



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E
INGENIERÍA METALÚRGICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



**“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE CAL VIVA E HIDRATADA EN EL DISTRITO
DE ASILLO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MILKO FAY APAZA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO METALURGISTA

PUNO - PERÚ

2020



DEDICATORIA

El trabajo de investigación se la dedico a mi “Dios” quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis Padres Rolando Manuel y Bertha Rosa por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me dio todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, por ellos soy lo que soy.

A mis dos Hermanos Dionicio y Javier. Por su amistad, comprensión y compañía, en todo momento, Quienes han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad.

A mis Docentes, esto no hubiese sido posible sin sus enseñanzas, exigencia y paciencia.

A mi Amigo Luis Daniel y compañeros que están cerca de mí. Por su cariño, entusiasmo, colaboración, y sobre todo por su alegría, algarabía eterna.

Milko Fay...



AGRADECIMIENTOS

Como prioridad en mi vida agradezco a Dios por su infinita bondad, y por haber estado conmigo en todo momento, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar un peldaño más de mis metas y porque tengo la certeza y el gozo de que siempre va a estar conmigo.

De igual manera quiero hacer llegar un agradecimiento profundo al M.Sc. CARLOS ALEJANDRO CHAVEZ CATACTORA por su colaboración desinteresada, siendo para mí una gran satisfacción el haber trabajado, estudiado bajo su tutoría y poder contribuir al constante crecimiento de mi formación profesional.

A mis Jurados M.Sc. Fernando BERNEDO COLCA, Dr. Esteban Rey CHAVEZ GUTIERREZ, quienes coadyuvaron con su conocimiento en la formación profesional de mi persona.

A mi Director M.Sc. Alfredo MAMANI CANQUI, quien dedico su valioso tiempo y volcó su conocimiento en mi trabajo coadyuvando al logro de mis objetivos.

A toda la plana Docente de la Escuela Profesional de INGENIERÍA METALÚRGICA, por darme la formación académica adecuada, sin la cual hubiera sido imposible la buena ejecución del presente trabajo de investigación.

Muchas gracias...

Milko Fay...



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	11
ABSTRACT	12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. JUSTIFICACIÓN	14
1.3. LIMITACIONES	15
1.4. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	16
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicos.....	20
1.6. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.6.1. Hipótesis general.....	21

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO.....	22
2.1.1. Formulación y evaluación de proyectos.....	22
2.1.2. Estudio De Mercado.....	23
2.1.3. Micro entorno	27
2.1.4. Identificación del producto.....	28
2.1.5. Panorama económico – productivo de la Cal en el Perú.....	28
2.1.6. Recopilación de la información.....	30
2.1.7. Estudio de factibilidad.....	32
2.1.8. Elementos básicos para la formulación de un proyecto:	32



2.1.9.	Estudio administrativo y legal	33
2.1.10.	Estudio económico	34
2.1.11.	Estudio financiero	36
2.1.12.	Evaluación de proyectos.....	36
2.1.13.	Diseño de plantas	37
2.1.14.	Distribución de planta	40
2.1.15.	CAL.....	46

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	56
3.2.	MATERIAL	56
3.2.1.	Unidad de estudio	56
3.2.2.	Población	56
3.2.3.	Muestra (muestreo o selección).....	56
3.3.	MÉTODOS.....	56
3.3.1.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	56
3.3.2.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	57

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	ESTUDIO DE MERCADO.....	58
4.1.1.	Tamaño de la muestra	58
4.1.2.	Instrumento de recolección.....	59
4.1.3.	La Oferta y la Demanda	70
4.2.	ESTUDIO TECNICO	76
4.2.1.	Descripción de la tecnología.....	76
4.2.2.	Diagrama de bloques.....	79
4.2.3.	Balance de materia	79
4.2.4.	Balance de energía	84
4.2.5.	Diseño del horno	86
4.2.6.	Dimensionamiento del horno.....	94
4.2.7.	Diseño de los componentes del horno.....	95
4.2.8.	Consideraciones de diseño.....	95



4.2.9. Selección de Equipos	99
4.3. ESTUDIO FINANCIERO.....	104
4.3.1. Inversiones Fijas del Proyecto	104
4.3.2. Inversión Fija para Producir una tonelada de Cal.	108
V. CONCLUSIONES	112
VI. RECOMENDACIONES	113
VII. BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS.....	116

AREA: Metalurgia Transformativa.

TEMA: Instalación de una Planta de Producción de Cal Viva e Hidratada.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 16 de octubre de 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Población económicamente activa por segmento de ocupación(fuente;elaboración propia).....	25
Figura 2. Cal viva en saco (fuente; elaboración propia).....	51
Figura 3. Consumo de cal viva (fuente; tabla 4).....	60
Figura 4. Sectores donde se utiliza mayor volumen de cal (fuente; tabla 5).....	61
Figura 5. Compradores que consumen marcas particulares de cal (fuente; tabla 6)....	62
Figura 6. Frecuencia en días de compra de cal (fuente; tabla 7).....	63
Figura 7. Canales de comercialización para comprar cal (fuente; tabla 8).....	64
Figura 8. Aceptación de más empresas formales de venta de cal (fuente; tabla 9)	65
Figura 9. Tendencia de los precios de la cal (fuente; tabla 10).....	66
Figura 10. Uso de cal viva molida, granulada e hidratada (fuente; tabla 11).....	67
Figura 11. Porcentaje de demanda satisfecha e insatisfecha (fuente; tabla 12).....	68
Figura 12. Cubrimiento de expectativas por calidad de cal (fuente; tabla 13)	69
Figura 13. Cantidad de uso de cal en toneladas por mes. (fuente; tabla 14)	70
Figura 14. Formación de cao (fuente; elaboración propia)	89
Figura 15. Esquema del horno fuente; (elaboración propia)	89



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales Productores de Caliza.....	29
Tabla 2.	Cal Aérea.....	49
Tabla 3.	Cal Hidráulica.....	50
Tabla 4.	Consumo de Cal Viva según la Frecuencia de la Muestra.....	59
Tabla 5.	Uso de Cal por Sectores.....	60
Tabla 6.	Compradores de Marcas Particulares de Cal.....	61
Tabla 7.	Frecuencia en Días de Compra de Cal.....	62
Tabla 8.	Canales de Comercialización para Comprar Cal.....	63
Tabla 9.	Aceptación de Más Empresas Formales de Venta de Cal.....	64
Tabla 10.	Tendencia de los Precios de la Cal.....	65
Tabla 11.	Tipo de Cal Más Usada por los Encuestados.....	66
Tabla 12.	Demanda Actual Satisfecha e Insatisfecha.....	67
Tabla 13.	Expectativa de Calidad de Cal.....	68
Tabla 14.	Compra de Cal en Toneladas por Mes.....	69
Tabla 15.	Explotación de Minas y Canteras.....	71
Tabla 16.	Producción de Intical en 2018.....	71
Tabla 17.	Oferta Histórica.....	71
Tabla 18.	Método de Regresión Lineal.....	72
Tabla 19.	Oferta Proyectada.....	73
Tabla 20.	Compradores de Marcas Particulares de Cal.....	74
Tabla 21.	Frecuencia de Consumo de Cal.....	74
Tabla 22.	Mercado Potencial.....	75
Tabla 23.	Resultados de Análisis de Producto.....	80



Tabla 24. Los Pesos Moleculares.....	80
Tabla 25. La Salida del Horno.....	81
Tabla 26. Análisis de la Materia Prima de C.C. Catahuicucho.....	82
Tabla 27. La Alimentación del Horno.....	83
Tabla 28. Entalpia de Formación.....	85
Tabla 29. Composición del Combustible Fuel Oil N° 6.....	90
Tabla 30. Elementos de la Composición Corregida del Combustible.....	91
Tabla 31. Potencial Calorífico del Quemador.....	102
Tabla 32. Consumo de Energía.....	104
Tabla 33. Inversiones Fijas del Proyecto.....	105
Tabla 34. Activos Fijos de Comercialización.....	106
Tabla 35. Activos Fijos Administrativos.....	107
Tabla 36. Inversión Fija Total.....	108
Tabla 37. Costos de Mano de Obra, por Tonelada Métrica.....	109
Tabla 38. Costos de Producción por Tonelada Métrica.....	110



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DS	: Decreto Supremo
EDPYME	: Entidades de Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa
MINCETUR	: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas
MEM	: Ministerio de Energía y Minas
OSINERMIN	: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas
RM	: Resolución Ministerial
UIF	: Unidad de Inteligencia Financiera
UIT	: Unidad impositiva tributaria



RESUMEN

Este trabajo de investigación consiste en el desarrollo de un proyecto de instalación de una planta de producción de Cal viva e hidratada en la comunidad de Catahuicucho del Distrito de Asillo, Provincia de Azángaro, Región Puno, el mismo que tiene como objetivo determinar la viabilidad del proyecto, a través de un análisis detallado de cada uno de los estudios de mercado, técnico y económico; enfocándose a implementar dicho proyecto y generar un desarrollo sostenido para la comunidad y fuentes de trabajo para todos los pobladores. Se comprobó la factibilidad del Proyecto, mediante el Estudio de Mercado, que permitió cuantificar la demanda y obtener la aceptación del mercado, a través del análisis demográfico, aplicación de un cuestionario y establecimiento de estrategias de producto, precio, plaza y promoción. Luego se procede a determinar la localización la Planta de Producción, para luego desarrollar la ingeniería del proyecto, con lo que pasamos a calcular los costos de inversión, costos de producción y al final se determina la rentabilidad del proyecto.

Palabras claves: Proyecto, Cal viva, Asillo, yacimiento de cal, producción.



ABSTRACT

This research work consists of the development of a project for the installation of a production plant of quick and hydrated lime in the community of Catahuicucho of the District of Asillo, Province of Azángaro, Puno Region, which aims to determine the viability of the project, through a detailed analysis of each of the market, technical and economic studies; focusing on implementing said project and generating sustained development for the community and sources of work for all the inhabitants. The feasibility of the Project was verified through the Market Study, which made it possible to quantify the demand and obtain market acceptance, through demographic analysis, application of a questionnaire and establishment of product, price, place and promotion strategies. Then we proceed to determine the location of the Production Plant, and then develop the project engineering, with which we proceed to calculate the investment costs, production costs and at the end the profitability of the project is determined.

Keywords: Project, Quicklime, Asillo, lime deposit, production.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Perú es un país en vías de desarrollo, lo que ha dificultado competir con otros países que tienen un nivel tecnológico más elevado, las diferentes líneas de producción dentro del país y en especial en el distrito de Asillo no existe empresas productoras de cal viva e hidratada a pesar de los recursos minerales no metálicos que existe.

La piedra caliza, materia prima de este estudio es usada, directamente en su forma pura, o indirectamente como cal, en muchas industrias. La producción de cal es uno de los procesos químicos más antiguo conocido por el hombre, data de civilizaciones ancestrales como Grecia, Roma y Egipto. Hoy, la cal es usada en la producción de cemento, jabón, acero, caucho, productos farmacéuticos, barniz, insecticidas, alimentos para plantas, alimentos para animales, papel, yeso. Muchos tipos de productos, producidos alrededor del mundo, son en una forma u otra, producidos empleando cal.

La producción de cal es una parte integral de cualquier sociedad moderna. Sin embargo, muchas regiones aún usan cal importada de otros países del mundo, a pesar del hecho que la producción local sería menos cara.

La producción de cal en el distrito de Asillo en la comunidad de Catahuicucho se lo hace en forma artesanal es por eso que se quiere tecnificar ya que no es un proceso muy complejo, aplicando los conocimientos adquiridos durante toda la carrera estudiantil con métodos y tipos de maquinaria que pueden ser usados para producir cal viva e hidratada.

De la misma manera por su alto índice de utilidad que lo requiere en el país e inclusive a nivel internacional. Sin duda no existe otro material que tenga tan diversos usos y variadas funciones como la cal, ya sea su modalidad viva o hidratada.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el rumbo del mundo hacia la globalización siempre se piensa que los proyectos industriales deben ser para mercados grandes como todo un país o un continente, en este sentido pareciera que los pequeños proyectos ya no son lógicamente viables, dada esta situación el problema puede quedar formulando de la siguiente pregunta de investigación.

1.1.1 Formulación del problema

¿Será factible la instalación de una planta de producción de cal viva e hidratada en el distrito de Asillo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial existen proyectos mineros metálicos y no metálicos, los cuales antes de invertir en ellos tuvieron que ser analizados mediante estudios de factibilidad para permitir asegurar la inversión, sobre todo saber el mercado al que va dirigido el producto en cuestión.

Dentro del Perú, el mayor número de caleras se encuentran en la región de Lima, estas caleras acaparan el mayor porcentaje del mercado a nivel nacional, ya que su volumen de producción supera enormemente a las caleras de otras regiones, es por eso que los proyectos mineros, ubicados ya sea en Puno, Arequipa, Ancash, etc., traen desde Lima las toneladas de cal que requieren, ya que dentro de su región no pueden satisfacer su demanda, por la informalidad en la mayoría de las caleras.

En la región de Puno se encuentra una planta de producción de cal, del Grupo Gloria, con una gran producción que exporta al extranjero y a grandes empresas mineras dejando al lado los consumidores pequeños.

Considerando la situación actual de las caleras en Puno. Porque no pensar en la implantación de una planta de producción de cal, para darle un valor agregado a la



materia prima, en el cual los beneficiarios van a ser los mismos socios por lo que tendrán mayor rentabilidad.

De igual manera la creación de una empresa nos permitirá generar fuentes de trabajo directamente e indirectamente ayudando a reducir la tasa de desempleo existente, así como también aumentar el desarrollo económico, productivo en la industria minera en Puno y por ende del país.

Por otro lado, la cal tiene un alto índice de utilidad, por eso es muy requerida en el país e inclusive a nivel internacional. Sin duda no existe otro material que tenga tan diversos usos y variadas funciones como la cal, ya sea en su modalidad de viva o hidratada.

Considerando que Puno es un sector que posee yacimientos no metálicos mineros de Carbonato de calcio (caliza) en gran cantidad, una de ellas, es la concesión donde se lleva a cabo la investigación que está ubicado en el Distrito de Asillo. Con este estudio podremos determinar si la producción y comercialización de cal viva es viable.

1.3. LIMITACIONES

Entre las principales limitaciones encontradas en la realización de la presente Tesis tenemos las siguientes:

- Limitación de índole económica, pues hacer un estudio con mayor alcance geográfico en las diversas provincias de Puno, requerirá mayor aporte económico por parte del investigador. Esta limitación se superaría si se consigue un auspiciador interesado en la investigación.
- Acceso a la información, pues todas las empresas estudiadas son privadas, pero aun así se ha podido conseguir datos reales de la mayoría, del nivel de oferta y demanda de las empresas formales de producción y comercialización de cal viva dentro de las provincias de Puno. Por otra parte, esta limitación se superaría



ingresando a la base de datos del Ministerio de Energía y Minas, (Reporte de Estadística Minera). (ESTAMIN)

1.4. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

La piedra caliza, materia prima de este estudio, es usada directamente en su forma pura o indirectamente como cal, en muchas industrias.

La producción de cal es uno de los procesos químicos más antiguo conocido por el hombre, data de civilizaciones ancestrales como Grecia, Roma y Egipto. Hoy, la cal es usada en la producción de cemento, jabón, acero, caucho, productos farmacéuticos, barniz, insecticidas, alimentos para plantas, alimentos para animales, papel, yeso. Muchos tipos de productos, producidos alrededor del mundo, son en una forma u otra, producidos empleando cal.

Soto Lopez,T (2013) en su tesis titulada “Diseño del Proceso de Elaboración de un Producto para Acabado de Paredes, a Partir del Hidróxido de Calcio Resultante de la Combustión de la Piedra Caliza” para obtener el título de Ingeniero en Control y Automatización del Instituto Politécnico Nacional de México; desea actualizar el proceso de hidratación de óxido de calcio, mediante la integración de la medición y el control adecuado de sus variables, para reducir las fallas, por exceso de humedad y rechazo de producto.

En la tesis se especifican y se integran 2 variables que afectan directamente la variable del proceso, se seleccionan los instrumentos de medición considerando sus criterios técnicos y económicos, se actualiza el sistema de control mediante la propuesta de una estrategia de control que contempla los cambios de presión y temperatura para compensar las fluctuaciones de humedad en el producto final.



Vinicio M. (2013), en su tesis “Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Producción de Cal Viva e Hidratada en la Parroquia San Juan” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Esta tesis consiste en el desarrollo de un estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de cal viva e hidratada en la parroquia San Juan, el mismo que tiene como objetivo determinar la viabilidad del proyecto, a través de un análisis detallado de cada uno de los estudios de mercado, técnico y económico; enfocándose a implementar dicho proyecto y generar fuentes de trabajo en la parroquia. Iniciamos con el estudio de mercado y se determinó la oferta y la demanda, las mismas que al ser proyectadas permite la obtención de la demanda insatisfecha y como resultado 241963 toneladas de cal.

Con el estudio técnico se calculó la capacidad instalada que es 14200 toneladas al año, también se analizó la localización de la planta en la parroquia San Juan, maquinaria y equipos que se detalla en los anexos, proceso productivo en línea y distribución de la planta.

Se utilizó las tablas de doble entrada, así también el diagrama de procesos.

El proyecto finalizó con el estudio financiero, analizando el costo de operación e ingresos de los cuales nos permiten determinar las utilidades y el flujo de caja del proyecto, luego en la evaluación financiera.

Urday Peña, D.A.M. en su tesis titulada “Diseño de una Planta Móvil de Trituración de Caliza para una Capacidad de 50 Tn/H”, para obtener el título de Ingeniero Mecánico de la Pontificia Universidad Católica del Perú; describe el diseño completo de una Planta móvil de trituración de caliza, lo cual incluye el diseño del proceso óptimo de trituración, la selección de equipos adecuados para el trabajo, el diseño de la estructura



portante de la planta móvil y el montaje de los equipos en la estructura. La planta móvil de trituración de caliza tendrá un flujo de producción de 50 Toneladas por hora y podrá ser transportada fácilmente y utilizada donde sea requerida.

Se diseñó la estructura principal según la norma AISC-ASD, se determinaron las cargas actuantes sobre la estructura portante de la planta móvil considerando cargas muertas, cargas vivas, cargas accidentales, cargas de impacto, cargas de sismo y cargas del viento.

Se verificó la estructura portante de la planta móvil calculando el esfuerzo normal, el esfuerzo cortante utilizando con un factor de seguridad mínimo de 1.5, y combinándolos de acuerdo al criterio de Von Mises; además se verificó la rigidez estructural. Para el diseño se consideró la selección del perfil más económico y la utilización de perfiles americanos disponibles en el Perú. Se concluye que la planta móvil de trituración de caliza no tendrá problemas de vuelco, debido a que se evaluó la volcadura de la planta móvil de trituración de caliza para las condiciones más desfavorables.

Rojas I. (2010) en su tesis “características geológicas de la formación cajamarca con fines industriales cumbemayo – Cajamarca” para obtener el título de Ingeniero Geólogo de la Universidad Nacional de Cajamarca. Afirma que las características geológicas de la Formación Cajamarca, son favorables; la roca caliza es compacta y se muestra inalterada, contiene 56.22 % de CaO, por lo que es considerada como materia prima en la explotación de calizas pertenecientes a esta formación.

Además, mediante el análisis químico y físico de las calizas de la Formación Cajamarca, se determina que son óptimas para el proceso productivo de óxido de calcio, presentando la cal resultante un contenido de 95% de CaO, con un índice de hidraulicidad de 3.7%, clasificándose como Cal Aérea.



Castillo Rudas, V.G & Chunque Cerquin, J.C (2016) en su tesis “evaluación de calidad de las calizas con fines industriales en la concesión minera tres pirámides, distrito de magdalena - Cajamarca” para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Privada del Norte – Cajamarca. Afirman que de acuerdo a la geología mapeada en la concesión minera no metálica Tres Pirámides, sólo se evidencian la formación geológica Cajamarca y Yumagual compuestas por calizas. las calizas de la formación Cajamarca son más óptimas para la generación de óxido de Calcio. Según sus características físicas de las muestras analizadas, se concluye que la calidad es buena para elaborar óxido de calcio, ya que se clasifican en Mudstone, Packstone y Wackestone. Con los análisis químicos realizados en laboratorio se concluye que la calidad de estas calizas es buena para la elaboración de óxido de calcio, representando un valor mínimo de 92.54% de carbonatos totales y un valor máximo de 97.15%. El proceso productivo en la elaboración de óxido de calcio se define por las etapas de Extracción, Transporte interno, chancado, calcinación y comercialización.

Correa D.A & Santillan L. (2016) en su tesis “factibilidad económica de la explotación de roca caliza para producir óxido de calcio en la concesión minera no metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca” para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Privada del Norte – Cajamarca.

En el estudio de mercado se analizó la oferta de cal, la cual es amplia, ya que existen bastantes empresas en ofrecer este producto; esto se debe a la riqueza en caliza de la región Cajamarca. Asimismo, la demanda también es amplia ya que las grandes empresas son el principal consumidor, sus pedidos mensuales por empresa superan las 10 mil toneladas; con un consumo aparente es de 8 428 125 Toneladas, tasa aritmética de 7.2% y tasa geométrica de 16.75%. Para la determinación de ley se tomaron 4 muestras



aleatorias de la concesión José Gálvez, donde la ley promedio de carbonato de calcio es de 96.42%. El proceso de producción se realiza artesanalmente, usando hornos verticales de ladrillo, usando como combustible carbón tipo antracita, el proceso es de la siguiente manera: extracción de la roca caliza de la cantera, chancado de la roca, chancado del carbón antracita, quemado de roca caliza con carbón antracita, selección de impurezas, despacho y transporte final.

En el estudio económico se ha determinado el flujo de caja y el tiempo de recuperación teniendo como reservas 860 315 tm, con producción mensual de 2000 tm, la vida útil es 18.76 años. El flujo de Caja es 115 187 988.6 soles y el tiempo de Recuperación es de 0.35 años.

Se empleará un canal de comercialización directa entre productor y consumidor, dentro de los principales consumidores a contactar tenemos las empresas mineras, las municipalidades y agricultura.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Realizar los estudios del proyecto para la instalación de una planta de producción de cal viva e hidratada en el distrito de Asillo.

1.5.2. Objetivos específicos

OE1. Realizar el estudio del mercado sobre la oferta y la demanda de la Cal viva e hidratada en la región puno.

OE2. Proponer y desarrollar el proceso de producción de Cal viva e hidratada en el Distrito de Asillo.

OE3. Elaborar el estudio financiero para determinar la viabilidad del proyecto.



1.6. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1. Hipótesis general

Con la instalación de la planta de producción de Cal viva e hidratada en el Distrito de Asillo se logrará fabricar un producto de buena calidad y a precios competitivos.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO

Murcia, Jairo D, (2009) En su investigación “proyectos formulación y criterios de evaluación”. Cuando hablamos de recursos nos referimos al trabajo de las personas, los equipos, las obras, los materiales y a aquellos recursos provistos por la naturaleza, como el clima, los suelos, los bosques o los animales.

Las acciones se refieren a las actividades que hay que efectuar desde la situación actual, para alcanzar los fines o metas previstas.

Un Proyecto está relacionado de acuerdo al ámbito de desarrollo y la perspectiva que adopte el proyectista en un determinado trabajo. En primera instancia, debe saber qué tipo de estudio está por realizar, si es un Proyecto de Investigación, un Proyecto de Inversión Privada, un Proyecto de Inversión Social un Proyecto Tecnológico, un Proyecto de Vida.

2.1.1. Formulación y evaluación de proyectos

Los autores tienen diferentes conceptos sobre lo que significa un proyecto, puede estar enfocado hacia varios parámetros, es así que un proyecto es considerado como una técnica recopiladora, instrumento de decisión, plan de desarrollo, método cuantificador de ventajas y desventajas o plan de trabajo, en esencia la palabra proyecto se utiliza para manifestar el propósito de hacer algo, cuya definición técnica hemos concluido en:

“Un proyecto es un conjunto ordenado de actividades a realizar de manera articulada entre sí, con el fin de producir determinados bienes o servicios capaces de satisfacer necesidades o resolver problemas”



2.1.2. Estudio De Mercado.

El estudio de mercado comprende el estudio conjunto de la oferta, la demanda y los precios, tanto de los productos como de los insumos de un proyecto.

En la demanda de los productos, debe analizarse el volumen presente y futuro y las variables relevantes para su proyección, tales como la población objetivo, niveles de ingreso esperado, bienes complementarios y sustitutos que ya existan en el mercado. En la oferta de los productos, es necesario definir estrategias de mercadeo, publicidad y presentación del producto. Una vez realizado el análisis de oferta y demanda, se podrán hacer estimaciones del precio esperado de los productos. **Sapag, Nassir Ch. (1990)**

En cuanto a la demanda de los insumos, es necesario conocer los diferentes demandantes, no solo a nivel de los otros productores del bien o servicio que genere el proyecto, sino, en general de todos aquellos que también hagan uso de ellos. En la oferta de los insumos, se establece la disponibilidad presente y futura de los distintos insumos, tanto en el mercado doméstico como en el mercado internacional, y busca posibles alternativas de sustitución.

Con esta información, se podrá hacer estimaciones de precios esperados de los insumos a lo largo de la vida útil del proyecto.

2.1.2.1. Características.

Esta parte se refiere al estudio de la oferta y demanda de bienes o servicios del proyecto en estudio. Se trata de determinar la cantidad del producto que va a ser demandado, determinar cuánto se debe producir, a qué precio, especificando las características del producto y abordando los problemas de comercialización, materias primas, etc.

2.1.2.2. Objetivos del estudio de mercado.



- ✓ Realizar el cálculo de la muestra.
- ✓ Identificar y cuantificar la demanda potencial.
- ✓ identificación del producto.

2.1.2.3. Entorno.

Para nuestro proyecto se hará un estudio de entorno en el distrito de Asillo que pertenece, a la Provincia de Azángaro con una población de 14 240 habitantes, y una densidad poblacional de 43,9 personas por km^2 . Abarca un área total de 392,38 km^2 a una altura de 3909 *m s. n. m.* con una precipitación de entre 500-1000mm y una temperatura de 12-16°C.

El distrito de Asillo está ubicado a 1 h 28 min (**103.5 km**) por Carretera Interoceánica/Carretera 34B de la ciudad de Juliaca, en el distrito de Asillo, la mayor extensión de suelo corresponde a zonas de páramo, el tipo predominante es pajonal, pero existen pequeños relictos de paramos. Lamentablemente, estas zonas en varias comunidades son utilizadas para pastoreo de ovinos, vacunos y bovinos.

Por otro lado, el modelo productivo en el distrito de Asillo se ha desarrollado hacia la producción pecuaria de leche, en todas las comunidades las familias se dedican a la producción láctea, utilizando un 30% del terreno disponible para cultivos de papa, haba y cebada principalmente. El cultivo forestal más importante es de eucalipto, y los remanentes de bosques nativos son escasos, en cuanto a las zonas de caliza, aun no se encuentra ningún tipo de planta e industria dedicada a la producción de la cal o cemento.

El objetivo de realizar el análisis del entorno es el de determinar las variables que afectarán de manera directa al proyecto y el nivel de

incidencia en el mismo. Para el análisis del entorno de nuestro proyecto hemos considerado las siguientes variables.

2.1.2.4. Ambiente socio político.

En el distrito de Asillo, lugar que se está realizando el estudio existe la Tenencia Política que es representante del gobierno nacional y de acuerdo a la constitución se reconoce al Gobierno Autónomo como la máxima autoridad en la circunscripción territorial de esta. Con este antecedente y con una constitución vigente que determinan los pasos a seguir para desarrollar nuestro proyecto, con políticas que apoyan al desarrollo nuevas empresas, y con esto fomentar nuevas fuentes de trabajo y en especial en nuestro sector.

2.1.2.5. Ambiente económico.

En cuanto al entorno Económico, las principales fuentes de ingreso de sus habitantes son.

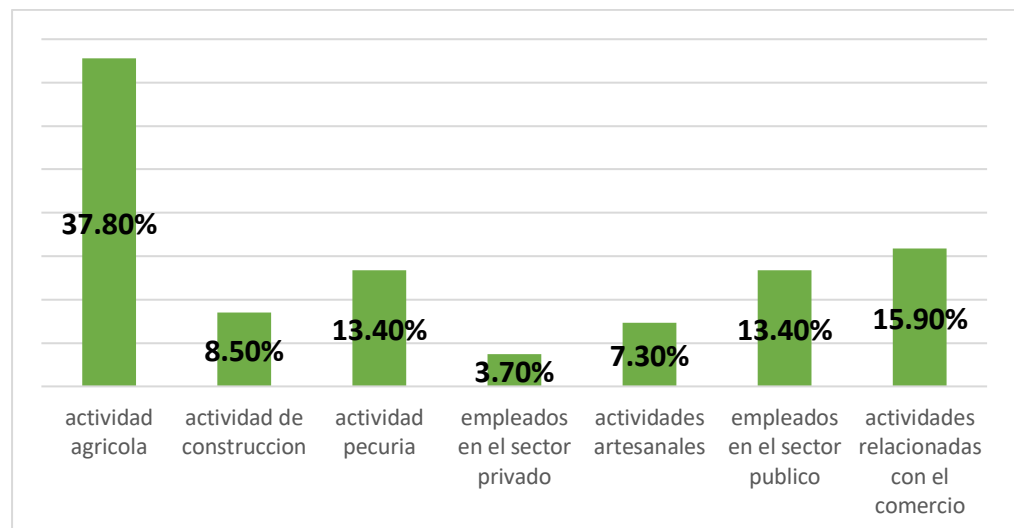


Figura 1. Población económicamente activa por segmento de ocupación (Fuente:Elaboración Propia)

En este cuadro y gráfico se puede definir que la principal actividad productiva en la zona es la que tiene que ver con la agricultura, no obstante,



la población entiende como agricultura a la actividad agropecuaria, ya que en todas las comunidades la actividad que predomina es la crianza de ganado para producción de leche. Cabe destacar que el 16% de la población se dedica a más de una actividad productiva, combinando por ejemplo el empleo en el área del comercio.

En cuanto al tema del trabajo en el sector privado, más del 50% son personas que trabajan como choferes de transporte público o volquetas, entre otros. En cuanto al tema pecuario, corresponden a personas que se dedican exclusivamente a la crianza de ganado y especies menores, sin trabajar en la agricultura propiamente dicha.

2.1.2.6. Ambiente cultural.

Las costumbres y folklore de las personas son factores que no se pueden cambiar y se deben respetar para poder satisfacer a nuestros clientes, sin tratar de cambiar, ya que se necesita grandes inversiones y tiempo para hacerlo.

2.1.2.7. Medio ambiente.

La afectación al medio ambiente y las políticas de conservación podrían afectar al mismo, aunque los proyectos generen rentabilidad. En el caso de nuestro proyecto se debe tomar en cuenta todos los permisos ambientales necesarios para no tener ningún inconveniente posteriormente, puesto que la materia prima para la elaboración de la cal se encuentra dentro de la tierra.



2.1.3. Micro entorno

2.1.3.1. Productos sustitutos o complementarios.

El producto final de nuestro estudio no tiene sustituto. En nuestro país el uso de la Cal como cementante tiene sus orígenes en la época prehispánica, ya que los vestigios encontrados revelan que la mayoría de las ciudades fueron construidas con este material y piedras de distinta morfología. Actualmente los sistemas constructivos no la consideran y la gama de productos disponibles es cada día mayor, sin embargo, no hay un material sustituto de la Cal que brinde tantos beneficios a un costo tan accesible y que tenga múltiples usos en la industria, agricultura, construcción y otros usos.

2.1.3.2. Proveedores.

La materia prima que se va a utilizar para la fabricación de nuestro producto es la piedra caliza que se obtendrá de los yacimientos de las canteras de ubicadas en los yacimientos de la C.C. Catahuicucho del distrito de Asillo.

2.1.3.3. Clientes.

Los potenciales clientes de nuestro producto serán las industrias de la región de Puno y país Perú y Bolivia que utilizan la cal viva e hidratada en minería, agricultura, construcción, manufacturas, desechos sólidos, industria y agua potable.

2.1.3.4. Competencia.

La producción de cal viva e hidratada se la realiza en forma artesanal por lo que la competencia es mínima, sin embargo, existe tipos de cales importados que son de mejor calidad y por ende su costo es mayor.



2.1.4. Identificación del producto

Nuestro producto es la cal refinada: produciremos dos tipos de cal: cal viva y cal hidratada, este producto será envasado en fundas de papel de 50kg.

Todo ello ha ido acompañado de un mayor conocimiento de los parámetros físicos y químicos que inciden en las características de la cal y en el desarrollo de las Normas a nivel ISO, CEN y UNE que señalan las definiciones de los tipos de cales, especificaciones, ensayos y criterios de conformidad que deben aplicarse según la utilización de la cal, se usa como materia prima la piedra caliza, la fuente de obtención de la materia prima es de los yacimientos de caliza, que se encuentran dentro de la C.C. Catahuicucho.

El proceso de fabricación consiste en calcinar carbonatos de calcio o magnesio en un horno para liberar dióxido de carbono y obtener óxido de calcio. Por regla general, el producto del horno es machacado, triturado y tamizado antes de ser transportado al silo de almacenamiento, desde donde se envía al usuario final para su aplicación en forma de cal viva o pasa a una planta de hidratación, donde se mezcla con agua para obtener cal apagada.

2.1.5. Panorama económico – productivo de la Cal en el Perú.

En el Perú definitivamente el mayor volumen de producción de caliza corresponde a las caleras de las fábricas de cemento y el resto es producido por la mediana, pequeña y la minería artesanal, que extraen en un año una cantidad aproximada a la que extrae en un mes las canteras para industria de cemento.

El volumen de producción de cal en el Perú durante 1995-2015 incluye; calizas; carbonatas de calcio blanco, dolomitas y coquinas.

Esta producción fue desarrollada por grandes, medianas, pequeñas empresas y productores artesanales, relacionadas con la producción de cemento, cal y carbonato de calcio, siendo la industria del cemento el mercado más importante que consume cal y carbonatos de calcio para la fundición de hierro y cobre, y que consumió entre 20 y 25 % del total producido.

Tabla 1
Principales Productores de Caliza.

PRINCIPALES				
N°	PRODUCTORES DE CALIZAS	DEPARTAMENT	PROVINCIA	DISTRITO
01	Calceros S.A.C.	La Libertad	Trujillo	Simbal
02	Calera Cut Off S.A.C.	Juni	Yuli	La Oroya
03	Caspino Del Castillo, Victor Raul	Cusco	Urubamba	Chinchoero
04	Cemento Andino S.A.	Junin	Tarma	La Unión
05	Cemento Sur S.A.	Puno	San Roman	Caracoto
06	Cemento Lima S.A.	Lima	Lima	Pachacamac
07	Cemento Pacasmayo S.A.A.	Cajamarca	Contumasa	Yonan
08	Cemento Selva S.A.	San Martin	Rioja	Rioja
09	Cmd S.A.C.	La Libertad	Trujillo	Simbal
10	Compañía Minera Bunyac S.A.C.	Junin	Tarma	Tarma
11	Comunidad Campesina De Yanacocha	Cusco	Urubamba	Chinchoero
12	León Conchachin, Samuel Lucio	Ancash	Yungay	Mancos
13	M&H Group S.A.C.	Ica	Ica	Ocucaje
14	Minera Centro S.A.C.	Junin	Huancayo	Quichuay
15	Minera Yanacocha S.R.L.	Cajamarca	Cajamarca	Encañada



16	S.M.R.L. La Unión De Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Baños Del Inca
17	S.M.R.L. Piedra Dura Del Cusco	Cusco	Cusco	Cusco
18	S.M.R.L. San Antonio F.S.A. De Huaraz	Ancash	Carhuaz	Anta
19	Shougang Hierro Perú S.A.A.	Ica	Nazca	Marcona
20	Torres Angeles Alejandro E.	Ancash	Carhuaz	Quilio
21	Torres Flores Sergio Alberto	Ancash	Carhuaz	Tinco
22	Yura S.A.	Arequipa	Arequipa	Yura
23	Canelo Pozo, Pedro Alejandro	Arequipa	Caraveli	Lomas
24	Southern Peru Cooper Corporación	Moquegua	Ilo	Pacocha
25	Cemento Sur S.A.	Puno	San Roman	Caracoto
26	Minera Rocas Minerales S.A.C.	La Libertad	Trujillo	Simbal
27	Nieto Becerra, Federico Felix	Tacna	Tacna	Pachia

Fuente: Elaboración Propia

2.1.6. Recopilación de la información.

Para llevar a cabo la recopilación de la información nos enfocamos en recolectar datos que nos pueda servir para definir los objetivos de nuestro proyecto entre estos tenemos:

- **Aceptación.** Como podrá ser recibido nuestro producto en un mercado que se innova constantemente.
- **Motivación de consumo.** Que es lo que podemos ofrecer a nuestros clientes para que nuestro producto se vuelva más atractivo.



- **Canales de distribución.** Las preferencias de los clientes, donde van adquirir los clientes en distribuidoras o directamente con el productor.
- **Conocimiento del producto.** Que tanto el cliente puede conocer de nuestro producto, este aspecto es muy importante ya que dependiendo de las respuestas podremos establecer varios puntos en nuestra estrategia de mercado.
- **Necesidades de los clientes.** Con esto se busca conocer cuáles son las principales características que buscan los clientes en nuestro producto.
- **Precios.** Con esto pondremos saber hasta cuanto estarán dispuestos a pagar nuestros clientes por el producto que ofertamos con nuestras características. Hay que recalcar que en un mercado industrial el precio, habla mucho de la fiabilidad del producto.

2.1.6.1. Fuentes de información.

Son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. Entre estas fuentes podemos encontrar fuentes primarias y secundarias.

a. Fuentes primarias. Para determinar la información para el presente proyecto como fuente primaria, tomamos a la encuesta, dado que esta se realiza de forma directa a las personas que forman nuestro mercado potencial, nos asegura, que los datos recolectados serán lo más preciso posible.

b. Fuentes secundarias. Como fuentes secundarias nos valimos de la información proporcionada por instituciones como BANCOS CENTRALES y la INEI. Cuyos datos nos servirán para lograr definir nuestro mercado además de complementar la información de nuestro proyecto.



2.1.7. Estudio de factibilidad.

Esta etapa se entiende como un análisis más detallado y preciso de la alternativa que se ha considerado viable en la etapa de pre factibilidad. Además, debe afinar todos aquellos aspectos y variables que puedan mejorar el proyecto, de acuerdo con sus objetivos, sean sociables o de rentabilidad.

Se deben definir aspectos técnicos del proyecto tales como localización, tamaño, tecnología, calendario de ejecución y fecha de puesta en servicio.

Esta etapa es la que da origen al anteproyecto definitivo. Los antecedentes que en esta etapa se usaran deben ser precisos y obtenidos mayoritariamente de fuentes primarias de información. Las variables cualitativas son mínimas, en comparación con las etapas anteriores. El cálculo de las variables económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos ítems del flujo de ingresos y egresos.

2.1.8. Elementos básicos para la formulación de un proyecto:

- Conjunto de elementos de análisis.
- Información, estadística, financiera.
- Estudio de mercado: oferta y demanda.
- Tamaño, capacidad de producción.
- Localización, micro localización y macro localización
- Tecnología
- Inversiones
- Financiación
- Organización



2.1.9. Estudio administrativo y legal

En cada proyecto se presentan características específicas, y únicas, que obligan a definir una estructura organizativa acorde a los requerimientos propios que exija su ejecución. La estructura organizativa que se diseñe para asumir estas tareas tendrá no solo relevancia en términos de su adecuación para el logro de los objetivos previstos, sino también por sus repercusiones económicas en las inversiones iniciales y en los costos de operación del proyecto.

Las estructuras se refieren a las relaciones relativamente fijas existentes entre los puestos de una organización, y son el resultado de los procesos de división del trabajo, departamentalización, esferas de control y de delegación.

El estudio organizacional no debe tomarse como una unidad aislada de los otros estudios del proyecto. Por el contrario, sus resultados están íntimamente relacionados con aquellos que se originan en los otros estudios y, por lo tanto, deberá existir una realización coordinada y complementaria entre ellos.

Tan importante como el estudio administrativo es el estudio legal. Los aspectos legales y reglamentarios se refieren a los aspectos tributarios. Normalmente existen disposiciones que afectan en forma diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que produzcan.

Esto se manifiesta en el otorgamiento de permisos y patentes, en las tasas arancelarias diferenciadas para tipos distintos de materias primas o productos terminados, o incluso en la constitución de la empresa que llevará a cabo el proyecto, la cual tiene exigencias impositivas distintas según cuál sea el tipo de organización.



2.1.10. Estudio económico

El análisis económico pretende determinar ¿Cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto?, ¿Cuál será el costo total de la operación? del mismo incluyendo funciones de producción, administración, financiamiento y ventas.

Las bases del estudio económico son los costos totales y la inversión inicial, estos dependen de la producción planteada y la tecnología seleccionada; posteriormente se desarrolla el cálculo de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial, y el cálculo del Capital de Trabajo.

Se calcula el punto de equilibrio, que representa la cantidad mínima de productos que se producirán; considerando la tasa más baja referencial y de rendimiento mínimo aceptable de acuerdo al costo de oportunidad, descontando los flujos netos del efectivo, en donde, los flujos provienen del estado de resultados proyectados del horizonte del tiempo seleccionado.

Si acaso se plantea algún financiamiento externo, es necesario seleccionar un plan del mismo y se muestra su cálculo tanto en la forma de pagar los intereses como en la forma de pagar el capital, tal es el caso de las tablas de amortización.

2.1.10.1. Determinación de costos.

Los costos son el desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente y en el futuro, sean tangibles o en forma virtual y dentro de las cuales existen varios tipos de costos:

- a. **Costos de producción.** Están formados por los siguientes elementos: materias primas, mano de obra directa, mano de obra indirecta, materiales indirectos, costos de los insumos, costos de mantenimiento, y finalmente cargos por depreciación y amortización.



- b. **Costos de administración.** Son los costos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa, incluye direcciones o gerencias de planeación, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas, finanzas o ingeniería, así como los correspondientes a depreciación y amortización que en su actuar estos produzcan.
- c. **Costos de venta.** Son los generados en el área de ventas, lo que incluye ventas, actividades de investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores, el estudio de estratificación del mercado, las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado, la adecuación de la publicidad que realiza la empresa y el estudio de tendencias de las ventas, entre otros.
- d. **Costos financieros.** Son aquellos generados por créditos documentados para la ejecución del proyecto, parte del mismo o su operación y cuyos intereses se deban pagar en relación con capitales obtenidos del citado crédito.
- e. **Presupuestos.** Son los planes formales escritos en términos monetarios, con lo cual se determina la trayectoria futura del proyecto en aspectos como ventas, costos de producción, los gastos de administración, así como los costos financieros.
- f. **Inversión inicial.** La valoración de la inversión inicial, comprende la adquisición de todos los activos fijos y diferidos necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, a excepción del capital de trabajo.



2.1.11. Estudio financiero

Con los estudios anteriores, en esta etapa de la evaluación, recae la decisión final de invertir o no, por lo tanto, esta etapa se basa en técnicas fundamentales de evaluación, que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo, tales técnicas son: tasa interna de rentabilidad, el valor actual neto, rendimiento contable medio, periodo de recuperación descontado e índice de recuperación.

La finalidad del análisis financiero es aportar una estrategia que permita al proyecto allegarse de los recursos necesarios para su implementación y contar con la suficiente liquidez y solvencia, para desarrollar ininterrumpidamente operaciones productivas y comerciales.

Los estados financieros pro forma necesarios para este análisis son: Estado de Resultados, Balance General y Estado de Situación Inicial Financiera.

2.1.12. Evaluación de proyectos

La finalidad de la evaluación es tomar una decisión de aceptación o rechazo del proyecto en estudio en función a su rentabilidad.

2.1.12.1. Métodos para la evaluación financiera.

Los métodos utilizados para la evaluación financiera del proyecto son aquellos que tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Conocidos como métodos de flujo de efectivo descontado.

Cruz, L.A & Proaño, M.A (2002) diseño y evaluación de proyectos de inversión.

a. *Valor presente neto – VAN.* Consiste en convertir los beneficios futuros a su valor presente; considerando un porcentaje fijo que representa el valor del dinero en el tiempo. Cuando esta técnica arroja un valor



negativo indica que la inversión no producirá un rendimiento mínimo aceptable.

b. **Tasa interna de retorno – TIR.** Determina el rendimiento de la inversión expresado éste como una tasa de interés.

c. **Relación beneficio – costo (B/C).** Dentro de la evaluación integral de un proyecto se incluye la evaluación de impacto ambiental (EIA) del mismo, con el propósito de garantizar un compromiso armónico del proyecto con su medio ambiente. Es importante medir los potenciales daños que va a provocar la actividad del proyecto. Estos impactos se relacionan con cambios de las características físicas, químicas, biológicas y socio culturales de los elementos naturales (incluido el hombre). Se tendrán, por tanto, impactos negativos, como también positivos.

2.1.13. Diseño de plantas

Una planta industrial es un conjunto formado por: maquinas, equipos y otras instalaciones dispuestas convenientemente en edificios o lugares adecuados, cuya función es transformar materias o energías de acuerdo a un proceso básico preestablecido. La función del hombre dentro de este conjunto es la utilización racional de estos elementos, para obtener mayor rendimiento de los equipos.

El diseño de los espacios que constituyen una planta industrial influye directamente sobre las personas en aspectos físicos, emocionales, de motivación, y otros; es por ello que debe haber un especial cuidado en el diseño de cada uno de estos espacios.

Los objetivos más relevantes que se buscan con la distribución de planta son:

- Determinación del equipo y las herramientas para llevar a cabo el proceso productivo.



- Diseño del Layout de la planta.
- Garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Estimación de los costos de inversión por conceptos del equipo y materia prima.

2.1.13.1. Factores que afectan el diseño de la planta.

El diseño minucioso debe ser realizado por un arquitecto, basándose en un instructivo preparado por el cliente. Este instructivo deberá indicar.

- El espacio requerido.
- Fecha máxima de terminación.
- Calidad y duración del edificio.
- Emplazamiento propuesto.
- Costo máximo.

Todos los puntos anteriormente anotados deberán ser identificados en forma explícita de las proyecciones. Caso contrario, podría suceder que el edificio de gran utilidad se convierta a la larga en una molestia para la compañía. Es necesario tener presente que es improbable que el proyecto (sumario o instructivo), quede terminado al primer intento y los costos calculados sean aproximados. Entre el arquitecto y la gerencia deberán analizarse algunos aspectos a considerarse teniendo en cuenta las proyecciones a futuro tales como:

- a. *El tamaño.*** Mientras más pequeña sea la unidad, mejor resulta crear varias unidades pequeñas y discretas que una grande.
- b. *Altura requerida de los techos.*** Con frecuencia puede ganarse espacio temporal para el almacenamiento y oficinas construyendo



mezanines. Como la altura inadecuada no puede remediarse fácilmente después de terminado el edificio, y en vista de que el incremento de costos por aumento de la altura es relativamente pequeño, es irrazonable limitar la distancia entre el techo y el piso considerándose una altura libre mínima de 4.50 metros o si el producto es grande por lo menos el doble de la altura del producto terminado.

c. Cargas a soportar. Las cargas existentes en un área de trabajo no se originan solamente por el equipo de producción, sino por el almacenamiento de materia prima y productos en proceso y terminados en torno al equipo de producción, así como por cualquier equipo de manejo de materiales.

d. Acceso. El libre movimiento de las mercancías hacia afuera y hacia adentro de la unidad es tan importante como dentro de la planta.

e. Iluminación. Puede haber requerimientos especiales sobre el alumbrado que deban considerarse. El alumbrado debe ser suficiente intenso para el trabajo que se vaya a efectuar, pero evitando contrastes.

f. Ventilación y calefacción. Debe hacerse el máximo esfuerzo por conservar y distribuir en forma útil tanto el calor como el aire fresco. El aislamiento, las pantallas para corrientes de aire, las capas de aire tibio y los conductos de calefacción se instalan mejor en la construcción y no posteriormente cuando su instalación puede resultar costosa, dar mal aspecto y causar molestias.

g. Servicios. Antes de iniciar el diseño se debe estimar el tipo y la cantidad de potencia y demás servicios que se usarán.



h. Eliminación de desperdicios. Todos los productos de desecho y emisión deben dispersarse con rapidez y sin causar daños o inconvenientes a nadie.

Requerimientos especiales de los productos:

- Necesidad de un control de temperatura particularmente preciso, como en los departamentos de calcinación e hidratación.
- Necesidad de pisos estables, como en los laboratorios, donde la transmisión de las vibraciones puede alterar las lecturas de los instrumentos y ocasionar una pérdida considerable de tiempo y esfuerzo.
- Necesidad de medidas especiales de seguridad en procesos ruidosos, peligros o secretos.
- Necesidad de iluminación especial.
- Necesidad de algún servicio especial.

2.1.14. Distribución de planta

Consiste en seleccionar el arreglo más eficiente de las instalaciones físicas, con el fin de lograr la mayor eficiencia al combinar los recursos para producir un artículo o un servicio. La distribución no solamente es aplicable a las fábricas sino también a las oficinas, hospitales, aeropuertos, centros comerciales, etc.

La palabra distribución se emplea para indicar la disposición física de la planta y de las diversas partes de la misma. En consecuencia, la distribución comprende tanto la colocación del equipo en cada departamento como la disposición de los departamentos en el emplazamiento de la planta. Es necesario tomar decisiones de política relativas a la organización, métodos y flujo de trabajo.



Es una parte importante de la responsabilidad del gerente de producción, ya que este se encarga del equipo industrial de la organización el cual en general es difícil de reubicar una vez que quede instalada. La distribución de la planta debe expresar la política y no determinarla.

Con una buena distribución en planta se consiguen los siguientes beneficios:

- Se facilita el proceso de fabricación, ya que la distribución se acomoda a la mejor circulación de las piezas más importantes.
- Se aumenta la capacidad de producción al mejorar la distribución evitando los cuellos de botella se aumenta la saturación de todos los elementos de fabricación
- Se reduce al mínimo el movimiento de material. Es una consecuencia de la reducción de distancias y del número de transportes y de la combinación de operaciones con transportes, etc.
- Disminuye el material en curso de fabricación puesto que se acorta el tiempo que dura la fabricación
- Proporciona seguridad y confort al personal. La distribución no solo atiende la mejor circulación de la fabricación, sino también se ocupa de procurar la instalación óptima de todos los puestos de trabajo, tanto en situación como en seguridad, iluminación, ventilación, etc.

2.1.14.1. Clases de distribución de planta.

Las distribuciones en planta pueden disponerse en tres formas principales.

a. *Distribución en línea o por producto.* Las máquinas y puestos de trabajo están distribuidos según el diagrama de operaciones del proceso del producto que se fabrica. Este tipo de distribución es aplicable cuando se



fabrica grandes cantidades de un solo producto. Este tipo de distribución presenta las siguientes ventajas:

- Como las máquinas y puesto de trabajo están colocados de acuerdo con el proceso de fabricación quedan reducidos al mínimo indispensable los transportes de material y semifabricados e incluso puede utilizarse el trabajo automático y semiautomático. Además, y por el mismo motivo, se aprovecha mejor la superficie de los talleres y se disminuye el material en curso de fabricación.
- Como las máquinas son especiales para la fabricación y su funcionamiento es automático o semiautomático es necesario poco personal muy cualificado
- Como el trabajo se desarrolla siempre de la misma manera puede perfeccionarse la distribución hasta conseguir un equilibrio casi perfecto entre los diversos puestos de trabajo
- Su mayor inconveniente es que una avería en un punto de la instalación paraliza la línea completa. Por eso deben tenerse previstas soluciones de emergencia para estos casos.

b. *Distribución funcional o por proceso.* Las máquinas y puestos de trabajo están distribuidos por familias de máquinas homogéneas desplazándose los materiales y semifabricados de unos grupos a otros. Las máquinas utilizadas son en general, universales. Esta distribución es la mejor para fabricaciones variadas, sujetas a frecuentes cambios. Esta distribución presenta las siguientes ventajas:



- La versatilidad de sus posibilidades, ya que permite, como hemos dicho la fabricación de una rama numerosa cambiante de productos e incluso los de venta incierta.
- Las máquinas trabajan bastante saturadas ya que se programan las fabricaciones de los productos de manera que las mantengan a plena producción.
- Su mayor inconveniente es que es necesaria una mano de obra muy cualificada, capaz de trabajar con planos o croquis y en maquinaria universal.

c. **Distribución por componente fijo.** Las maquinarias y puestos de trabajo se desplazan y adaptan al fabricado principal. Esta distribución se emplea para la fabricación de pocas y grandes unidades como buques, locomotoras, etc.

En general las máquinas que se emplean en esta clase de trabajo, a pie de obra, son sencillas (grupos de soldaduras, taladradoras portátiles, etc.), pero los operarios deben ser muy cualificados.

2.1.14.2. Criterios para una buena distribución

a. **Flexibilidad máxima.** Una buena distribución se puede modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. Debe prestarse particular atención a los puntos de abastecimiento los cuales deben ser amplios y de fácil acceso.

b. **Coordinación máxima.** La recepción y envío en cualquier departamento debe planearse de la manera más conveniente para los departamentos receptores. La distribución debe considerarse como un conjunto no por áreas aisladas.



- c. Utilización máxima del volumen.* Una planta debe considerarse como un cubo, ya que hay espacio utilizable arriba del piso. Se puede instalar transportes a una altura superior a la cabeza o usarse como almacenes móviles para trabajar en proceso o puede suspenderse herramientas o equipo del techo. Se aplica particularmente en los almacenes donde las mercancías pueden aplicarse a alturas considerables si se emplean carretillas elevadoras. En algunos casos pueden moverse materiales por medio de transportes que sobresalgan del edificio.
- d. Visibilidad máxima.* Todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento. Toda pared divisoria debe pasar por un cuidadoso escrutinio, para que no origine una segregación o reduzca el espacio disponible.
- e. Accesibilidad máxima.* Todos los puntos de servicios y mantenimiento deben ser de fácil acceso.
- f. Distancia mínima.* Todos los movimientos deben ser a la vez necesarios y directos. El manejo del trabajo incrementa el costo, deben evitarse los movimientos innecesarios y circulares. Una falla muy común es quitar el material de un banco de trabajo y llevarlo a un lugar de almacenamiento temporal mientras espera pasar finalmente al punto siguiente de almacenamiento. Debe evitarse en lo posible los anaqueles, bancos y extras.
- g. Manejo mínimo.* El manejo óptimo es el manejo nulo, pero cuando es inevitable debe reducirse al mínimo usando transportes, montacargas, toboganes o rampas.



El material que se esté trabajando debe mantenerse a la altura de trabajo, y nunca colocarse en el piso si ha de tener que levantarse después.

h. Incomodidad mínima. Las corrientes de aire, la iluminación deficiente, la luz solar excesiva, el ruido, las vibraciones y los olores deben reducirse al mínimo, y si es posible contrarrestarlos totalmente. Una fábrica no deberá, mientras se esté trabajando, estar atestada de personal hasta el punto de que pueda representar riesgo o causar daño a la salud de sus empleados.

i. Seguridad inherente. Toda distribución debe ser inherente segura, y ninguna persona deberá estar expuesta a peligro, sea que operen en la planta o las que pasen cerca. Se debe contar con instalaciones y servicios médicos. El fuego es un riesgo permanente para lo cual se recomienda buscar consejos del servicio de bomberos y compañías de seguros.

j. Seguridad máxima. Deben preverse salvaguardas contra fuego, humedad, robos, y deterioro general, hasta donde sea posible, en la distribución original, en vez de agregar posteriormente jaulas, puertas y barreras.

k. Flujo unidireccional. No deben cruzarse las rutas de trabajo con las de transporte. En todo punto de una fábrica, el material debe fluir en una sola dirección.

l. Rutas visibles. Deben definirse los recorridos y marcarse claramente. Ningún pasillo debe usarse para fines de almacenamiento, ni aún en forma temporal.

m. Identificación. Debe otorgarse a los grupos de trabajadores, su propio espacio de trabajo. La necesidad de un territorio definido parece ser básica

en el ser humano. Esto puede levantar la moral y despertar un sentimiento de cohesión. **Luna, Alfredo G (2008) Procesos Administrativos.**

2.1.15. CAL

2.1.15.1. Concepto. Es el producto que se obtiene calcinando la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio. En ese estado se denomina cal viva (óxido de calcio) y si se apaga sometiéndola al tratamiento de agua, se le llama cal apagada (hidróxido de calcio).

2.1.15.2. Variedades comerciales.

a. Cal viva. Material obtenido de la calcinación de la caliza que, al desprender anhídrido carbónico, se transforma en óxido de calcio. La cal viva debe ser capaz de combinarse con el agua, para transformarse de óxido a hidróxido y una vez apagada (hidratada), se aplique en la construcción, principalmente en la elaboración del mortero de albañilería.

b. Cal hidratada. Se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de Hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio, unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio.

c. Cal hidráulica. Cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica (SiO_2) y alúmina Al_2O_3) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua.

2.1.15.3. Procesos de producción de cal.

Debido a que la cal debe llenar determinados requerimientos físicos y químicos, se requieren calizas de alta pureza y de un proceso de producción



controlado que aseguren un producto de excelente calidad. Seguidamente se detalla el proceso de elaboración de la cal hidratada.

1. **Obtención de la piedra caliza.** Comprende todos los procesos que se realizan en la cantera a partir de los cuales se obtiene la piedra caliza, materia prima de este proceso. Dichos procesos consisten en:

- Estudios geológicos mineros, en los que se obtiene la información geológica y geoquímica de las áreas a explotar.
- Extracción de la piedra caliza, que consiste en extraer la materia prima de las canteras. Durante esta etapa se pone especial atención en controlar la composición química, granulometría y humedad de la materia prima, que es la piedra caliza.

2. **Preparación de la piedra.** Consiste en las trituraciones y tamizajes primarios y secundarios de la piedra caliza. Mediante dicho proceso, se logra dar a las piedras el diámetro requerido para el horno de calcinación.

3. **Calcinación.** La calcinación consiste en la aplicación de calor para la descomposición (reacción térmica) de la caliza. En este proceso se pierde cerca de la mitad de peso, por la descarbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original. La calcinación es un proceso que requiere mucha energía para que la descarbonatación pueda ocurrir y es en este paso cuando la piedra caliza (CaCO_3) se “convierte” en cal viva (CaO). En la producción de cal se utiliza tecnología de punta, con lo que se asegura el buen uso de la energía. En la planta Los Berros, ubicada al sur de San Juan, se cuenta con un horno vertical regenerativo de última generación, en el que se calcina la piedra caliza en un proceso controlado y automatizado.



4. **Hidratación.** En esta etapa la cal viva (óxido de calcio) es trasladada a una hidratadora, en donde se le agrega agua al producto. Al hidratarse las piedras de cal viva se convierten en cal hidratada (polvo fino de color blanco). El mismo es un proceso exotérmico, el cual consiste en que cuando a la cal viva se le agrega agua, la reacción libera calor.

5. **Separación.** Consiste en separar de la cal hidratada los óxidos no hidratados (óxidos no hidratados como los de magnesio) y algunos carbonatos conocidos como “Granaza” que no lograron ser hidratados en la etapa de hidratación.

6. **Envasado / Empaque / Despacho.** Finalmente, se procede al envasado del producto, el mismo se realiza por medio de una máquina especial de envasado y paletizado. La cal hidratada es empacada en bolsas de papel, o bien en cantidades en tolvas.

Todos los procesos son completamente industriales, en los mismos se llevan a cabo estrictos controles de calidad que permiten alcanzar las normas requeridas para la fabricación de cal viva e hidratada. Para ello, se determina el cumplimiento de los requerimientos químicos (dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido férrico, óxido de calcio, óxido de magnesio, óxidos no hidratados y dióxido de carbono) y de los requerimientos físicos de fineza y retención de agua, permitiendo ello ofrecer un producto de máxima calidad.

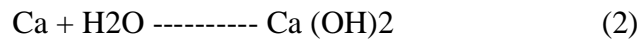
2.1.15.4. Ciclo de la cal.

Para obtener cal viva se dispone a calcinar piedras calizas a temperaturas entre 900 y 1000° C. Resulta la siguiente reacción:





- Hay que apagar la cal viva (echar agua) y resulta la siguiente reacción:



- En el fraguado se produce una re-calcinación. La cal apagada absorbe dióxido de oxígeno de la atmósfera produciéndose el carbonato cálcico y le sobra agua.



2.1.15.5. Clasificación.

En la producción de cal existe varios tipos de cal entre los más importantes tenemos.

2.1.15.5.1. Cales aéreas. Según la norma UNE 41.067 “cal aérea para construcción. Clasificación. Características”, se define como el material aglomerante que está constituido de óxido cálcico o hidróxido de calcio y que tiene la propiedad de endurecerse en el aire, después de amasarla con agua por la acción del anhídrido carbónico. Según sea el material calcinado y los contenidos en óxido de calcio y óxido de magnesio, se obtienen los dos grupos siguientes:

Tabla 2
Cal Aérea

TIPO DE CAL	CaO + MgO (MÍNIMA)	CO ₂ (MÁXIMA)
Cal aérea I	90%	5%
Cal aérea II	60%	5%

NOTA: cuando el contenido del MgO es \geq del 5% se considera cal aérea dolomítica.

2.1.15.5.2. Cales hidráulicas. Según la norma UNE 41.068 “cal hidráulica para construcción. Clasificación. Características”, se define como el material aglomerante, polvoriento y parcialmente hidratado, que se obtiene calcinando calizas que contienen sílice y aluminio, a una

temperatura casi de fusión, para que se forje óxido cálcico libre necesario para permitir su hidratación y, al mismo tiempo, deje cierta cantidad de silicatos de calcio anhídridos, que dan al polvo sus características hidráulicas. Las cales hidráulicas, después de amasarlas con agua, se endurecen en el aire y también en agua, siendo esta última propiedad las que la caracterizan, se clasifican en:

Tabla 3
Cal Hidráulica.

TIPO DE CAL	SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ (MÍNIMO)	CO₂ (MÁXIMO)
Cal hidráulica I	20%	5%
Cal hidráulica II	15%	5%
Cal hidráulica III	10%	5%

Fuente: normas UNE.

NOTA: si el contenido de óxido magnésico no es mayor del 5% sobre muestra calcinada se denomina cal hidráulica de bajo contenido de magnesio, y si es mayor del 5% se denomina cal hidráulica de alto contenido de magnesio o cal hidráulica dolomítica.

2.1.15.5.3. Cal viva en sacco. La Cal Viva proviene de la descomposición térmica del carbonato de calcio (CaCO₃) realizada en hornos a temperaturas cercanas a los 1300°C, este producto es químicamente inestable ya que al agregarle agua se hidrata liberando una gran cantidad de calor.

- **Características.** La principal característica de la Cal Viva es que posee una alta alcalinidad (pH 12) se utiliza como regulador de pH en la

minería y en los procesos industriales, se utiliza para neutralizar, ablandar y clarificar agua, y se utiliza también para la estabilización de suelos arcillosos.



Figura 2. Cal viva en saco (Fuente; Elaboración Propia)

La cal proviene de la piedra caliza o carbonato de calcio (CaCO_3) al igual que el cemento, las principales características de este material es que posee una alta alcalinidad (pH 12) y tiene propiedades aglomerantes.

La cal es uno de los productos químicos más versátiles, por lo que sus usos han sido innumerables durante la historia del hombre. Probablemente es el producto de reacción química más antiguo utilizado por el hombre.

Numerosas obras arquitectónicas han sido construidas mediante el uso de la cal, como, por ejemplo: el Coliseo Romano, la Muralla China y en nuestro país el puente de Cal y Canto, que ha resistido sin problemas las dañinas crecidas del río Mapocho.

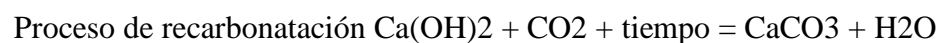
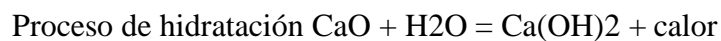
El proceso de formación de la cal comienza con la calcinación de piedra caliza, esta libera dióxido de carbono y se convierte en cal viva u oxido de calcio (CaO), esta cal viva es un producto químicamente inestable



que, al agregarle agua, en el proceso conocido como hidratación, se convierte en hidróxido de calcio Ca(OH)_2 , comúnmente llamada cal apagada, cal aérea o cal hidratada, este proceso de hidratación o apagado es rápido y libera una gran cantidad de calor.

La cal apagada al reaccionar con el CO_2 del aire, proceso denominado re carbonatación, vuelve a formar carbonato de calcio adquiriendo las propiedades que poseía originalmente como piedra.

Los procesos señalados anteriormente se expresan químicamente como:



- ***La cal en la agricultura.*** La acidificación de los suelos es un proceso natural, que ocurre en forma lenta y continua en zonas de alta pluviometría. Este proceso puede ser acelerado significativamente al realizar prácticas propias de la actividad agrícola, como son el laboreo y uso de fertilizantes acidificantes.

El uso de carbonato de calcio Cal Agrícola, permite corregir la acidez excesiva que resulta de una toxicidad por aluminio para las raíces de las plantas. Al mismo tiempo, aporta el calcio necesario para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

El encalado de neutralización, por otra parte, posibilita el empleo de fertilizantes acidificantes, controlando el riesgo de acidificación al menor costo alternativo. Además, el encalado mejora las condiciones físicas y biológicas del suelo.



- **Cal agrícola.** Se compone de carbonato de calcio finamente molido junto con adición de cal hidratada. Se utiliza para corregir la acidez de los suelos. Se entrega en bolsas de papel de 40 Kg, bolsones de 800 Kg. o en bolsones de 1000 Kg.
- **Cal especial.** Es una cal apagada de color gris claro. Se recomienda especialmente para la estabilización de suelos arcillosos.

Ya que su reacción con las sílices y alúminas presentes en el suelo permite la formación de compuestos estables y resistentes a la humedad. También se utiliza para corregir la acidez del suelo, pero requiere de ciertas precauciones dado su elevado porcentaje de calcio libre. Se comercializa en bolsas de 25 Kg, bolsón de 800 ó 1.000 Kg.

Características físicas y químicas de la cal agrícola.

- ✓ Nombre Producto: Cal 1
 - ✓ Nombre Comercial: Cal Agrícola
 - ✓ Fórmula Química: CaCO_3
 - ✓ Peso Molecular: 100 gr/mol
 - ✓ Apariencia: Carbonato, color grisáceo Densidad: 0,9 o 1,0 r/cc (densidad a granel según norma DIN 1060)
- **La cal en la construcción.** La cal tiene múltiples aplicaciones y usos en la construcción, se ha utilizado tanto para construir, pintar, decorar, tratar suelos y mejorar mezclas asfálticas. La cal fue el primer material cementante utilizado por las primeras civilizaciones como base para la construcción de grandes edificaciones. En Chile, grandes obras arquitectónicas han sido construidas con este material, la casa de moneda, la catedral de Santiago, la Real Audiencia y el conocido Puente de Cal y



Canto, las cuales se han conservado en óptimas condiciones. La cal es un excelente complemento del cemento y en conjunto, forman el conglomerante ideal para albañilerías, revestimientos y otros usos similares.

Según sus usos, la cal en la construcción se enfoca a.

- ✓ Pinturas
- ✓ Morteros
- ✓ Hormigón y productos de Concreto
- ✓ Estabilización de suelos Arcillosos
- ***Cales en los Tratamientos Medio Ambientales.*** La Cal es uno de los productos de mayor uso en el área ambiental.

Su principal fortaleza es su elevado pH que permite neutralizar efluentes ácidos al menor costo. Los tipos de cal más utilizadas en esta área son: cal hidratada, cales vivas molidas y carbonatos.

- ***La cal en la minería y procesos metalúrgicos.*** El principal uso del CaO o cal viva en la minería, es como reactivo en procesos de flotación de minerales con presencia de sulfuros de cobre o de lixiviación en pilas con extracción cianurada para minerales auríferos. También se emplea en fundiciones de cobre.

Sus principales usos por actividad son:

- ✓ ***Flotación:*** Regulador de pH, Depresante.
- ✓ ***Cianuración en pilas:*** Regulador de pH, Aglomerante, Emulsionante, Clarificante, Agente enlazante, Precipitante.
- ✓ ***Cianuración por agitación:*** Regulador de pH, Depresante, Precipitante. Enlazante.



- ✓ ***Acondicionante del medio Fundiciones:*** Actúa como fundente y agente enlazante. Absorbente de SO₃ en gases.

Desmóldate en las canaletas de sangría, en las ollas de eje y escoria, en las máquinas moldeadoras de blíster, refinado a fuego y electrolítico.

2.1.15.6. Cales empleadas en minería.

- ***Cal hidratada.*** En este caso, el tiempo de residencia necesario es mucho menor que para las cales vivas. Su uso se recomienda para faenas con limitaciones de aprovechamiento de agua.
- ***Cal viva molida.*** Se emplea en faenas donde el tiempo de residencia en el proceso es más corto y se busca aprovechar el calor de hidratación de la cal en la cinética del proceso. Se recomienda en faenas con consumos de cal inferiores a las 300 Ton. /mes, donde no se justifica la inversión en un molino.
- ***Cal viva granulada.*** Se emplea en las faenas en que se requiere de un tiempo prolongado de residencia en el proceso para que éste logre una adecuada hidratación que le permita, posteriormente, liberar todos los iones de calcio y grupos hidroxilos.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación según el propósito es **descriptivo**, ya que este de estudio busca especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de productores, consumidores, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, en el desarrollo de la investigación se realiza la medición, evaluación o recolección de datos sobre el estudio del mercado, diseño y evaluación financiera.

3.2. MATERIAL

3.2.1. Unidad de estudio

Aspectos de mercado, técnico y financiero de la cal viva molida y granulada.

3.2.2. Población

Las caleras y consumidores formales dentro del departamento de puno.

3.2.3. Muestra (muestreo o selección)

Encuesta por fuente propia.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Las técnicas, instrumentos y procedimientos utilizados para recopilar los datos del presente estudio son los siguientes: en el caso del estudio de mercado se requirió de una fuente de información primaria, pues se han tomado datos de los registros de ventas de las empresas vendedoras de cal formales e informales del departamento de puno entre la cual tenemos: Calcesur (Intical).

Para el estudio técnico el dato a tomar en cuenta era la estimación de reservas, pues de este dato se partió para poder calcular nuestra producción diaria,



escoger la maquinaria requerida y proyectar la capacidad de los hornos de calcinación. Para recolectar los datos del estudio financiero se hizo la visita al internet para poder ver los precios de los equipos y herramientas. Estos métodos de recolección de datos nos han permitido darle validez a la información obtenida y plasmarla en el presente estudio.

3.3.2. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Los métodos, instrumentos y procedimientos para el análisis de todos los datos obtenidos para el desarrollo del estudio de mercado se usó el programa Microsoft Excel, para tabular los datos mediante el uso de gráficos y tablas estadísticas que muestran la evolución y tendencia de la producción y comercialización de cal viva e hidratada, también se ha usado la técnica de análisis de regresión lineal para el cálculo de la oferta y demanda real.

En este acápite se especifica según sea el estudio de carácter cuantitativo o teórico- el instrumento estadístico o categoría al que se usará para demostrar y/o validar la hipótesis o bien el medio para validar su pertinencia en el caso de constituir una propuesta profesional.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra es importante que los resultados de la encuesta sean representativos, en esta investigación de mercado, el primer paso consiste en segmentar el universo que es todo el país, lo que permitirá determinar el universo parcial que sería el departamento de Puno y provincias de esta manera se direccionará los esfuerzos concentrados hacia las industrias del sector en estudio que son varias industrias entre de minería, agricultura, ganadería, selvicultura, pesca, distribución de agua, gestión de desechos sólidos y alcantarillado y manufactura en general.

Para conocer el número de encuestas que debemos realizar se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 N + z^2 p q} \dots\dots\dots(4)$$

DONDE:

n = Tamaño de la muestra

z = Nivel de confianza z = 1.96

N = Tamaño del universo N = 1 172 697

p=Probabilidad de consumo p = 0.9

q= probabilidad de no consumo q = 0.1

e= Error estándar e = 0.05

Reemplazando en la fórmula se obtiene lo siguiente:



$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 N + z^2 p q}$$

$$n = \frac{1.96^2 * (1172697)(0.9)(0.1)}{0.045^2 * (11790 - 1) + 1.96^2 * (0.96)(0.04)}$$

$$n = \frac{405452.95}{2931.74 + 0.35}$$

$$n = 138$$

Con esta fórmula hemos determinado que nuestra muestra es de 138 encuestados, las cuales nos servirán para determinar la demanda y la oferta así también la aceptación de nuestro producto y el precio competitivo.

4.1.2. Instrumento de recolección

En este caso se realizó la encuesta de forma personal a quienes están vinculados al consumo de cal.

La encuesta consta de 9 preguntas, donde se recaba información sobre oferta y la demanda, preferencias y costos de nuestro producto, además determinar su mayor utilización.

4.1.2.1. Resultado del estudio de mercado

1. *¿En su portafolio de productos está incluido el óxido de calcio, comúnmente conocido como cal?*

Tabla 4

Consumo de Cal Viva según la Frecuencia de la Muestra

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	76	55.07%
NO	62	44.92%

Fuente: Elaboración Propia.

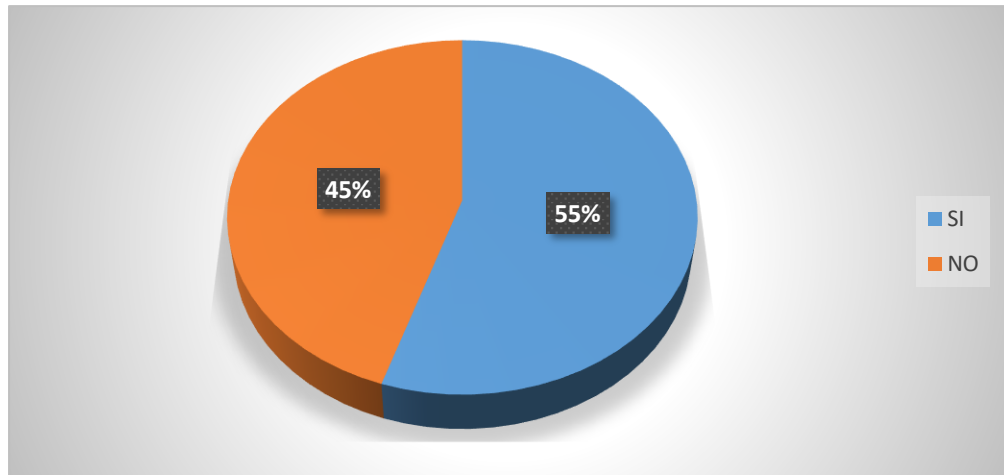


Figura 3. Consumo de cal viva (Fuente; Tabla 4)

Interpretación: El resultado obtenido de esta pregunta es que el 55.07% de encuestados manifiesta que si tienen en su portafolio incluido el óxido de calcio y el 44.92% de los encuestados no tiene incluido el óxido de calcio en su portafolio.

2. ¿En qué sector Ud. utiliza la cal a mayores volúmenes?

Tabla 5
Uso de Cal por Sectores.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Minería	97	70.28%
planta de desechos municipales	21	15.22%
neutralizacion de aguas	12	8.69%
Agrícola	8	5.79%

Fuente: Elaboración Propia.

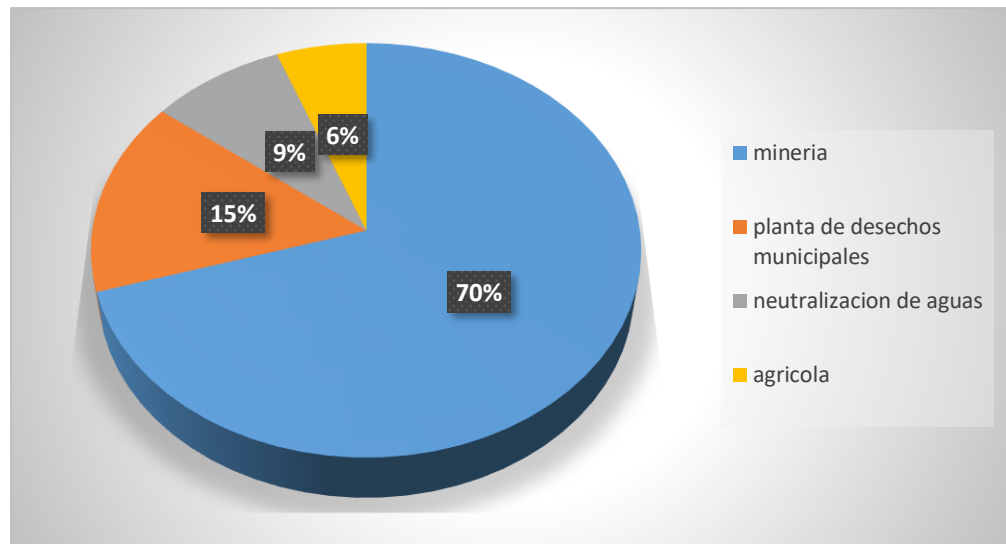


Figura 4. Sectores donde se utiliza mayor volumen de cal (Fuente; Tabla 5)

Interpretación: Se obtiene un resultado que el 70.28% de encuestados usan mayormente la cal en minería, el 15.22% de encuestados lo utilizan en plantas de desecho, el 8.69% de encuestados la utilizan en neutralización de agua, y el 5.79% de encuestados la utilizan en la agricultura.

3. ¿Es usted comprador exclusivo de una marca de cal en particular?

Tabla 6
Compradores de Marcas Particulares de Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	85	61.59%
NO	53	38.41%

Fuente: Elaboración Propia.

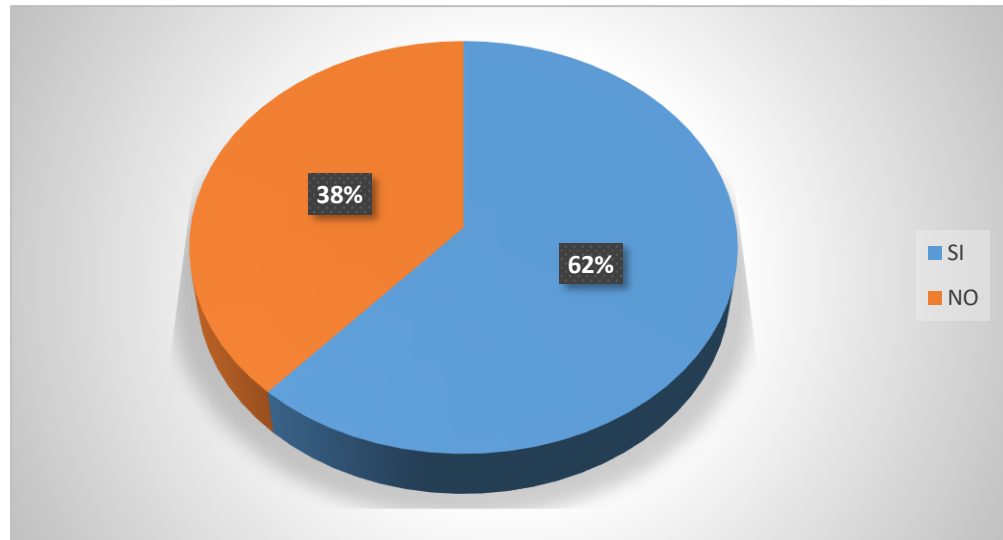


Figura 5. Compradores que consumen marcas particulares de cal (Fuente; Tabla 6)

Interpretación: Los resultados obtenidos fueron de un 61.59% de compradores si tienen una marca exclusiva de cal y un 38.41% de compradores no tienen una marca exclusiva de cal.

4. ¿Con que frecuencia compra cal Ud.?

Tabla 7

Frecuencia en Días de Compra de Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
15 DIAS	63	45.7%
30 DIAS	51	37.0%
60 DIAS	16	11.6%
90 DIAS A MAS	8	5.8%

Fuente: Elaboración Propia.

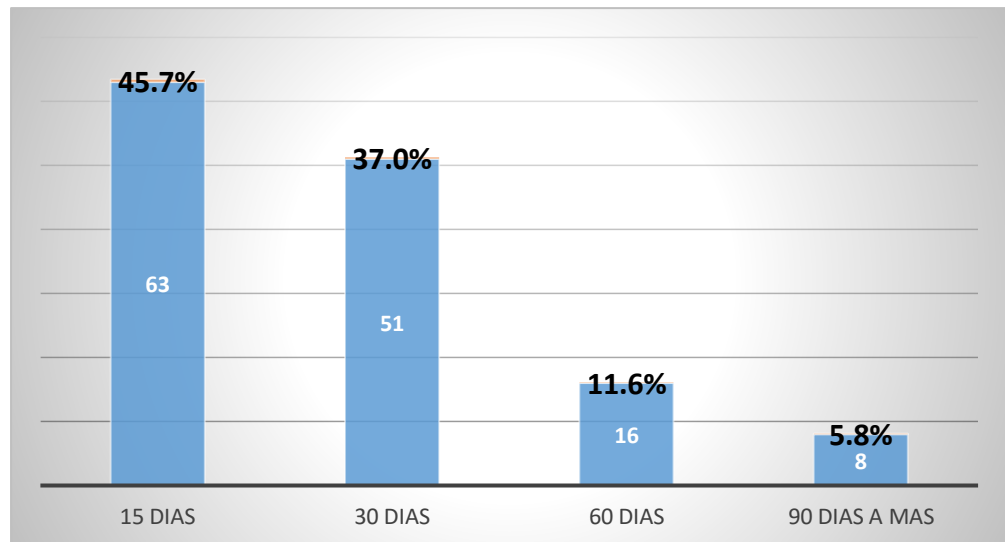


Figura 6. Frecuencia en días de compra de cal (Fuente; Tabla 7)

Interpretación: Los resultados obtenidos de esta pregunta es que el 45.7% de consumidores compra cal con frecuencia de 15 días, el 37.0% de consumidores compra cal con frecuencia de 30 días, el 11.6% de consumidores compra cal con frecuencia de 60 días, y el 5.8% de consumidores compra cal con frecuencia de 90 días a más.

5. ¿Qué canal de comercialización usa para realizar la compra de cal?

Tabla 8
Canales de Comercialización para Comprar Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
Directamente de la empresa	106	76.81%
Distribuidores mayoristas	23	16.67%
Ferretería	7	5.07%
Otros	2	1.44%

Fuente: Elaboración Propia.

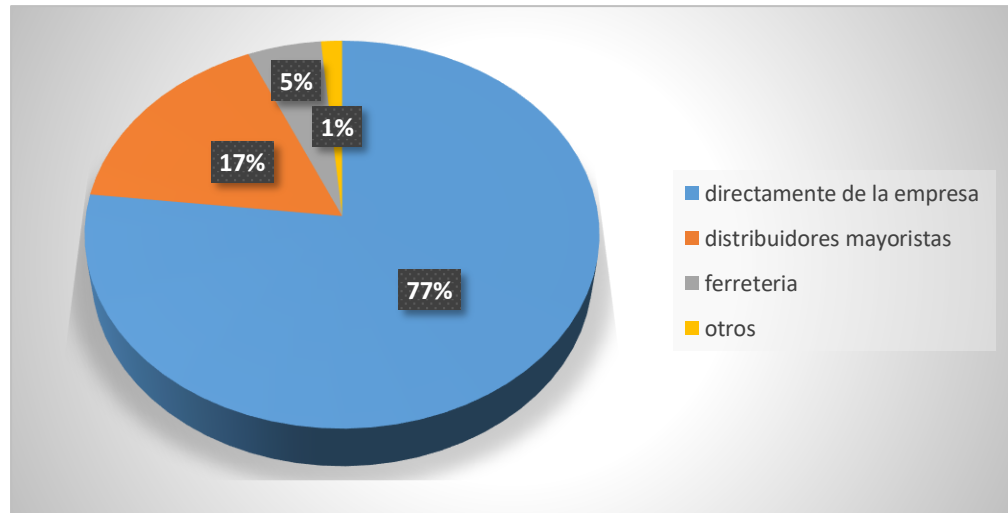


Figura 7. Canales de comercialización para comprar cal (Fuente; Tabla 8)

Interpretación: De resultados se obtiene que el 76.81% de consumidores compran cal directamente de las empresas, el 16.67% de consumidores compran cal de distribuidores mayoristas, el 5.07% de consumidores comercializan cal en ferreterías y el 1.44% de consumidores comercializan cal de otros establecimientos.

6. ¿Estaría de acuerdo en que existan más empresas formales de cal en la región para que ellos puedan comercializarla en Puno?

Tabla 9
Aceptación de Más Empresas Formales de Venta de Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	131	94.92%
NO	7	5.07%

Fuente: Elaboración Propia.

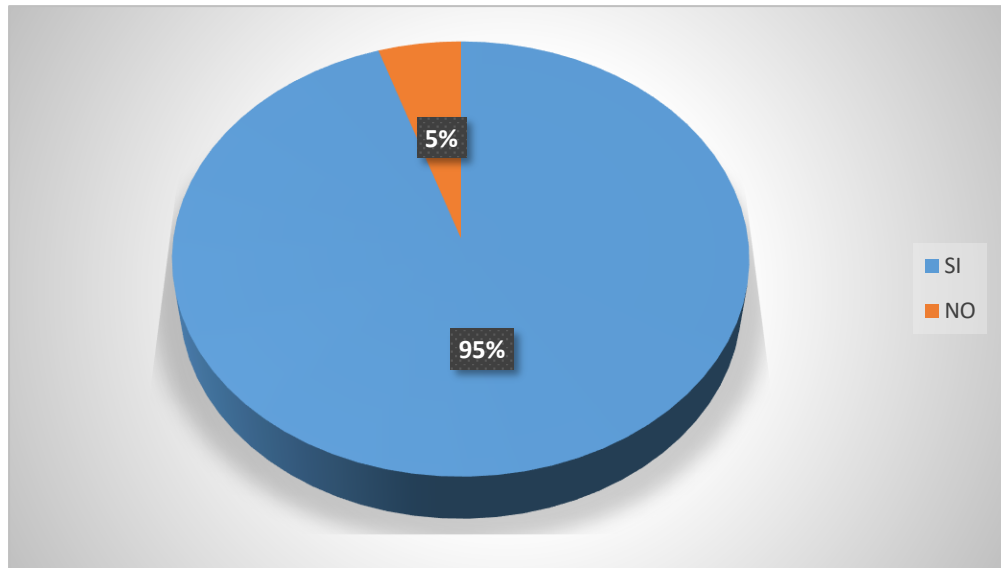


Figura 8. Aceptación de más empresas formales de venta de cal (Fuente; Tabla 9)

Interpretación: En los resultados que se realizaron el 94.92% de consumidores están de acuerdo en la formalización de más empresas que tengan yacimientos de cal para la posterior comercialización en puno, el 5.07% consumidores no están de acuerdo.

7. *¿Considera usted que la tendencia de los precios del producto es a subir, bajar o mantenerse?*

Tabla 10
Tendencia de los Precios de la Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SUBIR	78	56.52%
BAJAR	12	8.69%
MANTENERESE	48	34.78%

Fuente: Elaboración Propia.

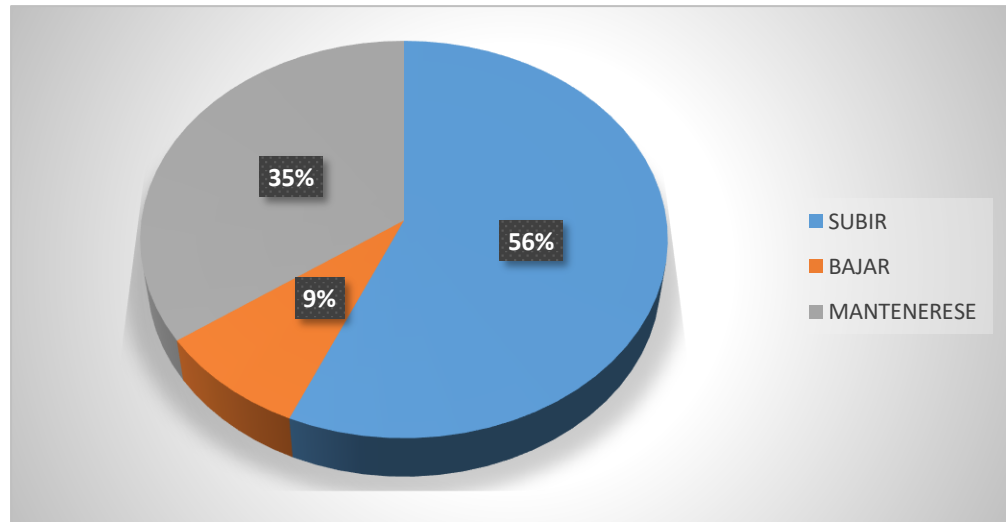


Figura 9. Tendencia de los precios de la cal (Fuente; Tabla 10)

Interpretación: En los resultados obtenidos el 56.52% de consumidores consideran que la tendencia de precios va a subir, el 8.69% de consumidores consideran que la tendencia de precios va a bajar, y el 34.78% de consumidores consideran que la tendencia de precios se va a mantener.

8. ¿Qué tipo de cal es la que usa más?

Tabla 11

Tipo de Cal Más Usada por los Encuestados

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
cal viva granulada	45	32.60%
cal viva molida	75	54.34%
cal hidratada	18	13.04%

Fuente: Elaboración Propia.

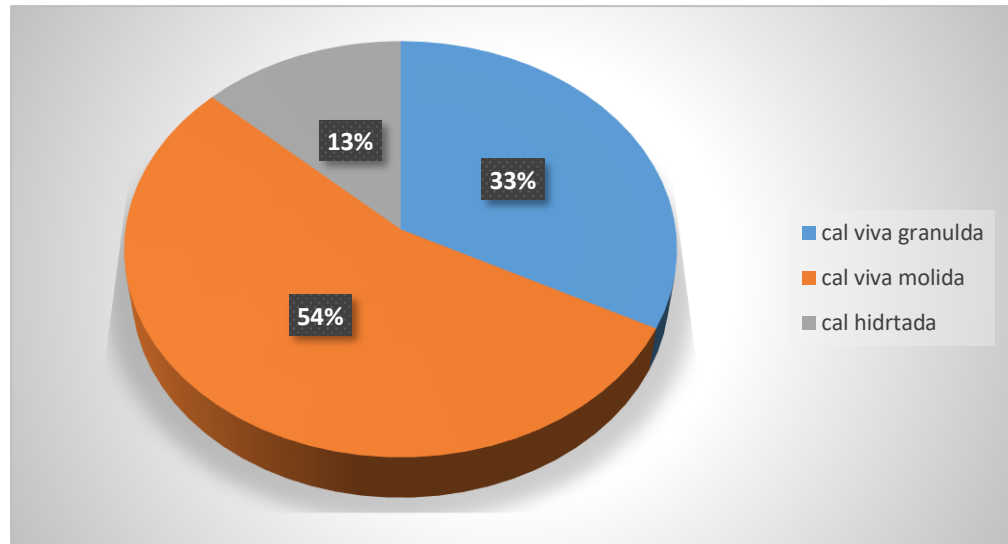


Figura 10. Uso de cal viva molida, granulada e hidratada (Fuente; Tabla 11)

Interpretación: En los resultados obtenidos el 32.60% de consumidores utilizan el tipo de cal viva granulada, el 54.34% de consumidores utilizan el tipo de cal viva molida, y el 13.04% de consumidores utilizan el tipo de cal viva hidratada.

9. ¿Existe en Puno la cantidad de cal suficiente que Ud. necesita?

Tabla 12

Demanda Actual Satisfecha e Insatisfecha

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
SI	68	49.27%
NO	70	50.72%

Fuente: Elaboración Propia.

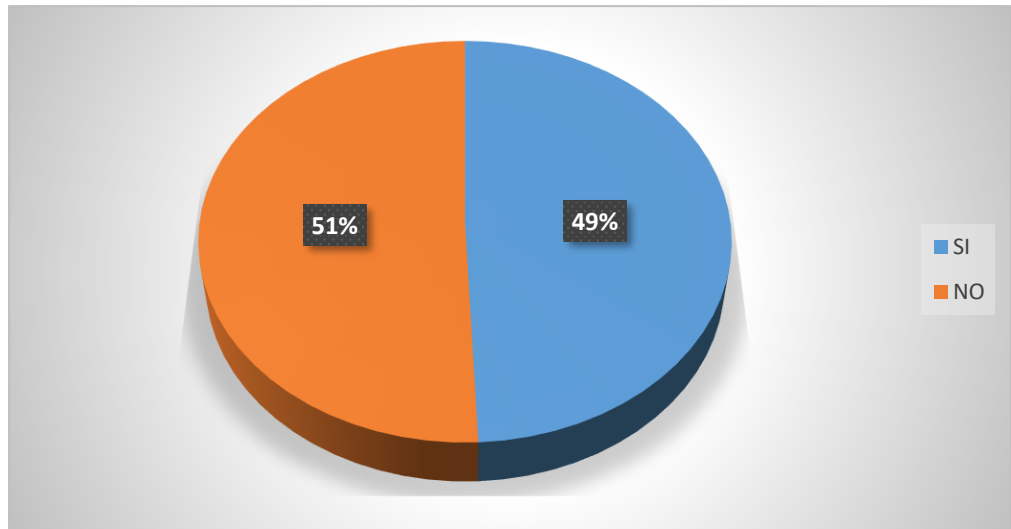


Figura 11. Porcentaje de demanda satisfecha e insatisfecha (Fuente; Tabla 12)

Interpretación: En los resultados obtenidos el 49.27% de consumidores dice que si existe en Puno la cantidad de cal suficiente que necesitan, y el 50.72% de consumidores dice que no existe en Puno la cantidad suficiente que necesitan.

10. ¿La calidad de cal que le venden cubre sus expectativas?

Tabla 13
Expectativa de Calidad de Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
SI	85	61.59%
NO	53	38.40%

Fuente: Elaboración Propia.

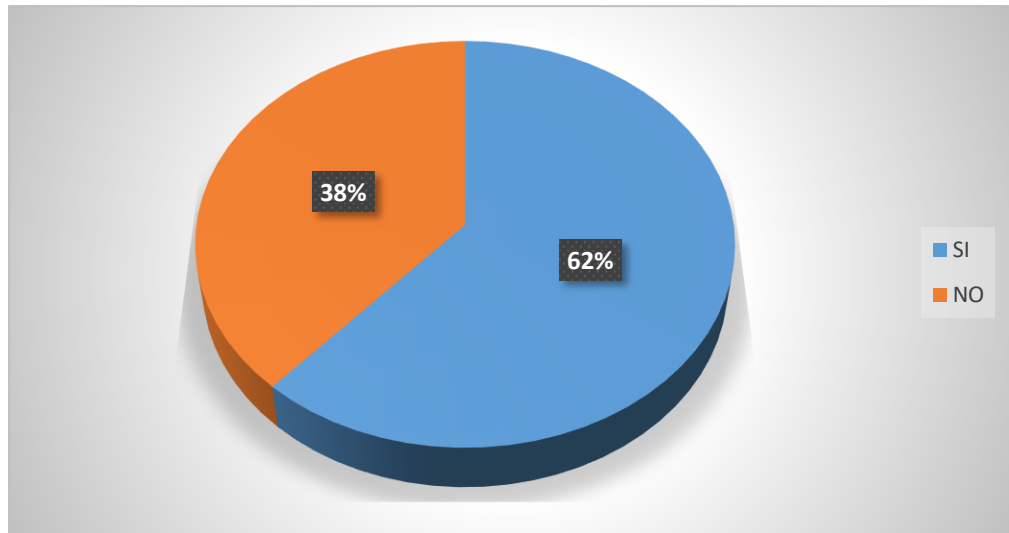


Figura 12. Cubrimiento de expectativas por calidad de cal (Fuente; Tabla 13)

Interpretación: De los resultados obtenidos el 61.59% de consumidores dicen que la calidad de cal que les venden, cubren sus expectativas, y el 38.40% de consumidores dicen que la calidad de cal que les venden no cubren sus expectativas.

11. ¿Qué cantidad aproximada de cal compra al mes?

Tabla 14
Compra de Cal en Toneladas por Mes

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
menos de 100 kg	58	40.02%
5 ton.	45	32.60%
10 ton	28	20.29%
20 ton a mas	7	5.07%

Fuente: Elaboración Propia.

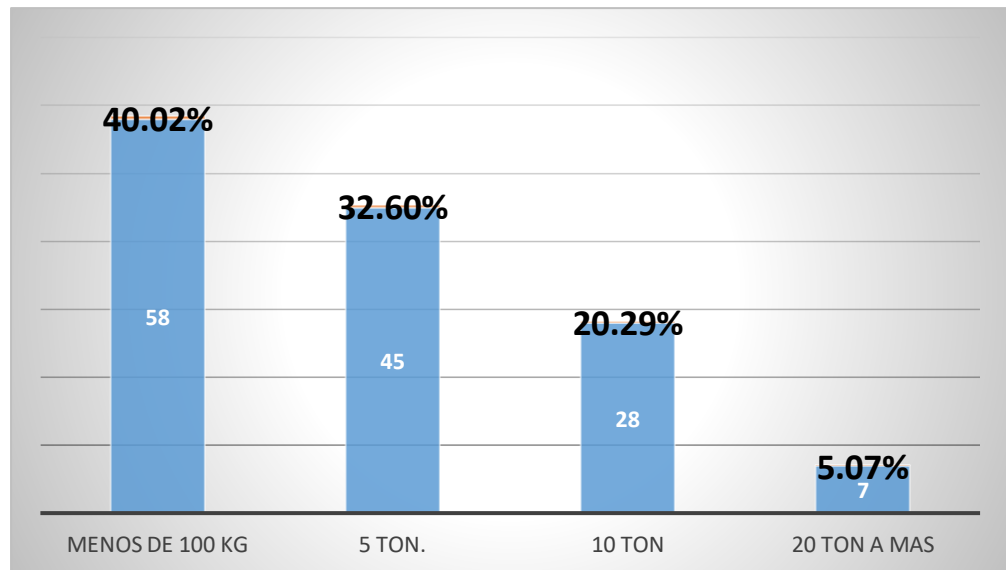


Figura 13. Cantidad de uso de cal en toneladas por mes. (Fuente; Tabla 14)

Interpretación: De resultados obtenidos 40.02% de los consumidores compran aproximadamente menos de 100 kgr de cal al mes, el 32.60% de consumidores compran aproximadamente 1 toneladas de cal al mes, el 20.29% de consumidores compran aproximadamente 5 toneladas de cal al mes, y el 5.07% compra aproximadamente 10 ton a más de cal al mes.

4.1.3. La Oferta y la Demanda

4.1.3.1. Análisis de la oferta.

“Oferta es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado”.

Puesto que la cal viva e hidratada que queremos producir, solo lo realizan en forma artesanal, la oferta es mínima y de acuerdo al ministerio de energías y minas en el 2019 solo 2 establecimientos se dedican a esta área en la region del mercado potencial.

Tabla 15
Explotación de Minas y Canteras

DEPARTAMENTO	MINAS DE CAL	MINAS Y CANTERAS
PUNO	INTICAL	1

Fuente: Ministerio de Energías y Minas Perú.

Cal y cemento sur, Producción de INTICAL en la región de puno en el 2018 la producción anual fue de un millón de toneladas en su planta de Caracoto-San Roman (Puno).

Esto significa un crecimiento adicional de 1000 TM por día convirtiéndose en la planta industrial más grande de América Latina.

Tabla 16
Producción de Intical en 2018

REGION PUNO	CANTIDAD DE PRODUCCION TM/AÑO
Cal y cemento sur (intical)	1 000 000 TM/ANUAL

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17
Oferta Histórica

AÑO	PRODUCCION ANUAL EN TONELADAS
2016	330000
2017	670000
2018	1000000
2019	1000000

Fuente: Elaboración Propia

Para proyectar la oferta utilizaremos el método de regresión lineal, la cual implica la búsqueda de una línea que se ajuste en forma óptima a la serie histórica.

La ecuación de ajuste de la proyección tiene la siguiente forma:

$$y = a + bx$$

Donde:

y: consumo aparente

a: parámetro o incógnita

b: parámetro o incógnita

x: tiempo centralizado

sacando las ecuaciones normales para calcular los parámetros y encontrar la función proyección. Luego se estructura un cuadro en el que se puede obtener las ecuaciones normales planteadas.

Tabla 18
Método de Regresión Lineal

AÑO	Y	X	XY	X ²
2016	330000	-2	-660000	4
2017	670000	-1	-670000	1
2018	1000000	1	1000000	1
2019	1000000	2	2000000	4

N	$\sum y$	$\sum x$	$\sum xy$	$\sum x^2$
4	3000000	0	1670000	10

Fuente: Elaboración Propia

$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$a = \frac{3\,000\,000}{4}$$

$$a = 750\,000$$

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$b = \frac{1\,670\,000}{10}$$

$$b = 167\,000$$

$$y = a + bx$$

$$\begin{array}{l} y = 750\,000 + 167\,000(5) \\ y = 1585000 \\ y = a + bx \\ y = 750\,000 + 167\,000(7) \\ y = 1919000 \end{array} \qquad \begin{array}{l} y = 750\,000 + \\ 167\,000(6) \\ y = 1752000 \\ y = a + bx \\ y = 750\,000 + \\ 167\,000(8) \\ y = 2086000 \end{array}$$

Tabla 19
Oferta Proyectada

N°	AÑO	OFERTA PROYECTADA
1	2020	1,585,000.00
2	2021	1,752,000.00
3	2022	1,919,000.00
4	2023	2,086,000.00

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2. Análisis de la demanda

De acuerdo a nuestra investigación realizada en el presente proyecto, y como se vio en el análisis de la oferta, nuestro principal mercado estará basado en el pequeño consumidor, ya que la empresa calce-sur (Intical) es la abastecedora principal de cal a las grandes empresas mineras y a las grandes industrias.

Nuestro estudio de la demanda está basado en la población puneña informal que consume, como en la agricultura, apicultura, tratamiento de aguas, construcción y consumo familiar.

De acuerdo a la encuesta número 3, realizado con la interrogante de cuántos de ellos consumían cal de marca y de una que no tiene marca. La respuesta obtenida se detalla en el siguiente cuadro.



Tabla 20
Compradores de Marcas Particulares de Cal

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	85	61.59%
NO	53	38.41%

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro se puede ver que el 38.41% de los encuestados respondieron que no consumen cal de ningún tipo, la cal obtenida de ellos es de pequeños productores artesanales de cal viva, a continuación, se presenta un cuadro donde se detalla el uso que le dan a la cal.

Tabla 21
Frecuencia de Consumo de Cal

AREAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Agricultura	33	62.26%
Piscicultura	5	9.43%
Tratamiento de aguas	9	16.98%
Construccion	4	7.54%
Otros	2	3.77%

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 22
Mercado Potencial

ACTIVIDAD ECONOMICA	N° DE ESTABLECIMIENTOS
Minería	578
Construcción	428
Agricultura, Ganadería, Pesca y Selvicultura	230
Distribución de agua y desechos sólidos y alcantarillado	197
Manufactura	123
TOTAL	1556

Fuente: Elaboración Propia

Según los datos obtenidos en la encuesta N° 1 y tabla 4; se obtuvo que el 55.07% adquieren el producto.

De acuerdo a estos datos podemos determinar que nuestro mercado potencial será:

$$0.5507 * 1\ 556 = 856.9 \text{ redondeando } \sim 857 \text{ establecimientos.}$$

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 14 se sabe que el promedio consumido es de 35.1 toneladas por mes, entonces se puede determinar la demanda multiplicando.

$$35.1\text{ton} * 857 = 30\ 080.7 \text{ toneladas al mes } \sim 360\ 968.4 \text{ toneladas por año}$$

NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	CONSUMO PROMEDIO	DEMANDA/TON
681	421.2	360 968.4

4.2. ESTUDIO TECNICO

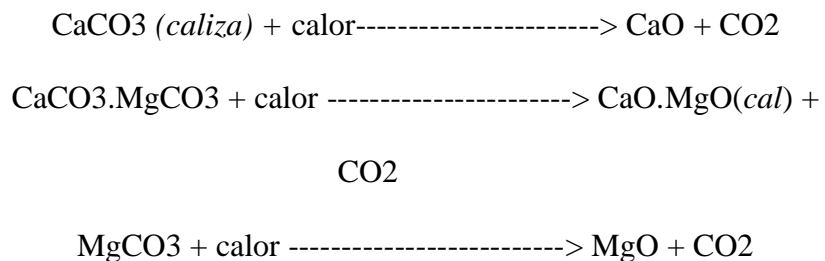
4.2.1. Descripción de la tecnología

4.2.1.1. Calcinación.

Es el proceso metalúrgico que consiste en someter a los carbonatos a temperaturas altas con el objetivo de producir la cal (CaO o MgO).

4.2.1.2. Reacciones.

Las reacciones se dan a partir de la piedra caliza de alto calcio o dolomita por calcinación en un horno de calcinación, donde las reacciones químicas son:



Nota:

El tipo de material de CaCO₃ con las cuales se va a diseñar la planta es la calcita.

4.2.1.3. Rango de producción.

Dentro de los rangos de operación para la producción teórica se toma como base.

- 100 Kg de CaCO₃ produce 56 kg de CaO y 44 kg de CO₂.
- 100 Kg de CaCO₃·MgCO₃ produce 52 Kg de CaO·MgO y 48 Kg de CO₂.
- 100 Kg de MgCO₃ produce 48 Kg de MgO.

4.2.1.4. Temperatura de descomposición y poder calorífico.



la piedra caliza empieza a descomponerse a partir de 900 °C requiriéndose un poder calorífico de $2.77 \cdot 10^6$ BTU/Ton o 770 Kcal/Kg.

mientras que la dolomita comienza a descomponerse a una temperatura aproximada de 600°C a 700°C con una necesidad de $2.66 \cdot 10^6$ BTU/Ton o 739 Kcal/Kg como poder calorífico esto debe de tomarse incluso para operaciones muy ineficaces o de bajo rendimiento.

4.2.1.5. Tamaño de alimentación y tiempo de calcinación.

La distribución por tamaño de caliza alimentada para todos los sistemas de calcinación puede variar desde 250 micrones a 200 micrones.

Las partículas más pequeñas se calcinan más rápido y son usados en sistemas de corto tiempo de retención y calcinadores de suspensión con tiempos de retención de 2 a 30 minutos.

Las grandes piezas de caliza requieren de largos tiempos de retención que varía entre 5 a 20 horas y los hornos que operan con este rango de tamaño son los de tipo chimenea (altos hornos), donde el alimento se puede encontrar hasta sobre 8 pulgadas.

4.2.1.6. Criterio de la calidad del producto.

El tamaño de la partícula se relaciona directamente con la temperatura y tiempo de calcinación.

Las características físicas y químicas de la cal producida y una distribución por tamaños muy uniformes del alimento son necesarias para producir una cal de buena calidad.

Un quemado fuerte, denso, baja superficie y material poroso con baja reactividad es obtenido a alta temperatura.



Un quemado suave, liviano, con alta superficie y cal porosa con alta reactividad es producida a bajas temperaturas.

las temperaturas de calcinados medidos en diferentes sistemas de calcinación, varían sobre un amplio rango de 950 a 1480°C, dependiendo de los métodos de medición (temperatura del material, temperatura de conductos, temperatura de gas o temperatura de llama), de los tipos de combustible usado y propiedades deseadas de los productos.

4.2.1.7. Tipos de horno para la calcinación de carbonatos.

- ***hornos Rotatorios primarios:*** De 3/8".1³/4" de alimento que opera entre rangos de 1120 y 1350°C. Un producto duro o productos quemados a muerte son obtenidos en rangos de temperatura sobre 1315°C. En ciertos países como (EEUU), el 90% de la cal producida proviene de hornos rotatorios. En estos se produce un producto de alta calidad, muy uniforme y se tiene con ellos altas capacidades, pero son relativamente caros. Los hornos rotatorios a menos que estén equipados con pre calentadores y otros artificios para ahorrar combustible, poseen altos índices de consumo de combustible.

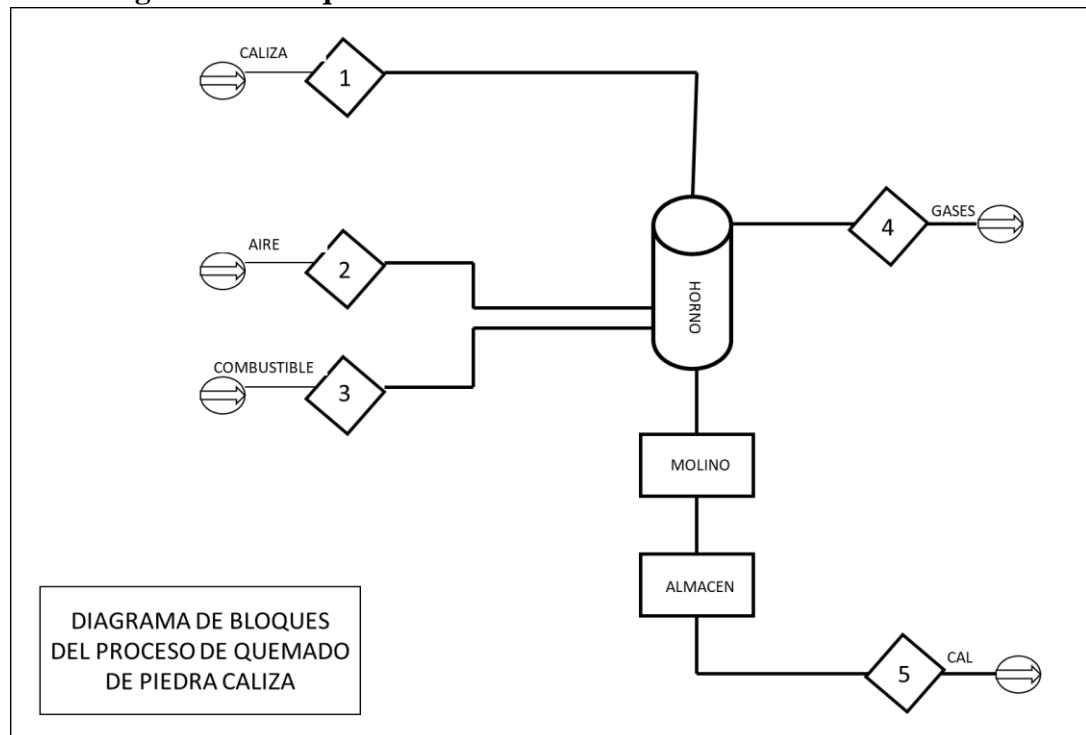
- ***Hornos Tipo Chimenea:*** generalmente producen una cal de baja calidad, además de tener bajo consumo de combustible y bajo costo de inversión.

Este tipo de horno en su forma más simple es un cilindro vertical, alimentado desde su cima con roca calcárea chancada, usualmente más grande que tres pulgadas y no mayor de 12 pulgadas.

Los hornos tipo chimenea tienen distintas zonas; comenzando por la cima, la caliza primero es secada, luego precalentada, calcinada y finalmente enfriada.

El flujo de gas a través de un lecho de rocas formadas irregularmente, es también irregular, ocasionando encauzamientos frecuentes y por eso muchos tipos de horno de chimenea con variaciones han sido propuestos para conseguir un calentamiento uniforme de la caliza y así tener un producto uniforme.

4.2.2. Diagrama de bloques



Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3. Balance de materia

Base de cálculo: 3000kg de producción por día Tenemos el análisis del producto:



Tabla 23
Resultados de Análisis de Producto.

COMPUESTO	COMPOSICION (%)
CaO	91.0346
CaCO3	1.0904
MgO	0.7409
SiO2	1.5506
Al2O3	0.6550
Fe2O3	2.2055
Otros	2.7230

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24
Los Pesos Moleculares.

CaCO3	MgCO3	MgO	CaO	CO2
100	84	40	56	44

Fuente: Elaboración Propia.

Determinando el peso de cada compuesto en la salida:

$$\text{Kg de CaO (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.910346 = 2731.038\text{kgCaO}$$

$$\text{Kg de CaO3 (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.010904 = 32.712\text{kgCaO3}$$

$$\text{Kg de MgO (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.007409 = 22.227\text{kgMgO}$$

$$\text{Kg de SiO2 (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.015506 = 46.518\text{kgSiO2}$$

$$\text{Kg de Al2O3 (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.006550 = 19.65\text{kgAl2O3}$$

$$\text{Kg de FeO2 (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.022055 = 66.165\text{kgFeO2}$$

$$\text{Kg de otros (salida)} \Rightarrow 3000\text{kg(producto)} * 0.027231 = 81.693\text{kgotros}$$

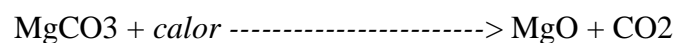
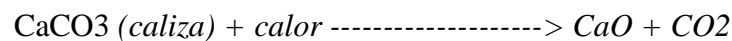


Tabla 25
La Salida del Horno.

COMPUESTO	PESO(KG)
CaO	2731.038
CaCO3	32.712
MgO	22.227
SiO2	46.518
Al2O3	19.65
Fe2O2	66.165
Otros	81.693

Fuente: Elaboración Propia

Para la reacción:



Determinando el peso de CaCO3 en la alimentación:

$$\begin{aligned} \text{KgdeCaCO}_3(\text{reaccionando}) &= 2731.038(\text{producido}) \left(\frac{100\text{kgCaCO}_3(\text{reaccionado})}{56\text{kgCaO}(\text{producido})} \right) \\ &= 4876.8535\text{kgCaCO}_3(\text{reaccionado}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KgdeCaCO}_3(\text{alimentado}) &= 4876.8535\text{kgCaCO}_3(\text{reaccionado}) \\ &+ 32.712\text{kgCaCO}_3(\text{no reaccionado}) \\ &= 4909.5655\text{kgCaCO}_3(\text{alimentado}) \end{aligned}$$

Determinar el peso de los otros componentes de la caliza a partir del cuadro de análisis de la materia prima del yacimiento ubicado en la c.c. Catahuicucho distrito de Asillo:



Tabla 26
Análisis de la Materia Prima de C.C. Catahuicucho.

COMPUESTO	%
CaCO ₃	94.96
MgCO ₃	0.95
SiO ₂	0.85
Al ₂ O ₃	0.38
Fe ₂ O ₃	1.28
Otros	1.58

Fuente: Elaboración Propia.

$$\begin{aligned} Kgdeotros_{(alimentacion)} &= 4876.8535kgdeCaCO_3 \left(\frac{1.58kgdeotro}{94.96kgCaO_3} \right) \\ &= 81.1439kgdeotro \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KgdeFe_2O_3_{(alimentacion)} &= 4876.8535kgdeCaCO_3 \left(\frac{1.28kgdeFe_2O_3}{94.96kgCaO_3} \right) \\ &= 65.7368kgdeFe_2O_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KgdeSiO_2_{(alimentacion)} &= 4876.8535kgdeCaCO_3 \left(\frac{0.85kgdeSiO_2}{94.96kgCaO_3} \right) \\ &= 43.6522kgdeSiO_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KgdeMgCO_3_{(alimentacion)} &= 4876.8535kgdeCaCO_3 \left(\frac{0.95kgdeMgCO_3}{94.96kgCaO_3} \right) \\ &= 48.7890kgdeMgCO_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KgdeAl_2O_3_{(alimentacion)} &= 4876.8535kgdeCaCO_3 \left(\frac{0.38kgdeAl_2O_3}{94.96kgCaO_3} \right) \\ &= 19.5156kgdeAl_2O_3 \end{aligned}$$

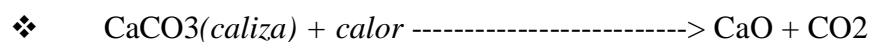
Tabla 27
La Alimentación del Horno.

COMPUESTO	PESO (Kg)
CaCO ₃	4909.5655
MgCO ₃	48.7890
SiO ₂	43.6522
Al ₂ O ₃	19.5156
Fe ₂ O ₃	65.7368
Otros	81.1439

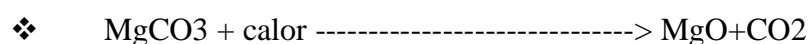
Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de CO₂ generado:

Según la reacción:



$$\begin{aligned} \text{KgdeCO}_2(\text{producido}) &= 2731.038 \text{kgCaO}(\text{producido}) \left(\frac{44 \text{kgCO}_2(\text{producido})}{56 \text{kgCaO}(\text{producido})} \right) \\ &= 2145.8155 \text{kgCO}_2(\text{producido}) \end{aligned}$$



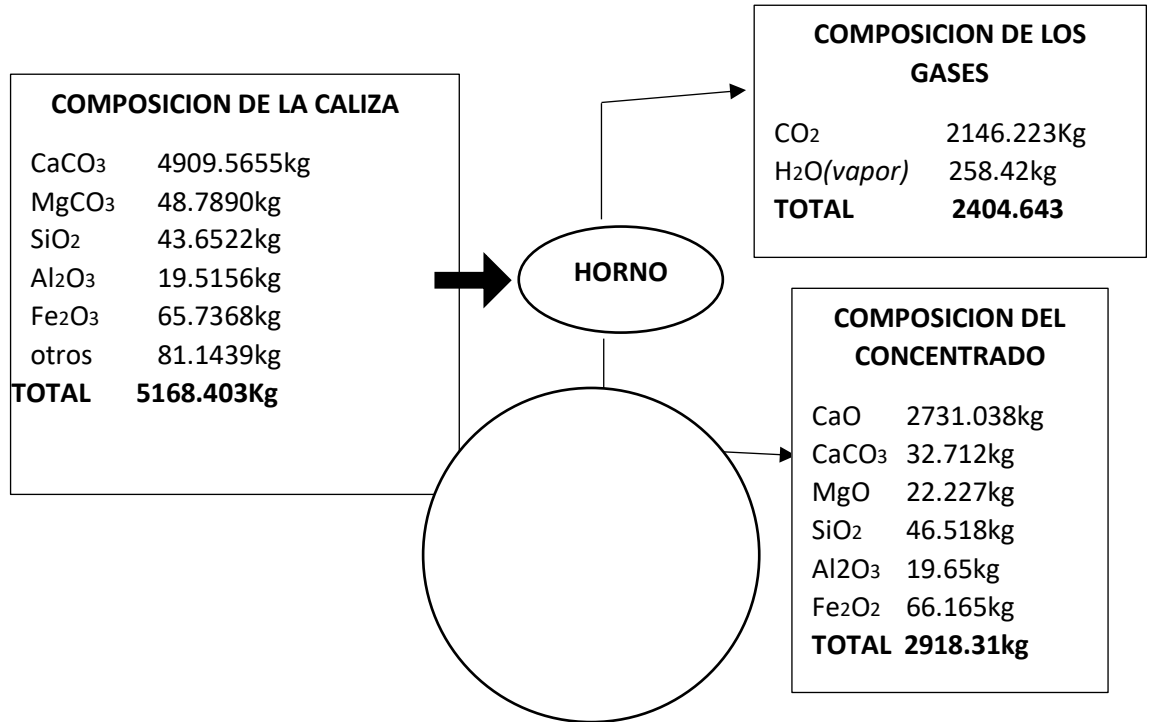
$$\begin{aligned} \text{KgdeCO}_2(\text{producido}) &= 0.37045 \text{kgMgO}(\text{producido}) \left(\frac{44 \text{kgCO}_2(\text{producido})}{40 \text{kgMgO}(\text{producido})} \right) \\ &= 0.4075 \text{kgCO}_2(\text{producido}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KgdeCO}_2(\text{prod.en.reaccion}) &= 0.4075 + 2145.8155 = \\ &2146.223 \text{kgdeCO}_2(\text{producido en la reaccion}) \end{aligned}$$

Dado que el material tiene 5% de humedad entonces:

$$\begin{aligned} \text{Kgde H}_2\text{O}(\text{en materia prima}) &= 5168.403 - (5168.403(1-0.05)) = \\ &258.42 \text{kgdeH}_2\text{O}(\text{en materia prima}) \end{aligned}$$

Balance de materia de la caliza para el horno



4.2.4. Balance de energía

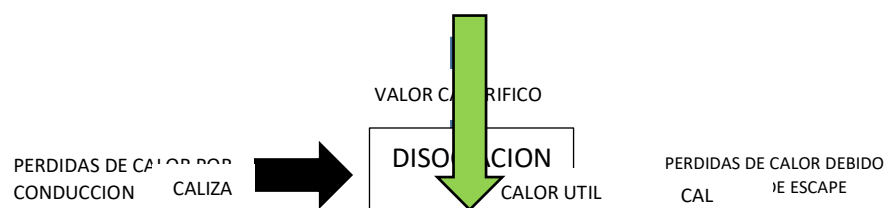
4.2.4.1. equilibrio térmico en el horno

En el balance energético del horno se tiene las siguientes condiciones de análisis:

- condición de estado estable.
- Condición de conducción unidimensional en un cilindro.
- Combustión completa.

4.2.4.2. Flujo de calor en el horno

la figura muestra los flujos de calor en el horno, las pérdidas de calor por radiación, convección, conducción, perdidas de calor en los gases.





La totalidad del calor calórico no es aprovechado durante la combustión para obtener el calor de disociación de la caliza para poder producir cal viva.

4.2.4.3. Calor de disociación.

El calor útil es el necesario para producir la disociación de la piedra caliza y se obtiene a partir de los calores de reacción de la siguiente ecuación química:

Q : Es el calor de disociación de la caliza

Xi : Es el número de moles

H_{prod} : es la entalpia de formación de los productos.

H_{react} : Es la entalpia de formación de los reactivos. Los valores de las entalpias de formación de los compuestos presentes en la reacción se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 28
Entalpia de Formación.

COMPUESTO	ENTALPIA DE FORMACION
Carbonato de calcio CaCO ₃	-289.5
Dióxido de carbono CO ₂	-94.054
Oxido de calcio CaO	-151.7

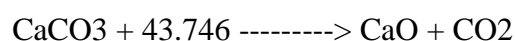
Fuente: PERRY R, Che. E, 7° Edicion.

Por lo tanto, el calor necesario para la disociación es:

$$Q(\text{disociación}) = \sum(-151.7-94.054)- \sum(-289.5)$$

$$Q(\text{disociación}) = -245.754+289.5$$

$$Q(\text{disociación}) = 43.746\text{kcal/mol}$$





La mínima cantidad de energía Q necesaria para la disociación de la caliza expresada en kilogramos de cal viva producida está dada por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{Q_{disociacion}}{kgdecalproducida}$$

Reemplazando los valores anteriores:

$$Q = \frac{46.746 \text{ kcal/mol}}{0.056 \text{ kgdecalproducida/mol}}$$

$$Q = 781.18 \frac{\text{kcal}}{\text{kgdecalproducida}}$$

$$Q = 781.18 \frac{\text{kcal}}{\text{kgdecalproducida}} * \frac{4.1868 \text{ KJ}}{\text{kcal}}$$

$$Q = 3270.644 \frac{\text{KJ}}{\text{kgdecalproducida}}$$

4.2.5. Diseño del horno

4.2.5.1. Consideraciones de diseño

En el siguiente capítulo se presenta los cálculos correspondientes para el desarrollo del horno. El desarrollo de los cálculos está basado primeramente desde el punto de vista energético ya que la necesidad primordial es un bajo consumo energético lo que contribuye a la disminución de los costos de producción de forma directa.

Como segundo aspecto de análisis se toma en cuenta la parte estructural y los sistemas auxiliares del horno.

4.2.5.2. Desarrollo de la Capacidad del Proceso

Debido a que la producción del horno es de 3000 kg de cal por día es necesario realizar un balance entre la carga de caliza y la cantidad de



producción requerida, tomando en cuenta la siguiente reacción química del carbonato de calcio para producir la cal viva.



Del cálculo realizado en el capítulo 1 en la sección del cálculo de balance de masa se concluye que por cada 100 kg de CaCO₃ se producen 56 kg de CaO y 44 kg de CO₂.

La capacidad del proceso en el horno está dada por la siguiente ecuación:

$$CP = P_{\text{prod}} * f \text{ (6.2)}$$

Donde:

CP : capacidad del proceso

C_{prod} : capacidad de producción

f : factor de carga de material

El factor de carga de material viene dado por la siguiente expresión:

$$f = \frac{100 \text{ kg CaCO}_3}{56 \text{ kg CaO}}$$

$$f = 1.785 \frac{\text{kg CaCO}_3}{\text{kg CaO}}$$

Mediante la ecuación (6.2) se calcula la cantidad de caliza que es necesaria cargar en el horno para obtener 3000 kilogramos de cal.

$$CP = P_{\text{prod}} * f$$

$$CP = 3000 \text{ kg CaO} * 1.785 \frac{\text{kg CaCO}_3}{\text{kg CaO}}$$

$$CP = 5355 \text{ kg CaCO}_3 \approx 5360 \text{ kg CaCO}_3$$

Se concluye que para obtener una producción de 3000 kilogramos de cal viva es necesario suministrar en el horno una carga de 5355 kilogramos de caliza.



4.2.5.3. Distribución de la Carga

Existen varios aspectos que influyen en la composición química de la caliza y en la posterior obtención de la cal viva, la que no puede ser controlada sin un mayor impacto en el costo de fabricación, por lo tanto, las variaciones en su calidad son generalmente aceptadas.

Uno de estos aspectos es la temperatura de calcinación, la que debe ser estrechamente controlada.

Otro aspecto de importancia para lograr calentar en forma uniforme la caliza, es el tamaño de las partículas que se alimentan al horno las cuales deben ser relativamente uniformes. En la figura N°14 se presenta una partícula grande en que el calor no penetra hasta el centro de esta, quedando carbonato de calcio en el corazón de la partícula y recubierta por óxido de calcio, el centro de esta partícula es lo que llamamos arenilla.

para las partículas de tamaño medio, el calor penetra en su totalidad completando la conversión de todo el carbonato en CaO.

En la partícula pequeña el calor llega rápidamente al corazón de la partícula y la cubierta de esta se sobre calienta formando una capa dura, donde el agua no puede penetrar, entonces el proceso de apagado es retardado o impedido.

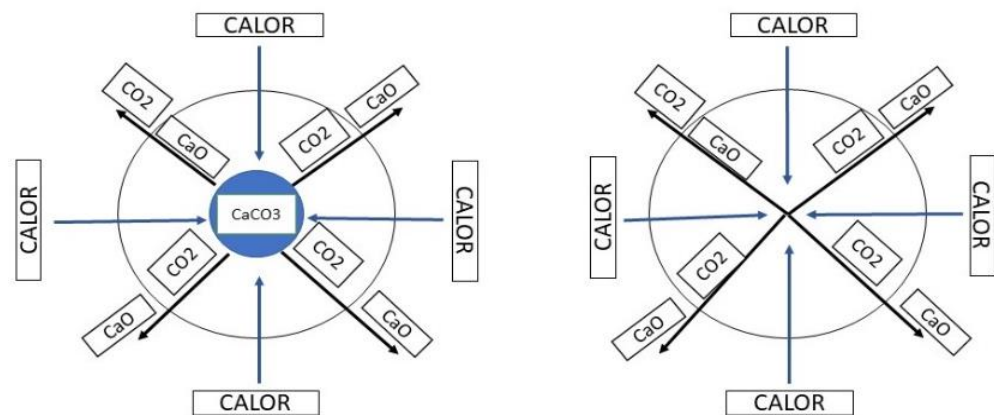


Figura 14. Formación de CaO (Fuente; Elaboración Propia)

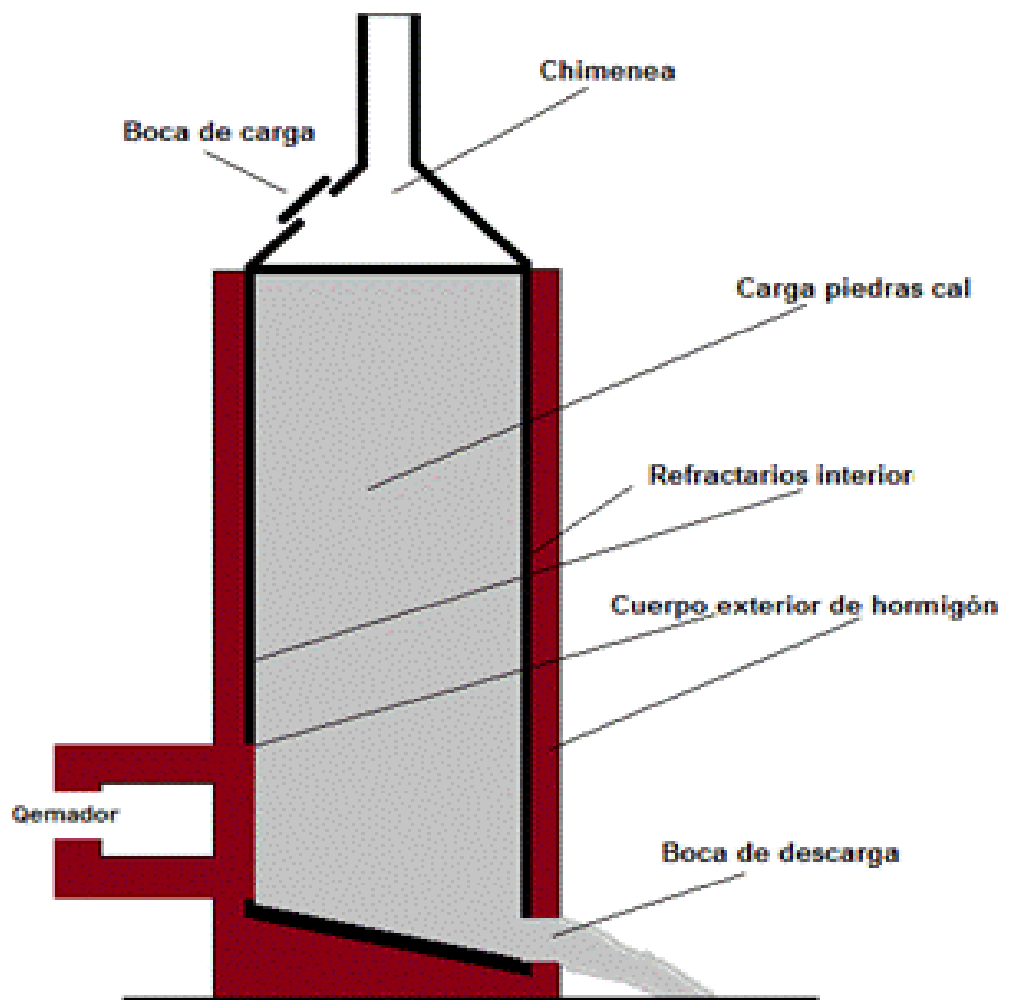


Figura 15. Esquema del Horno Fuente; (Elaboración Propia)

4.2.5.4. Análisis Energético del Horno

4.2.5.4.1. Equilibrio térmico en el horno:



En el Ítem 4.2.4.3 se desarrolló de manera detallada el balance de energía y se obtuvo los resultados concluyendo que, la mínima cantidad de energía Q necesaria para la disociación de la caliza expresada en kilogramos de cal viva producida es:

$$Q = 781.18 \frac{\text{kcal}}{\text{kgdecalproducida}} * \frac{4.1868\text{KJ}}{\text{kcal}}$$

$$Q = 3270.644 \frac{\text{KJ}}{\text{kgdecalproducida}}$$

4.2.5.4.2. *Proceso de combustión en el horno:*

Debido a que la calidad de la cal producida por el horno está ligada de forma directa con la calidad del combustible es necesario analizar el efecto de combustión del mismo. Para el análisis de la combustión se considera que la combustión es completa con un exceso de aire del 20%.

El combustible que se utiliza en el proceso es el fuel Oil N°6 (Bunker C), el porcentaje de los elementos presentes en dicho combustible se presenta en la tabla (ver anexo 2, Hoja técnica, fuel Oil N°6 (bunker C).

Tabla 29
Composición del Combustible Fuel Oil N° 6

ELEMENTO	PORCENTAJE EN PESO %
Carbono (C)	87.4
Hidrogeno (H)	10.1
Nitrógeno (N)	0.3
Oxigeno (O)	0.1
Azufre (S)	2
Cenizas	0.1

Fuente: Elaboración Propia

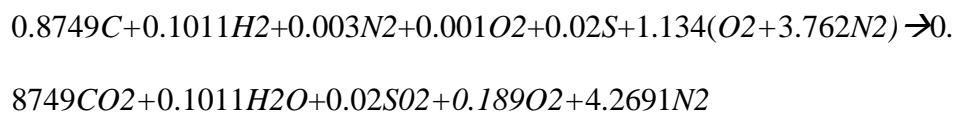
La siguiente tabla muestra los porcentajes de los elementos de la composición corregida del combustible, debido a la presencia de ceniza.

Tabla 30
Elementos de la Composición Corregida del Combustible.

ELEMENTO	PORCENTAJE EN PESO %
Carbono (C)	87.49
Hidrogeno (H)	10.11
Nitrógeno (N)	0.3
Oxigeno (O)	0.1
Azufre (S)	2

Fuente: Elaboración Propia

Durante el proceso de combustión completa los productos presentes son: H₂O, CO₂, SO₂ Y N₂.



Una vez obtenido el balance de la ecuación química se obtiene la relación molar de aire-combustible mediante la siguiente expresión:

$$\text{Relación molar aire - combustible} = \frac{a}{c}$$

Donde:

a = es el número de moles de aire

b = es el número de moles de combustible

reemplazando los valores se tiene que:

$$\frac{a}{c} = \frac{1.134 * 4.762 \text{ moles_de_aire}}{1 \text{ mol_combustible}}$$

$$\frac{a}{c} = 5.4 \frac{\text{moles_de_aire}}{\text{mol_combustible}}$$



Para calcular la relación másica del aire con el combustible es necesario calcular el peso molecular del aire y del combustible.

La relación másica de aire combustible está dada por la siguiente ecuación:

$$\frac{a}{c} * \frac{WA}{WC} = \frac{A}{C}$$

Donde:

WA = es el peso molecular del aire

WC = Es el peso molecular del combustible

Los pesos moleculares del aire y el combustible se presentan a continuación:

$$WA = (0.21 * 2 * 16 + 0.79 * 2 * 14) \frac{kg}{kmol}$$

$$WA = 28.85 \frac{kg}{kmol}$$

$$WC = (0.8749 * 1 * 12 + 0.1011 * 2 * 1 + 0.003 * 2 * 14 + 0.001 * 2 * 16 + 0.02 * 1 * 32) \frac{kg}{kmol}$$

$$WC = 11.457 \frac{kg}{kmol}$$

$$\frac{a}{c} * \frac{WA}{WC} = 5.4 * \frac{28.85 \text{ kg_aire}}{11.457 \text{ kg_combustible}}$$

$$\frac{A}{C} = 13.6 * \frac{kg_aire}{kg_combustible}$$

Del resultado se concluye que por cada kilogramo de combustible es necesario una cantidad de 13.6 kg de aire para obtener una combustión completa.

4.2.5.4.3. Consumo de Combustible

Para el cálculo de la cantidad necesaria de combustible para producir 3000 kilogramos diarias es necesario asumir una eficiencia térmica



del 50%, debido a que el sistema es un intercambiador de calor de flujo regenerativo, es decir en la zona de enfriamiento el calor sensible de la cal es completamente transferido al aire de enfriamiento, que entra en la zona de calcinación a una temperatura entre 700 y 800 °C para reaccionar con el combustible. por lo tanto, el calor sensible de la cal es completamente retomado en el proceso.

El calor sensible de los gases de escape es también retomado en el proceso, aunque no en su totalidad ya que la capacidad calórica en la zona de precalentamiento es mucho más alta que la carga de caliza.

La eficiencia térmica del horno tiene dada por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Q_{min}}{HHV * mc}$$

Donde:

Q min: energía mínima requerida para la disociación

$$\frac{KJ}{kg_cal_producida}$$

HHV: es el valor calórico del combustible

$$\frac{KJ}{kg_producida}$$

mc: es la cantidad de combustible [kg]

n: es la eficiencia térmica

por tanto, la cantidad de combustible para la producción de 3000 kg de cal viva es:

$$mc = \frac{3270.644 \frac{kJ}{kg_{cal}} * 3000 kg_{cal}}{4.24 \times 10^4 * \frac{kJ}{kg_{combustible}} * 0.5}$$

$mc = 462.8 \text{ kg_de_combustible.}$



4.2.6. Dimensionamiento del horno

Para el cálculo de las dimensiones efectivas se toman las siguientes consideraciones:

- La relación existente entre el diámetro y la altura es de 1:2.

mediante el análisis de las consideraciones anteriores se tiene que las dimensiones de una de las columnas son las siguientes:

$$v = \frac{m_{caliza}}{\rho_{caliza}}$$

Donde:

v : es el volumen de cada columna

m : es la capacidad del proceso

ρ_{caliza} : es la densidad de la piedra caliza

reemplazando los valores se tiene que:

$$v = \frac{5355kg}{1350 * \frac{kg}{m^3}}$$

$$v = 3.967m^3$$

ademas:

$$V = \frac{\pi * \Phi^2 * h}{4}$$

$$\frac{\Phi}{h} = \frac{1}{2}$$

Mediante la solución de las ecuaciones se obtiene las dimensiones efectivas de cada columna:

$$\pi\Phi = 2V$$

$$\Phi = \sqrt{\frac{2V}{\pi}}$$



$$\Phi = \sqrt[3]{\frac{2 * 3.967}{\pi}}$$

$$\Phi = 1.362m$$

$$h = 2.724m$$

4.2.7. Diseño de los componentes del horno

4.2.7.1. Diseño de la cámara de combustión.

Para diseñar la cámara de combustión se debe calcular el Volumen en el que tiene lugar la combustión. Se debe considerar en el diseño que las paredes de la cámara de combustión deben estar lo suficientemente calientes para que no interfieran en el proceso de combustión. Para el cálculo de las paredes de aislamiento térmico se consideran las dos zonas energéticas que se muestran en la figura, zonas energéticas del horno

4.2.7.2. Requerimientos de ladrillos refractarios en las zonas energéticas del horno.

- En esta zona se utilizan ladrillos básicos, a base de magnesita, debido a que tienen una menor reactividad con los óxidos presentes en la piedra caliza y producida en la calcinación de la misma, los porcentajes de los productos se presentan en la tabla 4.4, además tiene una dureza de 4 a 4.5 que es superior a la de la piedra caliza que tiene un valor de 3 y es un material casi infusible; los gases de escape productos de la combustión se encuentran a una temperatura de 800°C aproximadamente y a la salida de tienen una temperatura de 150°C aproximadamente.

4.2.8. Consideraciones de diseño

- Transferencia de calor en estado estable.
- Transferencia de calor en las paredes de un cilindro.



- La temperatura de los gases de escape es $T= 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Propiedades constantes de los gases de combustión.
- Tamaño promedio de la piedra caliza $dp=40\text{ mm}$, se considera una esfera para efectos de cálculo.
- Se considera una cama de sólidos.
- Efectos despreciables de la resistencia de contacto.

Bajo las consideraciones anteriores las propiedades de los gases de escape son:

ρ_f : es la densidad del flujo, (gases de combustión)

μ : viscosidad dinámica.

k : es la conductividad térmica de los gases de escape.

Pr : es el número de Prandt

$$\rho_f = 0.2366 \frac{kg}{m^3}$$

$$\mu = 549.71 \times 10^{-7} \frac{kg}{m^3}$$

$$k = 90.57 \times 10^{-3} \frac{W}{mK}$$

$$Pr=0.689$$

Ecuaciones para el cálculo del número de Reynolds.

$$Re = (1135.7 + 0.0408 * \lambda)^{0.5} - 33.7$$

$$\lambda = \frac{dp^3 * \rho_f * (\rho_s - \rho_f) * g}{\mu^2}$$

Donde:

Re : es el número de Reynolds

λ : es el factor de flujo en una cama de sólidos.



dp: es el tamaño promedio de la piedra caliza 4cm.

ps: es la densidad de la caliza.

g: gravedad 9.8m/s²

con los datos anteriores se calcula el número de Reynolds.

$$\lambda = \frac{(0.04)^3 * 0.2366 * (1350 - 0.2366) * 9.8}{(549.71 \times 10^{-7})^2}$$

$$\lambda = 6.628 \times 10^{-7}$$

$$Re = (1135.7 + 0.0408 * 6.628 \times 10^7)^{0.5} - 33.7$$

$$Re = 1611.09$$

Una vez calculada el número de Reynolds es necesario calcular el número de Nusselt para el caso de flujo externo en esferas mediante la siguiente expresión.

$$NuD = 2 + \left(0.4 * Re^{\frac{1}{2}} + 0.06 * Re^{\frac{2}{3}}\right) * Pr^{0.4}$$

$$NuD = 2 + \left(0.4 * 1611.09^{\frac{1}{2}} + 0.06 * 1611.09^{\frac{2}{3}}\right) * 0.689^{0.4}$$

$$NuD = 22.93$$

Mediante el número de Nusselt se calcula el coeficiente de convección h mediante expresión:

$$h = \frac{NuD * K}{dp}$$

$$h = \frac{22.93 * 90.57 \times 10^{-3}}{0.04}$$

$$h = 51.91$$

la transferencia de calor por convección viene por la siguiente ecuación:

$$q = h * As * (T_{\infty} - T_s)$$

$$q = 51.91 * 1.362 * \pi * 2.043(1100 - 800)$$

$$q = 136134.321W$$



Se considera que la temperatura T_{s1} es 1000°C y la T_{s2} no debe exceder 250°C , para que no se generen puntos calientes en la placa de acero. En la zona de calcinación es necesario colocar refractario a base de magnesita debido a su resistencia a las altas temperaturas y a los esfuerzos térmicos, este material tiene una conductividad térmica $K=2.8 \text{ W/mK}$. la figura 6.4 muestra el circuito térmico en la zona de calcinación.

Bajo esta consideración se tiene que el radio de la capa de refractario viene dado por la siguiente ecuación:

$$R_2 = R_1 e^{\frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot L \cdot (T_{S1} - T_{S2})}{q}}$$
$$R_2 = 0.681 * e^{\frac{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 2.724 \cdot (1000 - 250)}{136134.321}}$$
$$R_2 = 0.82m$$

$$\text{Espesor} = 1.362 - 0.82 = 0.542m$$

El espesor de la capa de refractario es 542mm

ahora es necesario determinar el espesor de la placa de acero, para este caso se toma la sección de calcinación y se establece las siguientes consideraciones:

Consideraciones de diseño:

- Transferencia de calor en estado estable.
- Transferencia de calor en las paredes de un cilindro.
- Efectos despreciables de la resistencia de contacto.
- pérdidas de calor por radiación con el exterior despreciable.
- la temperatura T_{S1} es 65°C .
- la conductividad térmica del acero es 69.5 w/mk

para este análisis es necesario asumir una temperatura de la superficie T_{s2} de 45°C , ya que la temperatura ambiente en la región es 18°C



y la temperatura de la placa debe ser mayor a dicho valor, bajo esta consideración se tiene que el radio de la capa de aislante tiene dado por la ecuación:

$$R_2 = R_1 e^{\frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot L \cdot (T_{S1} - T_{S2})}{q}}$$

$$R_2 = 0.82 e^{\frac{2 \cdot \pi \cdot 69.5 \cdot 2.724 \cdot (65 - 45)}{136134.321}}$$

$$R_2 = 0.976m$$

$$\text{espesor de plancha} = 0.976 - 0.82 = 0.156 = 156mm$$

4.2.9. Selección de Equipos

4.2.9.1. Selección del Quemador

El propósito de cualquier quemador de combustibles líquidos es preparar el combustible para el quemado en la combustión. Para garantizar el propósito del quemador, existen dos fases fundamentales que se deben cumplir en el proceso:

- El combustible debe ser atomizado, es decir debe ser separado en partículas muy finas.
- El combustible se debe mezclar con el aire, con la finalidad de que este pueda combustionarse.

los quemadores se seleccionan de acuerdo al tipo de combustible que van a quemar, es decir las características del quemador dependen del tipo de combustible.

4.2.9.1.1. Aspectos de selección

4.2.9.1.1.1. La llama

se define como el medio gaseoso en el que se desarrollan las reacciones de combustión; aquí es donde el combustible y el



comburente se encuentran mezclados y en reacción. La llama puede adoptar diferentes formas, según el medio técnico, y también la forma del quemador.

4.2.9.1.1.2. Frente la llama

El frente de llama es la zona que marca la separación entre el gas quemado y el gas sin quemar. aquí es donde tienen lugar las reacciones de oxidación principales. El espesor del frente de llama puede ir desde menos de 1mm hasta ocupar totalmente la cámara de combustión.

4.2.9.1.1.3. La propagación de la llama

La propagación de la llama es el desplazamiento de ésta a través de la masa gaseosa. se efectúa esta propagación en el frente de llama. La velocidad de propagación va a depender de la transmisión de calor entre la llama y las zonas contiguas (gases quemados y no quemados). Cuando los gases sin quemar alcanzan la temperatura de ignición, entonces empiezan a sufrir la combustión.

para que la llama comience y quede estable, se debe estabilizar el frente de llama. para ello, se debe coordinar la velocidad de escape de gases y de propagación de la llama con la entrada de comburente (aire) y combustible.

4.2.9.1.1.4. Condiciones para que se produzca la combustión

Para que se produzca la combustión es necesario que se alcance la temperatura de ignición, que es aquella a la cual la mezcla



combustible - comburente no se extingue, aunque se retire la llama de encendido.

4.2.9.1.1.5. La inflamabilidad de la mezcla aire combustible

La inflamabilidad de una mezcla gaseosa se define como la capacidad de propagarse la llama iniciada en uno de sus puntos. solo se habla de inflamabilidad a temperaturas inferiores a la de ignición. La inflamabilidad también depende de la velocidad de propagación de la llama.

4.2.9.1.1.6. Temperatura adiabática de combustión

También se denomina temperatura teórica de combustión o temperatura de combustión calorimétrica. Es la temperatura que se obtendría en una combustión estequiométrica con mezcla perfectamente homogénea y en un tanque que nos permita evitar cualquier pérdida de calor al exterior.

En muchos casos llega con valor de modo aproximado el calor liberado para determinar la temperatura adiabática de combustión. Esta temperatura aumenta con la potencia calorífica del combustible y disminuye con la capacidad calorífica de los productos de combustión.

4.2.9.1.2. Cálculo de la potencia calorífica del quemador

El cálculo de la potencia, se lo realiza para un quemador, de los cálculos que anteriormente se realizaron se obtiene que la masa de combustible total $m_{ct} = 462.8$ kg de combustible. Esta masa de combustible se utiliza en la producción de 3000 kg de cal al día. El horno consta de una torre, las cuales están equipadas con 1 quemador, que funciona en intervalos de 15 minutos por carga de caliza.

Tabla 31
Potencial Calorífico del Quemador.

MASA TOTAL DE COMB.	MASA COMB./ CADA TORRE	MASA COMB./ CARGA	MASA COMB./ HORA	MASA COMB./ QUEMADOR
(Kg-comb.)	(Kg- comb.)	(Kg- comb.)	(Kg- comb.)	(Kg-comb.)
462.8	462.8	0.16	0.64	0.64

Fuente: Elaboración Propia

4.2.9.1.2.1. Potencial calorífico

Una vez obtenido el valor de la masa de combustible para cada quemador, se procede a calcular la potencia calórica del quemador, para proceder a su selección de acuerdo a los catálogos de proveedores.

$$Q^{\circ} = m^{\circ} * Cp$$

Reemplazando los valores se tiene que:

$$Q^{\circ} = 0.64 \frac{(kgcomb.)}{hora} * 4.24 * 10^4 \frac{(KJ)}{kgcomb.}$$

$$Q^{\circ} = 27136 \frac{KJ}{hora}$$

$$Q^{\circ} = 27136 \frac{KJ}{hora} * \frac{1hora}{3600seg}$$

$$Q^{\circ} = 7.537W$$

Donde:

Q° = potencial calorífico

m = masa del combustible que se va utilizar en el quemador, durante un ciclo del horno



C_p = capacidad calorífica del combustible, fuel oil 6.

4.2.9.1.2.2. Caudal de combustible

Para dimensionar el sistema de almacenamiento de combustible, se calcula el caudal de combustible por cada quemador:

$$V^{\circ} = \frac{m^{\circ}}{\rho}$$

$$V^{\circ} = \frac{0.64kg - comb/hora}{969kg - comb/m^3}$$

$$V^{\circ} = 6.60 \times 10^{-4} * \frac{m^3}{hora} * \frac{1000litros}{1m^3}$$

$$V^{\circ} = 0.66LPH$$

En base al resultado obtenido se selecciona el quemador UNIGRESS 8001 ZL, las especificaciones se presentan a Continuación:

Rango de control: 5-0.5 l/h

Diámetro de la lanza: 76.1 mm.

Presión de trabajo: 9-36 bar. (1350-522)psi

4.2.9.2. Tanque de Combustible

El Volumen del tanque de combustible principal Tiene dado por la siguiente expresión:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{462.8 kgcomb.}{969 kgcomb/m^3}$$

$$V = 0.477 \frac{m^3}{hora} * \frac{1000litros}{1m^3}$$

$$V = 477litros$$



El tanque de suministro diario debe tener una capacidad de 480 litros de combustible.

Tabla 32
Consumo de Energía

EQUIPO	POTENCIA	HORAS TRABAJADAS POR DIA	PRECIO UNITARIO DE KW	PRECIO TOTAL
Chancadora				
modelo PE-150 X 250	5.5 KW	1h 30m	0.65 x KW	S/. 6.19
Faja N° 1	0.75 KW	1h 30m	0.65 x KW	S/. 0.84
Faja N° 2	0.375 KW	1h 00m	0.65 x KW	S/. 0.24
Faja N° 3	0.375 KW	1h 00m	0.65 x KW	S/. 0.24
Molino	18.5 KW	3h 00m	0.65 x KW	S/. 36.08
Motor del quemador	0.75 KW	1h 30m	0.65 x KW	S/. 0.84
Alumbrados	0.9 KW	12H 00M	0.65 x KW	S/. 7.02
CONSUMO TOTAL/DIA	27.15KW	21H 30M	0.65 x KW	S/.51.45

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. ESTUDIO FINANCIERO

4.3.1. Inversiones Fijas del Proyecto

Son aquellos desembolsos de dinero que se efectúa para la adquisición de determinados activos, que van a servir para el normal funcionamiento de la planta.

Tabla 33
Inversiones Fijas del Proyecto.

ACTIVOS FIJOS OPERATIVOS	CANT	DIMENSIONES	COSTO UNITARIO	TOTAL
Terreno	2	2 hectáreas	S/. 20 000.00	S/. 20 000.00
Edificación y Almacenes	5	10x5m	S/. 3 000.00	S/. 15 000.00
Trituradora pe-150x250 rexon	1	(880x750x940)mm	S/. 9 040.00	S/. 9 040.00
Hornos	1	1.362X2.724m	S/. 6 800.00	S/. 6 800.00
Molino	1	3X5 pies	S/. 17 600.00	S/. 17 600.00
Faja Transportadora horizontal	1	32pies x 20 pulg	S/. 4 000.00	S/. 4 000.00
Faja Transportadora inclinada	2	L46.98PIESXH17 .10PIESX20pulg	S/. 4 200.00	S/. 8 400.00
Cocedora Newulong Npa7a de 1 aguja	2	-	S/. 420.00	S/. 840.00
Grupo Electrogenero trifasico ayerve 15kva-50kva	1		S/. 34 496.00	S/. 34 496.00
Compresora Sullair 185 cfm diesel (usada)	1		S/. 16 878.00	S/. 16 878.00
Perforadora Seco s250 neumatica	2		S/. 4 576.00	S/. 9 152.00
Silo de Acero	1	10 m3	S/. 3 500.00	S/. 3 500.00
TOTAL	21			S/. 145 706.00

Fuente: Elaboración Propia.



Interpretación: Según la tabla de inversión fijos activos, Se obtuvo un resultado de 145 706.00 soles, este costo es la suma total de los equipos que se van a requerir para la instalación de la planta y su posterior funcionamiento.

Tabla 34
Activos Fijos de Comercialización

ACTIVOS FIJOS DE COMERCIALIZACIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO	TOTAL
Computadora i3	1	S/. 1 800.00	S/. 1 800.00
Escritorio	2	S/. 400.00	S/. 800.00
Sillón Gerencial	1	S/. 146.00	S/. 146.00
Sillas de Plastico	3	S/. 25.00	S/. 75.00
Dispensador de agua de 20 litros	1	S/. 60.00	S/. 60.00
Teléfono Movistar	1	S/. 60.00	S/. 60.00
SUB TOTAL	13	S/. 2 491.00	S/. 2 941.00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla se muestra un costo total de 2 941 soles, este costo es para la adquisición de los equipos en el área de ventas.



Tabla 35
Activos Fijos Administrativos

ACTIVOS FIJOS ADMINISTRATIVOS	UNIDADES	COSTO UNITARIO	TOTAL
Computadora i5	1	S/. 2 500.00	S/. 2 500.00
Impresoras Epson	2	S/. 465.00	S/. 930.00
Archivadores Artesco	11	S/. 6.00	S/. 66.00
Escritorio	3	S/. 169.00	S/. 507.00
Sillones Gerenciales	2	S/. 146.00	S/. 292.00
Sillas	20	S/. 25.00	S/. 500.00
Dispensador de Agua (Rotoplast)	2	S/. 360.00	S/. 720.00
Teléfono Movistar	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Proyector Epson	1	S/. 1 480.00	S/. 1 480.00
SUB TOTAL	61	S/. 5 191.00	S/. 7 035.00

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: en la tabla se obtuvo un costo total de 7 035 soles, este costo es la suma total de todos los materiales y equipos a adquirir para el funcionamiento de las oficinas administrativas de la planta.



Tabla 36
Inversión Fija Total

INVERSIÓN FIJA	SUB TOTAL ACTIVOS
Inversiones Fijos Operativos	S/. 146 706.00
Activos Fijos Administrativos	S/. 7 035.00
Activos Fijos De	S/. 2 941.00
Comercialización	
TOTAL	S/. 156 682.00

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2. Inversión Fija para Producir una tonelada de Cal.

En las siguientes tablas se muestran las inversiones fijas para producir una tonelada de cal, en donde se detallan los costes de mano de obra, combustible, energía eléctrica e imprevistos.



Tabla 37
Costos de Mano de Obra, por Tonelada Métrica.

	HRS	MONTO/8HRS	HORAS/TN	MONTO/TON
Supervisor	8	70	3.5	30.63
Jefe De Guardia	8	75	3.5	32.81
OPERARIOS				
Perforista	8	65	3	24.38
Chancadora	8	60	0.6	4.50
Molino	8	60	1.25	9.38
Horno	8	60	3	22.50
AYUDANTES				
Perforista	8	50	3	18.75
Cargadores X2	8	50	2	25.00
Horno	8	50	3	18.75
Limpieza	8	45	3.5	19.69
Embolsador	8	45	2.5	14.06
Cocedor	8	45	1.25	7.03
MANO DE OBRA TOTAL				227.47

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 38
Costos de Producción por Tonelada Métrica.

DESCRIPCIÓN	COSTO DE PRODUCCION/TON
Costo de mano de obra/ton	S/ 227.47
Costo de energía/ton	S/ 17.15
Costo de combustible/ton	S/ 185.00
Otros el 20% del total (Imprevistos)	S/ 83.80
Costo total de producción por tonelada de cal	S/ 513.42

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Costo mano de obra. - el costo de mano de obra asciende a la suma de 227.47 soles, este costo es la representación para producir 1 tonelada métrica de Cal, los detalles se pueden ver en la tabla N° 37.

Costo de energía. - el consumo de energía total es la suma de 51.45 soles para poder determinar la producción de una tonelada de Cal, se realiza el siguiente calculo:

$$s/. 51.45 \dots\dots\dots 3 \text{ TM}$$

$$X \dots\dots\dots 1 \text{ TM}$$

$$X = 17.15 \text{ soles para producir una tonelada de Cal}$$

Costo de combustible. - el combustible total para producir 3 TM de cal es 462.8 kg. Véase cálculos del Ítems N° 4.2.5.4.3 consumo de combustible.



Para producir 1 TM de cal se realiza el siguiente calculo:

3 TM/Cal.....462.8kg/combustible

1 TM/cal.....X kg/combustible

$$X = 154.3 \text{ kg/combustible}$$

Convirtiendo a soles:

1kg/combustible (aceite).....1.20 soles

154.3 kg/combustible (aceite).....X

$$X = 185 \text{ soles.}$$



V. CONCLUSIONES

Los excelentes resultados de los estudios realizados, tanto de mercado, técnico y financiero, han determinado la factibilidad para la implementación de una planta de producción de cal viva molida y granulada en la C.C. Catahuicucho del distrito de Asillo.

PRIMERA: Con la realización del estudio de mercado se pudo determinar que la cal viva, tanto molida como granulada tiene múltiples usos en diferentes rubros, y en la actualidad la oferta es de un millón de toneladas por año y la demanda es de 360 968.4 toneladas por año; ya que la única empresa productora es CALCESUR (Intical), pero esta empresa se dedica a exportar a diferentes regiones y países dejando de lado la demanda de la región de puno.

SEGUNDA: Se determinó la capacidad de producción de 3000 kg de cal por día. Se definió la localización de la planta de producción con el fin de optimizar todas las labores dentro de la concesión, además se escogió la maquinaria y equipo que se requerirá y se propuso un proceso óptimo de producción de cal viva explicado en pasos y un diagrama de flujo.

TERCERA: El estudio financiero determinó, una inversión inicial de **S/. 156 682.00** también se observó que los costos de producción de cal por tonelada es la suma de **S/. 502.72**, y la venta de la tonelada de cal en el mercado esta **S/. 1 500**, en conclusión, el proyecto es factible porque hay una ganancia de un total de **S/. 997.28/ton.**



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se debe ejecutar el proyecto siempre y cuando se haya demostrado el estudio de mercado, técnica, y financiera. El estudio de mercado debe realizarse periódicamente para seguir innovando nuestros productos, y seguir mejorando la calidad con el uso de las nuevas tecnologías, además se debe hacer un seguimiento continuo al precio de tonelada de cal para realizar las modificaciones necesarias al estudio.

SEGUNDA: La cal residual o granza la cual no puede ser procesada para llegar a ser cal viva, pero si se puede hidratar para venderse como cal hidratada y generar un ingreso extra, siempre y cuando se tenga el mercado para este tipo de cal.

TERCERA: Se podría adquirir hornos industriales rotatorios para reemplazar el horno artesanal; o también hornos más grandes que pretendemos usar en el proyecto para poder incrementar el volumen de producción y acaparar mayor demanda, ya que estos hornos rotatorios pueden producir hasta 20 veces lo que produce un horno artesanal promedio.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, C. R., & Santillan Llovera, I. (2016). *factibilidad económica de la explotación de roca caliza para producir óxido de calcio en la concesión minera no metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca*. Peru - Cajamarca.
- Ch, S. N. (1990). *preparación y evaluación de proyectos*. Mexico.
- D, M. J. (2009). *proyectos formulación y criterios de evaluación*. Bogota.
- g, I. A. (2008). *procesos administrativos*. Bogota.
- Gabrel, C. R., & Chunque Cerquin, J. C. (2016). *evaluación de calidad de las calizas con fines industriales en la concesión minera Tres Pirámides, Distrito de Magdalena - Cajamarca*. Peru - Cajamarca.
- Isabel, R. T. (2010). *características geológicas de la formación Cajamarca con fines industriales Cumbemayo - Cajamarca*. Peru - Cajamarca.
- Lopez, T. S. (2013). *diseño del proceso de elaboración de un producto para acabado de paredes, a partir del hidróxido de calcio resultante de la combustión de la piedra caliza*.
- Luis, A. C., & Proaño, M. (2002). *los métodos utilizados para la evaluación financiera del proyecto*. Quito.
- Manuel, U. P. (S.F.). *diseño de una planta móvil de trituración de caliza para una capacidad de 50 tn/h*. Peru.
- Perry R, C. E. (S.F.). *entalpía de formación*. 7° edición.
- Vinicio Sinaluisa, L. M. (2013). *estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de cal viva e hidratada en la parroquia San Juan*. Colombia.
- Evaluación de Impacto Ambiental Recuperado. (2017). Obtenido de http://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wpcontent/uploads/sites/112/2016/02/informe-sectorial-N%C2%B0-10_version-final.pdf
- FAO. (Agosto de 2003). *Guía para Encuestas de Demanda y Oferta* Recuperado. Obtenido de http://www.fao.org/docrep/005/AC693S/AC693s08.htm#P0_0



- Acevedo H. & Guerra R. (2005). *Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de caliza en la Región Metropolitana. (Tesis de pregrado). Universidad De Chile.*
- Cruz H. (2006). *Estudio de factibilidad de la explotación de la cantera Caimital en el municipio de Turbaco, Bolívar. (Especialización en gerencia de evaluación de proyectos de ingeniería). Universidad de La Salle, Colombia.*
- Instituto Tecnológico Geominero de España (1991). *Manual de Evaluación Técnico Económica de Proyectos Mineros de Inversión. Madrid. Secretaria General de la Energía y Recursos Minerales.*
- Industria Calera del Norte S.R.L. (2016). *Plan de Minado de la Concesión Minera no Metálica "CARBOCAL I". Cajamarca, Perú: ing. Jorge Solano.*
- Muñoz M. (2004). *Diseño de distribución en planta de una empresa textil. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor De San Marcos, UNMSM, Lima, Perú.*
- .



ANEXOS



ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA.

ENCUESTA DE LA CAL

1. **OBJETIVO:** obtener toda la información necesaria respecto del consumo de la cal en puno.
2. **INDICACIONES:** a cada pregunta marque con un aspa o describa brevemente lo que se le pregunto o lo que Ud. Considere como su criterio.
 1. ¿en su portafolio de productos está incluido el óxido de calcio, comúnmente conocido como cal?

Si(...) no(...)
 2. ¿en qué sector Ud. Utiliza la cal a mayores volúmenes?

.....

.....
 3. ¿es Ud. Comprador exclusivo de una marca de cal en particular?

Si (...) no (...)
 4. ¿con que frecuencia compra cal Ud.?

15 días. (...)

30 días. (...)

60 días. (...)

90 días. (...)
 5. ¿qué canal de comercialización usa para realizar la compra de cal?

directamente de la empresa (...)

distribuidores mayoristas (...)

ferreterías (...), otros (...)
 6. ¿estarías de acuerdo en que exista más empresas formales de cal en la región para que ellos puedan comercializar en puno?



Si (...) no (...)

7. ¿considera Ud. ¿Que la tendencia de los precios del producto es a subir, bajar o mantenerse?

Subir (...)

Bajar (...)

Mantenerse (...)

8. ¿Qué tipo de cal es la que usa más?

Cal viva granulada (...)

Cal viva molida (...)

Cal hidratada (...)

9. ¿existe en puno la cantidad de cal suficiente que usted necesita?

si (...)

no (...)

10. ¿la calidad de cal que le venden cubre sus expectativas?

Si (...)

No (...)

11. ¿Qué cantidad aproximada de cal compra al mes?

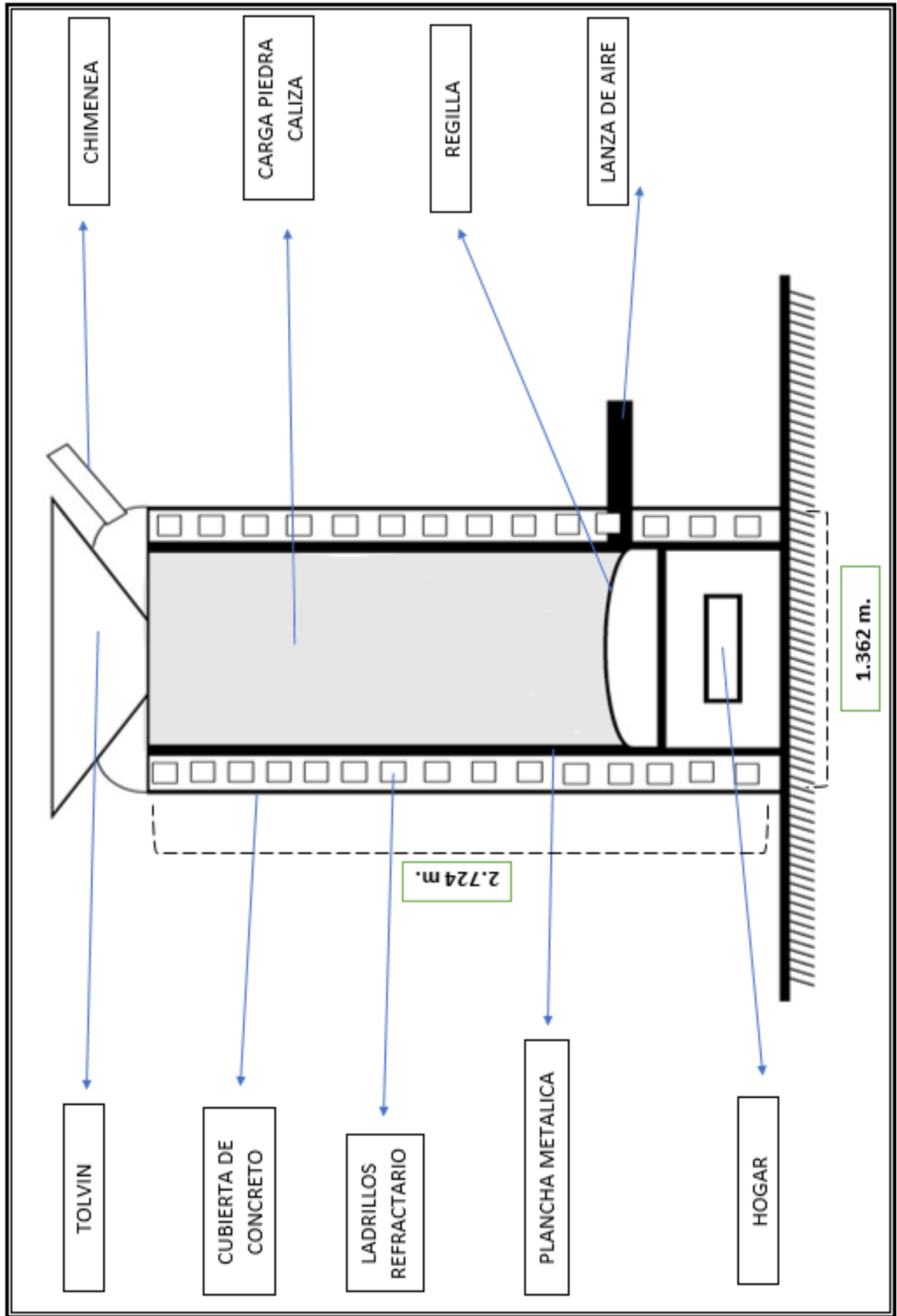
menos de 100 kg. (...)

1 ton (...)

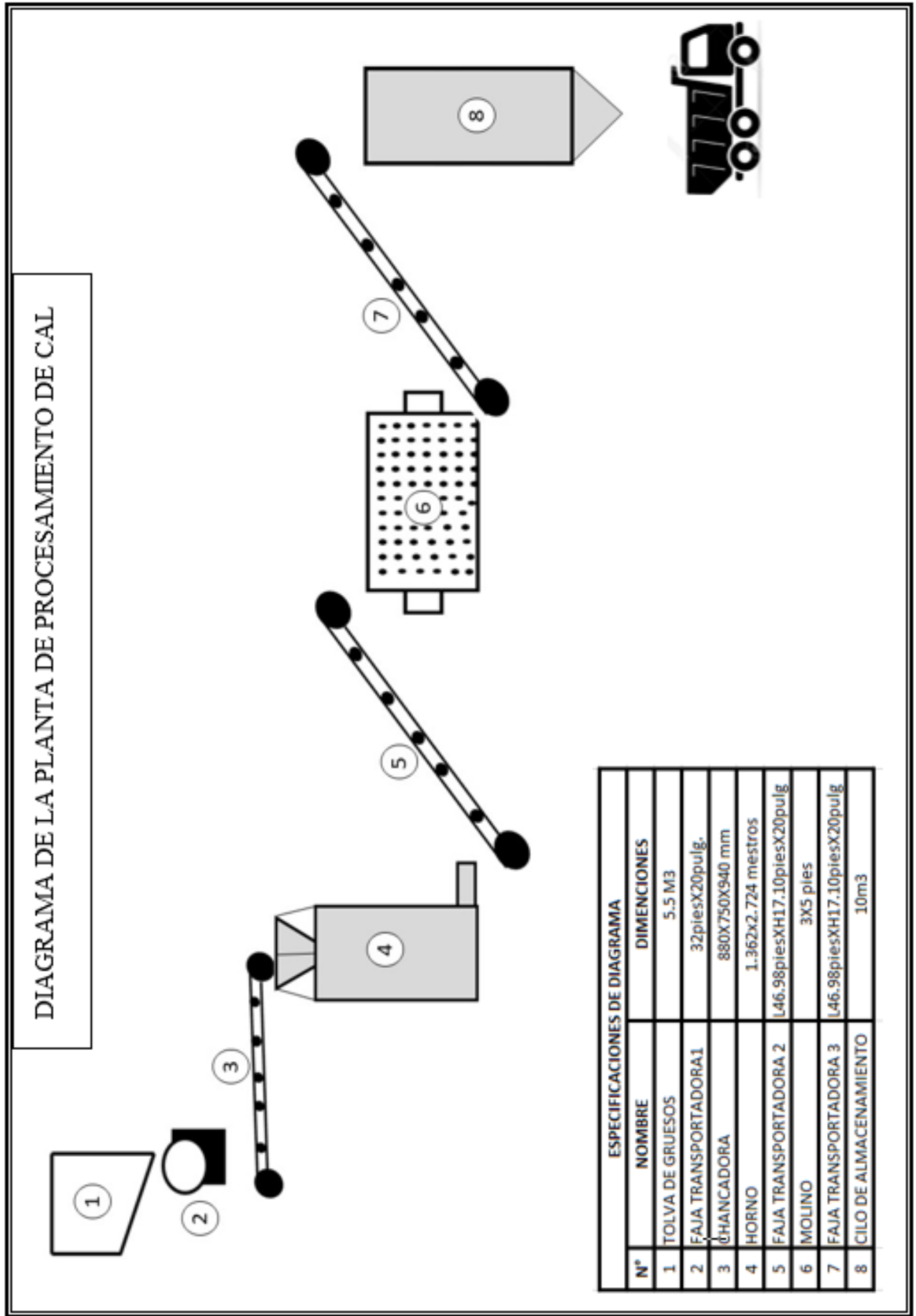
5 ton (...)

10 ton. A más (...)

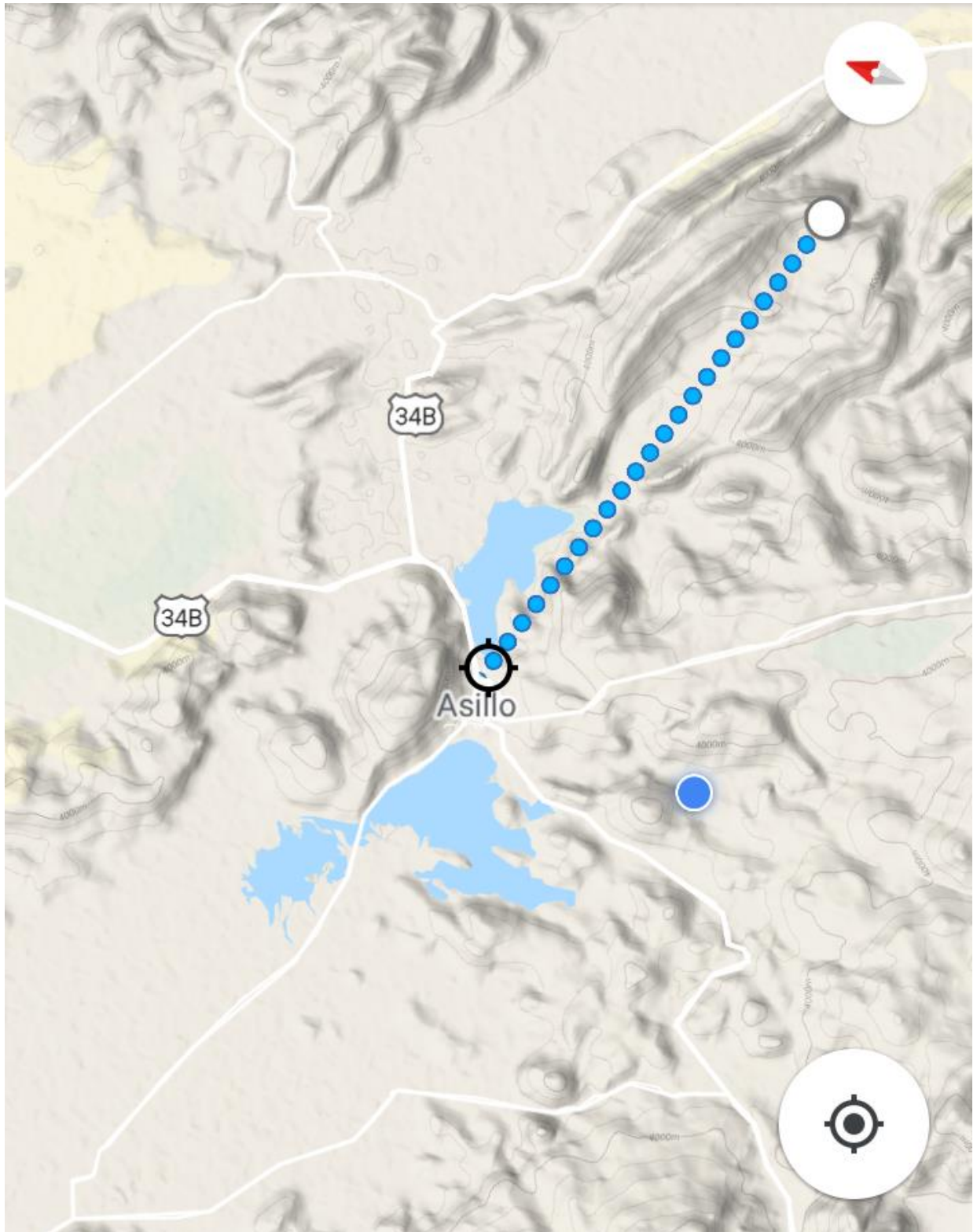
ANEXO 2. DISEÑO DEL HORNO.



ANEXO 3. DIAGRAMA DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE CAL.



ANEXO 4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL YACIMIENTO DE CALIZA.



ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DEL YACIMIENTO Y DEL MUESTREO.



