



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE CARBONATO DE CALCIO PARA LA ASOCIACIÓN CANTERAS SHOBOL CENTRAL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JUAN, CIUDAD DE RIOBAMBA

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

MARLON ALEXIS ARÉVALO PESANTEZ

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE CARBONATO DE CALCIO PARA LA ASOCIACIÓN CANTERAS SHOBOL CENTRAL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JUAN, CIUDAD DE RIOBAMBA

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: MARLON ALEXIS ARÉVALO PESANTEZ

DIRECTORA: Dra. GLORIA ELIZABETH MIÑO CASCANTE

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Marlon Alexis Arévalo Pesantez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARLON ALEXIS ARÉVALO PESANTEZ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 25 de octubre de 2022

Marlon Arévalo

Marlon Alexis Arévalo Pesantez

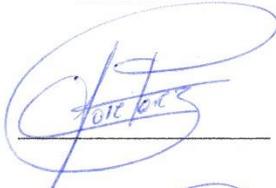
140084541-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE CARBONATO DE CALCIO PARA LA ASOCIACIÓN CANTERAS SHOBOL CENTRAL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JUAN, CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por el señor: **MARLON ALEXIS ARÉVALO PESANTEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-10-25
Dr. Gloria Elizabeth Miño Cascante DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-10-25
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-10-25

DEDICATORIA

A mi hermano Hendry, a mi mamá y a mi papá, les dedico el fruto de todo el esfuerzo realizado durante el transcurso de mi vida universitaria, sin su apoyo no hubiera logrado ser lo que hoy soy.

Marlon

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todos y cada uno de mis amigos, compañeros y especialmente a mi familia, quienes me han acompañado durante estos cinco largos años y han aportado en mi formación como profesional y especialmente como persona. Gracias por haber formado parte de esta etapa de mi vida que siempre la recordaré.

Marlon

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1.	Antecedentes	3
1.2.	Planteamiento del problema	3
1.3.	Justificación	4
1.4.	Objetivos	5
1.4.1.	<i>Objetivo general</i>	5
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	Antecedentes de investigación	6
2.1.1.	<i>Sector productivo en el Ecuador</i>	6
2.1.2.	<i>Sector industrial</i>	6
2.1.3.	<i>Generación de valor agregado en beneficio de la sociedad</i>	6
2.1.4.	<i>Impacto de la implementación de plantas industriales</i>	7
2.1.5.	<i>Formulación de proyectos</i>	7
2.1.6.	<i>Industrias que requieren de cal en Ecuador</i>	8
2.2.	Referencias teóricas.....	8
2.2.1.	<i>Proyecto</i>	8
2.2.2.	<i>Estudio de factibilidad</i>	8
2.2.3.	<i>Estudio de mercado</i>	8

2.2.4.	<i>Estudio técnico</i>	9
2.2.5.	<i>Ingeniería del proyecto</i>	9
2.2.6.	<i>Estudio económico financiero</i>	9
2.2.7.	<i>Evaluación del proyecto</i>	9
2.2.8.	<i>Distribución de plantas</i>	10
2.2.9.	<i>Factores que intervienen en la distribución de plantas</i>	10
2.2.10.	<i>Objetivos de la distribución de plantas</i>	11
2.2.11.	<i>Sistema de producción</i>	11
2.2.12.	<i>Cal.</i>	11

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	13
3.1.	Estudio de mercado	13
3.1.1.	Proceso de investigación de mercados	13
3.1.1.1.	<i>Determinación de los objetivos</i>	13
3.1.1.2.	<i>Determinación de los problemas de investigación</i>	13
3.1.1.3.	<i>Definir las necesidades de información</i>	13
3.1.1.4.	<i>Determinación de las fuentes de datos</i>	14
3.1.1.5.	<i>Diseño de la investigación</i>	14
3.1.2.	Análisis de mercado	15
3.1.2.1.	<i>Identificación del producto</i>	16
3.1.2.2.	<i>Clientes</i>	17
3.1.2.3.	<i>Demanda</i>	17
3.1.2.4.	<i>Demanda proyectada</i>	18
3.1.2.5.	<i>Oferta</i>	19
3.1.2.6.	<i>Oferta proyectada</i>	19
3.1.2.7.	<i>Análisis comparativo entre demanda y oferta</i>	20
3.1.2.8.	<i>Demanda insatisfecha</i>	20
3.1.2.9.	<i>Análisis de precios</i>	21
3.1.2.10.	<i>Análisis de comercialización</i>	21
3.1.3.	Plan de marketing	22
3.1.3.1.	<i>Objetivos de mercadotecnia</i>	22
3.1.3.2.	<i>Estrategias generales</i>	22
3.1.3.3.	<i>Presupuesto del plan de marketing</i>	23

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	24
4.1.	Estudio técnico.....	24
4.1.1.	Localización.....	24
4.1.1.1.	<i>Factores de localización.....</i>	24
4.1.1.2.	<i>Macro localización.....</i>	26
4.1.1.3.	<i>Micro localización.....</i>	26
4.1.2.	Ingeniería del producto	27
4.1.2.1.	<i>Descomposición del bien.....</i>	27
4.1.3.	Ingeniería del proyecto.....	29
4.1.3.1.	<i>Determinación de los materiales e insumos requeridos</i>	29
4.1.3.2.	<i>Descripción de la maquinaria y equipos</i>	29
4.1.4.	Tamaño de la planta.....	35
4.1.4.1.	<i>Factores determinantes del tamaño.....</i>	35
4.1.4.2.	<i>Determinación del tamaño óptimo</i>	35
4.1.5.	Distribución de la planta	37
4.1.5.1.	<i>Simulación de la planta.....</i>	37
4.1.5.2.	<i>Áreas de planta.....</i>	37
4.1.5.3.	<i>Tabla de doble entrada.....</i>	38
4.1.5.4.	<i>Tabla triangular.....</i>	39
4.1.5.5.	<i>Relación de movimientos.....</i>	40
4.1.5.6.	<i>Proximidad de los puestos de trabajo.....</i>	40
4.1.6.	Proceso de producción.....	41
4.1.6.1.	<i>Selección del proceso de producción.....</i>	41
4.1.6.2.	<i>Diagrama de flujo de producción.....</i>	43
4.1.6.3.	<i>Diagramas de proceso.....</i>	45
4.1.7.	Proyección de planta	47
4.1.7.1.	<i>Generalidades</i>	47
4.1.7.2.	<i>Requerimientos.....</i>	47
4.2.	Organización legal y administrativa	49
4.2.1.	Organización legal.....	49
4.2.2.	Organización administrativa	49
4.2.2.1.	<i>Organigrama estructural.....</i>	50
4.2.2.2.	<i>Organigrama funcional.....</i>	51
4.3.	Costos y gastos del proyecto	51

4.3.1.	Costos del proyecto	51
4.3.1.1.	Costo de producción.....	51
4.3.2.	Gastos del proyecto	53
4.3.2.1.	Gasto de administración.....	53
4.3.2.2.	Gasto de ventas y comercialización.....	54
4.3.2.3.	Gasto financiero.....	54
4.3.3.	Ingresos del proyecto	54
4.3.4.	Estado de pérdidas y ganancias.....	55
4.3.5.	Punto de equilibrio	55
4.4.	Estudio financiero.....	56
4.4.1.	Plan de inversión	56
4.4.1.1.	Activos fijos	57
4.4.1.2.	Activos diferidos.....	57
4.4.1.3.	Capital de trabajo	57
4.4.2.	Financiamiento	57
4.4.2.1.	Tabla de amortización.....	57
4.4.3.	Flujo de caja	58
4.5.	Evaluación del proyecto	58
4.5.1.	Valor actual neto (VAN).....	58
4.5.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	59
4.5.3.	Relación beneficio/costo (RB/C)	59
4.5.4.	Periodo de recuperación de la inversión	59
4.5.5.	Rentabilidad.....	60
4.6.	Evaluación ambiental.....	60
4.6.1.	Delineamientos generales.....	60
4.6.2.	Determinación de la zona de influencia.....	61
4.6.2.1.	Determinación del impacto	61
4.6.3.	Medidas ambientales	62
4.6.3.1.	Acciones de mitigación.....	63
4.6.4.	Resumen del estudio ambiental.....	64
4.6.5.	Conclusiones del estudio ambiental	64
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIONES.....		67
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Industrias básicas de hierro y acero.....	18
Tabla 2-3:	Demanda proyectada.....	19
Tabla 3-3:	Número de contribuyentes dedicados a la fabricación de cal viva e hidratada .	19
Tabla 4-3:	Oferta proyectada.....	20
Tabla 5-3:	Análisis comparativo entre la oferta y demanda	20
Tabla 6-3:	Demanda insatisfecha	21
Tabla 7-3:	Presupuesto del plan de marketing	23
Tabla 1-4:	Método cualitativo por puntos para la ubicación de la planta.....	25
Tabla 2-4:	Áreas de planta	38
Tabla 3-4:	Tabla de doble entrada para cal viva	38
Tabla 4-4:	Tabla de doble entrada para cal hidratada	38
Tabla 5-4:	Tabla triangular para cal viva.....	39
Tabla 6-4:	Tabla triangular para cal hidratada.....	39
Tabla 7-4:	Tabla triangular combinada.....	40
Tabla 8-4:	Relación de movimientos.....	40
Tabla 9-4:	Proyección de la producción	48
Tabla 10-4:	Requerimiento de piedra caliza.....	48
Tabla 11-4:	Producción de cal viva e hidratada.....	48
Tabla 12-4:	Materiales directos de fabricación.....	51
Tabla 13-4:	Materiales indirectos de fabricación	52
Tabla 14-4:	Mano de obra directa	52
Tabla 15-4:	Mano de obra indirecta	52
Tabla 16-4:	Otros costos indirectos de fabricación.....	53
Tabla 17-4:	Gastos de administración	53
Tabla 18-4:	Gastos de ventas y comercialización.....	54
Tabla 19-4:	Tabla de financiamiento.....	54
Tabla 20-4:	Ingresos del proyecto	54
Tabla 21-4:	Estado de pérdidas y ganancias	55
Tabla 22-4:	Estado de pérdidas y ganancias	55
Tabla 23-4:	Plan de inversión.....	56
Tabla 24-4:	Flujo de caja.....	58
Tabla 25-4:	Valor actual neto	58
Tabla 26-4:	Tasa interna de retorno.....	59
Tabla 27-4:	Relación beneficio/costo	59

Tabla 28-4:	Periodo de recuperación de la inversión.....	59
Tabla 29-4:	Rentabilidad.....	60
Tabla 30-4:	Matriz de Leopold.....	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-4:	Macro localización del proyecto.....	26
Ilustración 2-4:	Micro localización del proyecto	27
Ilustración 3-4:	Presentación saco de cal viva	28
Ilustración 4-4:	Presentación saco de cal hidratada.....	28
Ilustración 5-4:	Hornos de cal.....	30
Ilustración 6-4:	Quemador para horno	30
Ilustración 7-4:	Trituradora de mandíbulas	31
Ilustración 8-4:	Molino pendular de rodillos	32
Ilustración 9-4:	Ensayadora semiautomática.....	33
Ilustración 10-4:	Báscula Digital	34
Ilustración 11-4:	Cocedora de sacos	34
Ilustración 12-4:	Diagrama de distribución de planta	37
Ilustración 13-4:	Simbología de maquinaria y equipos.....	37
Ilustración 14-4:	Diagrama de proximidad de puestos de trabajo	41
Ilustración 15-4:	Diagrama de flujo de producción de cal viva e hidratada	44
Ilustración 16-4:	Diagrama de proceso de cal viva	45
Ilustración 17-4:	Resumen del diagrama de proceso de cal viva	45
Ilustración 18-4:	Diagrama de proceso de cal hidratada	46
Ilustración 19-4:	Resumen del diagrama de proceso de cal hidratada.....	47
Ilustración 20-4:	Permisos, licencias o registros para la organización legal	49
Ilustración 21-4:	Organigrama estructural	50
Ilustración 22-4:	Organigrama funcional.....	51
Ilustración 23-4:	Tabla de amortización	57
Ilustración 24-4:	Valoración de impactos	63

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Organigrama estructural completo.

RESUMEN

El presente Trabajo de Integración Curricular consistió en realizar un estudio de factibilidad para determinar la viabilidad de la creación de una planta procesadora de carbonato de calcio para la empresa Canteras Shobol. Para poder determinar si el proyecto planteado por la empresa es factible, se empleó la metodología descrita por varios autores dentro del área de formulación y evaluación de proyectos. El trabajo empezó por realizar un estudio de mercado dentro de las industrias básicas de hierro y acero, empresas azucareras y camaroneras, quienes requieren de cal viva e hidratada. De esta manera se logró identificar que existe una demanda insatisfecha de 38.842 toneladas de cal viva y 169.450 toneladas de cal hidratada en el presente año. Se determinó que, para poder desarrollar la meta propuesta de producción, la empresa debe contar con un área de planta de 1.860 m² distribuidas en 7 áreas de trabajo: almacenamiento de materia prima, hornos, cribado, hidratación, pulverización, almacén de producto terminado y área de carga. Con la distribución de planta que se propuso y los equipos mencionados, se determinó que la capacidad de producción mensual de la planta es de 157,5 toneladas de cal viva y 236,25 toneladas de cal hidratada. Con un precio de venta de \$3,35 dólares el saco de cal hidratada y \$150,00 dólares la tonelada de cal viva, se determinaron los siguientes resultados referentes al estudio económico financiero: VAN (\$227.587,13), TIR (33%), relación beneficio/costo (1,21), periodo de recuperación de la inversión (cuarto año) y la rentabilidad (28%). Como conclusión del trabajo, se comprobó que el proyecto es viable y se recomendó a la empresa Canteras Shobol que considere los aspectos técnicos planteados en el presente Trabajo de Integración Curricular para que la planta procesadora pueda ser capaz de cumplir sus objetivos a corto y mediano plazo.

Palabras clave: <ESTUDIO DE FACTIBILIDAD> <PLANTA PROCESADORA> <INDUSTRIA DEL HIERRO> <INDUSTRIA DEL ACERO> <ESTUDIO DE MERCADO> <CAL VIVA> <CAL HIDRATADA> <PRODUCCIÓN>.

2130-DBRA-UTP-2022



SUMMARY

This degree research has been conducted as a feasibility study to determine the viability of creating a calcium carbonate processing plant for the company Canteras Shobol. In order to determine whether the project proposed by the company is feasible, the methodology described by several authors in the area of project formulation and evaluation was used. The work began by conducting a marketing study within the basic iron and steel industries, sugar and shrimp companies, which require quicklime and hydrated lime. In this way it was possible to identify that there is an unsatisfied demand of 38,842 tons of quicklime and 169,450 tons of hydrated lime this year. It was established that, in order to meet the proposed production goal, the company must have a plant area of 1,860 m² distributed in 7 work areas: raw material storage, kilns, screening, hydration, pulverization, finished product storage and loading area. The proposed plant layout and the aforementioned equipment determined that the monthly plant production capacity is 157.5 tons of quicklime and 236.25 tons of hydrated lime. With a selling price of \$3.35 dollars per bag of hydrated lime and \$150.00 dollars per ton of quicklime, the following results were determined for the economic and financial study: NPV (\$227,587.13), IRR (33%), benefit/cost ratio (1.21), investment recovery period (fourth year) and profitability (28%). As a conclusion of the research, it was found that the project is feasible, and it was recommended to the company Canteras Shobol to consider the technical aspects proposed in this Curricular Integration Work so that the processing plant can be able to meet its objectives in the short and medium term.

Key words: <LIME INDUSTRY>, <IRON AND STEEL INDUSTRIES>, <LIMESTONE>, <LIVE LIME>, <HYDRATED LIME>, <LIMING>, <PULVERIZATION>, <SHOBOL>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.
C.I. 060311780-5

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de estudios de factibilidad es una cultura que se viene desarrollando en las instituciones tanto públicas como privadas del país, es un factor de vital importancia tanto en la consecución, asignación y administración técnica y eficiente de los recursos, como en la gestión de los proyectos productivos de tal manera que asegure su implementación y su impacto en sociedad y en la población involucrada.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar un estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora de carbonato de calcio, el mismo que beneficiará a la ASOCIACIÓN CANTERAS SHOBOL CENTRAL, ubicada en la provincia de Chimborazo, ciudad de Riobamba, parroquia San Juan. Este estudio permitirá a la Asociación mencionada, establecer un proceso de construcción de un proyecto de inversión productiva, encaminado hacia el aprovechamiento de los recursos naturales con que actualmente se cuenta, pasando de ser proveedores de materia prima, a ofrecer productos con valor agregado a un mercado con una demanda creciente.

Para el desarrollo del estudio de factibilidad, se tomará como guía la metodología empleada por varios autores dentro del área de formulación y evaluación de proyectos quienes coinciden en el desarrollo de 5 áreas para determinar la viabilidad de un proyecto.

La primera área de estudio corresponde al estudio de mercado, el mismo que iniciará con la investigación de mercados en el cual se identificarán las necesidades de los clientes desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo; se determinará la demanda insatisfecha y las estrategias necesarias de mercado que aseguren la rentabilidad y sostenibilidad del negocio en el largo plazo.

Estudio técnico corresponde a la segunda área a tratarse, en esta se determinará la capacidad de producción de la empresa (número de unidades a producir), además de la localización óptima de la misma a través del análisis de factores técnicos necesarios para este fin.

En el área de la ingeniería del proyecto, se determinará la función de producción óptima para establecer un nivel eficiente en la utilización de los recursos que dispone la empresa. Es por esta razón que se prestará especial énfasis en el diseño y organización de la planta procesadora, en la cual se buscará la mejor alternativa de producción para conseguir altos volúmenes de producción con el menor costo posible. En este punto se seleccionará el proceso productivo que ayude a cumplir el requerimiento planteado, a través de un eficiente sistema de combinación de factores de producción.

Dentro del estudio económico-financiero, se considerarán elementos importantes como: inversiones, costos, gastos; ingresos; resultados financieros del proyecto; financiamiento, entre otros que permitirán determinar la sustentabilidad financiera de la inversión de implementar una planta procesadora de cal.

En la última área, en la evaluación del proyecto, se procederá a analizar los resultados mediante indicadores para comparar al proyecto con parámetros predefinidos que permitan determinar si la inversión debe ejecutarse y cuál será el nivel del riesgo que asumirán los inversionistas.

En este punto se utilizarán criterios de evaluación como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la Relación Costo Beneficio (RB/C), que ayudarán a determinar si el proyecto es o no viable. También se considerará la evaluación ambiental en el cual se considerarán los impactos que tendría el llevar a cabo el proyecto de una planta procesadora de carbonato de calcio.

Teniendo en cuenta la metodología planteada, es que el tema de tesis planteado se basará en la estructura propuesta para la formulación y evaluación de proyectos.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Asociación Canteras Shobol Central es una empresa de producción que desde sus inicios se ha dedicado a la explotación de minas y canteras para la obtención de la piedra caliza. Desde su creación en el año 1996, Canteras Shobol ha extraído miles de toneladas de piedra caliza, convirtiéndose así es uno de los principales proveedores de la zona.

Sus principales demandantes son UCEM S.A. Planta Chimborazo, con un promedio del 75% del total de la extracción de piedra caliza; y el 25% restante representan pequeños horneros de la parroquia de San Juan quienes requieren del material para el procesado y obtención de la cal de manera artesanal. (Acosta 2022, p. 17)

La piedra caliza, ya sea como producto de extracción de minas y canteras o como materia prima para el procesado, es un material de gran impacto en la comunidad y sus alrededores debido a que son pocos los materiales que tienen tal diversidad de usos y funciones como lo tiene la caliza. De acuerdo con (CALMOSACORP 2019) en su informe presentado sobre el uso del hidróxido de calcio en las industrias, el consumo de la cal en el Ecuador se distribuye en un 10% para actividades relacionadas a la construcción, avicultura, agricultura, acuicultura y actividades tradicionales de usos cotidiano; y el 90% restante para el uso en la industrial como absorbente, neutralizador ácido, agente cáustico y otras actividades industriales en la que la cal es componente principal para su desarrollo.

Es importante señalar el contexto geográfico en el cual se encuentra envuelta la empresa Canteras Shobol, considerando que la parroquia San Juan y sus comunidades cuentan con áreas mineras de extracción de piedra caliza, además de tener a disposición fuentes de agua cercanas y de fácil acceso. Estos recursos representan los principales materiales que se necesitan para el proceso de producción de la cal, por lo cual las personas y empresas que se dedican a la elaboración de cal tienen grandes oportunidades dentro de la industria calera de la localidad.

1.2. Planteamiento del problema

Asociación Canteras Shobol Central, desde su creación hasta la actualidad, es una empresa netamente considerada proveedora de piedra caliza como materia prima para la producción de la cal. Dentro de sus registros, la empresa cuenta con una proyección a largo plazo para el

aprovechamiento de sus canteras, debido a que tiene una estimación de reserva de 2.890.965 m³ de piedra caliza dentro de sus canteras. (Acosta 2022, p. 11)

Es así que tomando en cuenta la disponibilidad de la materia prima, y el contexto geográfico favorable en el que se encuentra la empresa, es que la asociación que integra Canteras Shobol identifica una oportunidad para crecer en la industria de la cal y sus derivados, mediante la creación de una planta procesadora para así pasar de ser una empresa proveedora de materia prima, a ser una productora de cal viva e hidratada, productos que representan componentes básicos utilizados en varios campos de la industria nacional, ya sea en la construcción, la agricultura, la metalurgia e incluso en el cuidado medio ambiente.

Dentro de la industria calera a nivel nacional y específicamente dentro de la provincia de Chimborazo, el nivel de producción de cal es considerable debido a que la mayoría de la producción de la cal se encuentra en manos de los pequeños y mediamos productores quienes, de manera artesanal o mediante la conformación de pequeñas empresas para la producción, representan un riesgo para la implementación de una nueva planta productora de cal dentro de la parroquia San Juan y sus alrededores.

Por tal razón es que la empresa requiere de generar una estructuración sólida dentro del mercado para asegurar la viabilidad del proyecto de implementar una nueva planta productora de cal dentro de la industria local y nacional.

1.3. Justificación

Tomando en cuenta que la Asociación Canteras Shobol Central requiere de la creación de una planta procesadora del carbonato de calcio, es que se presenta la necesidad de realizar un estudio de factibilidad que permita analizar los factores que intervienen en el proceso tanto de creación de la planta como del procesamiento de la piedra caliza; de esta manera, este estudio permitirá conocer la viabilidad del proyecto planteado.

Este estudio pretende representar un beneficio para la asociación que conforma Canteras Shobol considerando que mediante la implementación de una planta procesadora de carbonato de calcio y de un estudio que sustente al mismo, se contribuirá al desarrollo socioeconómico de la zona de influencia quienes conforman los beneficiarios tanto directos como indirectos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Realizar un estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora de carbonato de calcio para la Asociación Canteras Shobol Central ubicada en la parroquia San Juan, ciudad de Riobamba.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista del mercado a través de la determinación de la demanda insatisfecha.
- Realizar el estudio técnico del proyecto en el que se establezca el proceso de producción en base al producto y los equipos involucrados.
- Diseñar la ingeniería del proyecto en la que se proponga una distribución de planta que cumpla con los requerimientos técnicos del proceso de producción.
- Elaborar el estudio económico y financiero mediante el análisis de los costos, gastos y ventas del proyecto en función a la proyección técnica establecida.
- Valorar los costos y beneficios del proyecto en los próximos años mediante la evaluación técnica, económica y financiera.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Sector productivo en el Ecuador

En el Ecuador, debido a la emergencia sanitaria, todos los sectores productivos se vieron afectados en aspectos como en ventas, importaciones, exportaciones, etc. De acuerdo con datos registrados por el Banco Central del Ecuador (BCE), la economía del país para mediados del año 2020 disminuyó en un 12,4% referente al Producto Interno Bruto registrado en el año 2019. Esta caída en la economía se debió a la paralización de la mayoría de las actividades productivas a nivel nacional por motivos de la pandemia. El sector de la industria no fue la excepción, considerando que, para la misma fecha de acuerdo con el BCE, el Valor Agregado Bruto (VAB) disminuyó en 9,8%, representando grandes pérdidas para este sector productivo. (BCE 2020)

Sin embargo, hay que resaltar que las estimaciones del BCE para la economía ecuatoriana en el cierre del año 2021 y su proyección para el año 2022 son positivas. Esto debido a que (Cámara de Industrias y Producción 2021) registra un crecimiento de 3,55% en el año 2021, y proyecta un crecimiento de 2,54% para el final del año 2022.

2.1.2. Sector industrial

Haciendo referencia al sector de producción de minerales no metálicos al que pertenece la industria de elaboración de cal, el nivel de decrecimiento 2019-2020 en comparación al decrecimiento 2020-2021 del VAB representa una disminución considerable, dado que según los datos registrados por el BCE pasa de tener una caída en de 17,7% a tener una caída de 0,8% respectivamente. Considerando este nivel de recuperación de la industria de producción de minerales no metálicos, se espera que para el cierre 2022 este sector presente un crecimiento del 2,6% del VAB. (Cámara de Industrias y Producción 2021)

2.1.3. Generación de valor agregado en beneficio de la sociedad

Después del periodo de regresión económica en el sector industrial ocasionado por la emergencia sanitaria, ONU resalta que las políticas industriales de cada país deben tener un enfoque socialmente inclusivo en el que se preste especial atención a los sectores sociales más vulnerables de la pandemia para de esta manera fortalecer su capacidad de recuperación. (United Nations Industrial Development Organization 2021, p. 26)

Es así que para que exista una recuperación en la industria con especial enfoque en la sociedad, (Soledispa et al. 2019, p. 56) en su análisis de la matriz productiva y su incidencia en el sector secundario de la economía ecuatoriana, recalcan la importancia de generar una transformación en la matriz productiva para que la sociedad sea capaz de dar mayor valor agregado dentro de un sector mediante la implementación de tecnologías y recursos verdes que permitan generar un incremento de la producción a través de la incorporación de nuevos conocimientos aplicados a los procesos actuales del sector productivo.

2.1.4. Impacto de la implementación de plantas industriales

En el contexto de la generación de valor agregado para el desarrollo del sector industrial, son muchos los personajes de la historia y de la actualidad que coinciden en que la industrialización de un país incide directamente en el crecimiento económico de este. En este sentido (Ortiz y Uribe 2012, p. 67) en su estudio sobre el crecimiento económico, industrialización y empleo, concluyen que el desarrollo económico de un país está fuertemente ligado a su nivel de industrialización.

Así mismo, desde un punto de vista del crecimiento y desarrollo económico, existe una relación positiva entre la estabilidad de un país y su capacidad de industrialización. En este sentido, para que los países de hoy en día puedan acceder a un mayor nivel de vida, deben generar un cambio en sus sectores productivos que esté enfocado en el aprovechamiento de los recursos naturales para el desarrollo de productos manufacturados que permita dinamizar el desarrollo de la economía y poder generar sectores aún más industrializados. (Ortiz y Uribe 2012, p. 45)

2.1.5. Formulación de proyectos

Se debe tener en cuenta aspectos importantes al momento de tomar la decisión de implementar un proyecto de inversión con el fin de fomentar la industrialización y generar un cambio en la matriz productiva. En este sentido, (Baca Urbina 2010, p. 2) menciona en su libro de evaluación de proyectos, que los proyectos de inversión no se los realizan por la simple necesidad de una persona que requiera producir un bien para ganar dinero, sino que requiere de una base sólida que lo justifique. Esta base consiste en un plan correctamente estructurado que señale las pautas a seguir durante la ejecución de un proyecto de inversión.

Dichas pautas se encuentran establecida dentro de la estructura técnica presentada por varios autores dentro del área de formulación de proyectos como lo señalan Baca Urbina en su libro “Evaluación de Proyectos” y Sapag Chain en su libro “Preparación y evaluación de proyectos”. Urbina y Chain coinciden en una estructura basada en cinco áreas para el desarrollo del estudio de factibilidad de un proyecto: estudio de mercado, estudio técnico, ingeniería del proyecto, estudio económico financiero y evaluación del proyecto.

2.1.6. Industrias que requieren de cal en Ecuador

En la actualidad, de acuerdo con el estudio técnico realizado por (CALMOSACORP 2019), la mayor concentración de uso de la cal dentro del territorio nacional se encuentra establecido en el sector industrial, considerando que aproximadamente el 90% de la producción nacional se utiliza en procesos de la industria metalúrgica y química. Por otro lado, el 10% restante es utilizado de manera tradicional en la construcción, agricultura, cuidado y tratamiento del agua, etc.

En este contexto se recalca la situación actual de la industria, en especial del sector calero a nivel nacional, y la importancia de generar valor agregado a la sociedad mediante la implementación de proyectos estructurados para asegurar la sostenibilidad de la industrial dentro de la sociedad. Por esta razón, a continuación, se presentará de manera detallada la fundamentación teórica sobre la cual el presente trabajo de titulación se encuentra establecido.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Proyecto

(Baca Urbina 2010, p. 2) en su libro “Evaluación de proyectos”, define a un proyecto como la búsqueda de una alternativa eficaz ante la presencia de un problema, esta alternativa está enfocada en encontrar la solución a una necesidad humana. También indica que la importancia de un proyecto radica en que siempre que haya una necesidad humana va a existir la necesidad de realiza un proyecto de inversión con el único fin de producir el bien o servicio que satisfaga dicha necesidad.

2.2.2. Estudio de factibilidad

Un estudio de factibilidad es un análisis sustentado con el cual se puede determinar si un proyecto es o no viable. Sin embargo, menciona que este no es el único propósito de un estudio de factibilidad, sino que también sirve para diferenciar entre distintas alternativas de acción para poder tener un criterio fundamentado de aceptación o rechazo de un proyecto con el fin de que este alcance su máximo potencial al momento de implementarlo. (Sapag Chain 2014, p. 39)

2.2.3. Estudio de mercado

De acuerdo con (Baca Urbina 2010, p. 7), el estudio de mercado es la primera etapa de la investigación del estudio el cual consiste en el análisis de los precios y del estudio de comercialización mediante la identificación y cuantificación de la oferta y demanda existente.

2.2.4. Estudio técnico

Dentro del estudio de factibilidad, y específicamente en el estudio técnico, se debe determinar todos los detalles técnicos referentes al tamaño óptimo de la planta, localización de la planta, maquinarias, sistema de producción, etc., con el fin obtener información de los requerimientos de mano de obra, capital y los recursos materiales para la ejecución del proyecto. (Sapag Chain 2014, p. 128)

2.2.5. Ingeniería del proyecto

En el estudio de la ingeniería de un proyecto, (Sapag Chain 2014, p. 109) menciona que se determina el sistema de la producción óptima que permita gestionar los recursos disponibles de manera eficaz. Para lograr esta eficacia se considera y analiza todas las condiciones y opciones de combinación de factores productivos, de costos y de ingresos que estén asociados a la ingeniería del proyecto.

2.2.6. Estudio económico financiero

Dentro del estudio económico financiero, (Baca Urbina 2010, p. 8) y (Sapag Chain 2014, p. 34) coinciden en que este es la etapa final del análisis de viabilidad económica y financiera de un proyecto. Por tal razón, ambos autores mencionan que esta etapa o este estudio se encarga de ordenar y sistematizar toda la información que tenga que ver con un ingreso o egreso monetario, mismo que fueron definidos y recolectados en las etapas anteriores del proyecto. En esta etapa también se desarrolla cuadros analíticos de la economía del proyecto a partir de los datos recolectados, mismos que posteriormente servirán de base para la evaluación del proyecto en la parte económica.

2.2.7. Evaluación del proyecto

(Córdoba Padilla 2011, p. 228) en su libro de formulación y Evaluación de Proyectos, indica que la evaluación de un proyecto es analizar el proceso de transformación que se está realizando y valorar el significado que este representa. En este análisis se deben establecer variables medibles para que sean sometidas a comparación y poder obtener resultados específicos que indiquen el estado del proyecto y que decisiones se pueden tomar a partir de los resultados obtenidos.

La principal forma de evaluación un proyecto es mediante la evaluación financiera del mismo. Para que se pueda llevar a cabo esta evaluación, es necesario realizar la proyección de los estados financieros sobre las ganancias y pérdidas, la proyección del flujo de caja para

desarrollar la planificación financiera, el balance general y el flujo neto de efectivo, todo esto para poder medir la rentabilidad de la inversión. (Córdoba Padilla 2011, p. 231)

Para desarrollar el estudio financiero, (Córdoba Padilla 2011, p. 231) recomienda hacer uso técnicas de evaluación financiera, entre las que destacan está el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la Relación Costo Beneficio (RC/B) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

2.2.8. Distribución de plantas

(García Sabater 2020, p. 4) en su nota técnica sobre la distribución de plantas, define a la distribución de planta como la disposición física de los recursos en el espacio o dentro de las instalaciones. En general, menciona que existen dos escenarios posibles dentro del diseño de una distribución de planta, una situación ideal en la que no existen limitaciones de ningún tipo y que es poco común encontrarlas hoy en día; y el escenario típico de la actualidad en el que existen varias limitaciones al momento de plantear una distribución de plantas.

Desde un punto de vista técnico, una correcta distribución está determinada y fuertemente ligada a los movimientos que se requieren para su funcionamiento, factor en el cual se incluyen aspectos importantes como la flexibilidad y la seguridad. (García Sabater 2020, p. 4)

2.2.9. Factores que intervienen en la distribución de plantas

Para (García Sabater 2020, p. 12-13), todos los factores presentes dentro del tema de distribución de plantas tienen una importancia relativa puesto que pueden variar de acuerdo con la organización que lo requiera y de la situación específica en la que se encuentre. Es así que para tener mayores ventajas y se eliminen la mayoría de los inconvenientes, recomienda generar un equilibrio de las características y consideraciones de todos los factores posibles.

De esta manera, el autor agrupa los factores que pueden influir en un diseño de plantas de la siguiente manera:

- Los métodos empleados
- Los materiales
- La maquinaria
- Los trabajadores
- Los clientes
- Los movimientos
- Las esperas

- Los servicios auxiliares
- El edificio y las zonas colindantes
- Los cambios esperados

2.2.10. Objetivos de la distribución de plantas

Al momento de diseñar una distribución de planta, de manera general se busca perseguir las 4 líneas de acción fundamentales del diseño de plantas: Unidad, Efectividad, Flexibilidad y Seguridad. (García Sabater 2020, p. 11-12)

Para conseguir el cumplimiento de estos factores, se requiere dar cumplimiento a los objetivos planteados para el diseño de una planta industrial:

- Reducir las distancias
- Incrementar la producción
- Disminuir la congestión
- Facilitar el mantenimiento
- Utilizar el espacio de manera efectiva
- Desarrollar el mínimo esfuerzo de elaboración en el proceso
- Reducción de riesgo
- Mejorar el uso de la mano de obra y maquinarias

2.2.11. Sistema de producción

La disposición de los procesos y sus actividades, están directamente relacionados al sistema de producción que se haya elegido para un proceso productivo de una industria, considerando esto, (Cuatrecasas 2017, p. 55) menciona dos principales sistemas de producción: producción orientada al proceso y producción orientada al producto. De estos dos sistemas productivos, destaca al sistema orientado al proceso, debido a que este es un proceso en el que los puestos de trabajo están conformados de manera funcional.

(Cuatrecasas 2017, p. 56) plantea como ejemplo principal de distribución funcional a los procesos de producción industrial, debido a que se basa en puestos de trabajos conformados por personas y máquinas, mismos que están dispuestos de forma funcional en el que el producto es el que recorre de manera secuencial los puestos de trabajo.

2.2.12. Cal

(Palma 2009, p. 229), en su trabajo de investigación sobre la historia de la producción de la cal, define a la cal como un óxido de calcio (CaO) obtenido como consecuencia del proceso de

calcinación de la piedra caliza (CaCO_3), proceso en el cual se libera dióxido de carbono (CO_2). Debido a la naturaleza química del CaO , este inmediatamente reacciona en presencia del oxígeno para pasar a formar lo que se conoce como cal viva (CaO). Durante el proceso de enfriamiento, la cal viva tiene a absorber agua, por lo que el proceso se acelera vertiendo agua de manera controlada a las rocas para que se produzca el producto conocido como cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Como en toda reacción química, existe una ganancia o pérdida de peso, en este caso al tratarse del proceso de calcinación de la piedra caliza (CaCO_3) para convertirse en óxido de calcio (CaO), se presenta una disminución de peso después de salir del horno. De acuerdo con los estudios realizados por (González de Corbella y Ruiz 2015, p. 28), la pérdida de peso de la roca una vez se haya realizado el proceso de calcinación es de un 44%.

Es así como el presente trabajo estará fundamentado en todos los apartados mencionados anteriormente sobre la formulación de proyectos, estudio de factibilidad, industrias de la cal, distribución de plantas y proceso de producción de la cal.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Estudio de mercado

3.1.1. Proceso de investigación de mercados

3.1.1.1. Determinación de los objetivos

- Identificar el comportamiento del mercado establecido, referente al campo de la producción de la cal viva e hidratada, mediante el desarrollo de análisis de mercado.
- Determinar la demanda existente del producto en el mercado local y nacional.
- Definir las características del consumidor potencial del producto mediante el estudio y delimitación de los clientes.
- Posicionar el producto a elaborarse dentro del mercado existente.

3.1.1.2. Determinación de los problemas de investigación

Los problemas que se puedan presentar al momento de realizar el estudio de mercado deben ser correctamente señalados e identificados para determinar si se trata o no de un problema crítico para el desarrollo del proyecto.

En la zona de influencia del proyecto, la parroquia San Juan y sus alrededores, existe una cultura de personas, familias y lo más común, asociaciones que se dedican a la extracción de la piedra caliza y también a su procesado para la obtención de la cal. En este sentido, debido a que este sistema de producción que predomina en la zona no tiene una imagen reconocida más allá como productores artesanales a pequeña escala, se plantea el problema de brindar apoyo a la comunidad involucrada mediante este estudio que permitirá reconocer el esfuerzo de los productores mediante el aprovechamiento a una escala mayor de la piedra caliza para brindar un producto al mercado consumidor que esté al nivel de los grandes productores de cal locales y nacionales.

3.1.1.3. Definir las necesidades de información

Para desarrollar el proyecto sobre la implementación de una planta procesadora de carbonato de calcio, se debe de obtener información tanto de fuentes primarias, como de secundarias; en las fuentes primarias, la información obtenida será principalmente de los potenciales clientes identificados, proveedores de los productos directos e indirectos para la fabricación de la cal,

entre otros; ya que así se permite conocer de primera mano el mercado referente al producto en cuestión; la información primaria es la que es obtenida directamente de campo, por medio de observación, análisis e investigación de las industrias objetivo para el enfoque del mercado.

También se hace énfasis a la recolección de información mediante fuentes secundarias, ya que estas permiten obtener información importante con respecto a proyecciones, ofertas, demandas, entre otros, que son publicadas en entidades de prestigio, que pueden ser tanto de fuentes privadas como gubernamentales, dando así un importante punto de partida para poder ubicar al proyecto dentro del mercado.

3.1.1.4. Determinación de las fuentes de datos

Para la obtención de los datos que permitirá determinar el mercado y su extensión para el desarrollo del proyecto se recurrirán a las siguientes fuentes:

En primer lugar, se recurrirán a datos estadísticos verificados de fuentes como el INEC, datos de producción de la corporación financiera, datos de producción de empresas destacadas como Andec S.A., Novacero S.A. entre otras fuentes del gobierno nacional, provincial e incluso cantonal y parroquial que brinden datos estadísticos de producción y consumo de la cal.

Como segundo punto se recurrirá a información de campo, como será la información brindada por productores artesanos locales y de manera muy importante se recurrirá también a información de primera mano de las principales empresas productoras y consumidoras de cal en el mercado nacional.

3.1.1.5. Diseño de la investigación

La investigación se basa en la recolección de información mediante un sondeo de mercado enfocado a las industrias objetivo que requieren de cal para el desarrollo de sus actividades. El principal enfoque de mercado que se plantea la empresa se encuentra establecida en las industrias básicas del hierro y acero quienes requieren de cal viva para los procesos de fundición del acero. En cuanto a la cal hidratada, el nicho de mercado al que se pretende ingresar corresponde a las empresas relacionadas a la industria camaronera y azucarera.

Industrias básicas del hierro y acero

Mediante el análisis de mercado se pretende obtener la cantidad de consumo de cal viva que requieren las empresas pertenecientes a esta industria, así mismo se espera obtener el número de empresas existentes a la actualidad y su participación en el mercado.

Industrias camaroneras y azucareras

Se ha identificado este mercado potencial considerando que, para el desarrollo de sus actividades productivas, estas industrias requieren de cal hidratada en altas cantidades dependiendo de sus volúmenes de producción. Es por esto que se recolectará información sobre los volúmenes de producción y el número de empresas que pertenecen a este segmento de mercado para así establecer una demanda en base a estos factores.

3.1.2. Análisis de mercado

Mercado proveedor

En primera instancia se establece las necesidades de la planta para realizar el procesado de la piedra caliza. Como primer punto importante, se identifica la necesidad de ser provisto de la materia prima principal, es decir de piedra caliza. Como se planteó anteriormente, la empresa Canteras Shobol es una empresa que se dedica a la extracción de caliza en grandes cantidades, por lo cual la piedra requerida para la producción de cal será destinada en las cantidades necesarias para cubrir la totalidad de demanda que requiera la planta procesadora, tal como se mencionó anteriormente debido a que tiene una estimación de reserva de 2.890.965 m³ de piedra caliza dentro de sus canteras, lo que garantiza la provisión de materia prima para este proyecto.

En cuanto a los materiales indirectos de fabricación, se identifica al aceite alterno como materia principal dentro de esta categoría, debido a que se requieren grandes cantidades de este para mantener encendidos los hornos de calcinación de la caliza. Por esta razón el proveedor principal serán las pequeñas empresas dedicadas a la recolección del aceite que, en consideración a los grandes volúmenes de producción de este, se determina que existe gran disponibilidad de este material. De aproximadamente 120 establecimientos de servicio de cambio de aceite para carros en Riobamba.

Mercado consumidor

Refiriéndose a los clientes objetivos del proyecto planteado para la creación de una planta procesadora de carbonato de calcio, se identifica al mercado consumidor principalmente a todas las empresas a nivel nacional que se cataloguen dentro del sector de industrias básicas de hierro y acero que requieren de cal viva para el desarrollo de sus actividades.

Dentro de esta industria, los últimos datos investigados indican que, para el final del año 2019 existieron un total de 58 empresas dedicadas a esta actividad. De esta manera las que más destacan son empresas como Novacero S.A., Acería del Ecuador CA ADELCA., Andec S.A., IPAC S.A., Cubiertas del Ecuador KUBIEC S.A., DIPAC Manta S.A., entre otras.

Así también, referente al mercado consumidor de la cal hidratada, se identifica a los clientes potenciales de este producto a las empresas a nivel nacional que constan dentro de las industrias camaroneras y azucareras.

Parte del mercado consumidor son las empresas acuícolas que realizan actividades relacionadas con la producción de camarón se encuentran establecidas principalmente en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena y El Oro, empresas como Deli S.A., Grancomar y Oro de Mar S.A. Los ingenios azucareros corresponden en su mayoría a un número reducido de empresas que se dedican al procesado del azúcar y que dominan el mercado nacional; empresas como Azúcar Valdez, Ingenio San Juan e Ingenio azucarero San Juan localizadas principalmente en la provincia del Guayas.

Mercado competidor

Refiriéndose a empresas conformadas y con gran participación en el mercado nacional, los principales competidores son empresas como Calizas Chimborazo, Calmosacorp Cia. Ltda., Cal Marina, entre otras, mismas que se dedican a la venta y distribución de cal viva e hidratada en diferentes presentaciones.

En cuanto al mercado competidor local, específicamente de la parroquia San Juan, Calpi y Lican, entre familias y asociaciones, existen más de 30 hornos artesanales pertenecientes a establecimientos familiares que se dedican a la producción de cal viva e hidratada de manera artesanal, representando estos una competencia local de mediano impacto.

Mercado distribuidor

El mercado en el Ecuador para realizar la distribución de la cal a nivel nacional es abundante, por lo que para este caso en específico se considera que el principal distribuidor se encuentra establecido dentro de la misma comunidad. El distribuidor identificado para transportar la cal a sus distintos puntos de entrega será la empresa Transportes de Carga Minera Shobol S.A., quienes cuentan con una flota completa de camiones y volquetas para realizar el proceso de distribución.

3.1.2.1. Identificación del producto

El principal producto que resulta del proceso de calcinación de la caliza es el óxido de calcio o también conocida como cal viva o siderúrgica, la cual tiene un papel muy importante dentro de la industria debido a que actúa como fundente lo que permite que se eliminen la mayoría de las escorias del proceso de obtención de los diferentes tipos de aceros.

Del proceso de obtención de la cal viva o siderúrgica, se obtienen restos de material que es considerado como un subproducto debido a que estos restos, en un proceso posterior, son hidratados y molidos para formar lo que se conoce como cal hidratada o cal agrícola. Este producto es usado principalmente para el curado de los suelos agrícolas y para el desinfectado de las piscinas de cultivo de camarón.

3.1.2.2. Clientes

Los principales clientes identificados para el consumo de la cal viva o cal siderúrgica son empresas dedicadas a la producción de acero y sus variedades. Empresas como Novacero S.A., Acería del Ecuador Ca Adelca, Andec S.A., y demás empresas dentro del grupo de industrias básicas de hierro y acero, son el principal objetivo de la empresa para vender su producto principal.

Para la cal hidratada los principales clientes se identificaron a todas las empresas de la industria acuícola y azucarera. Los clientes identificados dentro de la industria acuícola en su totalidad se encuentran establecidos en la región costera del país, empresas como Grancomar, Deli S. A., y Oro de Mar S. A. Los clientes de la industria azucarera corresponden a los ingenios como Azúcar Valdez, Ingenio San Carlos e Ingenio Azucarero San Juan.

3.1.2.3. Demanda

La demanda de cal viva en el Ecuador para el mercado objetivo se encuentra dominada por las empresas dedicadas a la actividad de la fundición del acero, es decir, a las industrias básicas del hierro y acero. Por esta razón es que la demanda identificada para el mercado objetivo del presente proyecto se establece directamente mediante el consumo anual de la cal viva de estas industrias.

Mediante datos de la empresa Novacero S.A. y Andec S.A, se determinó que el consumo promedio de cal viva de una industria de acero es de un estimado de 6 mil toneladas anuales. Se considera que, de acuerdo con los datos de la Corporación Financiera Nacional (CFN), las principales industrias registradas dentro del área de hierro y acero son 58, y de estas, 28 son consideradas grandes y medianas empresas y representan el 95% del total de las industrias de este sector.

Tabla 1-3: Industrias básicas de hierro y acero

Industrias básicas de hierro y acero			
Tamaño de la empresa	# Empresas	# Empleados	% Participación (Empleos generados)
Grande	12	4.523	86%
Mediana	16	488	9%
Pequeña	12	128	2%
Microempresa	18	90	2%
Total	58	5.229	100%

Fuente: CFN, 2021

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En este sentido, las 28 empresas demandan un estimado de 168 mil toneladas anuales, representando esto el 95% de la demanda existente por parte de esta industria. El 100% de la demanda existente correspondería al valor de 176.842 toneladas anuales de cal viva.

La demanda de cal hidratada por parte del mercado objetivo corresponde al consumo de cal destinada a la desinfección de las piscinas, este consumo se ha determinado en 250 Kg/ha. Se establece que en Ecuador hay un estimado de 225.000 hectáreas camaroneras, en el cual Guayas y El Oro son las provincias con mayor volumen de producción. Representando así una demanda existente de 56.250 toneladas de cal al año.

Por otra parte, en los ingenios azucareros, la demanda de cal hidratada corresponde al consumo realizado por esta industria para el mejoramiento de los suelos de cultivo. Teniendo en cuenta que en Ecuador existe un aproximado de 80.000 hectáreas destinadas a plantaciones de caña de azúcar, según datos de FENAZUCAR (Federación Nacional de Azucareros), de esto, el 62,8% del terreno se encuentra en la provincia del Guayas, lo cual representa una extensión de terreno de 50.240 hectáreas. Se considera también que para el proceso de curado del suelo se recomienda aplicar 5 toneladas por hectárea de producción. De esta manera se presenta una demanda existente de 251.200 toneladas de cal hidratada o cal agrícola.

3.1.2.4. Demanda proyectada

La demanda proyectada se establece en función de la tasa de crecimiento del PIB del país, el cual se plantea en un valor promedio de 2,5% de crecimiento para los próximos años de acuerdo con la nota técnica No. 82 al año 2021 del BCE, anexo 1.

Tabla 2-3: Demanda proyectada

Demanda proyectada (Toneladas anuales)		
AÑOS	CAL VIVA	CAL HIDRATADA
	Demanda	Demanda
2022	176.842	307.450
2023	181.263	315.136
2024	185.795	323.015
2025	190.439	331.090
2026	195.200	339.367
2027	200.080	347.851

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Para la cal viva se observa que la demanda proyectada incrementa de 176.842 toneladas en el primer año, a 200.080 toneladas en el año 2027. Por el lado de la cal hidratada la demanda se proyecta desde 307.450 toneladas en el primer año a 347.851 toneladas en el año 2027.

3.1.2.5. Oferta

En base a un sondeo de mercado realizado por integrantes de la asociación que encabezan el proceso de conformación de la planta productora de cal, se ha identificado a los principales productores en las provincias del Guayas y Chimborazo, obteniendo un total 46 establecimientos, entre personas naturales y jurídicas, que se dedican a la producción de cal viva e hidratada.

Tabla 3-3: Número de contribuyentes dedicados a la fabricación de cal viva e hidratada

Número de contribuyentes dedicados a la fabricación de cal viva e hidratada			
PROVINCIAS	PERSONAS NATURALES	PERSONAS JURÍDICAS	TOTAL
Chimborazo	8	10	18
Guayas	3	25	28
TOTAL	11	35	46

Fuente: Base de datos portal SRI

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Considerando el tamaño de los establecimientos dedicados a la producción de cal viva e hidratada se establece que no se sobrepasa un promedio de producción de 3 mil toneladas anuales de cal viva y 3 mil toneladas anuales de cal hidratada. Así, se establece una oferta de 138 mil toneladas de cal viva e hidratada al año.

3.1.2.6. Oferta proyectada

Al igual que la demanda, para la oferta proyectada se establece en función de la tasa de crecimiento del PIB del país, el cual se plantea en un valor promedio de 2,5% de crecimiento para los próximos años de acuerdo con la nota técnica No. 82 al año 2021 del BCE, anexo 1.

Tabla 4-3: Oferta proyectada

Oferta proyectada (Toneladas anuales)		
AÑOS	CAL VIVA	CAL HIDRATADA
	Oferta	Oferta
2022	138.000	138.000
2023	141.450	141.450
2024	144.986	144.986
2025	148.611	148.611
2026	152.326	152.326
2027	156.134	156.134

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Para el caso de la oferta proyectada, para la cal viva se tiene que la producción irá desde 138.00 toneladas en el año 2022 a 156.134 toneladas en el año 2027. Para la cal hidratada se estima que la oferta incrementará de 138.000 toneladas en el primer año, a 156.134 el año 2027.

3.1.2.7. Análisis comparativo entre demanda y oferta

Comparando la oferta y demanda de la cal viva e hidratada en el mercado establecido para el desarrollo del proyecto de implementación de una planta procesadora de carbonato de calcio, se determina que para la cal viva existe una demanda que va desde 176.842 toneladas anuales en el primer año hasta 200.080 en el último año de proyección, y una oferta de 138.000 toneladas anuales a 156.134 toneladas en el último año.

En cuanto a la cal hidratada, se determinó que la demanda pasa de 307.450 toneladas anuales a 347.851 toneladas en el último año, y la oferta incrementa de 138.000 toneladas a 156.134 toneladas anuales.

Tabla 5-3: Análisis comparativo entre la oferta y demanda

AÑOS	CAL VIVA		CAL HIDRATADA	
	Oferta	Demanda	Oferta	Demanda
2022	138.000	176.842	138.000	307.450
2023	141.450	181.263	141.450	315.136
2024	144.986	185.795	144.986	323.015
2025	148.611	190.439	148.611	331.090
2026	152.326	195.200	152.326	339.367
2027	156.134	200.080	156.134	347.851

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

3.1.2.8. Demanda insatisfecha

Con los valores de la oferta y demanda proyectada hasta el año 2027, se calcula la demanda insatisfecha que tendrá la cal viva e hidratada en los próximos años.

Tabla 6-3: Demanda insatisfecha

Demanda insatisfecha (Toneladas anuales)						
AÑOS	CAL VIVA			CAL HIDRATADA		
	Oferta	Demanda	Demanda insatisfecha	Oferta	Demanda	Demanda insatisfecha
2022	138.000	176.842	-38.842	138.000	307.450	-169.450
2023	141.450	181.263	-39.813	141.450	315.136	-173.686
2024	144.986	185.795	-40.808	144.986	323.015	-178.028
2025	148.611	190.439	-41.829	148.611	331.090	-182.479
2026	152.326	195.200	-42.874	152.326	339.367	-187.041
2027	156.134	200.080	-43.946	156.134	347.851	-191.717

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Se observa que tanto para la cal viva e hidratada existe una demanda insatisfecha considerable por lo que establece que existe un mercado para el desarrollo del proyecto. En concreto, mediante un análisis preliminar se estima que se cubrirá un 4,5% de la demanda insatisfecha de la cal viva. En el caso de la cal hidratada, se pretende cubrir un 1% del total de la demanda insatisfecha.

3.1.2.9. Análisis de precios

En el caso de la cal viva, al ser un producto considerado como intermedio y que será vendido por grandes cantidades, se establece un precio de 150,00 dólares la tonelada, este precio es el brindado por las principales acerías del país las cuales tienen precios de compra ya establecidos de acuerdo con el mercado nacional.

Para la cal hidratada, en el mercado local el valor promedio del saco de 25 Kg se encuentra en \$3,35 por lo cual debido a los volúmenes de producción de la planta y a la competencia existente, se decide acogerse a este precio.

3.1.2.10. Análisis de comercialización

Las empresas siderúrgicas que requieren de cal viva para el procesado del acero se rigen por un sistema de contratación bajo pedido. En este caso, la empresa Calera Shobol se acogerá a este sistema en el que la empresa productora se da a conocer mediante entrevistas y llamadas en las cuales queda asentado el contrato de comercialización de la cal. Después del proceso de contratación del producto, la distribución de mismo se lo realiza mediante el transporte de carga pesada, gasto que será cubierto por la empresa que requiere la cal, en este caso las empresas siderúrgicas.

Para la cal hidratada, cuyos principales usos se centra en la agricultura, ganadería, pesca, cuidado del medio ambiente, del agua, entre otros; se establece que la comercialización de este

se lo realizará mediante solicitudes de entrega de los locales principalmente agrícolas y veterinarios localizados en la extensión de la ciudad de Riobamba. En cuanto al transporte, la empresa Calera Shobol destinará el vehículo de acuerdo con las cantidades requeridas.

3.1.3. Plan de marketing

3.1.3.1. Objetivos de mercadotecnia

- Lograr el reconocimiento de la marca mediante la presentación de un producto que satisfaga las necesidades del consumidor.
- Generar reconocimiento del producto mediante las estrategias planteadas de venta.
- Lograr convertirse en la marca favorita de los clientes mediante una participación continua en el mercado.

3.1.3.2. Estrategias generales

Producto

En cuanto a la promoción al nivel del producto como tal, se plantea realizar el diseño del logo de la marca e incluirlas en las diferentes presentaciones de la cal. De esta manera se logrará identificar a la marca mediante el producto y así generar en los clientes una imagen que a posterior será un beneficio para la empresa.

Precio

Para la venta del producto, una estrategia planteada será mantener los precios de las distintas presentaciones de la cal en un nivel promedio de acuerdo con el mercado, \$3,35 dólares para la cal hidratada y \$150,00 dólares la cal viva. De esta manera el cliente se sentirá conforme no solo con la calidad del producto si no con el precio accesible.

Plaza

Para la distribución del producto a sus distintos destinos, se plantea realizar la contratación de fletes de transportes pertenecientes a la empresa Transportes de Carga Minera Shobol S.A., de esta manera no solo se dinamiza la economía en el sector si no que la empresa se ahorra gastos de mantenimiento, combustible, chofer y otros gastos relacionados a la tenencia de vehículos de carga.

El lugar en donde se encuentra establecido el mercado objetivo, se centra principalmente en las provincias de Chimborazo, Guayas y en parte en la provincia de Pichincha, dado que son en

estas provincias en donde se encuentra la mayoría de las empresas identificadas dentro de la industria de hierro y acero, las industrias camaroneras y azucareras.

Promoción

La forma en cómo se ofertará los productos a los diferentes clientes potenciales, se lo realizará mediante el contacto directo ya sea vía telefónica o acudiendo a las ubicaciones de las empresas y locales de los clientes. Esta estrategia se encuentra planteada debido a la naturaleza del producto, pues se considera que no es viable realizarlo en su totalidad de manera virtual ya que el mercado está enfocado a empresas productivas en la industria del acero y empresas enfocadas en el sector camaronero y azucarero. Sin embargo, debido a la actualidad del mercado y la forma de promocionar los productos, se plantea una estrategia de Marketing Digital para dar a conocer y promocionar el producto.

3.1.3.3. Presupuesto del plan de marketing

Tabla 7-3: Presupuesto del plan de marketing

Cantidad	Descripción	Valor \$
1	Diseño de logo	60
1	Diseño de saco cal viva	20
1	Diseño de saco cal hidratada	20
1	Proceso de contratación de fletes	50
1	Marketing Digital	60
1	Contacto telefónico clientes	40
1	Transporte por contacto directo clientes	200
TOTAL		450

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Estudio técnico

4.1.1. Localización

La localización de la planta se lo realiza principalmente para aprovechar ciertos factores que ayudan a que una empresa pueda surgir y mantenerse en el tiempo y que no represente un rotundo fracaso, por tal motivo se presenta la macro y micro localización de la planta.

4.1.1.1. Factores de localización

Para la selección de la correcta ubicación de la planta procesadora de carbonato de calcio, se tendrán en cuenta dos opciones: La primera opción es un terreno ubicado en la comunidad Shobol Llinllin en las cercanías de la cantera de extracción de la piedra caliza, misma que pertenece a la asociación. La segunda opción es un terreno ubicado en las afueras de la parroquia San Juan, en la vía principal Riobamba - Guaranda.

Para la evaluación de estos lugares, se procederán a analizar diversos factores que están relacionados directamente con la planta y el proceso de producción de la cal:

Mano de obra. La mano de obra está relacionada directamente con la cantidad de habitantes que existen en la zona de influencia y considerando que las dos ubicaciones planteadas se encuentran en la comunidad San Juan, de acuerdo con el plan de desarrollo y ordenamiento territorial, se determina que la parroquia cuenta con una cantidad poblacional proyectada de 8621 habitantes para el año 2020 con una tasa de crecimiento anual de 0,79%. Esta cantidad se considera suficiente para abastecer con la demanda de mano de obra que requiere el funcionamiento de una planta procesadora de la piedra caliza.

Materia prima. Debido a su cercanía al volcán Chimborazo, San Juan es considerado una tierra rica en minerales especialmente de calcita, material que conforma principalmente la piedra caliza. Además, se considera que la disponibilidad de materia prima es abundante debido a que la empresa Canteras Shobol cuenta con una concesión minera actualmente activa capaz de proveer en su totalidad la demanda de piedra caliza.

Servicios básicos. En este punto se consideran la disponibilidad y la calidad de los servicios básicos como luz, agua, internet y telefonía.

Condiciones climáticas. El tipo de clima Ecuatorial frío seco es el tipo de clima que predomina en la mayor parte de la extensión de la parroquia San Juan. Al ser un clima seco, se lo toma como favorable ya que no afecta a la maquinaria ni al producto elaborado.

Accesibilidad. La red vial dentro de la parroquia se considera buena por lo que existe el acceso total a los terrenos en las cual se podría ubicar la planta procesadora.

Transporte. Para el transporte de los trabajadores, así como del personal administrativo, se encuentran establecidos varias cooperativas de transporte de pasajeros que circulan con frecuencia hacia o desde Riobamba.

Cercanía con los proveedores. Con el análisis de este factor es importante mencionar que se hace referencia a cuán lejos estaría la planta procesadora para los principales proveedores de materiales directos e indirectos de fabricación.

Geografía. La geografía juega un papel muy importante al momento de establecer una planta procesadora, por lo general es preferible un terreno bajo y de superficie plana que facilite las actividades relacionadas al procesado de la materia prima.

Tabla 1-4: Método cualitativo por puntos para la ubicación de la planta

FACTOR	PESO	SAN JUAN		SHOBOL	
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA
Mano de obra	8	7	56	6	48
Materia prima	9	8	72	9	81
Servicios básicos	7	7	49	6	42
Condiciones climáticas	5	5	25	5	25
Accesibilidad	6	8	48	6	36
Transporte	5	8	40	5	25
Cercanía de proveedores	6	7	42	6	36
Geografía	8	8	64	6	48
TOTAL			396		341

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Habiendo realizado el respectivo análisis de los factores antes mencionados, se ha determinado que la ubicación ideal para la implementación de la planta procesadora de carbonato de calcio se encuentra establecida en la parroquia San Juan por encima de la ubicación en la comunidad Shobol Llinllin.

4.1.1.2. Macro localización

La ubicación macro del proyecto de implementación de una planta procesadora de carbonato de calcio se encuentra establecida en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia San Juan.

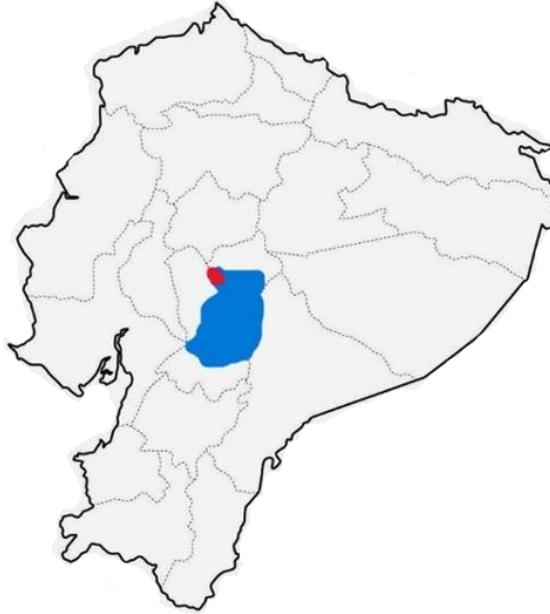


Ilustración 1-4: Macro localización del proyecto

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.1.3. Micro localización

La micro localización del proyecto se encuentra establecido en la parroquia San Juan en la vía Riobamba – Guaranda a pocos metros del desvío a la Reserva de Producción Faunística de Chimborazo. Coordenadas San Juan, Riobamba (-1.623862, -78.789759).

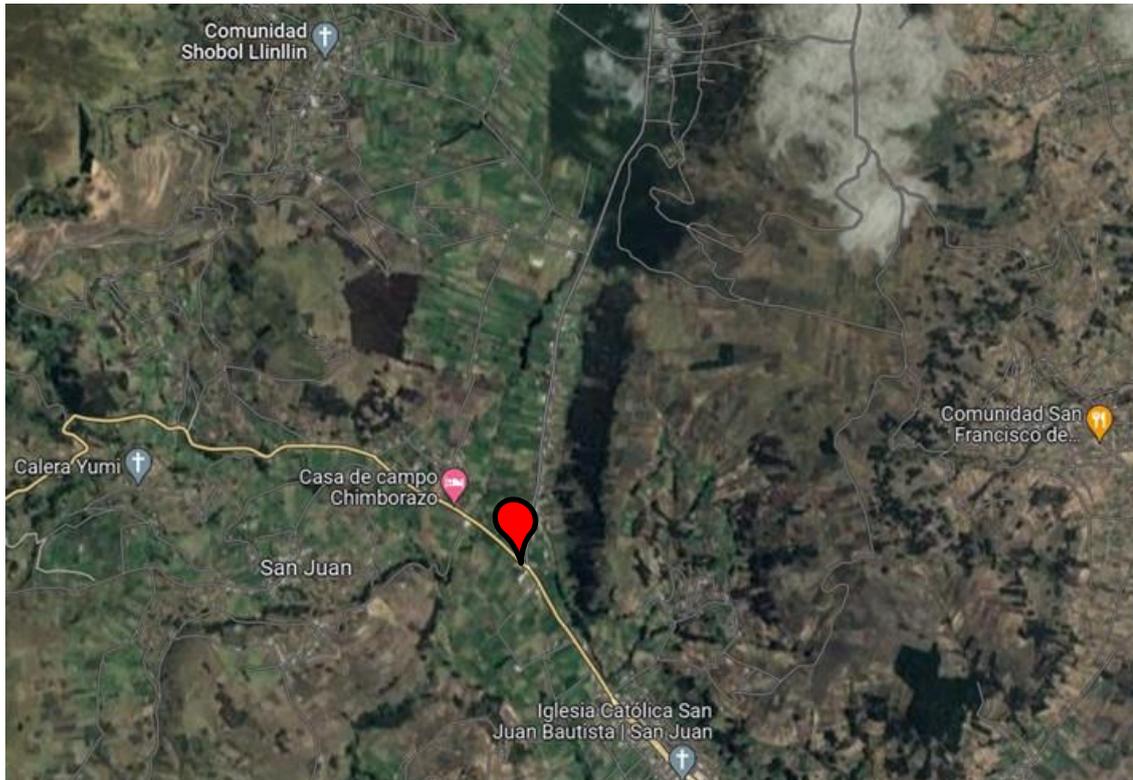


Ilustración 2-4: Micro localización del proyecto

Fuente: (Google Maps, 2022)

4.1.2. Ingeniería del producto

4.1.2.1. Descomposición del bien

En el proceso de elaboración de cal de la planta para la empresa Calera Shobol, se tendrá el producto principal denominado cal viva o cal siderúrgica, y también se tendrá un producto secundario denominado cal hidratada o cal agrícola.

La cal viva, utilizada en la industria siderúrgica tendrá la presentación de 1.000 Kg contenidas en bolsas big bag de la misma capacidad con la respectiva identificación de la empresa. Cabe recalcar que la bolsa big bag tiene su propio sistema de cerrado por lo que no requiere ser cocida o sellada.



Ilustración 3-4: Presentación saco de cal viva

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En la imagen de la descomposición del bien se aprecian los siguientes componentes

- Cal viva: 1.000 Kg
- Bolsa big bag: 1 unidad

En cuanto a la cal hidratada, la presentación será en sacos con un contenido de 25 Kg del producto. Para esta presentación será necesario realizar el proceso de cocido del empaque. Además, el saco se encontrará debidamente identificado con el logo de la empresa.



Ilustración 4-4: Presentación saco de cal hidratada

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Para esta presentación, el bien producido constará con lo siguiente:

- Cal hidratada: 25 Kg
- Saco: 1 unidad
- Hilo: 2 metros

4.1.3. Ingeniería del proyecto

4.1.3.1. Determinación de los materiales e insumos requeridos

Para el proceso de elaboración de la cal, ya sea viva o hidratada, se requiere de diversos activos fijos que se describen a continuación:

- Piedra caliza
- Hornos de calcinación para la piedra caliza
- Aceite alterno para la combustión de los hornos
- Agua
- Combos de trituración para el proceso de rypiado de la piedra caliza y de la cal viva
- Molino industrial para la trituración de la cal hidratada
- Trituradora para la piedra caliza
- Palas para procesos de llenado, vaciado, ensacado etc.
- Rastrillos para selección de material grueso (cal viva)
- Bolsas Big Bag 1.000 Kg para la cal viva
- Sacos 25Kg para la cal hidratada
- Ensacadora semiautomática
- Hilo para cocer los sacos de 25 Kg
- Cocedora manual para los sacos de 25 Kg
- Balanza digital para pesar las cantidades correctas del producto

4.1.3.2. Descripción de la maquinaria y equipos

De acuerdo con el proceso de producción mencionado anteriormente, para la producción de la cal viva e hidratada se requerirán de la siguiente maquinaria y equipos:

Hornos de ladrillo. Los hornos son artesanales con una capacidad de quemado de 3,5 toneladas diarias de piedra caliza. Cada horno ocupa un área de 9 m² y tiene una capacidad de llenado de 30 toneladas.

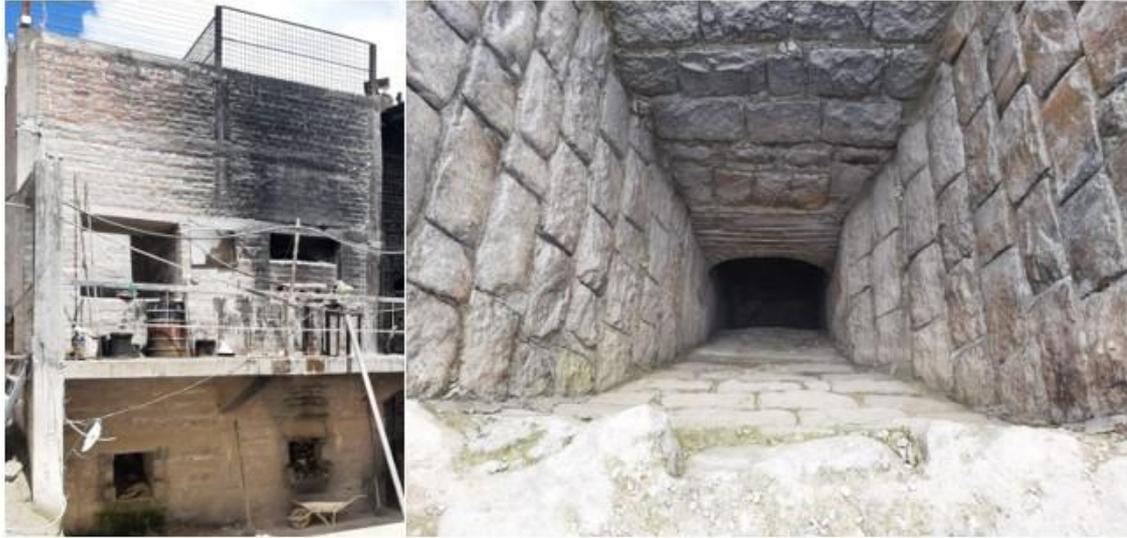


Ilustración 5-4: Hornos de cal

Fuente: (Marlon Arévalo, 2022)

Quemador terminox GL. Quemador industrial eléctrico para hornos de aceite. Potencia de 4 a 25 MW.



Ilustración 6-4: Quemador para horno

Fuente: (Vapormat Saacke, 2022)

- Diseño robusto, modular basado en la probada tecnología de atomización por presión.
- Cumplimiento confiable de los estrictos valores límite de emisiones gracias a la tecnología de bajo NOx.
- Se puede utilizar precalentamiento de aire.
- Ventilador altamente eficiente y silencioso de bajo consumo eléctrico.
- Diseño, montaje y puesta en marcha sin complicaciones.

Trituradora de mandíbulas. Modelo BB 600 XL-RETSCHE. Es una trituradora capaz de realizar la trituración de piedra gruesa y dura con una capacidad máxima de hasta 3.500 Kg/h.



Ilustración 7-4: Trituradora de mandíbulas

Fuente: (Cimatec, 2022)

- Aplicación: trituración previa y gruesa.
- Campos de aplicación: geología/metallurgia, ingeniería/electrónica, materiales de construcción medio ambiente/reciclaje, química/plásticos, vidrio/cerámica.
- Tipo de material: semiduro, duro, frágil, tenaz.
- Granulometría inicial: < 350 x 170 mm.
- Granulometría final: < 6 mm.
- Material de las herramientas de molienda: acero al manganeso.
- Motor: motor trifásico.
- Potencia motriz: 15 kW.
- Capacidad: 3,5 toneladas por hora.
- Alimentación de red: voltajes diferentes.
- A x H x F: 925 x 1600 x 1370 mm.
- Peso neto: 1350 Kg.

Molino pendular de rodillos. El molino tiene una capacidad máxima de producción 50 toneladas diarias de cal hidratada. Ocupa un área de 5 m².



Ilustración 8-4: Molino pendular de rodillos

Fuente: (POITTEMLL FORPLEX, 2022)

- Motor: motor trifásico.
- Conexión eléctrica: voltajes diferentes.
- Alimentación de red: trifásica.
- Rendimiento: 2 toneladas por hora.
- Finura: hasta 50 micras.
- Bajo consumo de energía.
- Ajuste fácil y eficiente.

Ensacadora semi automática. Ensacadora vertical QP 5000 SWP. Es una ensacadora semiautomática con pesadora lineal con una capacidad máxima de 12 pesajes por minuto.



Ilustración 9-4: Ensacadora semiautomática

Fuente: (Direct Industry, 2022)

- Unidad de llenado lineal de 2 básculas.
- Dimensiones: 810X900X2200 mm. (Dimensiones excepto ascensor)
- Peso: 450 Kg.
- Necesidad de electricidad: 220V/60Hz.

Báscula digital. La balanza o báscula tendrá una capacidad de 1000 Kg, lo que representa una tonelada que es la capacidad máxima de los big bags para la cal viva. El área destinada a este proceso ocupa un espacio de 3 m².



Ilustración 10-4: Báscula Digital

Fuente: (Grainger, 2022)

- Pantalla: digital.
- Dimensiones: 48x48 in.
- Capacidad de peso: 5.000 lb.
- Unidades de pesaje: Kg, lb.
- Precisión: 0,02%
- Alimentación: batería/eléctrico.
- Material del cuerpo: acero.

Cocedora de sacos manual. Al ser una máquina manual, la capacidad máxima depende directamente de la habilidad del operador, sin embargo, esta máquina está diseñada para cocer a una velocidad de 25 m/min. Requiere de un espacio de trabajo de 2 m².



Ilustración 11-4: Cocedora de sacos

Fuente: (MAPLASCALI, 2022)

- Modelo: AM-CS26A.
- Consumo: 0.8 kW.
- Voltaje: 110V/60Hz.
- Tipo de costura: Single – Thread Chain Stitch.
- Velocidad: 11.000 rpm.
- Calibre máximo a coser: 4mm.
- Distancia entre puntadas: 5mm.
- Dimensión externa de la máquina: 361x234x304 mm.
- Peso de la máquina: 5.5 kilos.

4.1.4. Tamaño de la planta

4.1.4.1. Factores determinantes del tamaño

El tamaño de la planta está determinado por varios factores como lo son la capacidad instalada, la demanda que tiene la empresa y el número de trabajadores.

En cuanto a la capacidad instalada, se ha determinado que esta depende directamente de la capacidad máxima de calcinación de la piedra caliza por parte de los tres hornos planteados. Esta capacidad se ha establecido en un total de 3,5 toneladas diarias de piedra quemada por cada horno, lo que representa un total de 10,5 toneladas diarias con 3 hornos encendidos.

Del primer y segundo horno, el 75% se convierte en cal viva y el 25% restante es considerado como un subproducto que posteriormente procederá a ser transformada en cal hidratada. En cuanto al tercer horno, las 3,5 toneladas diarias serán transformadas en cal hidratada en su totalidad.

Hablando de los trabajadores en planta, se requiere de dos horneros por cada horno en turnos de 24 horas, quien es el encargado de triturar la piedra cruda para posteriormente ser introducida en los hornos y luego del proceso de calcinación procede a sacar la cal ya quemada. Para la piedra quemada se requiere de dos personas más para triturarla y ensacarla. Y finalmente se requiere de una persona que se encargue de transportar la cal viva a la zona de despacho.

Para el caso de la cal hidratada, se requiere de tres personas más encargadas de la hidratación, la trituración, el ensacado y pesado de esta.

4.1.4.2. Determinación del tamaño óptimo

El tamaño óptimo de la planta debe ser capaz de soportar los volúmenes de producción planteados para la planta procesadora, en este caso se ha determinado que la producción diaria

de cal es de 10,5 toneladas de cal salida de los hornos, que considerando el porcentaje de pérdida de peso del 44% al momento de la calcinación, se determina que se deben procesar un total de 18,75 toneladas diarias de piedra cruda por parte de los tres hornos.

Las áreas establecidas para el funcionamiento de la planta se presentan a continuación:

Área de almacenamiento de materia prima: en esta área es en donde se descargará la materia prima y donde será almacenada hasta que el hornero la triture y la introduzca en los hornos.

Hornos: en esta área se realizará el proceso de calcinación de la piedra caliza; este mismo lugar será destinado para retirar la piedra caliza de los hornos y colocarla para que sea transportada a la zona de cribado. Los requerimientos de espacio de esta área se determinan por el tamaño del área que ocupa cada horno.

Área de cribado: en esta área se realizará la trituración de la cal viva en tamaños más manejables. También se separará la cal viva triturada de la chispa (cal viva de tamaño muy pequeño). Se requiere de espacios amplios que permita procesar el total de las toneladas diarias de cal viva que se producen. Además de que se requiere espacio suficiente para que trabajen los empleados destinados a esta área.

Área de hidratación: en esta área se ubicará la piedra quemada del tercer horno y también la chispa resultante del proceso de trituración de la cal viva del primer y segundo horno, para posteriormente agregar cantidades determinadas de agua y realizar el proceso de hidratación de la cal. La cantidad de agua necesaria para el proceso de hidratación se establece en un aproximado de 0,5 m³ de agua por tonelada de cal. Considerando la densidad del agua 1.000 Kg/m³, se establece que, por cada tonelada de piedra quemada destinada a la hidratación, se agregará media tonelada más correspondiente al peso del agua.

Área de pulverización: en el área de pulverización se encontrará el molino para la cal hidratada, la tolva para ensacar, la balanza y la cocedora manual. Es decir, en esta área netamente se procesará la cal hidratada. El espacio requerido está determinado directamente por el área que ocupan las maquinarias y el personal.

Almacén de producto terminado: en esta área se almacenarán tanto la cal viva como la cal hidratada en sus respectivos sacos. Se requiere de un área capaz de almacenar 13,125 toneladas diarias de cal.

Área de carga: en esta zona se despachará el producto terminado hacia sus diferentes destinos. El espacio debe ser lo suficientemente grande para que permita el ingreso y salida de los camiones de carga, así como la operación del montacarga.

4.1.5. Distribución de la planta

4.1.5.1. Simulación de la planta

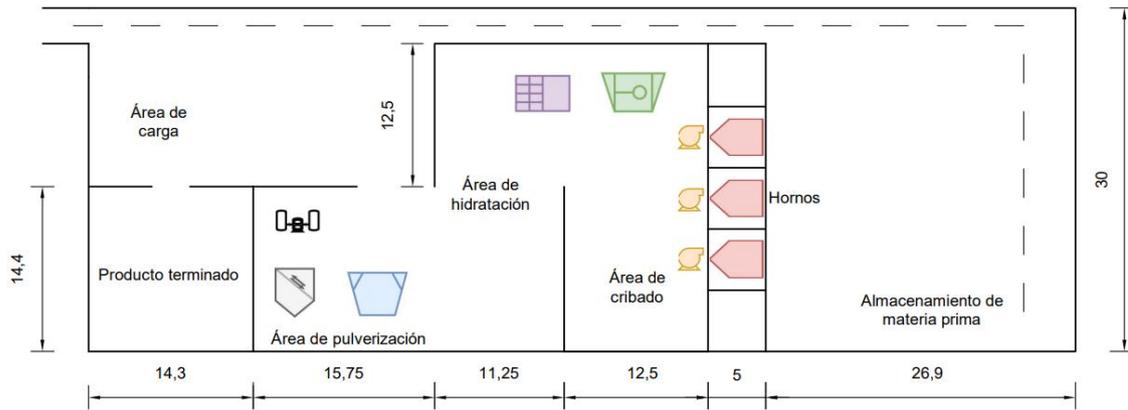


Ilustración 12-4: Diagrama de distribución de planta

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Trituradora de mandíbulas.
	Horno de ladrillo.
	Quegador de aceite.
	Molino pendular de rodillos.
	Ensacadora semi automática.
	Báscula digital.
	Coecedora de sacos manual.

Ilustración 13-4: Simbología de maquinaria y equipos

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.5.2. Áreas de planta

De acuerdo con las áreas descritas que se requieren para el proceso de producción, se establece que el espacio disponible supera al espacio requerido para el correcto funcionamiento de la planta. Además, cada área ha sido identificada con sus iniciales en mayúscula.

Tabla 2-4: Áreas de planta

Nº	Área	m ² Requeridos	m ² Disponible	Código
1	Área de almacenamiento de materia prima	450	590	MP
2	Hornos	180	270	HO
3	Área de cribado	300	330	CR
4	Área de hidratación	250	300	HI
5	Área de pulverización	180	225	PU
6	Almacén de producto terminado	200	200	PT
7	Área de carga	300	375	CA
Total		1860	2290	

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.5.3. Tabla de doble entrada

En las tablas presentadas a continuación se presentan los movimientos que se hacen al producto entre los distintos puestos de trabajo. En la columna principal se coloca el origen de donde parte el producto, y en la fila superior se establece el destino que tendrá el producto en el proceso de producción.

Tabla 3-4: Tabla de doble entrada para cal viva

DE-A	MP	HO	CR	HI	PU	PT	CA
MP	X	2					
HO		X	2				
CR			X			2	
HI				X			
PU					X		
PT						X	2
CA							X

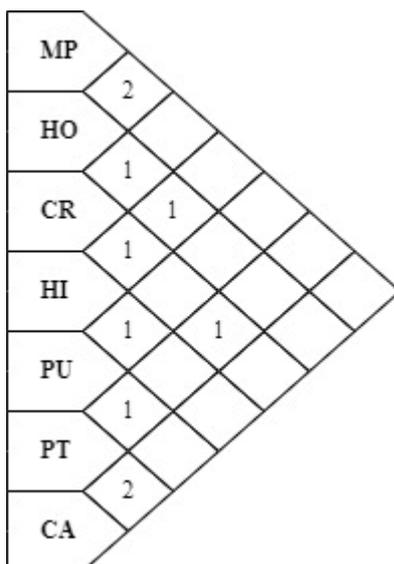
Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Tabla 4-4: Tabla de doble entrada para cal hidratada

DE-A	MP	HO	CR	HI	PU	PT	CA
MP	X	1					
HO		X		1			
CR			X	2			
HI				X	1		
PU					X	1	
PT						X	1
CA							X

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Tabla 7-4: Tabla triangular combinada



Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.5.5. Relación de movimientos

La tabla presentada a continuación indica el porcentaje de participación de los movimientos que existen entre las diferentes áreas de trabajo.

Tabla 8-4: Relación de movimientos

Relación	Movimientos	%
MP-HO	2	20,0%
PT-CA	2	20,0%
HO-CR	1	10,0%
HO-HI	1	10,0%
CR-HI	1	10,0%
CR-PT	1	10,0%
HI-PU	1	10,0%
PU-PT	1	10,0%
Total	10	100%

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.5.6. Proximidad de los puestos de trabajo

Luego de tener en claro la secuencia de la línea de producción y la relación de movimientos entre cada área de trabajo, se determina que existen dos relaciones críticas que necesariamente se requiere que estén contiguas a una distancia mínima. En este caso se determinó que estos movimientos son los del área de materia prima (MP) hacia los hornos (HO), y el otro es el área de producto terminado (PT) hacia la zona de carga (CA).

En este sentido, se compara con la distribución de planta establecida y se determina que estos movimientos críticos entre áreas se encuentran juntos entre sí por lo que se concluye que la distribución de planta es adecuada y garantiza el correcto funcionamiento del proceso de acuerdo con lo planificado.

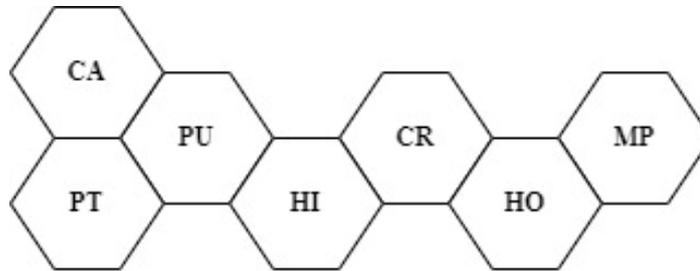


Ilustración 14-4: Diagrama de proximidad de puestos de trabajo

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.6. Proceso de producción

4.1.6.1. Selección del proceso de producción

La elaboración de la cal, tanto viva como hidratada, requiere de un sistema que garantice la calidad del producto y la sostenibilidad del proceso productivo, de tal manera se establecen procesos en la que la piedra caliza sea transformada en cal viva e hidratada.

Proceso de producción de la cal viva

Selección de materia prima. El proceso de selección de materia prima consiste en la recepción de la piedra caliza, proceso en el cual se debe constatar que la calidad de la piedra sea la deseada y así también se verifica que se haya entregado la cantidad solicitada.

Trituración de la piedra cruda. Una vez recibida la piedra caliza, la cual llega en tamaños de roca considerablemente grandes, se requiere de realizar un primer proceso de trituración mediante combos para reducir el tamaño de la piedra y que esta pueda ser introducida en el horno para su procesado.

Calcinación. La calcinación consiste en llenar los hornos con piedra caliza para procederla a quemar y producir la reacción química que transforma el carbonato de calcio en óxido de calcio.

Vaciado de la piedra cocida. Un punto muy importante y del cual depende la calidad de la cal, es el tiempo de cocido de la piedra, es por esto que la piedra quemada debe ser retirada del horno en el tiempo correcto para que no se queme ni mucho menos que pueda quedar cruda.

Triturado de la piedra cocida. Una vez la piedra quemada haya sido retirada del horno, se procede a realizar un segundo proceso de triturado de la piedra mediante el uso de la trituradora de mandíbulas para que su tamaño sea aún menor y pueda ser manipulado con mayor facilidad.

Ensayado. Como se había determinado anteriormente, la cal viva será ensacada en bolsas big bag de una tonelada, por lo que en este proceso se llena y pesa el saco con piedra de cal viva. La propia bolsa tiene su sistema de cerrado por lo que no requiere de ser cocida con hilo. En este punto se almacena el producto hasta cumplir con la producción.

Almacenamiento. Teniendo ya los sacos debidamente pesados y cerrados, se los procede a ubicar en la bodega de almacenamiento para ser despachados cuando la empresa lo requiera.

Proceso de producción de la cal hidratada

Selección de materia prima. El proceso de selección de materia prima consiste en la recepción de la piedra caliza, proceso en el cual se debe constatar que la calidad de la piedra sea la deseada y así también se verifica que se haya entregado la cantidad solicitada.

Trituración de la piedra cruda. Una vez recibida la piedra caliza, la cual llega en tamaños de roca considerablemente grandes, se requiere de realizar un primer proceso de trituración mediante combos para reducir el tamaño de la piedra y que esta pueda ser introducida en el horno para su procesado.

Calcinación. La calcinación consiste en llenar los hornos con piedra caliza para procederla a quemar y producir la reacción química que transforma el carbonato de calcio en óxido de calcio.

Vaciado de la piedra cocida. Un punto muy importante y del cual depende la calidad de la cal, es el tiempo de cocido de la piedra, es por esto que la piedra quemada debe ser retirada del horno en el tiempo correcto para que no se queme ni mucho menos que pueda quedar cruda.

Selección del material. Del proceso de triturado de la piedra quemada para la obtención de la cal viva, se obtiene un sobrante conocido como chispa, la cual consiste en polvo y piedras muy pequeñas que son seleccionadas para la elaboración de cal hidratada. Para el proceso de obtención de cal hidratada de manera directa, se transporta la piedra quemada de manera directa a la zona de hidratación.

Hidratación. En un área especificada, se reúne la cantidad existente de chispa y piedra quemada y se procede a hidratar la cal viva mediante la aplicación de cantidades especificadas de agua, aproximadamente se aplica 0,5 m³ de agua por cada tonelada de cal.

Triturado. Luego del proceso de hidratación, los restos de piedra se convierten en polvo grueso, por lo cual es triturado en un molino industrial, mismo que deposita el resultante en un silo de almacenamiento de mediana capacidad.

Ensayado. De la tolva que tiene el molino se procede a realizar el proceso de ensacado en sacos de 25 kg. En esta etapa se pesan y se cosen con hilo todos los sacos producidos.

Almacenamiento. Teniendo ya los sacos debidamente pesados y cocidos, se los procede a ubicar en la bodega de almacenamiento para ser despachados cuando la empresa lo requiera.

4.1.6.2. Diagrama de flujo de producción

En el diagrama de flujo del proceso de producción se indican el orden y las actividades a desarrollarse en la planta para producir la cal viva e hidratada.

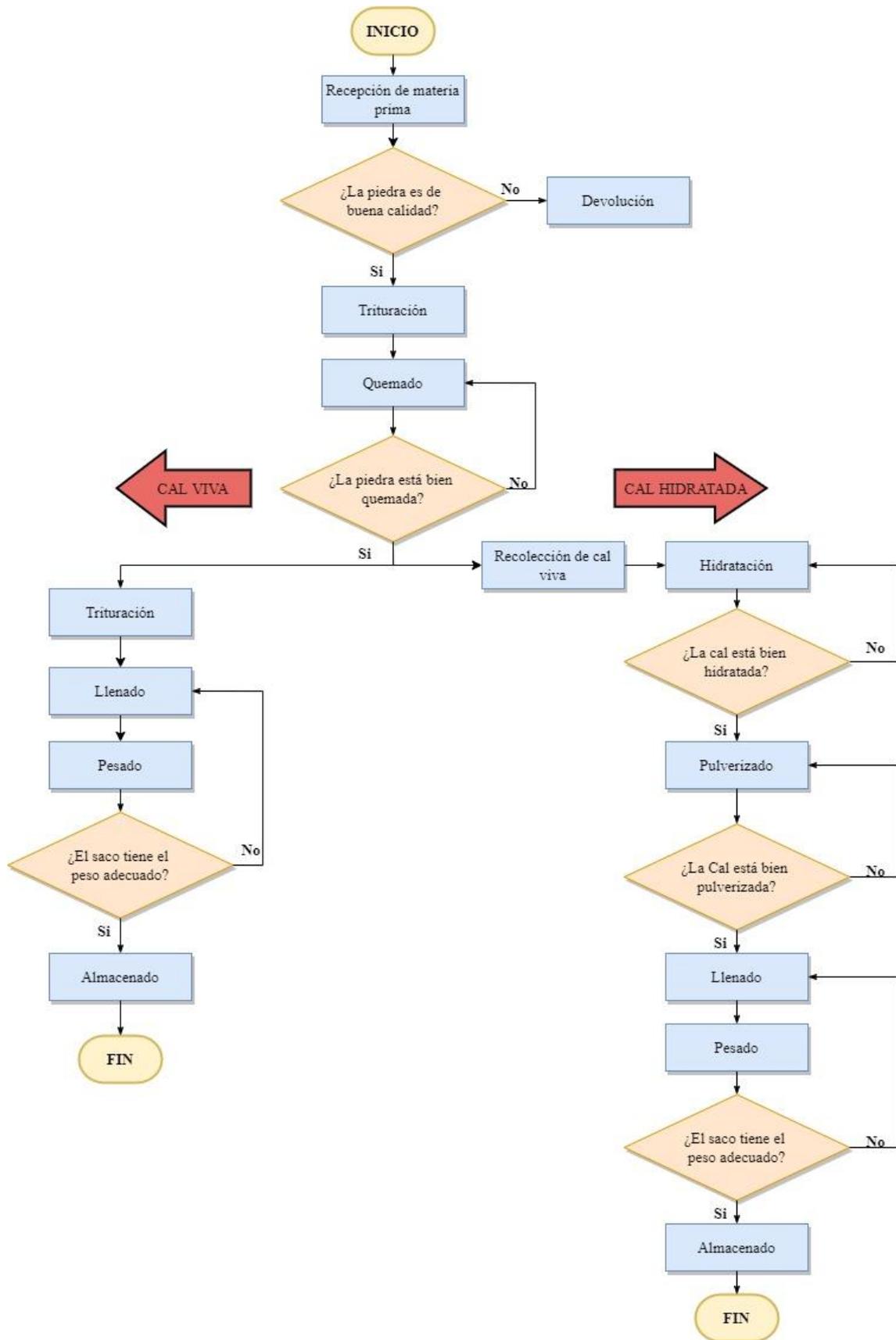


Ilustración 15-4: Diagrama de flujo de producción de cal viva e hidratada

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.1.6.3. Diagramas de proceso

Para los diagramas de proceso, se consideró el tiempo de fabricación y distancias que recorre el producto en función a la cantidad de una tonelada de piedra quemada.

Diagrama de proceso									
Realizado por	Marlon Arevalo		N°	1					
Fecha			Departamento	Producción					
Sujeto de estudio	Piedra caliza								
Inicia en área de recepción de la materia prima									
Método actual	Proceso producción de cal viva								
Método propuesto									
DISTANCIA (m)	TIEMPO min()	N°	ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
		1	○	→	□	⊔	▽	⊗	Recepción de la materia prima.
	35	1	●	→	□	⊔	▽	⊗	Triturado de la piedra cruda.
	65	2	●	→	□	⊔	▽	⊗	Llenado de horno.
	240	3	●	→	□	⊔	▽	⊗	Calcinación de la piedra.
	5	1	○	→	■	⊔	▽	⊗	Inspección del correcto quemado de la piedra.
	120	4	●	→	□	⊔	▽	⊗	Sacar la piedra ya cocida del horno.
15	40	1	○	→	□	⊔	▽	⊗	Transporte a la zona de triturado.
	30	5	●	→	□	⊔	▽	⊗	Triturado de la piedra quemada.
	5	2	○	→	■	⊔	▽	⊗	Inspección de granulometria.
	20	6	●	→	□	⊔	▽	⊗	Ensamado en big bag.
	10	7	●	→	□	⊔	▽	⊗	Pesado de la cal viva.
	5	3	○	→	■	⊔	▽	⊗	Inspección de la cantidad correcta de cal viva.
55	25	2	○	→	□	⊔	▽	⊗	Transporte a la zona de almacenamiento cal viva.
		2	○	→	□	⊔	▽	⊗	Almacenado de la cal.

Ilustración 16-4: Diagrama de proceso de cal viva

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación	●	7		520
Transporte	→	2	70	65
Demora	⊔			
Inspeccion	■	3		15
Almacenaje	▽	2		
Combinada	⊗			
Total		14	70	600

Ilustración 17-4: Resumen del diagrama de proceso de cal viva

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En el caso de la cal viva se estableció que el tiempo que se demora el producto dentro de la línea del proceso es de 600 minutos, o lo que equivale a 10 horas. Sin embargo, el tiempo que se demora en salir una tonelada, estando llena la línea de producción, es de 4 horas. Se considera este tiempo debido a que es el tiempo en el que se demora en salir esta cantidad de piedra del horno. Además, se tiene que el producto, desde el área de almacenamiento de materia prima hasta la bodega de almacenamiento recorre un total de 70 metros.

Diagrama de proceso									
Realizado por	Marlon Arevalo		N°		1				
Fecha	Departamento			Producción					
Sujeto de estudio	Piedra caliza								
Inicia en área de recepción de la materia prima									
Método actual	Proceso producción de cal hidratada								
Método propuesto									
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	N°	ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
		1	○	⇒	□	D	▽	□	Recepción de la materia prima.
	35	1	●	⇒	□	D	▽	□	Triturado de la piedra cruda.
	65	2	●	⇒	□	D	▽	□	Llenado de horno.
	240	3	●	⇒	□	D	▽	□	Calcinación de la piedra.
	5	1	○	⇒	■	D	▽	□	Inspección del correcto quemado de la piedra.
	120	4	●	⇒	□	D	▽	□	Sacar la piedra ya cocida del horno.
20	50	1	○	⇒	□	D	▽	□	Transporte a la zona de hidratación.
	15	5	●	⇒	□	D	▽	□	Hidratación del óxido.
	25	1	○	⇒	□	D	▽	□	Espera para que se realice una hidratación homogénea.
	40	6	●	⇒	□	D	▽	□	Ensayado de la cal hidratada para transporte.
27	30	2	○	⇒	□	D	▽	□	Transporte a la zona del molino.
	60	7	●	⇒	□	D	▽	□	Pulverización de la cal hidratada.
	35	8	●	⇒	□	D	▽	□	Ensayado de la cal hidratada.
	35	9	●	⇒	□	D	▽	□	Pesado.
	35	10	●	⇒	□	D	▽	□	Cocido
	5	2	○	⇒	■	D	▽	□	Control de calidad.
25	40	3	○	⇒	□	D	▽	□	Transporte a la bodega de almacenamiento.
		2	○	⇒	□	D	▽	□	Almacenado de la cal hidratada.

Ilustración 18-4: Diagrama de proceso de cal hidratada

Realizado por: Arevalo Marlon, 2022

RESUMEN				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación		10		680
Transporte		3	72	120
Demora		1		25
Inspeccion		2		10
Almacenaje		2		
Combinada				
Total		18	72	835

Ilustración 19-4: Resumen del diagrama de proceso de cal hidratada

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Teniendo las mismas consideraciones que la cal viva, la cal hidratada tiene un tiempo de la línea del proceso de 835 minutos, lo que equivale a 14 horas. Y de igual manera cada 4 horas saldrá una tonelada de cal hidratada de la línea. También se tiene que la cal hidratada tiene un recorrido total de inicio a fin de 72 metros.

4.1.7. Proyección de planta

4.1.7.1. Generalidades

Dentro del plan de trabajo y en consideración a las necesidades para el bien común de la empresa y quienes la conforman, se considera que el crecimiento de la planta y sus actividades será en función del criterio de la directiva perteneciente a la asociación. Por esta razón se establece que, en los años 2024, 2025 y 2026 se procederá a ampliar la capacidad de producción mediante la construcción de un horno en cada año mencionado.

Este criterio se establece considerando que el área de hornos tiene la capacidad de albergar hasta 6 hornos en su espacio de trabajo. Para proyecciones futuras que involucren mayor capacidad, se requerirá de un estudio que involucre una redistribución de planta y una alta inversión para llevarlo a cabo.

4.1.7.2. Requerimientos

Se consideraron los requerimientos que involucra un crecimiento de la producción mediante la implementación de hornos de calcinación de manera gradual, y se establece que la planta con sus maquinarias y equipos de trabajo planteados tiene la capacidad de cumplir con dicho incremento.

Se debe considerar que con el aumento de cada horno se requieren de más personal y materia prima tanto directa e indirecta, esta consideración está directamente relacionada con la cantidad de hornos, la piedra caliza que debe ser procesada y la cantidad de cal producida.

Tabla 9-4: Proyección de la producción

Años	Hornos	Capacidad de horno (Tn/día)	Cal Quemada (Tn/día)	Cal Viva (Tn/día)	Cal Hidratada (Tn/día)
2022-2023	1	6,25	3,5	2,625	1,3125
	2	6,25	3,5	2,625	1,3125
	3	6,25	3,5	0	5,25
2024	4	6,25	3,5	2,625	1,3125
2025	5	6,25	3,5	2,625	1,3125
2026-2027	6	6,25	3,5	2,625	1,3125

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En la tabla de proyección de la producción se presentan los hornos a implementarse en los años ya mencionados y la cantidad de caliza diaria requerida por cada horno, así como si producción diaria de cal viva y de cal hidratada.

Tabla 10-4: Requerimiento de piedra caliza

Requerimiento de caliza	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Caliza (Tn/mes)	562,5	562,5	750	937,5	1125	1125

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

De acuerdo con el incremento de producción planteada, en la tabla de requerimientos de piedra caliza se muestra la cantidad de piedra a ser procesada de manera mensual en cada año.

Tabla 11-4: Producción de cal viva e hidratada

Producción	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cal Viva (Tn/mes)	157,5	157,5	236,25	315	393,75	393,75
Cal Hidratada (Tn/mes)	236,25	236,25	275,625	315	354,375	354,375

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Las cantidades de cal viva e hidratada a producirse de manera mensual en cada año proyectado se presentan en la tabla de producción de cal viva e hidratada, en donde se puede apreciar un crecimiento considerable en la productividad mensual.

Estas consideraciones servirán para realizar la proyección de los costos y gastos del proyecto, así como la evaluación del mismo.

4.2. Organización legal y administrativa

4.2.1. Organización legal

Para la conformación de la planta procesadora de carbonato de calcio se debe de obtener ciertos permisos a las instituciones públicas que rige la normativa actual dentro del país. Dichos permisos e instituciones se presentan a continuación:

Permiso, licencias o registros	Instituciones públicas o privadas que certifican	Requisitos
Apertura de sucursal, y obligaciones formales	Servicios de Rentas Internas	RUC Nombramiento representante legal Copia de cedula. Estatutos vigentes.
Permiso bomberos	Cuerpo de Bomberos	RUC Nombramiento representante legal Copia de cedula Pago impuesto predial Pago tasa bomberos
Registro ambiental	MAE Provincial	Manejo de desechos Plan de minimización Señalética
Certificado de Registro Sanitario Unificado	Ministerio de Acuicultura y Pesca.	Artículo 5 del Acuerdo Ministerial 412-2017 del Ministerio de Acuicultura y Pesca.
BPM o equivalente	Instituciones privadas	Normas, procedimientos, procesos estandarizados de calidad.

Ilustración 20-4: Permisos, licencias o registros para la organización legal

Realizado por: Jorge Zárate, 2022

4.2.2. Organización administrativa

Toda empresa necesita implementar jerarquías y asignar atribuciones a los miembros de esta, es por ello que en la planta Calera Shobol se plantea establecer un organigrama de jerarquización y de designación de funciones, además se considera de suma importancia plantear la misión, visión y valores sobre los cuales se regirá la empresa para la consecución de objetivos.

Misión

“Producir y comercializar productos derivados de la piedra caliza, mediante procesos y operaciones seguras y amigables con el medio ambiente, buscando la satisfacción de las industrias acuícolas, siderúrgicas e ingenios azucareros.”

Visión

“Ser una industria certificada en la producción de cal viva, hidratada y derivados, con procesos internos que respondan a la responsabilidad social cooperativo.”

Valores

- Puntualidad.
- Respeto.
- Calidad de servicio.
- Producción eficiente.
- Transparencia.
- Puntualidad en la entrega.
- Compromiso con el medio ambiente.

4.2.2.1. Organigrama estructural

Considerando que la planta procesadora de carbonato de calcio es una empresa que en conjunto con la cantera de extracción de piedra caliza conforman la Asociación Canteras Shobol Central, y con el objetivo de generar valor agregado a la caliza extraída de la cantera mediante la aplicación de procesos para la producción de cal, se establece una organización estructural que permita cumplir este propósito. El diagrama organizacional completo se presenta en el **Anexo A**.

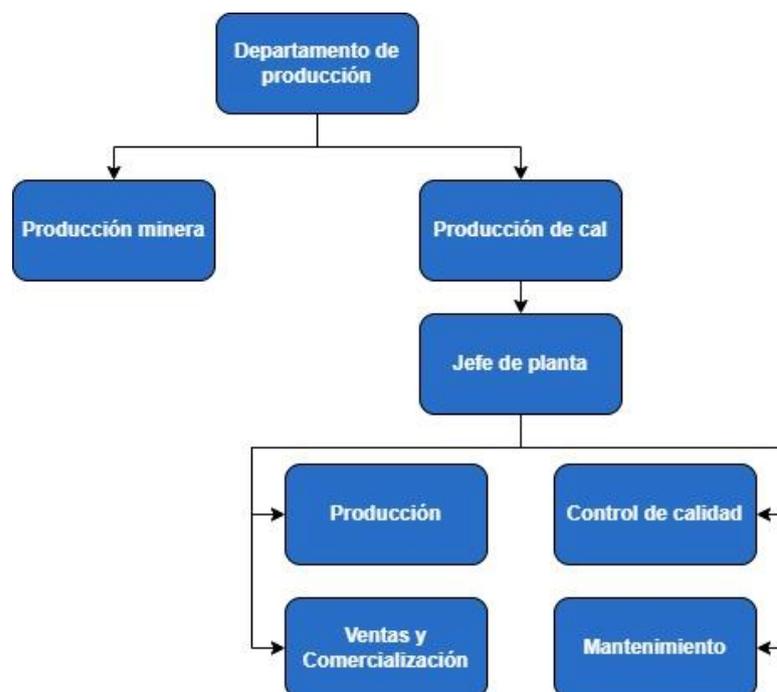


Ilustración 21-4: Organigrama estructural

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.2.2.2. Organigrama funcional

CARGO	FUNCIONES
Jefe de planta	Administración y control de la planta.
	Gestión administrativa del personal.
	Control de producción.
Operadores	Transformar la materia prima en producto terminado.
	Mantenimiento de maquinaria y equipos.
Inspector de calidad	Control de calidad del producto.
Agente de ventas	Generar estrategias de ventas.
	Mantener contacto con los clientes.

Ilustración 22-4: Organigrama funcional

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.3. Costos y gastos del proyecto

Los costos y gastos del proyecto que se presentan a continuación están en función a los requerimientos técnicos y económicos de la empresa.

Para este caso, se presentarán los costos, gastos, e ingresos del proyecto para el segundo semestre del año 2022.

4.3.1. Costos del proyecto

4.3.1.1. Costo de producción

Materiales directos de fabricación

Tabla 12-4: Materiales directos de fabricación

MATERIAL	CANTIDAD MENSUAL	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
Piedra Caliza Shobol (Tn)	563	\$7,00	\$3.941,00	\$23.646,00
Big Bag (uds)	157	\$5,00	\$785,00	\$4.710,00
Sacos de polipropileno (uds)	9.450	\$0,25	\$2.362,50	\$14.175,00
TOTAL			\$7.088,50	\$42.531,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En la tabla 12-4 referente a los costos directos de fabricación, se consideran los volúmenes de producción mensuales establecidos en el apartado técnico del proyecto. El precio de la caliza está determinado directamente por la empresa Canteras Shobol. Los precios de los sacos Big Bag y los de polipropileno son establecidos por lo proveedores con quienes se mantendrá una relación en beneficio de la empresa productora de cal.

Cabe recalcar que la cantidad de bolsas big bag y de los sacos de polipropileno corresponden a las unidades producidas de cal viva e hidratada respectivamente.

Materiales indirectos de fabricación

Tabla 13-4: Materiales indirectos de fabricación

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Energía eléctrica (kw/h)	1.350	\$0,19	\$256,50	\$1.539,00
Combustible (gal)	300	\$1,75	\$525,00	\$3.150,00
Aceite alterno (gal)	18.900	\$0,70	\$13.230,00	\$79.380,00
Agua potable (m³)	88	\$0,49	\$43,12	\$258,72
TOTAL			\$14.054,62	\$84.327,72

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Dentro del proceso de fabricación de la cal viva e hidratada se han considerado los materiales indirectos de fabricación que se muestran en la tabla 13-4, los costos de estos han sido determinados de acuerdo con el volumen de producción mensual de la planta.

Mano de obra directa

Tabla 14-4: Mano de obra directa

OBREROS	CANTIDAD	Remuneración Individual	Remuneración mensual	Remuneración anual
HORNEROS	6	\$600,00	\$3.600,00	\$21.600,00
PICADORES	2	\$471,00	\$942,00	\$5.652,00
MOLINEROS	4	\$500,00	\$2.000,00	\$12.000,00
TOTAL			\$6.542,00	\$39.252,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

A los trabajadores denominados picadores son los encargados de triturar la piedra quemada para la elaboración de la cal viva, y se estableció que se les pagará un valor de \$0,15 dólares por cada saco de 25 Kg de cal viva que procesen.

Mano de obra indirecta

Tabla 15-4: Mano de obra indirecta

CONCEPTO	CANTIDAD	Remuneración individual	Remuneración mensual	Remuneración anual
Analista Químico	1	\$200,00	\$200,00	\$1.200,00
Jefe de planta	1	\$500,00	\$500,00	\$3.000,00
Guardia de planta	1	\$400,00	\$400,00	\$2.400,00
Secretario – Asistente	1	\$400,00	\$400,00	\$2.400,00
TOTAL			\$1.500,00	\$9.000,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Está conformado por la parte de los empleados que se requiere para que la planta de procesado funcione desde la parte administrativa y de gestión. En el caso del agente de ventas que también pertenece dentro de la mano de obra indirecta, ha sido considerado dentro de los gastos de venta y comercialización.

Otros costos indirectos de fabricación

Tabla 16-4: Otros costos indirectos de fabricación

CONCEPTO	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Mantenimiento edificios	\$250,00	\$1.500,00
Mantenimiento maquinaria	\$300,00	\$1.800,00
Mantenimiento hornos	\$50,00	\$300,00
Depreciación maquinaria y equipo	\$0,00	\$16.200,00
Depreciación muebles y enseres	\$0,00	\$180,00
Depreciación edificios	\$0,00	\$3.610,00
Depreciación equipo de computo	\$0,00	\$280,00
Otros imprevistos	\$180,00	\$1.080,00
TOTAL	\$780,00	\$24.950,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Es importante mencionar que las depreciaciones de los activos fijos establecidos en la parte de la inversión del proyecto son consideradas como otros costos indirectos de fabricación. Así mismo se consideran los costos de mantenimiento que se tendrán que cubrir referente al mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo, instalaciones y principalmente a los hornos de calcinación.

4.3.2. Gastos del proyecto

4.3.2.1. Gasto de administración

Se establece una cantidad de \$150,00 dólares para suministros y gastos varios correspondientes al proceso de administración de la planta procesadora. El resto de los gastos administrativos será cubierto por la Asociación Minera quien será la encargada de realizar el resto de las funciones administrativas en nombre de la asociación.

Tabla 17-4: Gastos de administración

CONCEPTO	VALOR INDIVIDUAL	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Gastos administrativos	-	\$150,00	\$900,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.3.2.2. Gasto de ventas y comercialización

Tabla 18-4: Gastos de ventas y comercialización

CONCEPTO	VALOR INDIVIDUAL	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Transporte cal viva (\$/Tn)	\$9,00	\$1.413,00	\$8.478,00
Transporte cal hidratada (\$/usd)	\$0,50	\$4.725,00	\$28.350,00
Agente vendedor	\$300,00	\$300,00	\$3.600,00
Plan de Marketing	-	\$450,00	\$2.700,00
TOTAL		\$6.888,00	\$43.128,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Conforme al acuerdo realizado con la empresa Transporte de Carga Minera Shobol S.A., el costo de transporte por tonelada de cal viva se establece en un valor de \$9,00 dólares. Para la cal hidratada se acuerda un valor de \$0,50 dólares por saco.

4.3.2.3. Gasto financiero

Los gastos financieros serán conforme lo establece la tabla de amortización de BanEcuador. Se considera un préstamo de \$500.000,00 dólares por 5 años con cuotas semestrales con una tasa interés efectivo del 10%.

Tabla 19-4: Tabla de financiamiento

TABLA DE FINANCIAMIENTO		
Año	Cuota	Saldo
2022	\$64.375,48	\$579.379,32
2023	\$128.750,96	\$450.628,36
2024	\$128.750,96	\$321.877,40
2025	\$128.750,96	\$193.126,44
2026	\$128.750,96	\$64.375,48
2027	\$64.375,48	\$0,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.3.3. Ingresos del proyecto

Tabla 20-4: Ingresos del proyecto

PRODUCTO	VENTAS					
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cal viva	\$141.300,00	\$259.050,00	\$389.400,00	\$519.750,00	\$648.450,00	\$648.450,00
Cal hidratada	\$189.945,00	\$348.232,50	\$406.271,25	\$464.310,00	\$522.348,75	\$522.348,75
TOTAL	\$331.245,00	\$607.282,50	\$795.671,25	\$984.060,00	\$1.170.798,75	\$1.170.798,75

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Los valores de venta de cal viva e hidratada corresponden a los precios establecidos por las fuerzas de la oferta y la demanda determinada por el mercado consumidor. Los ingresos anuales están en función de las unidades producidas con un precio de venta de \$3,35 dólares el saco de cal hidratada y \$150,00 dólares la tonelada de cal viva.

4.3.4. Estado de pérdidas y ganancias

El estado de pérdidas y ganancias se determina en base a la proyección de planta establecido en el apartado técnico.

Tabla 21-4: Estado de pérdidas y ganancias

RUBRO	Años					
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas netas	\$331.245,00	\$607.282,50	\$795.671,25	\$984.060,00	\$1.170.798,75	\$1.170.798,75
Costos de producción	\$200.060,72	\$351.386,32	\$458.715,63	\$558.591,45	\$651.812,16	\$651.812,16
Gastos de ventas y comercialización	\$43.128,00	\$76.518,00	\$93.001,50	\$109.485,00	\$125.869,50	\$125.869,50
Gastos de administración	\$900,00	\$1.800,00	\$2.400,00	\$2.640,00	\$2.760,00	\$2.760,00
Gastos financieros	\$64.375,48	\$128.750,96	\$128.750,96	\$128.750,96	\$128.750,96	\$64.375,48
Gastos de innovación	\$0,00	\$0,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$0,00
Utilidad bruta	\$22.780,80	\$48.827,22	\$108.803,16	\$180.592,59	\$257.606,13	\$325.981,61
Reparto de utilidades	\$2.278,08	\$4.882,72	\$10.880,32	\$18.059,26	\$25.760,61	\$32.598,16
Impuestos	\$227,81	\$488,27	\$1.088,03	\$1.805,93	\$2.576,06	\$3.259,82
Utilidad neta total	\$20.274,91	\$43.456,23	\$96.834,81	\$160.727,41	\$229.269,46	\$290.123,63

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.3.5. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se realizó de acuerdo con la proyección de costos y de operación de la planta para el segundo semestre del año 2022. Se lo desarrolló en base al volumen de ventas totales de la empresa.

Tabla 22-4: Punto de equilibrio

Costos variables	Valor
Material directo	\$42.531,00
Mano de obra directa	\$39.252,00
Venta y comercialización	\$43.128,00
Total	\$124.911,00
Costos fijos	Valor
Mano de obra indirecta	\$9.000,00
Materiales indirectos	\$84.327,72
Otros costos indirectos	\$24.950,00
Gastos administrativos	\$900,00
Financiamiento	\$64.375,48
Total	\$183.553,20
Venta total	\$331.245,00
P.E.Q.	\$294.673,10

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Para el final del año 2022 la empresa Calera Shobol deberá generar un valor de ventas que sea mayor a \$294.673,10 dólares para generar utilidad. Un valor inferior a esta cantidad generará pérdidas y se corre el riesgo de que la empresa no pueda continuar con sus actividades los años siguientes que han sido proyectados para su funcionamiento.

4.4. Estudio financiero

4.4.1. Plan de inversión

Tabla 23-4: Plan de inversión

ACTIVOS FIJOS	DETALLE	VALOR
Terrenos	Extensión de 2 hectáreas de terreno aproximadamente, el 20% del uso.	\$160.000,00
Oficina administrativa	Construcción de 4 x 5 m ³ , de hormigón.	\$5.000,00
Almacén/ bodega	Mantenimiento de los techos	\$2.000,00
Baños sanitarios	Construcción de baños sanitarios.	\$4.000,00
Vías de acceso	Mejoramiento y extensión de vías de acceso.	\$3.000,00
Parqueadero clientes.	Hormigón armado desde la avenida.	\$6.000,00
Cerramiento	Estructura metálica con mallas	\$3.000,00
Maquinaria y equipos	Molino, trituradora, báscula, ensacadora, repuestos.	\$180.000,00
Computadores	2 laptop, 1 impresora, conexiones	\$2.500,00
Laboratorio	Dotación de herramientas	\$1.000,00
Muebles y Enseres	Escritorios, sillas, modulares	\$2.000,00
Software	Adquisición de software de costos.	\$500,00
Hornos: tanques de aceite	4 hornos, tanques de aceite alterno, naves.	\$76.000,00
Instalaciones eléctricas	2 transformadores, cables, instalaciones eléctricas.	\$6.000,00
Menaje y EPP	Ropa de trabajo, y equipos de protección personal	\$1.500,00
Vehículos y otros equipos	Montacargas, y carretillas dumpers.	\$1.000,00
Otros	Señalética y mejoras a la planta.	\$5.000,00
Subtotal activo fijo		\$458.500,00
ACTIVOS DIFERIDOS	DETALLE	VALOR
Capacitación personal	Dirigido a todo el personal de la planta, obreros y personal.	\$3.000,00
Investigación y desarrollo	Gastos incurridos en análisis de laboratorio, mercadeo.	\$1.000,00
Gastos legales	Notarias, abogados, certificaciones	\$1.500,00
Viajes (Contactos con Proveedores/clientes)	Viáticos, movilizaciones, transporte alimentación en reuniones de trabajos.	\$3.000,00
Permisos	Permiso bomberos, Registro sanitarios y demás registros necesarios.	\$2.000,00
Imprevistos	Cualquier gastos incurrido y no previsto	\$1.000,00
Subtotal activo diferido		\$11.500,00
Capital de Trabajo Inicial	Dinero para la inversión en materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación de los productos, para dos meses de producción.	\$30.000,00
Total, inversión inicial		\$500.000,00

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.4.1.1. Activos fijos

El valor total empleado para la compra de activos fijos para la implementación de la planta procesadora corresponde a los gastos generados por la compra de las instalaciones, las maquinarias y todos los materiales necesarios para iniciar con las operaciones.

4.4.1.2. Activos diferidos

Los activos diferidos corresponden al gasto de gestión generado para la preparación del personal y la parte legal correspondiente a la conformación de la planta.

4.4.1.3. Capital de trabajo

Se considera que para el inicio de las actividades de producción se requiere de un capital de trabajo de \$30.000,00 dólares.

4.4.2. Financiamiento

El valor total considerado dentro del plan de inversión inicial será cubierto en su totalidad mediante un crédito bancario en BanEcuador.

4.4.2.1. Tabla de amortización



Detalle Simulación de Crédito

Tipo	PYME		
Destino	Activo Fijo	Tasa Nominal(%)	9.76
Sector Económico	N/A	Tasa Efectiva(%)	10.00
Facilidad	Asociaciones	Monto(USD)	500,000.00
Tipo Amortización	Cuota Fija	Plazo(Años)	5
Forma de Pago	Semestral	Fecha Simulación	2022-07-18

Recuerda: Esta información es una simulación de crédito que permite familiarizarse con nuestro sistema. No tiene validez como documento legal o como solicitud de crédito.

Periodo	Saldo	Capital	Interés	Cuota
0	500000.00			
1	460024.52	39975.48	24400.00	64375.48
2	418098.23	41926.29	22449.20	64375.48
3	374125.95	43972.29	20403.19	64375.48
4	328007.81	46118.14	18257.35	64375.48
5	279639.11	48368.70	16006.78	64375.48
6	228910.02	50729.09	13646.39	64375.48
7	175705.34	53204.67	11170.81	64375.48
8	119904.28	55801.06	8574.42	64375.48
9	61380.13	58524.15	5851.33	64375.48
10	0.00	61380.13	2995.35	64375.48

Ilustración 23-4: Tabla de amortización

Fuente: (BanEcuador, 2022)

4.4.3. Flujo de caja

Tabla 24-4: Flujo de caja

INGRESOS OPERACIONALES	Preoperacional	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Recuperación por ventas		\$331.245,00	\$607.282,50	\$795.671,25	\$984.060,00	\$1.170.798,75	\$1.170.798,75
EGRESOS OPERACIONALES							
Pago a proveedores (Materiales directos)		\$42.531,00	\$77.973,50	\$101.048,75	\$124.201,00	\$147.221,25	\$147.221,25
Materiales indirectos		\$84.327,72	\$154.600,82	\$205.370,88	\$255.980,45	\$305.632,91	\$305.632,91
Mano de obra directa		\$39.252,00	\$71.962,00	\$90.376,00	\$114.290,00	\$132.638,00	\$132.638,00
Mano de obra indirecta		\$9.000,00	\$18.000,00	\$18.000,00	\$18.000,00	\$18.000,00	\$18.000,00
Otros costos indirectos de fabricación		\$24.950,00	\$28.850,00	\$43.920,00	\$46.120,00	\$48.320,00	\$48.320,00
Gasto de ventas y comercialización		\$43.128,00	\$76.518,00	\$93.001,50	\$109.485,00	\$125.869,50	\$125.869,50
Gastos de administración		\$900,00	\$1.800,00	\$2.400,00	\$2.640,00	\$2.760,00	\$2.760,00
TOTAL EGRESOS OPERACIONALES		\$244.088,72	\$429.704,32	\$554.117,13	\$670.716,45	\$780.441,66	\$780.441,66
FLUJO OPERACIONAL							
INGRESOS NO OPERACIONALES							
Créditos a contratarse a mediano plazo	\$500.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
TOTAL INGRESOS NO OPERACIONALES	\$500.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
EGRESOS NO OPERACIONALES							
Pago de cuotas	\$0,00	\$64.375,48	\$128.750,96	\$128.750,96	\$128.750,96	\$128.750,96	\$64.375,48
Utilidades	\$0,00	\$2.278,08	\$4.882,72	\$10.880,32	\$18.059,26	\$25.760,61	\$32.598,16
Adquisición de Activos Fijos Plan de inversiones	\$458.500,00	\$0,00	\$0,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$0,00
Activos diferidos	\$11.500,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Capital de trabajo	\$30.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Pago de impuestos	\$0,00	\$227,81	\$488,27	\$1.088,03	\$1.805,93	\$2.576,06	\$3.259,82
TOTAL EGRESOS NO OPERACIONALES	\$500.000,00	\$66.881,37	\$134.121,95	\$144.719,31	\$152.616,14	\$161.087,63	\$100.233,46
FLUJO NO OPERACIONAL	\$0,00	\$-66.881,37	\$-134.121,95	\$-144.719,31	\$-152.616,14	\$-161.087,63	\$-100.233,46
FLUJO NETO GENERADO	\$0,00	\$20.274,91	\$43.456,23	\$96.834,81	\$160.727,41	\$229.269,46	\$290.123,63
SALDO INICIAL DE CAJA	\$0,00	\$0,00	\$20.274,91	\$63.731,14	\$160.565,95	\$321.293,36	\$550.562,81
SALDO FINAL DE CAJA	\$0,00	\$20.274,91	\$63.731,14	\$160.565,95	\$321.293,36	\$550.562,81	\$840.686,44

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

4.5. Evaluación del proyecto

4.5.1. Valor actual neto (VAN)

Tabla 25-4: Valor actual neto

N°	Años	Inversión	Flujo de caja generado	Tasa de descuento	VA
0	0	\$500.000,00	\$0,00	0	\$0,00
1	2022	\$0,00	\$20.274,91	0,1	\$18.431,74
2	2023	\$0,00	\$63.731,14	0,1	\$52.670,36
3	2024	\$0,00	\$160.565,95	0,1	\$120.635,57
4	2025	\$0,00	\$321.293,36	0,1	\$219.447,68
5	2026	\$0,00	\$550.562,81	0,1	\$341.856,19
6	2027	\$0,00	\$840.686,44	0,1	\$474.545,58
				ΣVA	\$727.587,13
				VAN	\$227.587,13

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En este caso, considerando que el Valor Actual Neto es de \$227.587,13 dólares, se considera que es factible invertir en el proyecto, debido a que los flujos descontados son superiores al monto de la inversión realizada.

4.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Tabla 26-4: Tasa interna de retorno

Inversión	FLUJO DE CAJA GENERADO						TIR
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
-\$500.000,00	\$20.274,91	\$63.731,14	\$160.565,95	\$321.293,36	\$550.562,81	\$840.686,44	33%

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

Teniendo en cuenta que se consideró una tasa mínima atractiva del retorno del 10%, y que el valor del TIR es del 33%, se establece que el proyecto es viable dado que el rendimiento obtenido es mayor al esperado con un 23% adicional.

4.5.3. Relación beneficio/costo (RB/C)

Tabla 27-4: Relación beneficio/costo

Años	Inversión	Ingresos	INGRESOS VA	Egresos	EGRESOS VA
0	\$500.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
2022	\$0,00	\$331.245,00	\$301.131,82	\$308.464,20	\$280.422,00
2023	\$0,00	\$607.282,50	\$501.886,36	\$558.455,28	\$461.533,29
2024	\$0,00	\$795.671,25	\$597.799,59	\$686.868,09	\$516.054,16
2025	\$0,00	\$984.060,00	\$672.126,22	\$803.467,41	\$548.779,05
2026	\$0,00	\$1.170.798,75	\$726.973,91	\$913.192,62	\$567.020,77
2027	\$0,00	\$1.170.798,75	\$660.885,37	\$844.817,14	\$476.877,25
ΣVA			\$3.460.803,27		\$2.850.686,52
R C/B					1,21

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

En la relación costo beneficio, se obtuvo un valor de 1,21; esto nos indica que el beneficio en cuanto a ventas es mayor a los gastos que se generan para producir el bien en cuestión. Lo que significa que, por cada dólar invertido, existe un retorno de 21 centavos.

4.5.4. Periodo de recuperación de la inversión

Tabla 28-4: Periodo de recuperación de la inversión

Años	Flujo de caja neto	Flujo actualizado acum
0	\$0,00	-\$500.000,00
2022	\$20.274,91	-\$479.725,09
2023	\$43.456,23	-\$436.268,86
2024	\$96.834,81	-\$339.434,05
2025	\$160.727,41	-\$178.706,64
2026	\$229.269,46	\$50.562,81
2027	\$290.123,63	\$340.686,44

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

De acuerdo con la inversión realizada y el flujo de caja proyectado que se tendrá en los próximos años, se establece que para el cuarto año (2026) ya se habrá recuperado la inversión. Y si se considera que el proyecto tiene la capacidad de proyectarse varios años más de los estimados, el resto de los años que le siguen al periodo de recuperación de la inversión se reflejarán únicamente utilidades.

4.5.5. Rentabilidad

La rentabilidad nos indica el margen de utilidad del proyecto en relación con la inversión total realizada. Es por esta razón que de acuerdo con la tabla 29-4, la implementación de la planta procesadora de carbonato de calcio es altamente rentable en función de la inversión y los ingresos del proyecto.

Tabla 29-4: Rentabilidad

Años	Inversión	Flujo de caja neto
0	\$500.000,00	\$0,00
2022	\$0,00	\$20.274,91
2023	\$0,00	\$43.456,23
2024	\$0,00	\$96.834,81
2025	\$0,00	\$160.727,41
2026	\$0,00	\$229.269,46
2027	\$0,00	\$290.123,63
Rentabilidad		28%

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

La rentabilidad del proyecto es del 28%, lo que significa que es rentable llevarlo a cabo, dado que, en contraste con las inversiones realizadas en instituciones financieras, la rentabilidad que nos ofrecen va de un 2,5 a un 5%, lo que representa un beneficio no solo para las inversionistas si no para la zona de influencia del proyecto ya que se verá dinamizada la economía local.

4.6. Evaluación ambiental

4.6.1. Delineamientos generales

Tomando en cuenta la naturaleza del proceso de producción de la cal viva e hidratada es que se considera los factores ambientales que se ven involucrados en este proceso. Es importante establecer el nivel de afectación que genera el proyecto planteado sobre dichos factores para de esta manera prevenir, controlar o mitigar los efectos de este.

Es así como en consideración a las actividades directas e indirectas que se desarrollan durante el proceso de funcionamiento de la fábrica, se clasifica al proyecto como categoría III. Esta

clasificación ambiental de acuerdo con el impacto generado por un proyecto significa que el proceso genera afectaciones leves, con impactos moderados que pueden tener medidas de mitigación, técnicas y sociales fáciles de efectuar.

4.6.2. Determinación de la zona de influencia

Recapitulando la parte técnica, la zona de influencia del presente proyecto se encuentra delimitada a la parroquia San Juan en la ciudad de Riobamba, específicamente en un área límite entre la zona urbana y la zona rural.

4.6.2.1. Determinación del impacto

El impacto ambiental que pueda generar la planta se encuentra dado principalmente por el desarrollo de las actividades del procesado de la piedra caliza. Es así como se presentan las diferentes áreas de trabajo con sus respectivas actividades y su posible impacto en el ambiente.

Área de almacenamiento de materia prima

Proceso: Recepción de materia prima, picado de piedra cruda.

Impacto: Generación de ruido y polvo.

Hornos

Proceso: Calcinado de la piedra caliza.

Impacto: Generación de humo, polvo, ruido y altas temperaturas por el proceso de producción.

Área de cribado

Proceso: picado y cribado de la piedra cocida.

Impacto: generación de ruido y polvo.

Área de hidratación

Proceso: hidratado de la cal viva.

Impacto: desprendimiento de humo, polvo y generación de altas temperaturas.

Área de pulverización

Proceso: pulverización de la cal hidratada mediante un molino industrial.

Impacto: generación de gran cantidad de ruido y polvo fino.

Almacén de producto terminado

Proceso: almacenado del producto terminado.

Impacto: Generación de polvo y ruido.

Área de carga

Proceso: carga y despacho de producto terminado.

Impacto: generación de ruido.

4.6.3. Medidas ambientales

Conforme a los factores involucrados y el impacto que estos generan, se desarrolló la evaluación de impacto ambiental mediante el uso de la matriz de Leopold para determinar la afectación que genera el proyecto y poder establecer medidas ambientales.

Tabla 30-4: Matriz de Leopold

CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE		MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES													Número de Interacciones		Sumatoria							
		I. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES													-	+	-	+						
		Construcción de vías de acceso	Relleno del terreno	Construcción de edificios	Recepción de materia prima	Triturado de piedra	Calcinación de la piedra	Apagado de la cal viva	Pulverizado	Almacenamiento	Vehículos de carga y descarga	Uso de combustibles	Áreas verdes											
TIERRA	Erosión de suelos	-3	4	-3	5												2		-6	9				
	Calidad del suelo	-2	4	-1	5										-3	4	6	7	3	1	-6	13	6	7
AGUA	Calidad de agua superficial							-5	6	-2	4					1	6	2	1	-7	10	1	6	
	Desperdicio							-4	5									1		-4	5			
ATMÓSFERA	Calidad del aire				-3	5	-5	7	-4	5	-4	5					2	5	4	1	-16	22	2	5
	Ruido	-2	3	-2	3	-2	5	-1	3	-5	7	-3	4		-4	6	-1	2	10		-23	39		
	Temperatura								-6	7	-5	7					3	8	2	1	-11	14	3	8
FLORA	Deforestación	-2	4	-5	3												4	9	2	1	-7	7	4	9
	Uso de terrenos	-1	3	-3	5	-1	3								-2	3		4	4	1	-7	14	4	9
FAUNA	Mamíferos			-3	2												4	2	2	1	-5	5	4	2
	Aves																4	7	2	1			4	7
ECONOMÍA	Comercio	5	7		6	4										2	5		3		13	16		
	Salud								-5	8	-5	7	-3	5			-2	1	4	1	-15	1	2	
POBLACIÓN	Vialidad	6	7													6	8		2		23	12	15	
	Empleo	5	8	5	7	6	5		3	7						4	6		5		23	33		
Número de Interacciones		-	5	6	2	2	1	4	5	4	2	3	2					36						
		+	3	1	2		1						3	9					19					
Sumatoria		-	10	18	17	23	3	8	4	8	5	7	19	26	23	30	13	20	3	5	7	11	3	5
		+	16	22	5	7	12	9	3	7											12	19	29	55
Promedio del proyecto																								
																					+	2,97	4,47	
																					-	4,05	6,26	

Realizado por: Arévalo Marlon, 2022

De acuerdo con la matriz de Leopold, se obtuvo un resultado de 2,97/4,47 para el impacto positivo y un valor de 4,05/6,26 para el impacto negativo. Es decir que el proyecto genera en su mayoría un impacto negativo en el ambiente en el que se desarrolla.

VALORACIÓN DE IMPACTOS	
Impacto bajo	1 - 30
Impacto medio	31 - 61
Impacto severo	61 - 92
Impacto crítico	>63

Ilustración 24-4: Valoración de impactos

Fuente: (Dellavedova, 2016)

Considerando los resultados obtenidos en la evaluación ambiental mediante la matriz de Leopold, y mediante la tabla de valoración de impactos, se establece que el proyecto genera un impacto bajo por tener un valor mayor a 1 y menor que 30 dentro del rango de calificación.

4.6.3.1. Acciones de mitigación

En consideración a las actividades que se desarrollan dentro de la empresa y al impacto que estas generan, se consideró seleccionar aquellas que generan mayor impacto y presentar medidas que controlen, mitiguen o prevean las consecuencias que generen al medio ambiente.

Hornos

Diagnóstico: alto impacto al ambiente por el consumo de combustible y las altas temperaturas de funcionamiento.

Acciones: se mejorará el sistema de alimentación de combustible de los hornos para que el consumo sea eficiente y el impacto mínimo.

Área de cribado

Diagnóstico: mediano impacto por la generación de ruido y polvo.

Acciones: se generará un plan de mantenimiento continuo para asegurar el correcto funcionamiento de la trituradora y eliminar en su mayoría los ruidos y el escape de micropartículas.

Área de hidratación

Diagnóstico: alto impacto por generación de humo, polvo y calor como consecuencia del apagado de la cal viva.

Acciones: se realizará un aislamiento del proceso para evitar fugas al exterior de humo y micropartículas.

Área de pulverización

Diagnóstico: alto impacto por nivel de ruido excesivo y generación de micropartículas.

Acciones: se generará un plan de mantenimiento continuo para el molino industrial que reduzca el nivel de ruido y también el escape de micropartículas al exterior.

4.6.4. Resumen del estudio ambiental

Para el desarrollo de la evaluación del impacto ambiental que generará la planta procesadora de carbonado de calcio, se evaluó desde el punto de vista del proceso, es decir qué impacto generará el desarrollo de cada una de las actividades identificadas en cada área de trabajo establecido.

Es por esto que gracias a la matriz de Leopold se pudo identificar, entre todas las áreas de trabajo, cuáles son las áreas más significativas en cuanto a la generación de un impacto negativo al medio ambiente.

En resumen, se ha identificado 4 de 7 áreas que generar un impacto al ambiente en el que se desarrollan las actividades.

4.6.5. Conclusiones del estudio ambiental

El impacto que genera el funcionamiento de la planta productora de cal, gracias a los valores de la matriz de Leopold y a la escala de valoración de impactos de la misma matriz, se concluye que, en función a las actividades y el volumen de producción, la empresa genera un impacto bajo al medio ambiente, así mismo con estos datos se establece que el proyecto es de categoría 3, lo que quiere decir que genera afectaciones leves e impactos moderados, esto de acuerdo con el Manual de Evaluación Ambiental de la CFN.

CONCLUSIONES

- Habiendo analizado la situación actual de la industria de producción de cal viva e hidratada, así como las principales industrias consumidoras de este producto, se estableció que el mercado objetivo estará centrado en las industrias básicas de hierro y acero, empresas azucareras y camaroneras; quienes representan un vasto mercado para la distribución de la cal producida. Así mismo, mediante un sondeo de mercado realizado en las industrias antes mencionadas, se determinó que existe una demanda superior a la oferta de la cal ya sea viva o hidratada, obteniendo así una demanda insatisfecha que va desde 169.450 toneladas en el presente año, a 191.717 toneladas para el año 2027 en lo que respecta a cal hidratada. En cuanto a la cal viva, se determinó una demanda insatisfecha de 38.842 toneladas en el primer año, a 43.946 toneladas en el año 2027.
- La capacidad de producción de la planta procesadora se determinó en función a la capacidad de quemado de piedra caliza por parte de los hornos, en este sentido se estableció que la empresa tendrá una capacidad de producción de 157,5 toneladas mensuales de cal viva y 236,25 toneladas mensuales de cal hidratada en el presente año, con una proyección de crecimiento de 393,75 toneladas mensuales de cal viva y 354,375 toneladas mensuales de cal hidratada para el año 2027.
- Para que la empresa sea capaz de producir la cantidad de producto establecido en el apartado técnico, se estableció un área de planta de 2.290 m² distribuidas en 7 áreas de trabajo: almacenamiento de materia prima, hornos, cribado, hidratado, pulverizado, producto terminado y área de carga. Mediante el análisis de movimientos se contrastó el diagrama de proximidad de puestos de trabajo versus la distribución de planta y se determinó que la distribución es la adecuada y por lo tanto garantiza el correcto funcionamiento del proceso de acuerdo con lo planificado.
- De acuerdo con el proceso de producción, se establece que la cal viva tiene un tiempo procesado desde que entra hasta que sale de 10 horas con un recorrido en la planta de 70 metros. En cuanto a la cal hidratada, su tiempo de procesado es de 14 horas y su recorrido en la planta es de 72 metros.
- En función a la proyección de crecimiento de la planta, el cual consiste en el incremento de tres hornos en los años 2024, 2025 y 2026 respectivamente, se concluye que la capacidad de la planta es la necesaria para cubrir con los niveles de producción que este incremento demanda.
- Se determinó que, para llevar a cabo la ejecución del proyecto, se requerirá una inversión inicial de \$500.000,00 dólares; este valor cubrirá todo lo que se requiere en cuanto activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo. Así mismo se calculó que los costos de operación en el primer año serán de \$308.464,20 dólares y se tendrá un ingreso por ventas

de \$331.245,00 dólares. Los costos, gastos e ingresos de los siguientes años estarán en función de la proyección del crecimiento de la producción. De acuerdo con el punto de equilibrio, se estableció que, para el final del primer año, la empresa debe generar un valor superior a \$294.673 ,10 dólares en ventas netas de los productos.

- En la evaluación financiera, el VAN resultó en un valor de \$227.587,13 dólares lo cual resulta beneficioso para el proyecto debido que es un valor mayor que cero. En cuanto al TIR, se obtuvo un valor del 33% que es mayor al 10% considerado en la tasa de descuento del proyecto. Se determinó que la relación beneficio/costo es de 1,21., lo que significa que, por cada dólar de inversión se generarán 21 centavos de ganancia. Así también se determinó que la inversión realizada se recuperará en el cuarto año y el proyecto tendrá una rentabilidad del 28%. Teniendo en cuenta todos los indicadores financieros aplicados, se concluye que el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

- Para la puesta en marcha del proyecto de creación de una planta procesadora de carbonato de calcio en la parroquia San Juan, se recomienda a la asociación que conforma la empresa Canteras Shobol, que considere los aspectos técnicos planteados en el presente trabajo de titulación para que su nueva empresa pueda ser capaz de cumplir sus objetivos a corto y mediano plazo.
- Es importante que se continúen realizando estudios de mercado en la localidad y a nivel nacional para conocer con más claridad cuáles son y cuáles serán los requerimientos de los principales clientes establecidos y de futuros posibles consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, G. “Informe de producción para labores simultáneas de exploración y explotación año 2021”. San Juan, 2022.

BACA URBINA, G. *Evaluación de proyectos*. 6ª ed. México, D. F.-México: McGRAW-HILL, 2010, pp. 2-8.

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2020. La economía ecuatoriana decreció 12,4% en el segundo trimestre de 2020. *Banco Central del Ecuador* [en línea]. [Consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1383-la-economia-ecuatoriana-decrecio-12-4-en-el-segundo-trimestre-de-2020>

CALMOSACORP. 2019. Usos del hidróxido de calcio en las industrias. *Calmosacorp* [en línea]. [Consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://calmosacorp.com/wp-content/uploads/2019/07/USOS-DE-LA-CAL-EN-LA-INDUSTRIA.pdf>

CÁMARA DE INDUSTRIAS Y PRODUCCIÓN. 2021. Balance del sector industrial en 2021 y proyecciones de la CIP para 2022. *Cámara de Industrias y Producción* [en línea]. [Consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.cip.org.ec/2021/12/27/balance-del-sector-industrial-en-2021-y-proyecciones-de-la-cip-para-2022/>

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. 2021. Ficha sectorial: industrias básicas de hierro y acero. *Corporación Financiera Nacional* [en línea]. [Consulta: 1 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2020/ficha-sectorial-2-trimestre-2020/Hierro-y-Acero.pdf>

CIMATEC. Trituradora de mandíbulas BB 600 XL – RETSCH. [en línea]. [Consulta: 11 julio 2022]. Disponible en: <https://website.cimatec.pe/producto/trituradora-de-mandibulas-bb-600-xl-retsch/>

CÓRDOBA PADILLA, M. *Formulación y evaluación de proyectos*. 2ª ed. Bogotá-Colombia: Eco Ediciones, 2011, pp. 228-231.

CUATRECASAS, L. *Ingeniería de procesos y de planta*. Barcelona-España: Profit, 2017, pp. 55-56.

DELLAVEDOVA, M. Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental [en línea] (Trabajo de investigación). Universidad de la plata, La Plata, Argentina. 2016. pp. 13-14. [Consulta: 2 agosto 2022]. Disponible en: <https://blogs.ead.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/Ficha-N%C2%BA-17-Gu%C3%ADa-metodol%C3%B3gica-para-la-elaboraci%C3%B3n-de-una-EIA.pdf>

DIRECT INDUSTRY. Ensacadora vertical QP-5000-SWP. [en línea]. [Consulta: 11 julio 2022]. Disponible en: <https://www.directindustry.es/prod/cmn-makine-elektrik-gida-otomotiv-san-tic-ltd-sti/product-235492-2367720.html>

GARCÍA SABATER, J. Distribución de planta. Nota técnica. (Trabajo de investigación). [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2020. pp. 4-13. [Consulta: 4 mayo 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/152734>.

GONZÁLEZ DE CORBELLA, A.; & RUIZ, T. “Estudio y análisis del comportamiento de la piedra caliza en la sierra de Esparteron de Morón de la frontera (Sevilla) durante el proceso de cocción y apagado posterior”. *Tecnología y desarrollo* [en línea], 2015, (España) 13, pp. 27-28. [Consulta: 28 mayo 2022]. ISSN 1696-8085. Disponible en: https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/606

GOOGLE. San Juan - Riobamba. [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/San+Juan/@-1.6238219,-78.8177796,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d30f70399c0b39:0xdd59a34156d7a40a!8m2!3d-1.623822!4d-78.80027?hl=es>.

GRAINGER. Platform Floor Scale. [en línea]. [Consulta: 11 julio 2022]. Disponible en: https://www.grainger.com/product/49AX63?cm_mmc=PPC:Google--GlobalExport--EC--Acquisition--2020012&gclid=CjwKCAjw5s6WBhA4EiwACGncZW7rbqS7cq7sPGr4Qd23cChinqZhdPPipAplBd5uxVaa21iqwBmPhoCS3MQAvD_BwE

MAPLASCALI. MAQUINA COSEDORA DE SACOS. [en línea]. [Consulta: 11 julio 2022]. Disponible en: <https://www.maplascal.com/producto/cosedora-de-sacos/>.

ORTIZ, C.; & URIBE, J. *Crecimiento económico, industrialización y empleo: una visión heterodoxa sobre el desarrollo de Colombia y el Valle del Cauca* [en línea]. Cali-Colombia: Editorial Universidad del Valle, 2012. [Consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/165235>.

PALMA, V. “Historia de la producción de cal en el norte de la cuenca de México”. *CIENCIA ergo sum* [en línea], 2009, (México) 16(3), pp. 227-234. [Consulta: 21 mayo 2022]. ISSN 1405-0269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412057002>

POITTEMILL FORPLEX. Pendulum Roller Mill. [en línea]. [Consulta: 11 julio 2022]. Disponible en: <https://www.poittemill.com/equipment-pendulum-roller-mill.html>.

SAPAG CHAIN, N. *Preparación y evaluación de proyectos*. 6ª ed. México, D. F.-México: McGRAW-HILL, 2014, pp. 34-128.

SOLEDISPA, X., PALACIOS, A., SUMBA, R., LOOR, V., GRANOBLE, P. & DELGADO, H. “Análisis de la matriz productiva y su incidencia en el sector secundario de la economía ecuatoriana”. *Revista Ciencia y Tecnología* [en línea], 2019, (Ecuador) 19(24), pp. 53-67. [Consulta: 4 mayo 2022]. ISSN 2661-6734. Disponible en: <http://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/270/409>

ONUFI. 2021. Informe sobre el desarrollo industrial 2022. [en línea]. [Consulta: 4 mayo 2022]. Disponible en: <https://ods9.org/resource/576/informe-sobre-el-desarrollo-industrial-2022>

VAPORMAT SAACKE. Quemador TEMINOX GL. [en línea]. [Consulta: 11 julio 2022]. Disponible en: <https://www.vapormat-saacke.com/teminox-gl>.

ANEXOS

ANEXO A. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL COMPLETO.

