara cáscara de huevo de San Roque. Los objetivos específicos fueron los siguientes. Estas tareas incluyeron diagnosticar la situación actual de las cáscaras de huevo remanentes en el proceso productivo de la empresa, comprender la demanda de carbonato de calcio en la región de Lambayeque y realizar investigaciones técnicas para la instalación de equipos de producción de carbonato de calcio. Construir la planta y realizar análisis económicos, financieros y ambientales de la propuesta.

Dentro de ese contexto, la presente investigación es de gran importancia, ya que, plantea el aprovechamiento de residuos sólidos, en este caso, las cáscaras de huevo que serán materia prima para la fabricación de carbonato de calcio para que este nuevo producto pueda ser utilizado como alimento para gallinas ponedoras y pollos de engorde. Es por esto que se plantea la implementación de una línea de producción de carbonato de calcio, y así la empresa puede obtener mayores beneficios ya que se puede lograr convertir estos residuos en un producto vendible, lo cual generaría ingresos para la empresa y ya no habría gastos en cuanto al manejo de residuos y generar una economía circular con el fin de obtener una certificación.

## Revisión de literatura

En la actualidad existen investigaciones que implican el uso de la cáscara de huevo con el propósito de utilizar a este desecho y obtener diversos aprovechamientos. En seguida, se presentan algunos estudios que ayudan a fortalecer la investigación sobre el uso de cáscara de huevo para la obtención de carbonato de calcio a partir de un proceso viable.

La presente investigación plantea el uso de la cáscara de huevo como materia prima para la fabricación de carbonato de calcio, ya que la cáscara de huevo es una biocerámica, es decir, un material biocompatible que está compuesta de dos fases, una fase inorgánica y otra orgánica, las cuales contienen 95,1 % de minerales, de los cuales 93,6% contiene  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de calcio) en forma de calcita o caliza en su forma natural, 0,8% de  $\text{MgCO}_3$  carbonato de magnesio y 0,73% de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (fosfato tricálcico), 1,6% de agua, y finalmente 3,3% de materia orgánica, evidenciándose en su composición una de carbonato de calcio en gran cantidad. El carbonato de calcio se presenta en la naturaleza en diversas purezas y formas, forma parte de las rocas y los esqueletos de varios organismos y también es la sal de calcio más abundante en la naturaleza. La versatilidad del carbonato de calcio lo hace tener una gran demanda a nivel industrial, ya que puede utilizarse como materia prima en la producción de plásticos, alimentación animal, papel, cosméticos, etc. Con respecto a un tema más medicinal, el carbonato cálcico es una sal que contiene un 40% de calcio, elemento fundamental en el proceso de formación de dientes y huesos. [7]

Fernández [7] en un estudio realizado en Chile titulado “Cáscara de huevo: un modelo de biomineralización” cuyo objetivo fue estudiar la estructura de la cáscara del huevo y los compuestos orgánicos e inorgánicos que contiene. Las cáscaras de los huevos de las aves se componen de cuatro capas. La membrana de la cáscara del huevo, la capa mamilar y la capa en empalizada, que es la más gruesa de las cuatro capas y contiene carbonato de calcio en forma de calcita. Está presente en mayores proporciones y finalmente contiene la cutícula, la capa más externa de la cáscara que contiene los pigmentos que le dan color a la cáscara.

En la investigación de Castañeda [10] se realizó un trabajo de investigación titulado “Una alternativa ecoeficiente para el aprovechamiento de la cáscara de huevo, un producto de desecho obtenido de la cáscara de huevo” realizado en Argentina, se desarrolló un proceso para separar físicamente el carbonato de calcio del revestimiento interno de la corteza cerebral. Se concluyó que esta es una alternativa sustentable al uso de cáscaras de huevo de desecho en la producción de derivados del huevo. El sistema diseñado podría alcanzar una eficiencia de proceso del 64,5 % y una eficiencia de separación general del 94,8 %. Además, se obtuvieron 96% de carbonato de calcio, 0,87% de material insoluble en ácido y 2,1% de sales de magnesio y álcalis. Este estudio demuestra el diseño de un proceso adecuado para separar membranas proteicas de costras de calcio a nivel de laboratorio y muestra que puede usarse para diseñar procesos de producción de carbonato de calcio a gran escala.

Así mismo en el artículo de Sukjoon *et al.* [11], titulado “Utilization of calcium carbonate particles from eggshell waste as coating pigments for ink-jet printing paper” se estudió la recuperación y el uso de la cáscara de huevo y la aplicación del carbonato de calcio obtenido de estos residuos biológicos como pigmento de recubrimiento para impresión. El método que utilizaron para la extracción fue la unidad de separación por flotación (DAF) para recuperar el carbonato de calcio presente en la cáscara y la membrana. Los resultados mostraron que el proceso por unidad de separación DAF recuperó exitosamente el 96% de la membrana de la cáscara y el 99% de carbonato de calcio presente en la cáscara de huevo en solo 2 horas de procesamiento. Posteriormente al carbonato se le dio tres tratamientos, el primero con vinagre, el segundo con levadura y el tercero fue un tratamiento térmico. Finalmente, concluyeron que el uso de carbonato en los pigmentos mejora el rendimiento de las impresiones multicolores.

Paz *et al.* [12] en su investigación titulada “Obtención de carbonato de calcio de conchas de piangua” en donde las conchas de Piangua *Anadara spp.* recolectadas de los manglares de la Bahía de Buenaventura en Valle, Colombia, fueron tratadas con ácido clorhídrico (37%) para su análisis. temperatura. (Tratamiento A) o ácido clorhídrico comercial (27%) (Tratamiento B). Los rendimientos de carbonato de calcio fueron 82,48% y 77,21%, respectivamente. El análisis espectral gráfico reveló que la concentración del elemento calcio era superior al 20%. Esto indica la presencia de carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  de la cáscara de piangua *Anadara spp.* Es apto tanto para uso medicinal como para consumo animal.

Cruz *et al.* [13] en su investigación titulada “Análisis del ciclo de vida de la producción de hidróxido de calcio a partir de cáscaras de huevo” analiza el impacto ambiental de la producción de hidróxido de calcio a partir de residuos industriales de cáscara de huevo. Los productores de huevos botan grandes cantidades del exceso de cáscara, desaprovechando el carbonato de calcio que está presente en un 94% estos desechos y que sirve como para materia prima para otros productos como el hidróxido de calcio. El análisis del impacto ambiental consideró un flujo de 1 000 kg de cáscaras para un proceso que inicia con la extracción, transporte, transformación y distribución. El análisis arrojó que la etapa de mayor impacto y que tiene la mayor huella de carbono fue la etapa de producción por el alto consumo de electricidad de las maquinarias.

### **Materiales y métodos**

Este estudio fue de alcance descriptivo con un diseño de investigación cuantitativa. El siguiente trabajo se realizó para evaluar la propuesta de introducir una línea de producción de carbonato de calcio.

Estudio de mercado: El análisis de la investigación de mercado evaluó varios factores, entre ellos: Oferta y demanda de carbonato de calcio y precios de los productos. Esto nos permite determinar la viabilidad comercial a través de la planificación de ventas. Para el análisis de la demanda, se determinó como una demanda aparente; puesto que se atacará la demanda abastecida por las importaciones, cuyos datos fueron obtenidos por Trademap del año 2016 al 2020. Gracias a ello se pudo realizar una proyección de esta para los 5 años siguientes.

Para analizar las ofertas se analizaron ofertas pasadas de 2015 a 2019. Se decidió que el mercado objetivo serían las empresas proveedoras de huevos debido al potencial de crear una economía circular.

Localización de planta: Para obtener la más adecuada localización de planta, se realizó un análisis de macro y micro localización. A nivel macro se tuvieron en cuenta factores como aspectos geográficos, infraestructura, entre otros. Y a nivel micro se analizaron factores como mano de obra, agua, energía eléctrica, materias primas, factores geográficos, vías de comunicación y transporte y disponibilidad de suelo.

Evaluación en ingeniería y tecnología: Se pudo definir al producto en base a los requerimientos y necesidades del mercado. Además, respecto al plan de ventas se obtuvo la capacidad de planta en base a lo que se debe producir para abastecer la demanda y con ello se elaboró el plan de producción para los siguientes 5 años, para finalmente determinar lo requerido de materiales e insumos para la producción. Después, se realizó la descripción del proceso productivo con ayuda de diagramas de flujo y de proceso, para luego realizar balance de materiales en las etapas críticas del mismo y así establecer indicadores de eficiencia por área. El estudio técnico tecnológico se realizó a partir del material bibliográfico, diagramas de flujo, método de

distribución de planta, diagramas de operaciones; donde se determinó en primer lugar la localización de la planta, para lo cual se tuvo en consideración la accesibilidad, localización de la materia prima, disponibilidad de servicios públicos, disponibilidad de capital humano, y el costo de transporte de insumos y productos. Luego de ello se utilizó del método Guerchet para establecer el tamaño y la distribución de la planta; así también se definió el proceso productivo, tecnología a usar, equipos, personal de producción, distribución de la empresa, tamaño del proyecto (capacidad de planta) y cadena de suministros.

Análisis económico financiero de la propuesta: Se realizó una propuesta respecto al costo y gasto de maquinaria, equipos, mano de obra, materias primas y consumibles a utilizar. Además, se realizó un análisis de sensibilidad para calcular el punto de equilibrio, las cifras clave VAN y TIR y el grado de recuperación de la inversión.

Análisis ambiental de la propuesta: Se utilizó una matriz de importancia para medir cualitativamente el impacto con base en las características del impacto y el grado de cambio causado por las actividades en la instalación, y finalmente proponer medidas de mitigación.

## Resultados y discusión

Diagnóstico de la situación actual de la cáscara de huevo generado en el proceso productivo de la empresa.

En la presente investigación se tomaron los datos proporcionados por San Roque, en donde al año 2021 hubo un total de 114 200 kg de huevos consumidos. Teniéndose como resultado un total de 11 420 kg de cáscaras de huevo. (ver Tabla 1)

**Tabla 1. Cantidad de cáscaras de huevo generadas en el proceso productivo de San Roque 2017-2021 (kg)**

Año	San Roque	
	Consumo de huevos (kg)	Producción de cáscaras de huevo (kg)
2017	94 000	9 400
2018	100 000	10 000
2019	104 000	10 400
2020	109 000	10 900
2021	114 200	11 420
Total	521 200	52 120

**Fuente: Elaboración propia en base a San Roque SAC [14]**

Cabe resaltar que para la cantidad de residuos generados se tuvieron en cuenta los porcentajes sugeridos por la investigación realizada por Vera y Vélez [4], en la que menciona que las cáscaras de huevo representan el 10% del peso total del huevo de gallina y es considerado uno de los residuos sólidos más importantes en el proceso productivo de San Roque SAC. [14]

La cantidad en kg de cáscaras que se generan en los siguientes 5 años se determinó con la información registrada hasta el 2021; para lo cual se aplicó el método de regresión lineal, teniéndose una tasa de crecimiento de 2,98% (ver Tabla 2).

**Tabla 2. Cantidad pronosticada de cáscaras de huevo (kg) generadas por San Roque en los próximos 5 años**

Periodo	Año	Consumo de huevos (kg)	Producción de cáscaras de huevo (kg)	Tasa de crecimiento (%)
1	2017	94 000	9 400	
2	2018	100 000	10 000	
3	2019	104 000	10 400	
4	2020	109 000	10 900	
5	2021	114 200	11 420	
6	2022	120 000	12 000	2,77%
7	2023	126 000	12 600	2,85%
8	2024	138 600	13 860	2,93%
9	2025	142 400	14 240	3,02%
10	2026	157 700	15 770	3,11%
Promedio				2,98%

**Fuente: San Roque [14]**

Para el proceso de fabricación de alfajor gigante, la empresa cuenta con las zonas de elaboración de galleta, elaboración de manjar blanco, elaboración de dulce de maní, armado del producto. Para la elaboración de la materia prima se requiere harina, bicarbonato de amonio, antimoho y huevos, es aquí donde se desechan las cáscaras de huevo.

Es posible utilizar cáscaras de huevo como materia prima para la extracción de carbonato cálcico, pero en San Roque se desechan cada día aproximadamente 40 kg de cáscaras de huevo sin ningún valor añadido, y su eficacia como complemento nutricional para las aves es limitada. estar perdido. Debido a sus beneficios, se deben incluir suplementos ricos en calcio en la dieta de las aves, por sus beneficios, debido a esto se ha generado un alimento funcional que se definen como "alimentos o ingredientes que proporcionan beneficios para la salud en comparación con los nutrientes convencionales". [15].

Las cáscaras de huevo tienen un alto contenido de calcio, pero pueden desecharse y convertirse en un polvo fino, proporcionando una alternativa para aumentar el contenido de este mineral en los alimentos, como en las dietas de las aves. Cada cáscara de huevo se compone en un 94% de carbonato de calcio; en un 3% de proteínas y en un 1% de carbonato de magnesio, fosfato de calcio y grasa; tiene una porosidad equivalente a  $8\ 000/150\text{ cm}^2$  y un espesor de entre 0,2 a 0,4 milímetros. En otras palabras, si la cáscara pesa 6 g, contiene aproximadamente 5,5 g de carbonato de calcio [16]. Este se puede obtener para el consumo de las gallinas ponedoras mediante el proceso propuesto ya que la necesidad de calcio aumenta durante el período de producción. Por lo tanto, el aporte de calcio en una dieta avícola equilibrada es esencial. Es necesario para la formación de la cáscara de los huevos de las hembras y de las aves en general, para combatir enfermedades provocadas por parásitos, hongos y bacterias.

#### Determinar la demanda de carbonato de calcio mediante un estudio de mercado

##### ***Demanda de carbonato de calcio a nivel nacional***

Existen dos tipos de carbonato de calcio, precipitado y micronizado. Ambos tienen los mismos ingredientes, pero diferentes procesos de elaboración. A nivel mundial, la demanda de carbonato de calcio ha aumentado últimamente y continúa creciendo para ambos tipos de productos, con aplicaciones en diversos sectores industriales.

Los productos obtenidos de la cáscara de huevo incluyen principalmente carbonato de calcio, que sirve como insumo en la producción de alimento balanceado para aves ponedoras. En el estudio realizado por Altamirano y Ramos [17], se utilizó aproximadamente 1% de carbonato de calcio para preparar 3000 kg de alimento balanceado para aves, como se muestra en la Tabla 3.



**Tabla 3. Composición del alimento balanceado para aves.**

Ingrediente	Cantidad (kg)
Maíz molido	2009
Torta soya ame	842,26
Torta palmiste	18,06
Fosfato bicálcico	60,2
Carbonato de calcio fino	30
Cloruro de colina 75%	1,50
Formycine	56,1
<b>Total</b>	<b>3 000 kg</b>

**Fuente: Altamirano y Ramos [17]**

La materia prima (cáscara de huevo) de la que se obtiene el carbonato cálcico es un subproducto que no tiene otra aplicación y causa problemas de contaminación y es costoso de gestionar y eliminar los residuos de las operaciones comerciales. Estas cáscaras pueden transformarse en productos comercializables y tienen demanda en el mercado de alimentos concentrados para consumo animal. Donde los residuos de la empresa se convierten en un producto que se devuelve a los proveedores de huevos de San Roque, creando así una economía circular entre ambas empresas. Es probable que esta actividad sea viable al generar empleo y, por tanto, generar bienestar económico para el sector social en cuestión. El uso de estas cáscaras de huevo podría crear una nueva fuente de desarrollo para el distrito de Lambayeque. La demanda de carbonato de calcio por región se presenta a continuación en la Tabla 5.

**Tabla 4. Demanda histórica de carbonato de calcio por región, del periodo 2017 al 2019 (toneladas)**

Región	2017	2018	2019
Arequipa	8 004	7 616	8 950
Ica	7 142	8 263	7 627
La Libertad	9 595	10 576	11 146
Lambayeque	988	614	147
Lima	15 064	16 222	15 408

**Fuente: SIEA – Encuesta mensual a establecimientos agroindustriales [18]**

La región Lambayeque presenta una demanda baja de carbonato de calcio a comparación con las otras regiones, sin embargo, estos valores son significativos debido a que en la empresa San Roque se podría obtener alrededor de 12 toneladas al año.

### *Oferta de carbonato de calcio a nivel nacional*

La oferta de carbonato viene a estar dada por la producción nacional y las importaciones de dicho producto, la oferta histórica se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5. Oferta histórica del carbonato de calcio en el periodo 2015-2019**

Año	Producción (TM)	Importaciones (TM)	Oferta (TM)
2015	14 696	81 289,6	95 985,1
2016	13 425	42 865,9	56 290,9
2017	11 820	88 454,9	100 274,4
2018	10 379	91 848,7	102 227,7
2019	10 421	87 059,7	97 480,2

**Fuente: SUNAT**

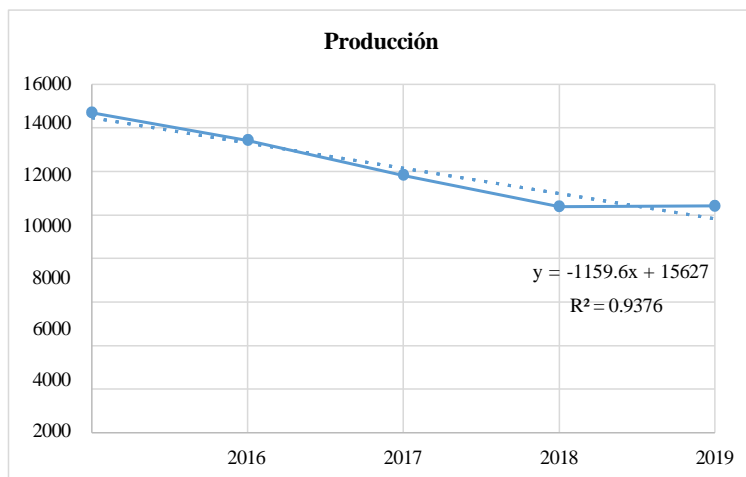
La oferta proyectada se realizó con los datos mostrados en la Tabla 5, utilizando el método de regresión lineal con  $R^2 = 0,88$ . Se proyectó para un periodo de 5 años, ver la Tabla 6. En Lambayeque la venta de carbonato de calcio se comercializa generalmente en sacos con presentaciones de 50 kg.

**Tabla 6. Proyecciones de producción, importaciones y oferta de carbonato de calcio**

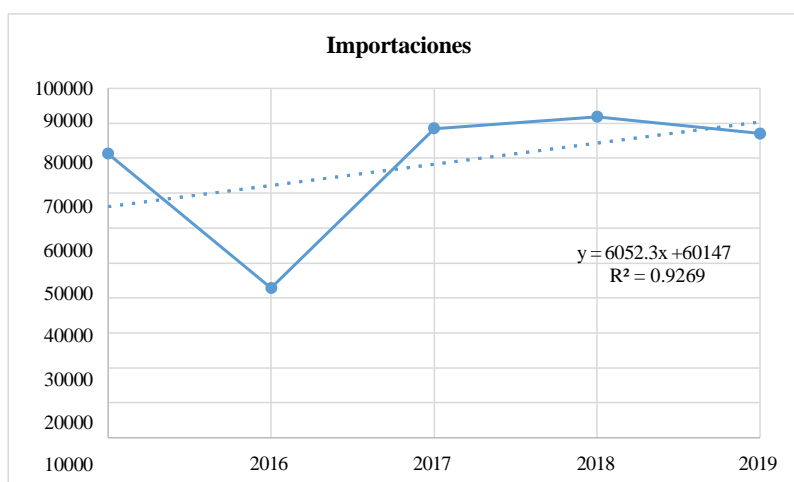
Año	Producción (TM)	Importaciones (TM)	Oferta (TM)
2022	8 669,1	96 460,66	105 129,76
2023	7 509,5	102 512,96	110 022,46
2024	6 349,9	108 565,26	114 915,16
2025	5 190,3	114 617,56	119 807,86
2026	4 030,7	120 669,86	124 700,56

**Fuente: SUNAT**

Para proyectar la oferta se tomarán por separado la producción e importaciones pues dicha información será de utilidad para los siguientes puntos a tratar. Ahora, en la Figura 1 se muestra la tendencia de la producción de carbonato que ha ido decreciendo en los últimos años, mientras que en la Figura 2 se observa cómo han ido aumentando las importaciones con una tendencia positiva, es por ello que para las proyecciones se utilizará la Regresión Lineal.

**Figura 1. Tendencia de la producción de carbonato de calcio en el Perú (TM)**

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 2. Tendencia de la importación de carbonato de calcio en el Perú (TM)**

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos de ambas figuras se halla el coeficiente de correlación, para el caso de la producción es de 0,9376 y para las importaciones es de 0,9269. Para ambos casos los coeficientes son mayores de 80 lo que confirmaría que existe una fuerte relación entre los datos y por ende se validan los pronósticos.

### ***Demanda insatisfecha***

La demanda insatisfecha viene a estar dada por las importaciones, puesto que, el proyecto no pretende reducir la participación de mercado de las empresas peruanas sino de las empresas internacionales. En la Tabla 7 se muestran las proyecciones de la demanda insatisfecha de carbonato de calcio para el periodo 2022 – 2026.

**Tabla 7. Proyecciones de la demanda insatisfecha**

<b>Año</b>	<b>Importaciones (TM)</b>
2022	96 460,66
2023	102 512,96
2024	108 565,26
2025	114 617,56
2026	120 669,86

**Fuente:** SUNAT

### ***Caracterización del producto***

De acuerdo con la Universidad Nacional de Costa Rica [19] el carbonato de calcio tiene las siguientes características: es un polvo fino, microcristalino blanco o incoloro, químicamente estable en el aire, y se considera insoluble en agua y/o alcohol. La existencia de sales de amonio o dióxido de carbono aumenta su solubilidad en agua, mientras que la presencia de cualquier hidróxido alcalino la reduce. En cuanto a la granulometría, oscila entre malla 80 a malla 140.

Gracias a su tamaño especial de partículas, las gallinas ponedoras pueden almacenar partículas de carbonato en la parte interior del buche para impartir calcio a las cáscaras de los huevos, haciéndolas menos frágiles. Suele ser blanco, puede ser de color crema [20].

Para que pueda llamarse carbonato de calcio como tal su composición química debe incluir por lo menos un 98% de  $\text{CaCO}_3$  y tiene un margen del 2% para otros compuestos químicos como el Bario, Hierro, etc. Y cuenta con una vida útil de 10 años en ambiente de preservación controlada.

Según Guevara y Castro [22], el carbonato de calcio es utilizado para mejorar la velocidad de extrusión y las propiedades de los plásticos. En la industria agrícola se utiliza como alimento para animales y también como fertilizante. Se utiliza principalmente en la alimentación de aves, ya que mejora la calidad del huevo, ya que contribuye a la integridad de la cáscara de la ponedora y fortalece los huesos de las aves. Sus aplicaciones en algunas de estas industrias se detallan a continuación.

### *Papel*

Para la producción de papel de escritura e impresión se utiliza carbonato de calcio micronizado porque actúa como relleno, recubrimiento y mejora las propiedades del producto. Asimismo, en la industria del embalaje para la producción de cartón actúa principalmente como relleno, rellenando los huecos de la celulosa, mejorando las propiedades mecánicas y reduciendo la acidez del proceso. [22].

### *Plásticos*

El carbonato de calcio funciona como relleno en la producción de polietileno, polipropileno, poliestireno y PVC. Ya que proporciona mayor dureza, rigidez y resistencia al desgaste. La resistencia aumenta cuando se utiliza como carga. Para el PVC, el tamaño de partícula debe ser de 1,5 a 4,0  $\mu\text{m}$ , para el polietileno de 2,0 a 3,0  $\mu\text{m}$  y para el polipropileno de 1,5 a 3,5  $\mu\text{m}$  [22].

### *Pinturas e impermeabilizantes*

En la industria de pinturas se utiliza debido a cargas naturales como calcita, talco y cuarzo. La que más se utiliza es la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) por su disponibilidad en grandes cantidades y bajo precio. Aumenta el rendimiento de la pintura de alta calidad ya que proporciona mayor cobertura. [22].

### *Vidrio*

Ríos y Velasquez [23] afirman que el carbonato de calcio actúa como fundente, brinda resistencia mecánica, brillo y funciona para estabilizar la red interna; porque su función es introducir óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) a la mezcla. La composición química utilizada para el carbonato de calcio utilizado para producir vidrio sodocálcico como vidrio para ventanas, botellas, etc., es de: 55,2 % de  $\text{CaO}$  mínimo; 0,035 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  máximo.

### *Fertilizantes*

Se utiliza porque eleva el pH de los suelos ácidos y, por tanto, tiene un efecto en la solución del suelo ya que reduce la concentración de aluminio soluble y esto afecta desfavorablemente el desarrollo de las plantas. La principal aplicación del carbonato de calcio en los fertilizantes es crear un suelo mejor oxigenado, ya que el suelo es más poroso, tiene mejor drenaje y tiene un pH entre 6,2 y 7,4 [22], [23].

### *Nutrición animal y alimentos balanceados*

El carbonato de calcio mejora el rendimiento de todo tipo de piensos para animales. Constituye una fuente importante de calcio, especialmente para la producción de pollo, siendo un aporte esencial para la industria del alimento balanceado, además de proporcionar consistencia al producto [22], [23]. Tanto la integridad de la cáscara del huevo de gallina ponedora como la fortaleza de los huesos son beneficiosas, por lo que se recomienda como complemento alimenticio el carbonato cálcico, obtenido de la cáscara del huevo.

En la avicultura esto es cada vez más necesario debido al desarrollo óseo del pollo. Se encuentra en las aves en un 98 a 99% como hidroxiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , con pequeñas cantidades de fosfato de calcio no cristalino y carbonato de calcio y el 1% restante de calcio se encuentra en el plasma y en otros fluidos corporales. [21]

### ***Factores que limitan la comercialización***

Se encuentra la disponibilidad de materia prima en Lambayeque, puesto que el carbonato de calcio es obtenido a partir de desechos de cáscara de huevo por la empresa San Roque, en función del crecimiento del mercado se podrían considerar también los residuos de otras empresas del sector de dulces artesanales en la región Lambayeque. Además, también se consideran los factores económicos, culturales y políticos intrínsecos en cada proyecto y que podrían poner en riesgo la correcta comercialización del producto, como son los cambios en los hábitos de consumo, el ingreso de nuevos gobiernos, etc.

Actualmente, la oferta del carbonato de calcio en el Perú está dada por la producción nacional más las importaciones de los diferentes países, considerando las estadísticas del Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Exterior [24] y las importaciones y

exportaciones de carbonato de calcio [25], las importaciones representarían en promedio el 85,64% del total de la oferta, siendo la producción nacional el otro 14,36%.

Realizar un estudio técnico tecnológico para la instalación de una planta productora de carbonato de calcio

### ***Localización***

Para la macro localización del proyecto se identificó específicamente la región Lambayeque, ya que las cáscaras de huevo utilizadas para producir carbonato de calcio provendrán de la misma empresa.

Así, la región Lambayeque se ubica en la costa norte del Perú, limitando al norte con la provincia de Piura, al este con la provincia de Cajamarca, al sur con La Libertad y al oeste con el Océano Pacífico; a una altitud de 1 a 4 mil metros sobre el nivel del mar, incluyendo 3 provincias (Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe) y 38 distritos, que representan el 1,1% de la superficie del país, con una superficie de 14.231,30 km<sup>2</sup>; tiene como capital la ciudad de Chiclayo [17].

En cuanto a la micro localización, se tomaron en cuenta nueve factores por provincia de Lambayeque para su evaluación y comparación mediante el método de coeficientes ponderados. (Ver anexo 1)

Determinándose que los factores con mayor relevancia son disponibilidad de mano de obra, materia prima y disponibilidad de terreno. Es así como el terreno seleccionado se encuentra dentro de la Fábrica de San Roque, ubicado en la Avenida Panamericana Norte 780, en la provincia de Lambayeque.

Es importante señalar que el terreno escogido se encuentra ubicado en las áreas de planificación urbana e industrial definidos por el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) en el Mapa de Zonificación Económica y Ecológica de la región Lambayeque. [18]

### ***Especificaciones del proceso***

En base a los residuos generados por San Roque, se puede llegar a obtener hasta 12 000 kg de cáscaras al año, lo que equivale a aproximadamente 1 000 kg de cáscaras al mes. Con esta información se puede realizar el plan de producción, en donde se pueden producir 40

sacos de 25 kg al mes, con un precio de comercialización de 50 soles el saco de 25 kg de carbonato de calcio fino. Ver anexo 2

Para el plan de producción se consideró el plan de ventas y el pronóstico a 5 años, iniciando en el 2022 y finalizando en el 2026, determinando una producción de 480 sacos de 25 kg por año hasta el año 1 pudiendo llegar a una producción de 480 sacos de 25 kg por año, 670 sacos de 25 kg por año hasta el año 5. Así mismo, se considera que no existe inventario inicial ni final debido a que todo el producto será distribuido al proveedor de huevos de San Roque, generando una economía de circulación entre ambas empresas, con el fin que se mantenga y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

### ***Proceso productivo***

#### ***Recepción y pesado***

Etapas inicial en donde se pesa los residuos del proceso productivo de San Roque que sirven de materia prima para la elaboración de carbonato de calcio.

#### ***Lavado***

En esta etapa se lavan las cáscaras de huevo con HCl durante 30 minutos con el fin de desinfectar y eliminar cualquier posible agente contaminante.

#### ***Agitación***

En esta etapa se separa la membrana de la corteza cáscara de huevo utilizando un dispositivo equipado con un agitador montado verticalmente, que crea fuertes turbulencias. La separación se consigue gracias a las burbujas formadas y a la hidrofobicidad de las partículas.

#### ***Molienda***

En esta etapa se reduce el tamaño de las partículas hasta el tamaño deseado por medios mecánicos.

#### ***Secado***

La cáscara triturada se transfiere al secador y se mueve a lo largo del nivel del lecho fluidizado mediante vibraciones. El proceso de intercambio de calor se produce gracias al paso de aire caliente a través del lecho fluidizado.

#### ***Tamizaje***

Sánchez y Huanio [19] establecieron que la granulometría óptima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo se utilizan 3 tamices de 0,125 mm, 0,150 mm y 0,425mm, en donde las partículas pasar por las diferentes medidas de los tamices por medio de vibraciones giratorias verticales.

#### ***Secador al vacío***

Consiste en eliminar la humedad contenida mediante condiciones de vacío.



### *Envasado y sellado*

Finalmente, el carbonato de calcio obtenido se envasa en sacos de polipropileno de 25 kg y se sella con una cosedora de sacos.

Castañeda y Stechina [10] proponen el uso de 5 equipos para poder producir Carbonato de Calcio obtenido de los residuos de cáscara de huevo.

**Tabla 8. Equipos a utilizar para la obtención de Carbonato de Calcio**

Nombre del Equipo	Función
Tanque mezclador con agitador	Separar cáscara de la membrana
Molino/Trituradora	Pulverizar la cáscara
Secador de lecho fluidizado	Eliminar posible humedad
Tamices	Conseguir la granulometría adecuada
Secador al vacío	Eliminar posible humedad

**Fuente: Castañeda [10]**

En cuanto al proceso para obtener carbonato de calcio, se dará de manera automatizada. Se inicia con la recepción de la materia prima, esto es, las cáscaras de huevo procedentes del proceso productivo de San Roque, se pesarán en una balanza eléctrica para saber la cantidad que ingresa al proceso. Las cáscaras serán lavadas con el fin de eliminar cualquier residuo que pueda encontrarse en ellas.

Luego, las cáscaras lavadas pasan por el proceso de separación de membrana y corteza, luego son enviadas al molino en donde son aplastadas por efecto del impacto, las cáscaras trituradas pasan a un secador de lecho fluidizado en donde se lleva un intercambio de calor por efecto del aire que atraviesa por la cama fluidizada y la cáscara húmeda.

Para cumplir con el tamaño de partícula requerido del carbonato de calcio obtenido de cáscaras de huevo, se utilizan 3 tamices de 0.425 mm, 0.150 mm y 0.125 mm, en los cuales las partículas pasan a través de diferentes tamaños de los tamices mediante vibración rotacional vertical.

Finalmente, lo obtenido se introduce en un secador de vacío, que utiliza una bomba de vacío para eliminar la humedad y evacuar el aire.

La capacidad de la fábrica se determina en función del número de sacos necesarios para producir, siendo un total de 40 sacos, 25 kg/mes; se consideró 1 turno de 8 horas diarias, 4 días/mes.

**Tabla 9. Equipos a utilizar para la obtención de Carbonato de Calcio**

Nombre del Equipo	Costo unitario (S/.)	Capacidad
Tanque mezclador con agitador	S/ 2 200.00	25 kg
Molino/Trituradora	S/ 3 490.00	50 kg
Secador de lecho fluidizado	S/ 7 856.00	30 kg
Tamices	S/ 2 993.96	50 kg
Secador al vacío	S/ 1 145.50	50 kg
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 17 685.46</b>	

**Fuente:** Aguirre [20]

### Ingeniería y tecnología

#### ***Diseño y distribución***

Para determinar la asignación de instalaciones de las 10 áreas que tendría la empresa, minimizando rutas para hacer los procesos más eficientes, asegurando que cada área tuviera los m<sup>2</sup> requeridos en función de los niveles de producción esperados. se debe alcanzar, así como cumplir con la superficie mínima exigida según el Reglamento Nacional de Edificación y los cálculos encontrados mediante el método Guerchet fue 250 m<sup>2</sup> en total.

#### *Área de producción*

El área de producción será de 82,66 m<sup>2</sup>.

#### *SS. HH de producción*

Según norma para el establecimiento y operación de servicios de restauración colectiva N° 0019-81-SA/DVM y notas relacionadas, el área de servicio de limpieza e higiénicos de producción deberá ser de 6,5 m<sup>2</sup>

#### *Área administrativa*

Contará con dos oficinas, una para la oficina de gerencia y otra para el jefe de producción. Dichas áreas serán de 15 m<sup>2</sup>

#### *SS. HH del área administrativa*

Según la normativa para el funcionamiento de servicios de restauración colectiva N°0019-81-SA/DVM y sus consideraciones pertinentes, el área de los Servicios higiénicos del área administrativa debe ser de 4 m<sup>2</sup>

#### *Recepción de materia prima e insumos*

En esta área se utilizará una balanza de plataforma industrial para pesar la cantidad de materia prima. Dicho espacio será de 18,5 m<sup>2</sup>

### *Almacén de materia prima*

Dicho espacio será de 80 m<sup>2</sup>, en donde se almacenará la materia prima proveniente de San Roque hasta acumular una cantidad de 1000 kg mensuales para la producción.

### *Almacén de producto terminado*

Dicho espacio será de 40 m<sup>2</sup>.

### *Laboratorio*

Dentro del laboratorio se realizarán las pruebas de calidad respectivas para demostrar que el producto cuenta con la granulometría adecuada, dichas pruebas constan de herramientas y equipos, los cuales al ser considerados disponen de un área de 23 m<sup>2</sup>.

### *Comedor*

El área de comedor está destinada para que el personal pueda tener un espacio higienizado y apto para el consumo de sus alimentos a la hora del almuerzo. Para esto se propuso un espacio de 15 m<sup>2</sup>.

### *Estacionamiento*

El espacio para el estacionamiento estuvo definido por el tamaño del camión que transportará el producto, se dispondrá de un área de 25 m<sup>2</sup>.

Como área final de la planta se tienen 250 metros cuadrados. Con este dato, se procedió a realizar un análisis relacional para poder conocer la distribución final de la planta.

### ***Recurso humano***

La planta procesadora de carbonato de calcio tendrá la siguiente estructura organizacional: El jefe de planta será el encargado de supervisar, dirigir y controlar las distintas áreas de la empresa, y todas las actividades que se desarrollen y deberá ser un ingeniero industrial titulado. 3 operadores estarán a cargo de llevar a cabo las tareas relacionadas a producción, quienes deberán contar con el nivel de educación secundaria concluido.

### Evaluación económica financiera

En cuanto a la inversión tangible, los costos de construcción se calcularon con base en el precio unitario de edificación concedidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [21], indicando una inversión de S/ 53,346.99 para infraestructura industrial, costo total de maquinaria (S/. 17,685.46), oficina (S/ 3,121.37); obteniéndose un total de S/ 79,855.35 como inversión tangible. La inversión intangible fue considerada los gastos preoperativos, en donde se consideró la licencia de edificación (S/. 1 130,00), licencia de funcionamiento (S/. 384.00), inscripción en registros públicos (S/. 472.00), capacitaciones (S/. 800.00), obteniéndose un total de S/ 5,215.07 como inversión intangible. Se consideró un 5% para los imprevistos, con lo cual la inversión total fue de S/ 84,127.70. Monto que será financiado en un 100% por el promotor del proyecto (Ver anexo 4).

El capital de trabajo fue proyectado a 5 años en donde existe un superávit en cada año (S/ 4,948.80 para el año 2022 y S/ 14,241.93 para el 2026), en donde los ingresos serán más altos que los egresos. Durante este período de tiempo. Para calcular este capital se tomó en cuenta los costos de producción (S/16,914.00 para el primer año y S/17,162.07 para el último año), lo cual indica que los costos de materia prima por unidad de ventas para los requerimientos anuales de materia prima e insumos, más la mano de obra directa e indirecta (sumado al 51% de su salario como beneficio), más el suministro de combustible (S/. 16.23 por galón) y costos de energía eléctrica (S/ 0.52 por kW/h); más equipo y útiles de oficina (S/. 240.00 mensuales), consumo eléctrico, internet, teléfono, consumo de agua.

Tabla 10. Capital de trabajo para los años 2022 al 2026

	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
<b><u>INGRESOS</u></b>	S/ 24,000.00	S/ 25,200.00	S/ 27,720.00	S/ 30,492.00	S/ 33,541.20
<b>TOTAL, INGRESOS</b>	S/ 24,000.00	S/ 25,200.00	S/ 27,720.00	S/ 30,492.00	S/ 33,541.20
<b><u>EGRESOS</u></b>					
Costos de Producción	S/ 16,914.00	S/ 16,945.20	S/ 17,010.72	S/ 17,082.79	S/ 17,162.07
Gastos Administrativos	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20
Gastos de Comercialización	S/ 820.00	S/ 820.00	S/ 820.00	S/ 820.00	S/ 820.00
<b>TOTAL, EGRESOS</b>	S/ 19,051.20	S/ 19,082.40	S/ 19,147.92	S/ 19,219.99	S/ 19,299.27
<b>SALDO (Déficit / Superávit)</b>	S/ 4,948.80	S/ 6,117.60	S/ 8,572.08	S/ 11,272.01	S/ 14,241.93
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	S/ 4,948.80	S/ 11,066.40	S/ 19,638.48	S/ 30,910.49	S/ 45,152.42

**Fuente: Elaboración Propia**

También se evaluó el ingreso mínimo que debe tener la empresa para no incurrir en pérdidas, hallando así el punto de equilibrio económico en el primer año (ver Anexo 6) en S/7,238.61, o 145 unidades; y en el último año S/ 4,376.56, es decir, 88 unidades vendidas. En el flujo de caja resultante, se puede observar que, a partir del primer año de operación, el proyecto tendrá un saldo final positivo (superávit) de S/ 8,450.87, alcanzando S/ 14,956.06 en el quinto año; según el informe de inflación presentado por el Banco Central de Reserva del Perú se determinó una tasa de inflación de 2.14%, esto para calcular la TMAR global en el análisis de la evaluación económica y financiera del proyecto, obteniendo una TMAR del 7%. De igual forma, otros indicadores utilizados para la evaluación son el valor presente neto (VAN), es decir -S/ 38,677.59 con una TIR de -11.01%, siendo esta inferior a la TMAR, encontrándose así que el proyecto no es económica ni financieramente viable. Se analizó la relación costo- beneficio y se encontró que por cada S/. 1 se recibirá una ganancia de S/. 0,47.

Tabla 11. Flujo anual de caja para los años 2022 al 2026

	0 año	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
<b>Inversión</b>						
Capital Social	S/ 84,127.70					
Prestamos a CP y LP	S/ -					
<b>Total, Inversión</b>	<b>S/ 84,127.70</b>					
<b>INGRESOS</b>						
Cuentas por Cobrar (Ventas a crédito)						
Ventas al Contado	S/ 24,000.00	S/ 25,200.00	S/ 27,720.00	S/ 30,492.00	S/ 33,541.20	
<b>TOTALINGRESOS</b>	<b>S/ 24,000.00</b>	<b>S/ 25,200.00</b>	<b>S/ 27,720.00</b>	<b>S/ 30,492.00</b>	<b>S/ 33,541.20</b>	
<b>EGRESOS</b>						
Costos de Producción	S/ 16,914.00	S/ 16,945.20	S/ 17,010.72	S/ 17,082.79	S/ 17,162.07	
Gastos administrativos	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	S/ 1,317.20	
Gastos de comercialización	S/ 820.00	S/ 820.00	S/ 820.00	S/ 820.00	S/ 820.00	
Amortización de préstamos	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>S/ 19,051.20</b>	<b>S/ 19,082.40</b>	<b>S/ 19,147.92</b>	<b>S/ 19,219.99</b>	<b>S/ 19,299.27</b>	
<b>SALDO BRUTO (antes de impuestos)</b>	<b>S/ 4,948.80</b>	<b>S/ 6,117.60</b>	<b>S/ 8,572.08</b>	<b>S/ 11,272.01</b>	<b>S/ 14,241.93</b>	
Impuesto a la Renta	S/ 1,484.64	S/ 1,835.28	S/ 2,571.62	S/ 3,381.60	S/ 4,272.58	
<b>SALDO (después de impuestos)</b>	<b>S/ 3,464.16</b>	<b>S/ 4,282.32</b>	<b>S/ 6,000.46</b>	<b>S/ 7,890.41</b>	<b>S/ 9,969.35</b>	
Depreciación	S/ 4,986.71	S/ 4,986.71	S/ 4,986.71	S/ 4,986.71	S/ 4,986.71	
<b>SALDO FINAL (Déficit / Superávit)</b>	<b>-S/ 84,127.70</b>	<b>S/ 8,450.87</b>	<b>S/ 9,269.03</b>	<b>S/ 10,987.17</b>	<b>S/ 12,877.12</b>	<b>S/ 14,956.06</b>
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	<b>-S/ 84,127.70</b>	<b>-S/ 75,676.83</b>	<b>-S/ 66,407.79</b>	<b>-S/ 55,420.62</b>	<b>-S/ 42,543.50</b>	<b>-S/ 27,587.44</b>

Fuente: Elaboración propia

El análisis de sensibilidad no es aplicable, pues la evaluación económica financiera fue negativa, no obstante, se realizó un análisis para determinar cuál era la causa principal que originaba que el proyecto no fuera viable económicamente y se determinó que era el precio de venta. Ello en vista de que el proyecto está enfocado en satisfacer principalmente la demanda nacional peruana de CaCO<sub>3</sub>, puesto que es un insumo bastante utilizado en el sector industrial y tiene una alta demanda. Sin embargo, el precio con el que se comercializa en el Perú está muy por debajo del promedio.

Se realizó un análisis considerando los precios del mercado internacional, por ejemplo, uno de los principales países importadores, Alemania, paga \$ 156 la tonelada métrica; mientras que países como Indonesia y Estados Unidos pagan \$ 312 y \$ 556 por tonelada respectivamente. Dichas estadísticas se pueden encontrar en el portal de Trademap. Si se considera el precio de Alemania los ingresos aumentan en 191%, con Indonesia aumentan en 483% y si se considera el precio de EEUU aumentan en 939%. Con dichos precios el proyecto obtendría unas TIR de 75%, 202% y 1247% respectivamente, no obstante, esto estaría sujeto a variaciones porque el proyecto no considera los costos de exportación por lo que dichos valores son solo referenciales.

### Análisis ambiental

Se elaboró una matriz de valorización de impactos ambientales para poder evaluar el impacto ambiental del proyecto, se consideraron los componentes como de agua superficial (calidad y caudal), aire (ruido, calidad), suelo (calidad), social (salud y económico); los cuales, debido al desarrollo de las diferentes actividades, éstos pueden verse afectados positiva o negativamente,

**Tabla 12. Resumen de la matriz de análisis ambiental del proceso producción de carbonato de calcio**

<b>Actividades</b>	<b>Aspectos ambientales</b>	<b>Impactos</b>	<b>Clasificación del impacto</b>
Recepción y pesado	Generación de ruido	Contaminación acústica	Negativo
	Emisión de polvo	Alteración de la calidad del aire	Negativo
	Generación de olores	Alteración de la calidad del aire	Negativo
Lavado y desinfección	Consumo de agua	Agotamiento de recurso	Negativo moderado
	Liberación de lixiviados	Alteración de la calidad de suelo	Negativo moderado
	Generación de gases	Alteración de la calidad de aire	Negativo
Tamizado	Generación de material particulado	Alteración de la calidad del aire	Negativo
	Generación de ruido	Contaminación acústica	Negativo
Económica	Desarrollo industrial	Economía distrital	Positivo
	Contratación de personal	Generación de empleo	Positivo

**Fuente: Elaboración Propia**

Para un mayor análisis de la problemática ambiental se realizó una matriz de Leopold (véase Anexo 5), donde se obtuvo como resultado que la obtención de cáscaras de huevo y el procesamiento de carbonato de calcio son acciones con impactos ambientales positivos, mientras que la distribución del carbonato de calcio para el alimento balanceado tiene un impacto negativo debido a los transportes. En general, todas las acciones del proyecto generan un impacto positivo en el ambiente, pues obtuvieron un total de 83 puntos sobre 100 en la evaluación.

## Discusiones

En cuanto a los resultados encontrados sobre la situación actual de los residuos de cáscara de huevo en San Roque, se tiende a mantener un crecimiento constante debido a que el peso de la cáscara equivale el 10% del peso total del huevo [7], con esto se tiene que, para poder obtener 100 kg de residuos, se deben de utilizar 1 000 kg de huevos. Asimismo, los impactos ambientales observados en este estudio están relacionados con los realizados por Gómez [11], en términos de contaminación generada por las industrias a través del mal manejo de residuos, provocando contaminación por vertidos a fuentes de agua, calidad del aire y emisiones.

En cuanto al estudio de mercado, el 100% de la producción será vendida a la avícola proveedora de huevos, como se indica se requiere de aproximadamente 10 000 kg de huevos mensuales, y aunque el porcentaje a cubrir de la demanda total es pequeño, se puede comercializar toda la producción mensual de carbonato de calcio a la avícola. Para los años de 2020-2021 la oferta y demanda no se vio afectada ya que el consumo de huevos se mantuvo igual para la producción de San Roque. Se espera que el consumo de huevos aumente de 7 951,8 millones de docenas en 2019 a más de 8 000 millones de docenas en 2020 a nivel mundial [22], lo que demuestra el gran mercado que tiene la producción de carbonato de calcio y como la oferta y demanda de este aumentará exponencialmente en los próximos años.

Sin embargo, en el caso del estudio técnico tecnológico realizado, el proceso se basa en el trabajo de Pérez y Aguirre [23], en el que las etapas del proceso y la maquinaria utilizada es muy específica y coincide principalmente con el proceso de obtención de carbonato de calcio de otras investigaciones. El proceso de obtención de carbonato de calcio incluye los pasos de recepción y pesaje, lavado y desinfección, agitación, molienda, secado en lecho fluidizado, tamizado, segundo secado, envasado y sellado y finalmente el almacenamiento del producto final.

De acuerdo con la investigación de Castañeda [10] la obtención de carbonato de calcio por separación física da un rendimiento de proceso del 64,5%, con una eficiencia de separación global del 94,8%. Mientras que en el estudio de Sukjoon *et al.* [11] la extracción de carbonato por unidad de separación por flotación (DAF) recupera hasta el 96% del carbonato de calcio presente en la membrana de la cáscara y el 99% presente en la cáscara como tal. Por su parte, Paz *et al.* [12] afirma que la extracción de carbonato de calcio en frío con ácido clorhídrico en diferentes concentraciones alcanza rendimientos de entre 77,21% y 82,48%.

El valor actual neto (VAN), dio un monto negativo equivalente a -S/ 38 677,59 y una tasa interna de retorno (TIR) de -11,01%, con lo cual el proyecto no es viable económica ni financieramente.



Si bien otras propuestas de obtención de carbonato de calcio, como la realizada por Bravo [24] obtienen un VAN positivo de S/ 684 920,00 y una TIR de 61%, lo que hace el proyecto económicamente viable, esto se debe a que en la investigación del autor se procesarán 10 000 kg de cáscara de huevo de manera mensual, mientras que en la presente investigación sólo se procesarán 1 000 kg mensualmente, lo que conlleva a un menor ingreso por ventas de producto. La propuesta genera beneficios según al análisis ambiental del proyecto, debido a la utilización de residuos obteniéndose que el proyecto en general es amigable con el ambiente y promueve la economía circular. Si bien de acuerdo con el análisis ambiental realizado por Cruz *et al.* [13] que también consideró un flujo de 1 000 kg de cáscaras de huevo, la etapa de producción genera el 55,41% de todo el dióxido de carbono por lo que genera la mayor huella de carbono en comparación con los demás procesos, aun así, genera un menor impacto ambiental que el que ocasionan las cáscaras de huevo como desechos.

## **Conclusiones**

La propuesta de instalación de una línea de producción de carbonato de calcio permitirá el uso de 1 000 kg de cáscaras de huevo al mes residual en la empresa, con los que se podrá obtener 12 000 kg de carbonato de calcio para el año 2022, en donde el 100% de la producción retorna al proveedor de huevos de gallina y será utilizado como materia prima para alimento balanceado de las aves.

La empresa San Roque genera alrededor de 40 kg/día de cáscaras de huevo, las cuales se desechan sin ningún valor agregado, con dicho residuo generado se puede llegar a tener una producción de carbonato de calcio de 480 sacos de 25 kg por año. De acuerdo con la matriz de importancia del impacto ambiental se determinó que la obtención de cáscaras de huevo y el procesamiento de carbonato de calcio son acciones con impactos ambientales positivos, mientras que la distribución del carbonato de calcio para el alimento balanceado tiene un impacto negativo debido a los transportes, en donde todas las acciones del proyecto generan un impacto positivo en el ambiente.

En el estudio de mercado se identificó la existencia de la demanda de carbonato de calcio por parte de las avícolas para el alimento balanceado de gallinas, en donde la producción de los próximos años representa el 3% de la demanda actual en la región.

Para la producción de carbonato de calcio se usarán las cáscaras de huevo generadas en las empresas del sector panadería y pastelería, las cuales suman 1 000 kg de cáscaras al mes. Estimándose una producción de 40 sacos de 25 kg mensuales, necesitándose un área total en planta de 250 m<sup>2</sup>.

**Recomendaciones**

Se recomienda investigar la viabilidad de producir carbonato de calcio de forma mixta para acaparar una mayor participación de mercado, considerando como fuente las cáscaras de huevo, con lo cual se puede llegar a generar una economía circular entre la empresa San Roque y los proveedores de huevos de gallina.

Se recomienda evaluar los beneficios que puede tener la empresa en estudio a partir de la aplicación de la economía circular para la reducción en el consumo de materias primas y el aprovechamiento de los residuos.

Se recomienda en las futuras investigaciones evaluar los beneficios del carbonato de calcio orgánico sobre el carbonato de calcio inorgánico extraído de canteras en la alimentación balanceada de aves de corral.

-

**Bibliografía**

- [1] S. Contreras, «Panorama y mercado del huevo de gallina,» Dirección general de políticas agrarias, Octubre 2019. [En línea].  
Available:  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/438987/panorama\\_mercado\\_huevo\\_de\\_gallina.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/438987/panorama_mercado_huevo_de_gallina.pdf).
- [2] H. Inoñán y C. León, «Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas,» MINAGRI, Enero 2021. [En línea]. Available:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1744043/Bolet%C3%ADn%20sobre%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n-av%C3%ADcola-enero%202021.pdf>.
- [3] F. Costa, «Perú: Perfil sociodemográfico,» INEI, 2018. [En línea].  
Available:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf).
- [4] J. Vera y M. Vélez, «Adición de carbonato de calcio en la dieta para mejorar parámetros productivos en ponedoras Isa Brown fase I,» 2021. [En línea].  
Available:<http://190.15.136.145/bitstream/42000/518/1/TMV57.pdf>.

- [5] X. Echevarría, «Reciclaje de residuos industriales,» Ediciones Díaz de Santos, 2013. [En línea].
- [6] M. Calderón, «Usos y aplicaciones del carbonato de calcio,» Cales Blancaley, [En línea]. Available: <https://blancaley.com.ar/documentos/2.pdf>.
- [7] M. Fernández y J. Arias, «La cáscara de huevo: Un modelo de biomineralización,» Universidad de Chile, 2010. [En línea]. Available: <https://revistas.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/5017/2903>.
- [8] Veritrade, «Importaciones y exportaciones de Carbonato de Calcio,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.veritradecorp.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/carbonato-de-calcio/283650>.
- [9] M. Berrú, G. Castro, J. Colcas, M. Díaz y J. Moran, «Diseño de planta para laproducción de carbonato de calcio a partir de la concha de abanico de la ciudad de Sechira,» UDEP, 2014. [En línea]. Available: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2025/PYT\\_Informe%20Final\\_DIPROC AL.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2025/PYT_Informe%20Final_DIPROC AL.pdf?sequence=1).
- [10] M. Castañeda y D. Stechina, «Alternativa ecoeficiente para el aprovechamiento de cáscara de huevo, residuo derivado de la industria de ovoproductos,» 2013. [En línea]. Available: <http://163.10.34.134/handle/10915/49186>.
- [11] S. Yoo, J. Hsieh, P. Zou y J. Kokoszka, «Utilization of calcium carbonate particles from eggshell waste as coating pigments for ink-jet printing paper,» *BioresourceTechnology*, vol.100, n° 24, p. 6416–6421, 2019.
- [12] H. Paz, E. Lozano, S. Ortiz y J. Valverde, «Obtención de carbonato de calcio de conchas depiangua,» 2005. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169920338006>.

- [13] L. Cruz, A. Lagos y S. Rosero, «Análisis del ciclo de vida en la obtención de hidróxido de calcio a partir de cáscara de huevo,» *Biumar*, vol. 4, n° 1, pp. 30-40, 2020.
- [14] S. Montenegro, «Foco en San Roque, empresa lambayecana productora y comercializadora de King-Kong,» *Semana Económica*, 2020. [En línea]. Available: <https://semanaeconomica.com/sectores-empresas/consumo-masivo/foco-en-san-roque>.
- [15] M. Cortes, A. Chiralt y L. Puente, «ALIMENTOS FUNCIONALES: UNA HISTORIA CON MUCHO PRESENTE Y FUTURO.,» Scielo, 2005. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0121-40042005000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-40042005000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- [16] D. Pérez, «Hormonas y cáscara,» 2011. [En línea]. Available:<https://es.slideshare.net/DanielPrez8/hormonas-y-cascara>.
- [17] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Resultados definitivos (Tomo I)- Lambayeque,» INEI, Lima, 2018.
- [18] SINIA, «Mapa de zonificación ecológica económica del departamento de Lambayeque,» Gobierno Regional de Lambayeque, 2013. [En línea].
- [19] E. Sánchez y L. Huanio, «Determinación de la granulometría óptima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2984>.
- [20] Veritrade, «Perú importaciones y exportaciones de carbonato de calcio,» [En línea]. Available: <https://www.veritradecorp.com/>. [Último acceso: 8 Mayo 2021].
- [21] VIVIENDA, «Resolución Ministerial N° 270-2020-VIVIENDA,» 2020. [En línea].

- [22] M. Waheed, «Channelling eggshell waste to valuable and utilizable products: A comprehensive review,» *Trends in Food Science & Technology*, vol. 106, pp. 78-90, 2020.
- [23] A. Pérez y G. Aguirre, «PROPUESTA DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO A PARTIR DE RESIDUOS DE CÁSCARAS DE HUEVO,» 2019. [En línea]. Available:  
[https://www.researchgate.net/publication/332530348\\_PROPUESTA\\_DE\\_UN\\_PROCESO\\_PARA\\_LA\\_OBTENCION\\_DE\\_CARBONATO\\_DE\\_CALCIO\\_A\\_PARTIR\\_DE\\_RESIDUOS\\_DE\\_CASCARAS\\_DE\\_HUEVO](https://www.researchgate.net/publication/332530348_PROPUESTA_DE_UN_PROCESO_PARA_LA_OBTENCION_DE_CARBONATO_DE_CALCIO_A_PARTIR_DE_RESIDUOS_DE_CASCARAS_DE_HUEVO).
- [24] J. Bravo, «Plan de negocio para la implementación del procesamiento y comercialización de cáscara de huevo molida,» 2015. [En línea]. Available: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4464/1/AGN-2015-007.pdf>.
- [25] INEI, «Estado de la Población Peruana 2020,» INEI, Lima, 2020.
- [26] G. E. Comercio, «Gestión,» Editora Gestión, 30 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/importacion-agua-embotellada-duplico-disminuye-gaseosas-verano-nndc-265523-noticia/?ref=gesr>. [Último acceso: 25 Marzo 2021].
- [27] L. Gómez y J. Giraldo, «Estudio de pre factibilidad para la producción y comercialización de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo como suplemento alimenticio en aves de corral línea carne para empresas productoras de alimentos concentrados para autoconsumo,» 2017. [En línea]. Available: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5899>.

- [28] L. Chávez, J. Garza, D. Caballero, R. González, S. Sepúlveda y E. Cantú, «SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CALCIUM HYDROXIDE OBTAINED FROM AGAVE BAGASSE AND INVESTIGATION OF ITS ANTIBACTERIAL ACTIVITY,»
- [29] «ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO A PARTIR DE LA CASCARA DE HUEVO COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN AVES DE CORRAL LÍNEA CARNE PARA EMPRESAS PRODUCTORAS DE ALIMENTOS CONCENTRADOS PARA AUTOCONSUMO,» UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, 2017. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5899/GomezRamirezLinaMargarita2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [30] J. Alcántara y J. Ávalos, «ALIMENTOS BALANCEADOS YOLI,» Universidad de Piura, 2016. [En línea]. Available: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2834/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto%20YOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2834/PYT_Informe_Final_Proyecto%20YOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [31] «Concentrados caseros para aves,» FAO, 2018. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/3/au201s/au201s.pdf>.

## Anexos

Anexo 1 :. Grado de importancia de los factores de Micro-Localización

Factor	A	B	C	D	E	F	G	Puntaje	Peso
A		1	1	0	1	1	0	4	16%
B	0		1	0	1	1	0	3	12%
C	0	1		0	1	1	0	3	12%
D	1	1	1		1	1	1	6	24%
E	0	1	1	0		0	0	2	8%
F	0	1	1	0	0		0	2	8%
G	1	1	1	0	1	1		5	20%
								25	100%

Fuente: Elaboración propia.

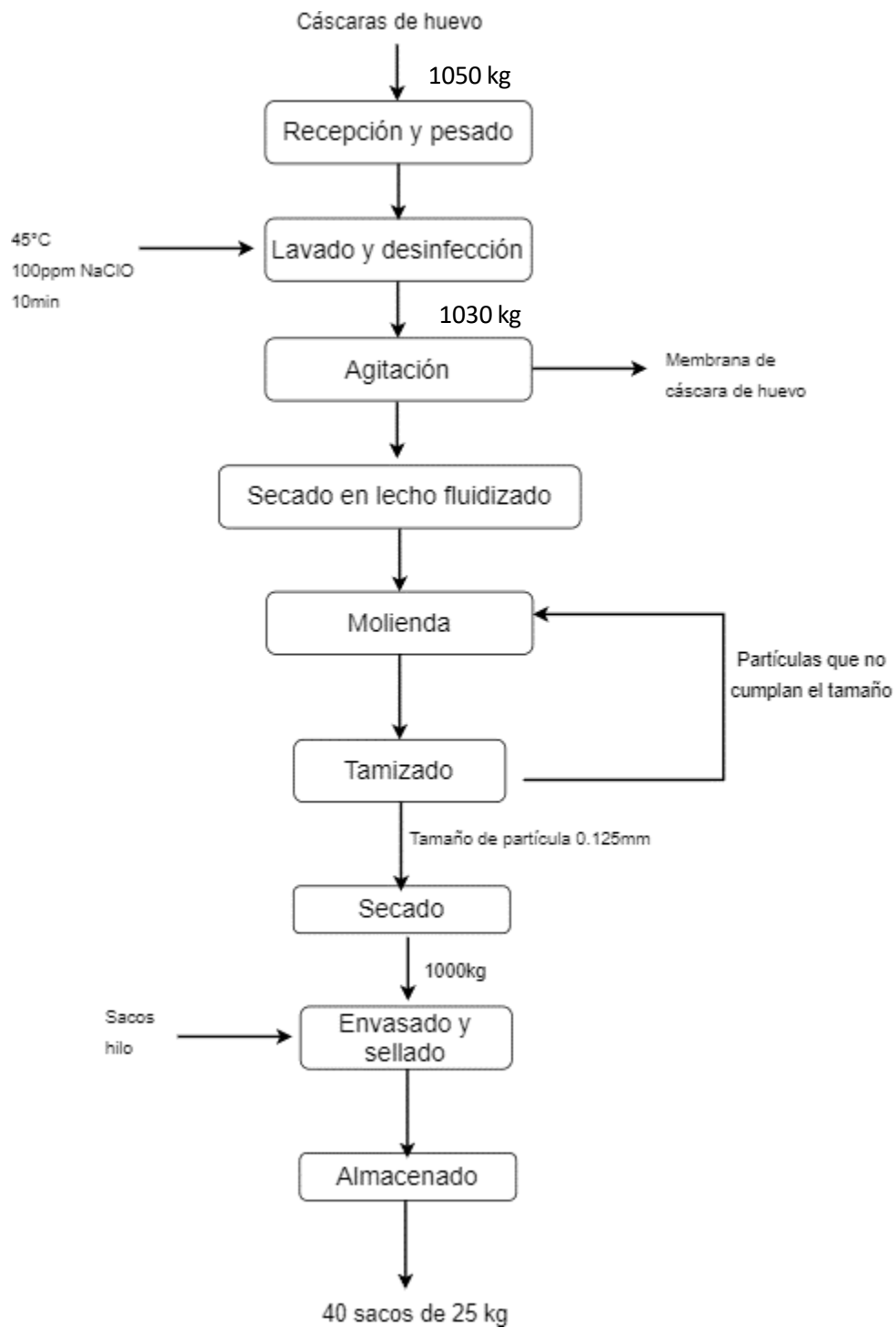
Anexo 2. Plan de producción para los años 2022-2026

Periodo	Producción en kg	Producción (unid.)	Unidades vendidas (Sacos 25 kg)	Importe
Enero	1 000	40	40	S/. 2,000.00
Febrero	1 000	40	40	S/. 2,000.00
Mazo	1 000	40	40	S/. 2,000.00
Total primer trimestre	3 000	120	120	S/. 6,000.00
2do trimestre	3 000	120	120	S/. 6,000.00
3er trimestre	3 000	120	120	S/. 6,000.00
4to trimestre	3 000	120	120	S/. 6,000.00
1 año	12 000	480	480	S/. 24,000.00
2 año	12 600	504	504	S/. 25,200.00
3 año	13 860	554	554	S/. 27,720.00
4 años	15 240	610	610	S/. 30,490.00
5 años	16 770	671	671	S/. 33,540.00

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 3. Diagrama de bloques de producción de carbonato de calcio



#### Anexo 4: Inversión tangible e intangible

INVERSIÓN				
Descripción	Inversión Total	Promotor del Proyecto	Socio Estratégico	Financiamiento
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	-S/ 4,948.80	-S/ 4,948.80		
<b><i>Inversión Tangible</i></b>				
Terrenos	S/ -	S/ -		
Construcciones	S/ 53,346.99	S/ 53,346.99		
Infraestructura industrial	S/ 5,747.90	S/ 5,747.90		
Maquinaria	S/ 17,685.46	S/ 17,685.46		
Equipo de Producción	S/ -	S/ -		
Equipos de Oficina	S/ 3,075.00	S/ 3,075.00		
Transporte	S/ -	S/ -		
<b>Total Inversión Tangible</b>	<b>S/ 79,855.35</b>	<b>S/ 79,855.35</b>	S/ -	S/ -
<b><i>Inversión Intangible</i></b>				
Estudios				
Gastos Pre operativos	S/ 4,715.07	S/ 4,715.07		
Instalación eléctrica y sanitaria	S/ 500.00	S/ 500.00		
<b>Total Inversión Intangible</b>	<b>S/ 5,215.07</b>	<b>S/ 5,215.07</b>		
Imprevistos 5%	S/ 4,006.08	S/ 4,006.08		
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/ 84,127.70</b>	<b>S/ 84,127.70</b>	S/ -	S/ -
Porcentaje	100%	100%		



### Anexo 6. Punto de equilibrio

	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<u>Costos de Producción</u>					
Materiales Directos	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Materiales Indirectos	S/ 624.00	S/ 655.20	S/ 720.72	S/ 792.79	S/ 872.07
Mano de Obra Directa	S/ 7,200.00	S/ 7,200.00	S/ 7,200.00	S/ 7,200.00	S/ 7,200.00
Gastos Generales de Fabricación	S/ 9,090.00	S/ 9,090.00	S/ 9,090.00	S/ 9,090.00	S/ 9,090.00
<b>COSTO VARIABLE TOTAL</b>	S/ 16,914.00	S/ 16,945.20	S/ 17,010.72	S/ 17,082.79	S/ 17,162.07
<u>Gastos de Operaciones</u>					
Gastos Administrativos	S/ 1,317.20	S/ 1,382.85	S/ 1,451.00	S/ 1,524.20	S/ 1,600.82
Gastos de Comercialización	S/ 820.00	S/ 861.00	S/ 904.10	S/ 949.20	S/ 996.70
Gastos Financieros	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
<b>COSTO FIJO TOTAL</b>	S/ 2,137.20	S/ 2,137.20	S/ 2,137.20	S/ 2,137.20	S/ 2,137.20
<b>COSTOS TOTALES</b>	S/ 19,051.20	S/ 19,082.40	S/ 19,147.92	S/ 19,219.99	S/ 19,299.27
INGRESOS TOTALES	S/ 24,000.00	S/ 25,200.00	S/ 27,720.00	S/ 30,492.00	S/ 33,541.20
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO (económico)</b>	S/ 7,238.61	S/ 6,524.38	S/ 5,531.95	S/ 4,859.91	S/ 4,376.56
PUNTO DE EQUILIBRIO (unidades)	144.77	130.49	110.64	97.20	87.53

Fuente: Elaboración Propia