



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE CAL
VIVA PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN LA
EMPRESA PHUYU YURAQ II – CAJAMARCA**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Bach. Luis José Avalos Miñano

ASESOR:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

TRUJILLO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.

A mis padres por apoyarme siempre en el logro de mis metas, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien.

EPÍGRAFE

“No hay mar que no sea navegable, ni tierra que no pueda ser habitada”

(Robert Thorne)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por ser mi guía, a Jesús por ser nuestra inspiración, modelo y por ser el ejemplo más grande de amor en este mundo y mis padres por darme el ejemplo de vida a seguir.

Agradezco también mi asesor el Ing. Rafael Castillo Cabrera por su apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis.

LISTA DE ABREVIACIONES

CaO: Óxido de Calcio.

Ca₂CO₃ : Carbonato de Calcio.

CaOH: Hidróxido de Calcio.

E.I.R.L: Empresa individual de responsabilidad limitada.

CaSO₄: Sulfato de Calcio.

H₂O: Agua.

Tn/H: Toneladas por hora.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

VAN: Valor Actual Neto.

m³: Metros cúbicos.

m²: Metros cuadrados.

kg: Kilogramo.

cm²: Centímetro cuadrado.

%: Porcentaje.

EPP: Equipo de protección personal.

mm: Milímetro.

G/Cm³: Gramo por centímetro cúbico.

m: Metro.

MgO: Óxido de Magnesio.

°C: Grado centígrado.

pH: índice de alcalinidad o acidez.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

**“PROPUESTA DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE CAL VIVA PARA
REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA PHUYU YURAQ II -
CAJAMARCA”.**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de Junio a Agosto del año 2016, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. Luis José Avalos Miñano

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: _____

Rafael Castillo Cabrera

Jurado 1: _____

Marcos Baca López

Jurado 2: _____

Ramiro Mas McGowen

Jurado 3: _____

Miguel Rodríguez Alza

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora en el área de producción de cal viva para reducir los costos operativos en la empresa Phuyu yuraq II – Cajamarca.

La zona de estudio se encuentra en el distrito de Magdalena perteneciente a la provincia y departamento de Cajamarca, aproximadamente a 40 minutos del centro de la ciudad.

La tesis consistió en realizar propuestas de mejora para la producción de óxido de calcio. Actualmente la zona de estudio le pertenece a la concesión minera no metálica Ítalo.

Mediante el desarrollo de esta tesis se concluye que la evaluación económica consta con inversiones y egresos anuales de S/. 3 028 450 (tres millones veintiocho mil cuatrocientos cincuenta soles) y beneficios de S/. 9 585 000 (nueve millones quinientos ochenta y cinco mil soles) generando VAN de S/. 3 748 691 (tres millones setecientos cuarenta y ocho mil seiscientos noventa y un soles), TIR de 148% y la relación B/C es de 2.6.

ABSTRACT

This work had as general objective the development of a proposal for improvement in the production area Cal Viva to reduce operating costs in the company Phuyu Yuraq II - Cajamarca.

The study area is located in the district of Magdalena belonging to the province and department of Cajamarca, about 40 minutes from downtown.

The thesis was to make proposals for improving the production of calcium oxide. Currently the study area belongs to the non-metallic mining concession Ítalo.

By developing this thesis it concludes that the economic evaluation has investments and annual expenses of S /. 3,028,450 (three million soles twenty-eight thousand four hundred fifty) and benefits of S /. 9585000 (snow million five hundred eighty-five thousand soles) generating NPV of S /. 3,748,691 (seven hundred forty-three million and eight thousand six hundred ninety-one soles), IRR of 148% and B / C ratio is 2.6.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

EPÍGRAFE

AGRADECIMIENTO

LISTA DE ABREVIACIONES

PRESENTACIÓN

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FOTOS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.2 Formulación del problema

1.3 Hipótesis

1.4 Objetivos

1.5 Justificación

1.6 Tipo de investigación

1.7 Diseño de la investigación

1.8 Variables

1.9 Operacionalización de variables

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.2 Base teórica

2.3 Definición de términos

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

3.3 Producto generado

3.4 Descripción del proceso productivo en la concesión Italo

CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Solución propuesta por causa raíz 2

4.2 Solución propuesta por causa raíz 11

4.3 Solución propuesta por causa raíz 10

4.4 Solución propuesta por causa raíz 4

4.5 Solución propuesta por causa raíz 8

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

5.1 Inversiones

5.2 Egresos

5.3 Beneficios

5.4 Flujo de Caja

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

6.2 Discusión

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

7.2 Recomendaciones

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Diagrama de proceso.	13
Cuadro 2: Diagrama de Operación.....	17
Cuadro 1: Esquema de carga.....	33
Cuadro 1: Exportaciones de Cal en Perú.	42
Cuadro 2: Importaciones de Cal en Perú.	43
Cuadro 3: Ventajas de canales de comercialización.	47
Cuadro 4: Desventajas de canales de comercialización.	47
Cuadro 5: Canales de comercialización en la empresa Phuyu Yuraq II.	47
Cuadro 9: Granulometría de la cal.	81
Cuadro 10: Densidad del producto diseñado y del producto comercial.....	82

INDICE DE FOTOS

Foto 1: Instalaciones mineras ITALO.	30
Foto 2: cal viva granada.	31
Foto 3: Chancadora Primaria (Foto Referencial).	63
Foto 4: Chancadora Secundaria (Foto Referencial).	63
Foto 5: Zaranda vibratoria (Foto Referencial).	64
Foto 6: Molinos de Martillo (Foto Referencial).	64
Foto 7: Faja Transportadora (Foto Referencial).	65
Foto 8: Plataforma de Chancado.	65
Foto 9: Tara de la muestra.	70
Foto 10: Muestras en la mufla.	70
Foto 11: Crisol con muestra.	71
Foto 12: Preparado de muestra para titulación.	72
Foto 13: Titulación de la muestra.	73
Foto 14: Indicador de calceína.	74
Foto 15: Medición de los insumos.	75
Foto 16: Selección de tamices.	79
Foto 17: Ensayado de muestras.	79
Foto 18: Tamizado de muestras.	80
Foto 19: Pesado del residuo.	80
Foto 20: Calizas de la Fm. Cajamarca.	85
Foto 21: Primer taller de Motivación Personal.	128
Foto 22: Primer taller de motivación laboral y trabajo en equipo.	128
Foto 23: Primer taller de neroliderazgo.	129
Foto 24: Primer taller de eficacia en el Trabajo Personal Oficina.	129
Foto 25: Primer taller dinámico con esposas de trabajadores.	130
Foto 26: Primera celebración de cumpleaños - centro de producción ITALO.	130
Foto 27: Primer encuentro de fútbol entre trabajadores.	131
Foto 28: Equipos para la planta chancadora a instalar.	105
Foto 29: Ensayos de tamizado.	106
Foto 30: Ensayo para densidad de cal.	106
Foto 31: Ensayos químico de impurezas.	107

Foto 32: Modelamiento geológico mineralógico para explotación específica.	107
Foto 33: Capacitaciones al personal y comunidad.	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de trabajo.....	5
Tabla 2: Operacionalización de variables.....	6
Tabla 3: Ubicación de principales productores de caliza en el Perú.	23
Tabla 4: Estimación de la Demanda de Cal.	44
Tabla 5: Clasificación de los tipos de cal según ITINTEC.	66
Tabla 6: Requisitos granulométricos de los tipos de cal.....	67
Tabla 7: Impurezas de los tipos de cal.	67

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación describe el desarrollo de una propuesta de mejora en el área de producción para reducir los costos operativos en la empresa Phuyu yuraq II E.I.R.L – Cajamarca.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se describe la realidad actual de la producción de óxido de calcio en la concesión minera Ítalo, el producto generado, el proceso productivo y el estudio de mercado.

En el Capítulo IV, se describe las propuestas de mejora que son cinco; la instalación de la planta chancadora, el control de impurezas, explotación específica, análisis de producción hombre – máquina, capacitación y talleres para los trabajadores.

En el Capítulo V, se describe la evaluación financiera de los cinco indicadores que abarcan el 80% de los problemas dentro de la empresa; este capítulo incluye las inversiones, egresos anuales y beneficios de los indicadores expresados monetariamente.

En el Capítulo VI, se describe los resultados y discusión de las propuestas de mejora para la producción de cal viva.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además, la presente investigación permitirá a los lectores conocer información en cuanto a la producción de cal viva artesanal con miras a la industrialización.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA

INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

Internacionalmente la cal es un material que ha sido utilizado por diversas culturas desde tiempos ancestrales, aparece en diversas industrias como lo son la metalúrgica, peletera, textil, papelera y se usa para procesos de purificación de aguas, tratamiento de basura, tratamiento de gases contaminantes, entre otras; he ahí la importancia de su calidad (Herrera Robalino, 2012).

El proceso de elaboración de la cal fue en sus inicios bastante simple ya que solo era cuestión de encontrar y quemar las rocas adecuadas, con el paso del tiempo este proceso se ha venido tecnificando en todo el mundo ya que la cal es un material muy versátil por sus usos tanto en la construcción como en la industria. Hoy en día la obtención de la cal es realmente interesante, todo comienza cuando se encuentra una cantera de roca caliza (CaO_3) se extrae, se tritura, se calcina para obtener (CaO) cal viva, y en algunos casos se hidrata para obtener cal hidratada (CaOH) o cal apagada (Soto López, 2013).

En Perú, la caliza actualmente es el producto minero no metálico de mayor volumen de producción con más 7 252 293 TM, registrado en el año 2015, y representando un 53.49% del total de producción minera no metálica. Seguido por el hormigón con un 13% (Carrillo Constante, 2015).

Dada la gran cantidad de minas de piedra caliza almacenadas en los suelos de Perú, éstas representan una oportunidad para las comunidades de ingresar en el mercado ya sea como explotadores y distribuidores de ésta materia prima o a su vez como productores de cal y sus derivados, significando esto al mismo tiempo un ingreso económico y mejoramiento del nivel de vida para éstas comunidades (Ávalos Bravo, 2015).

En Cajamarca, al involucrarse en la elaboración y producción de derivados de cal, analizamos que el mercado en un 72% según la cámara de comercio de Cajamarca es dominado en su mayoría por empresas foráneas como Cementos Pacasmayo, Compañía Minera Luren, y la empresa Comacsa, convirtiéndose casi en un monopolio, significa un gran reto por parte de comunidades o sociedades emprendedoras, teniendo que realizar grandes esfuerzos, e incluso luchar contra grandes capitales u obstáculos en su camino para poder sacar adelante sus productos (Cámara del comercio Cajamarca, 2016).

Uno de los problemas en Cajamarca es que las principales empresas demandantes de cal como Yanacocha, Goldfields, Lúmina Cooper, etc; solicitan cantidades mayores a las 7000 toneladas mensuales, esto es imposible de producir en una pequeña minería artesanal. Sin embargo los empresarios cajamarquinos aportan 3600 toneladas entre los más grandes productores de la región conformada por las empresas Bendición de Dios S.A.C, Resurrección S.R.L. y Phuyu Yuraq E.I.R.L.

La empresa minera Phuyu Yuraq II tiene interés por la explotación de la roca caliza ya que en su concesión minera no metálica ITALO se encuentra rocas calcáreas óptimas para la producción de óxido de calcio. Esta empresa ha ganado el segundo puesto de la licitación realizada por Yanacocha solicitando 1500 toneladas mensuales de cal viva granada.

El problema se origina en que la empresa mencionada obvia controles fundamentales en el proceso productivo como son las cantidades exactas de mezcla entre carbón antracita y caliza e índice de paralizaciones. Se estima que sin estos controles la empresa Phuyu Yuraq II deja de producir 800 toneladas de óxido de calcio con un costo de 100 dólares la tonelada puesto en planta; sumando una pérdida de 80 000 dólares mensuales.

Ante esta problemática interna, queda la propuesta de que a los procesos ya existentes, organizarlos de tal manera que se puedan controlar y mejorar.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la producción de cal viva sobre los costos operativos en la empresa Phuyu Yuraq II - Cajamarca?

1.3 Hipótesis

La propuesta de mejora en la producción de cal viva reduce los costos operativos de la empresa minera no metálica Phuyu Yuraq II – Cajamarca.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Reducir los costos operativos de la empresa Phuyu Yuraq II - Cajamarca, con la propuesta de mejora en la producción de cal viva.

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los costos operativos de la empresa Phuyu yuraq II.

- Establecer una matriz de indicadores que permita controlar y mejorar el proceso minero.
- Determinar el proceso productivo de la cal en la concesión ITALO.
- Evaluar la calidad del producto final (cal viva).
- Realizar la evaluación económica de la propuesta de mejora en la producción de cal viva para reducir costos operativos.

1.5 Justificación.

- **Justificación Cualitativa**

Con este estudio se determinará también la calidad del producto final en este caso cal viva. El mineral aparentemente es de alta pureza, con una ley superior al 85% en promedio de las calizas, lo que eleva la demanda y por consiguiente el precio del mineral.

- **Justificación Valorativa**

Los resultados de nuestra investigación deben trascender en mejorar la cultura organizativa con respecto a la mejora de la producción artesanal de cal viva y de esta manera generar ingresos que se traduzcan en bienestar para los involucrados.

- **Justificación Académica**

Nuestra investigación aportará de manera positiva en cada una de las personas que busque enriquecer sus conocimientos con respecto al tema y otros que estén asociados.

- **Justificación Económica**

Una vez aplicado esta propuesta de mejora, permitirá que la empresa minera no metálica Phuyu Yuraq II intercomunicarse con todas las áreas implicadas en la producción de cal viva minimizando costos.

- **Justificación Social**

Con esta propuesta de mejora se logrará mayor comunicación entre todos los trabajadores de la empresa minera no metálica Phuyu Yuraq II, y las sugerencias, peticiones o cualquier comunicación en general, se realizará de forma más rápida y eficiente.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por la orientación

Aplicada.

1.6.2. Por el diseño

Pre experimental.

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Localización de la investigación

Cajamarca, Cajamarca, Magdalena, Ventanillas, Concesión Minera No Metálica Italo de la empresa Phuyu Yuraq II E.I.R.L.

1.7.2 Alcance

La presente tesis busca, en primer lugar, reducir los costos y aumentar la producción de óxido de calcio o comúnmente llamada cal viva definiendo tipo y cantidades de roca para calcinar, tipo de combustible, tipo de hornos y definición del proceso productivo.

Se realizará una investigación pre experimental/ Descriptiva/ Transversal enmarcada en el ámbito de producción minera que considera principalmente la obtención de cal viva.

1.7.3 Duración del proyecto

Tabla 1: Cronograma de trabajo.

CRONOGRAMA DE TRABAJO	FECHAS
Búsqueda de información concerniente al área de estudio(informes anteriores, tesis relacionadas al tema, etc)	02/06/2016
Reconocimiento y evaluación de las instalaciones mineras concesión ITALO.	13/06/2016
Trabajo de gabinete(planeamiento y elaboración del perfil de trabajo)	24/06/2016
Salida a campo para evaluación de materia prima	02/07/2016
Primera prueba de calcinación artesanal	08/07/2016
Segunda prueba de calcinación artesanal	15/07/2016
Tercera prueba de calcinación artesanal	24/07/2016

Análisis de laboratorio para óxido de calcio	02/08/2016
Trabajo de gabinete (escaneo del plano y digitalización en Arc Gis 9.2)	05/08/2016
Elaboración de informe	06/08/2016-21/08/2016

1.8 Variables

- Variable independiente: Propuesta de mejora en la producción.
- Variable dependiente: Costos operativos.

1.9 Operacionalización de variables

Tabla 2: Operacionalización de variables.

Variable	Tipo	Método	Indicadores	Fórmula
Propuesta de mejora en el área de producción	Independiente	MRP	Inventario sobrante (%)	$(\text{Inventario sobrante} / \text{Total Producción}) * 100\%$
		Estudio de tiempos	Tiempos estándar (%)	$\% \text{ de horas improductivas} = \text{horas improductivas} / \text{tiempo total de producción}$
		SMED	Tiempo de cambio de línea (%)	$(\text{Tiempo de cambio de línea} / \text{tiempo destinado a producción}) * 100\%$
Costos operativos	Dependiente		Costo de tiempo improductivo	$(\text{Horas improductivas} * \text{Costo HH}) * 100\%$
			Costo de inventario sobrante	$(\text{Inventario sobrante por TM} * \text{Costo de producción de 1 TM}) * 100\%$

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

- En la Tesis de Diego Fernando Carrillo Constante y David Marcelo Naula Apugllón (2012), con el título “Distribución de Planta en la Empresa Proalim en Base al Estudio de Métodos y Tiempos de Trabajo” con motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo - Ecuador; la cual buscó diseñar un proceso para la elaboración de un producto para el acabado de paredes a partir del hidróxido de calcio, resultante de la combustión de la piedra caliza. Llegando a conclusión que con la implementación de esta distribución se incrementa la producción, por consiguiente los beneficios económicos se elevan en un 18,72% y la inversión necesaria se recupera en 10 días.
- Tlaloc Soto López (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, se aprovechan los mismos equipos instalados en campo y se propone la integración del sistema mediante un DTI, un diagrama de bloques y especificaciones técnicas y económicas de los equipos.
- Sinaluisa Lozano Marco Vinicio (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, el diagrama de proximidad Chitefol, así también el diagrama de procesos y se realizó un análisis ergonómico de cada puesto de trabajo, concluyendo el estudio técnico con el diagrama de recorrido y Gantt.

El proyecto finalizó con el estudio financiero, analizamos el costo de operación e ingresos los cuales nos permiten determinar las utilidades y el flujo de caja del proyecto, luego en la evaluación financiera, analizar variables específicas como: TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto) y el periodo de recuperación y así determinamos la factibilidad del proyecto.

- Kurt Arthur Kandora Montrone (2008) en su tesis “Factibilidad Técnico Económica de Producción de Cal Hidráulica Alta Resistencia y Alta Retentividad”, para optar el título de Ingeniero Civil de Minas. El objetivo técnico es “Desarrollar un proceso productivo destinado a producir Cal Hidráulica de Alta Resistencia y Alta Retentividad”.

El proyecto de Investigación tecnológica desarrollado permite concluir la factibilidad técnica económica de fabricar Cal Hidráulica de alta resistencia y alta retentividad.

La resistencia a la compresión alcanzable está en el rango de 50 a 100 kg/cm². La retentividad alcanzable está en el rango de 75-90%. La producción de Char 2 requerirá producir cal viva con alto grado de

clinkerización que deberá apagarse y mezclarse con cenizas volantes y puzolanas en una proporción aproximada de 50, 25 y 25% respectivamente. La optimización de este proceso permitirá llegar a resistencias sobre 100 kg/cm².

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- Urday Peña, Diego Alonso Manuel 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: cuando se tiene un peralte máximo aceptado en las carreteras afirmadas del Perú y cuando actúa la carga de viento en contra. La planta móvil paso la evaluación.
- Litano Mendoza Juan Alberto (2014) en su tesis “Producción de Carbonato de Calcio a partir de los Residuos Sólidos del Procesamiento de la Concha de Abanico en la Provincia de Sechura”,

para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo – Perú.

El principal objetivo de esta investigación ha sido Diseñar la producción de carbonato de calcio a partir de los residuos sólidos del procesamiento de la concha de abanico en la provincia de Sechura. Partiendo del gran incremento que ha tenido la industria de la concha de abanico estos últimos años, también tomando en cuenta la gran cantidad de residuos sólidos que genera esta industria, la cual no tiene un tipo de tratamiento adecuado en la actualidad. Es fácil concluir que los residuos sólidos de la concha de abanico están generando una serie de impactos ambientales negativos, perjudicando notablemente el ecosistema de la provincia. Es por ello que esta investigación determino una serie de operaciones unitarias diseñadas adecuadamente para modificar parcialmente las características de la cascara de concha de abanico. Mediante la evaluación de los resultados obtenidos de cada uno de los procedimientos propuestos como son: la firma de convenios, los estándares de limpieza, la molienda, el zarandeo y la calcinación de los residuos sólidos de la concha de abanico. Se concluyó que mediante la aplicación progresiva cada uno de los procedimiento planteados se obtiene carbonato de calcio al 97.38 % de concentración, creando un producto de uso industrial con una gran demanda en el mercado. Con esto se espera contribuir notablemente al aprovechamiento de los residuos sólidos, ayudando a crear una industria sostenible y de esta manera apoyar al crecimiento de la industria de la concha de abanico.

- Mónica Paola Zapata Degregori (2003), en su tesis “Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del “Resultado Operativo””, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Mayor de San Marcos. El objetivo principal de este trabajo fue: presentar el proceso de Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del Resultado Operativo, sistema de planeamiento y control de proyectos efectivo pues conjuga una gran variedad de aspectos tales como: avance físico, producción, rendimientos, resultado económico, resultado financiero, etc., que

usan las empresas constructoras y que se está implantando actualmente en una empresa minera. En el primer capítulo describe aspectos generales de la Cantera de Caliza en el Yacimiento Atocongo, desde su ubicación hasta el método de explotación. En el segundo capítulo, explica el método de control de costos usado anteriormente en esta minera. En el tercer capítulo explica algunos conceptos y terminologías del Control de Costos Actual: Método del Resultado Operativo, describiendo el Proceso, siguiendo paso a paso cada una de las herramientas empleadas. En el cuarto capítulo analiza las ventajas comparativas entre el Método del Resultado Operativo y el método anterior, presentando factores que señalan las ventajas.

2.1.3. Antecedentes Locales

- Katia Isabel Rojas Terrones (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.

La explotación de las calizas para la posterior industrialización de cal es económicamente rentable, teniendo el yacimiento un volumen total aproximado de las calizas de 20300166.02 m³ del cual obtenemos 11412753.34 m³ para el uso industrial de cal.

- Víctor Gabriel Castillo Rudas y Juan Carlos Chunque Cerquín (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.

- Donny Alexander Correa Rojas y Lennin Santillan Llovera (2016) en su tesis “Factibilidad Económica de la Explotación de Roca Caliza para Producir Óxido de Calcio en la Concesión Minera No Metálica José Galvez, 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, las cuales se hicieron análisis químicos 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.

2.2. Base Teórica

2.2.1 Guía de elaboración de diagramas que se utilizan en el análisis de los procesos

Estos diagramas forman parte importante del estudio de Métodos, también conocido como análisis de métodos, para su utilización se debe en primer lugar elegir el trabajo a ser analizado, recopilar toda la información necesaria, la misma que debe registrarse adecuadamente, que en lo posterior se facilite su organización y análisis, una de estas herramientas son los diagramas, en los cuales se utilizan símbolos para representar la información recopilada, esta simbología fue creada por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos de América, por lo que es estándar y permite que los diagramas sean entendidos por analistas en cualquier parte del mundo (Baca, 2007).

2.2.1.1 Diagrama de proceso tipo material

También se lo conoce como diagrama de flujo del proceso, existiendo tanto para el operario, como para los materiales (Nebel, 2009).

TIPO PERSONA: u operativos, da los detalles de cómo realiza una persona una secuencia de operaciones. Analiza el accionar del operario durante el desarrollo del proceso.

TIPO MATERIAL: o de producto, proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre un producto o material durante las diferentes etapas o procesos que recorre el material.

Este diagrama se identifica por tener un título “Diagrama de flujo del proceso”, se acompaña de información que incluye número de parte, su dibujo, descripción del proceso, método actual y propuesto, y el nombre de la persona que lo realiza. Otros datos como planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad y costo pueden ser valiosos para identificar por completo el trabajo al que se refiere el diagrama, esto va como encabezamiento.

Pasos para realizarlo:

- 1) Hacer la hoja respectiva, cuyo encabezado tendrá datos de identificación del proceso.
- 2) El cuerpo consta de 1 columna para los símbolos descritos anteriormente, 1 para ubicar el número correspondiente, 1 para las distancias de los transportes y otras en igual número de las actividades existentes para ubicar el tiempo, y finalmente una columna para la descripción del proceso.
- 3) Se anota la descripción de los pasos del proceso y se marcan puntos en las columnas de los símbolos correspondientes, uniéndolos con una línea, o también mediante código de colores.
- 4) Se obtienen los totales, una vez terminada la descripción del proceso las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, así como el tiempo perdido en el almacenamiento.
- 5) Los totales indican el tipo de acción que conviene tomar para un análisis más profundo y cambiar aquellos aspectos que nos pueden afectar en un tiempo determinado (Niebel, 2009).

Cuadro 1: Diagrama de proceso.

Empresa:		Operación:					Estudio N°:	Hoja N°:	
Departamento:	Operario:	Analista:					Método:	Fecha:	
Plano N°:							Equivalencias:		
Pieza N°:							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
SÍMBOLOS	No	Distancia en m.	TIEMPO (min).					Unidades consideradas	
			Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
○ → □ ▽									

Fuente: Niebel 2009.

2.2.1.2 Diagrama de recorrido de materiales

(Velasco, 2007) El diagrama de flujo del proceso contiene la mayor parte de la información pertinente respecto al proceso, pero no muestra un plano con el flujo de trabajo, lo cual se facilita con la realización del diagrama de recorrido, la información obtenida con este diagrama ayuda a desarrollar un nuevo método enfocado más en los recorridos que hace el material o el operario en el cumplimiento de sus actividades, el analista debe ver o visualizar en donde existe un espacio para añadir una instalación que acorte la distancia.

Para la realización de este diagrama es necesario realizar un plano del área de la planta que se estudia, o la planta en general de ser necesario, en el cual se representarán minuciosamente lo que existe en ella, luego se trazan líneas de flujo que indican el movimiento del material, enlazadas por los diferentes símbolos utilizados en el diagrama de flujo del proceso, de una actividad a la siguiente, con la numeración correspondiente a la del diagrama anterior, la utilización de varios colores en la representación de los diferentes flujos será de mucha ayuda.

2.2.1.3 Diagrama de actividad

(Munier, 1973) Aunque el diagrama de proceso y el de recorrido dan una idea de las diversas fases de un proceso,

convienen frecuentemente descomponer este en una serie de operaciones y poner a su lado una escala de tiempos, es como se describe al siguiente diagrama:

- **Diagrama hombre – máquina**

(Molina, 1997) Este tipo de diagrama muestra de manera gráfica la ejecución de actividades simultáneas entre operario y maquinaria. El gráfico posee una escala de tiempo que permite observar la duración aproximada de las actividades, aunque la principal utilidad del esquema es la detección y cuantificación de tiempos muertos. Adicionalmente, este tipo de gráficos utiliza una simbología distinta, rectángulos rellenos en negro, gris o blanco. Un rectángulo relleno en blanco significa el tiempo en el cual el elemento analizado se encuentra inactivo, un rectángulo en negro significa, por el contrario, que el elemento se encuentra en operación u ocupado, pero de manera independiente.

Cuando el rectángulo es gris significa que se está realizando una actividad simultánea, al igual que los anteriores diagramas es necesario también un encabezado que describa la situación analizada y es muy importante que se detalle lo que se va a analizar, a fin de identificar plenamente la operación y circunstancia de que se trate. En una sección de resumen se indicarán los tiempos de duración total, el tiempo real de trabajo y el tiempo ocioso. Se recomienda realizar un cálculo de la proporción del tiempo real de trabajo tanto de la persona como de la máquina.

Pasos para realizarlo:

- Primero, se debe seleccionar la operación que será diagramada; se recomienda seleccionar operaciones importantes que puedan ser, costosas repetitivas y que causen dificultades en el proceso.
- En segundo lugar, determinar dónde empieza y dónde termina el ciclo que se quiere diagramar.

- En tercera, observar varias veces la operación, para dividirla en sus elementos e identificarlos claramente.
- El siguiente paso se dará cuando los elementos de la operación han sido identificados, entonces se procede a medir el tiempo de duración de cada uno.
- Finalmente, con los datos anteriores y siguiendo la secuencia de elementos, se construye el diagrama.

Construcción del diagrama

- Un primer paso en dicha construcción es seleccionar una distancia en centímetros o en pulgadas que nos represente una unidad de tiempo.
- Esta selección se lleva a cabo debido a que los diagramas hombre-máquina se construyen siempre a escala. Por ejemplo, un centímetro representa un centésimo de minuto. Existe una relación inversa en esta selección, es decir, mientras más larga es la duración del ciclo de la operación menor debe ser la distancia por unidad de tiempo escogida.
- Cuando hemos efectuado nuestra selección se inicia la construcción del diagrama; como es normal, éste se debe identificar con el título de diagrama de proceso hombre-máquina.
- Se incluye además información tal como operación diagramada, método presente o método propuesto, número de piano, orden de trabajo indicando dónde comienza el diagramado y dónde termina, nombre de la persona que lo realiza, fecha y cualquier otra información que se juzgue conveniente para una mejor comprensión del diagrama.
- Una vez efectuados estos pasos previos a la izquierda del papel, se hace una descripción de los elementos que integran la operación.

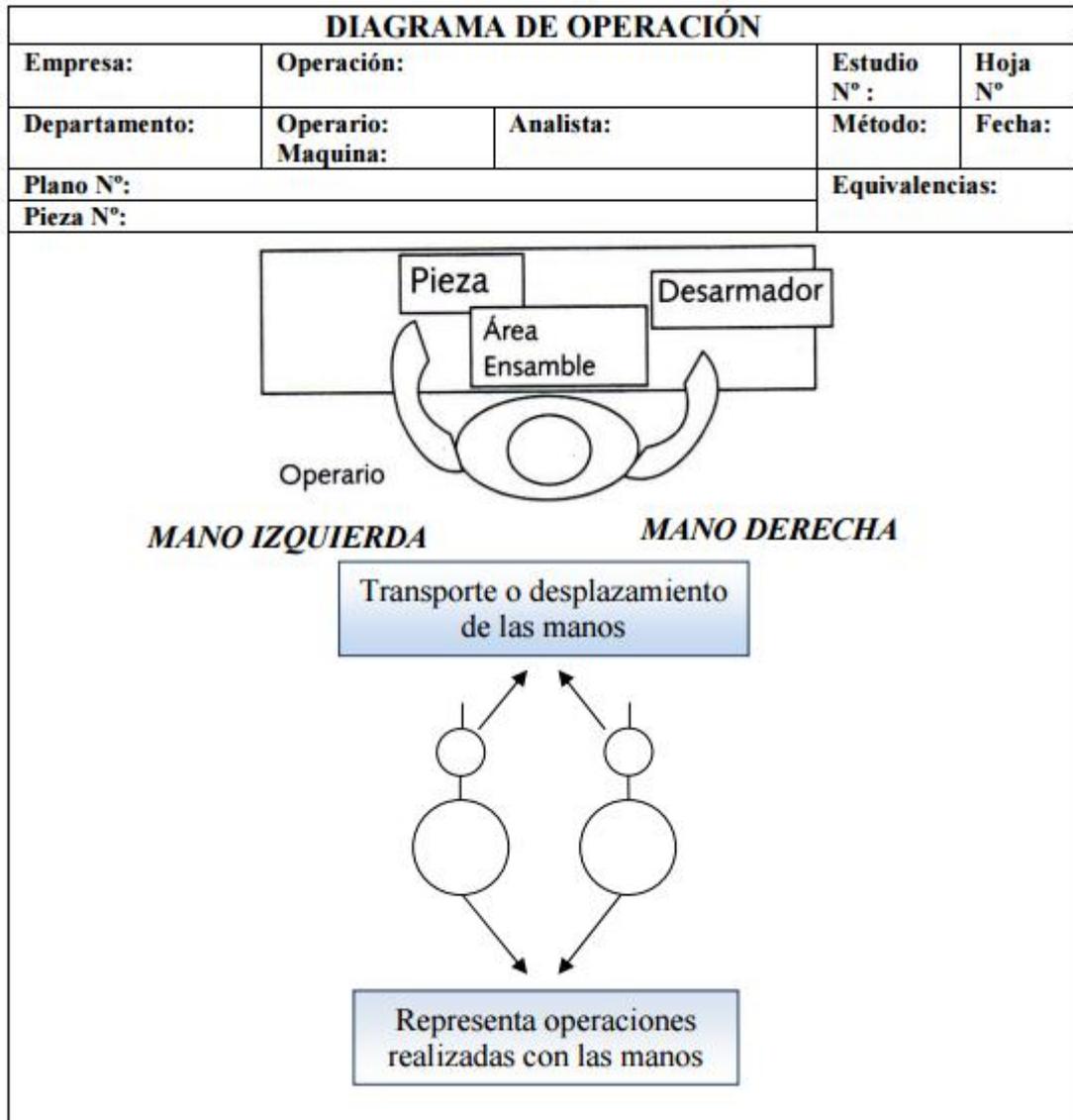
- Hacia el extremo de la hoja se colocan las operaciones y tiempos del hombre, así como también los tiempos inactivos del mismo.
- El tiempo de trabajo del hombre se representa por una línea vertical continua; cuando hay un tiempo muerto o un tiempo de ocio, se representa con una ruptura o discontinuidad de la línea. Un poco más hacia la derecha se coloca la gráfica de la máquina o máquinas; esta gráfica es igual a la anterior, una línea vertical continua indica tiempo de actividad de la máquina y una discontinuidad representa inactivo. Para las máquinas, el tiempo de preparación así como el tiempo de descarga, se representan por una línea punteada, puesto que las máquinas no están en operación pero tampoco están inactivas.
- En la parte inferior de la hoja, una vez que se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, más el tiempo total de ocio. Así como el tiempo total muerto de la máquina.

2.2.1.4 Diagrama de operación

(Baca, 2007) Este diagrama muestra en detalle las actividades realizadas por ambas manos de un operario, se aplica siempre y cuando se realicen en un área de trabajo relativamente pequeña. Se recomienda en forma especial cuando se analizan operaciones de ensamble que requieren un seguimiento meticuloso de las actividades efectuadas por cada extremidad del individuo. El diagrama consta de un encabezado (similar al de los anteriores), un croquis que representará el área de trabajo, la ubicación del operario y la posición de las piezas, componentes y materiales utilizados, para cada movimiento de las manos se anotará secuencialmente en columna los círculos apropiados, dependiendo si realiza actividad o transporte, el analista podrá

observar los tiempos de actividad e inactividad para cada mano e ideará, en la medida de lo posible, la manera de balancear el trabajo, para la representación de actividad se ubica un círculo relativamente más grande del que se utiliza para representar la inactividad, para entender el diagrama, presentamos a continuación:

Cuadro 2: Diagrama de Operación.



Fuente: Baca, 2007.

2.2.2 La Cal Como Producto

La cal u Óxido de calcio o cal, de fórmula CaO. Esta palabra interviene en el nombre de otras sustancias, como por ejemplo la «cal apagada» o «cal muerta», que es hidróxido de calcio, Ca (OH). También se denomina cal viva. Antiguamente se usaba «cal» en vez de «calcio», en algunos

nombres de compuestos donde interviene este elemento, como el "talco" o "aljez" (sulfato de calcio hidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o el mármol o "gis" (carbonato de calcio, CaCO_3). (Gajardo 1989).

Los depósitos sedimentarios de carbonato de calcio se llaman caliches. Este material utilizado para hacer mortero de cal se obtiene de las rocas calizas calcinadas a una temperatura entre 900 y 1200 °C, durante días, en un horno tradicional. En estas condiciones el carbonato es inestable y pierde una molécula de óxido de carbono. El óxido de calcio reacciona violentamente con el agua, haciendo que ésta alcance los 90 °C. Se forma entonces hidróxido de calcio, también llamado cal apagada, o $\text{Ca}(\text{OH})_2$. (Gajardo 1989).

2.2.3 Métodos y tipos de cal

El carbonato de calcio puede ser producido a través de varios métodos. El carbonato de calcio viene en dos formas, terroso y claro.

El carbonato de calcio terroso es producido por la molienda de piedras calizas en partículas muy finas.

El carbonato de calcio claro, por otro lado, es producido por el quemado de piedras calizas a su temperatura de disociación y reconstitución de los componentes por una precipitación controlada. Si esta precipitación es hecha en la presencia de un agente de revestimiento, pues se produce el carbonato de calcio activado. Tanto el carbonato de calcio precipitado como el carbonato de calcio revestido, son de mejor calidad que el carbonato de calcio terroso. (Maira 2004)

2.2.4 Características químicas

El carbonato de calcio comparte las características típicas de otros carbonatos. Notablemente:

- Reacciona con los ácidos fuertes, lanzando el bióxido de carbono.
- Lanza el bióxido de carbono en la calefacción (al °C antedicho 840 en el caso de CaCO_3), a la forma óxido de calcio, llamado comúnmente cal viva, con la reacción entalpía 178 kJ

El carbonato de calcio reaccionará con agua que se sature con bióxido de carbono para formar el soluble bicarbonato del calcio.



Esta reacción es importante en erosión de rocas del carbonato, formando cavernas, y conduce a agua dura en muchas regiones³.

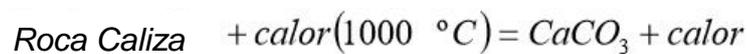
También se mezcla con masilla en fijar cristal manchado ventanas, y como un resistir para evitar que el cristal se pegue a los estantes del horno al encender esmaltes y las pinturas en la temperatura alta. (Martínez 2008)

2.2.5 Métodos de Obtención

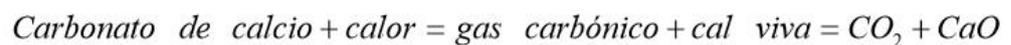
La cal se obtiene de la roca caliza. Ésta se encuentra conformando afloramientos en la superficie o en cantera.

Cuando la roca caliza se calienta a 1.000 °C se produce la siguiente reacción:

Reacción N° 1:



Reacción N° 2:



Esta reacción se lleva a cabo en el horno, es decir que se trata de una reacción endotérmica ya que necesita de la adicción de calor para obtenerla. (Maira 2004).

2.2.6 Propiedades de la Caliza (Leiva 2005)

- Color: La coloración de las calizas ricas en calcio es blanco cuando son puras, pero cambia de color entre el gris y el negro a consecuencia de las impurezas carbonosas que contienen.
- Resistencia: La resistencia de la caliza a la compresión y al aplastamiento oscila entre 98,4 y 583,5 kg/cm².
- Densidad: La caliza rica en calcio tiene una densidad entre 2,65 a 2,75 kg/dm³.
- Otras características: Absorción de agua: 2 a 8% en peso.
- Desgaste al rozamiento: 30 a 40 cm³, y al chorro de arena de 7 a 10 cm³.

2.2.7 Usos de la Caliza (Leiva 2005)

Desde que el hombre se hizo sedentario comenzó a utilizar la caliza y otras rocas calcáreas para construir sus casas, a medida que ha transcurrido el tiempo y hasta nuestros días ha sido utilizada para tal fin,

siendo de gran importancia en este ramo de la construcción, tal como se muestra en la figura 1 de la iglesia San Francisco en Huancavelica construida con adoquines de caliza.



Figura 1: Iglesia San Francisco en Huancavelica.

La caliza y sus derivados tienen múltiples usos industriales debido a sus características químicas compuestas mayormente por calcita (CaCO_3). Dentro de las principales aplicaciones tenemos:

2.2.7.1. Subsector Construcción

La roca caliza se utiliza en el subsector construcción para la fabricación de cemento como materia prima elemental. Además la cal también se usa en la estabilización de suelos y en mampostería como material de recubrimiento en paredes, pisos, techos y en la elaboración de morteros.

2.2.7.2. Subsector Químico

En la industria química, la cal es el segundo material de importancia después del ácido sulfúrico y se utiliza en las siguientes aplicaciones: como materia prima en la producción de insecticidas y fungicidas. Como agente absorbente y portador del calcio en muchos blanqueadores secos. Como base en la producción de la mayoría de sales inorgánicas basadas en el calcio y el magnesio. Es utilizado en la elaboración del etileno glicol (anticongelante permanente). Es utilizado en el proceso de refinamiento del petróleo como un

agente neutralizador de impurezas sulfúricas. Es utilizado en el proceso de fabricación de pigmentos para pinturas. Como reactivo en el proceso de digestión de la madera para la obtención de la pulpa en la fabricación del papel. Como precipitados de sólidos disueltos en las aguas en el proceso de acabado de textiles de algodón. Participa en el proceso de curtido del cuero.

2.2.7.3. Subsector Alimenticio

En el subsector alimenticio la cal se utiliza en las siguientes aplicaciones: participa en la producción de azúcar proveniente de la remolacha o la caña. Para neutralizar o reducir la acidez en la crema previo a la pasteurización en la elaboración de la leche y la mantequilla. Para elaborar el fosfato monocálcio utilizado para fabricar polvo de hornear. Como agente reductor de la corrosión que se daría en los equipos de las industrias fruteras, neutralizando los ácidos cítricos que producen los desperdicios de las frutas.

2.2.7.4. Subsector Medio Ambiente

En el subsector medio ambiente la cal se utiliza en las siguientes aplicaciones: Como principal material químico para tratamientos de agua, elimina la dureza. Como un agente ácido neutralizador, en numerosos tipos de industrias que requieren más que un simple tratamiento mecánico o bioquímico para un buen tratamiento de los desperdicios que generan. Como material sanitario para evitar la putrefacción generada por heces fecales, fosas sépticas, animales en descomposición, tratamientos de desechos municipales. En la purificación del aire, debido a que esta desulfura los gases que salen de las plantas industriales de carbón como también aquellos gases que salen de las plantas donde se quema mucho aceite sulfúrico.

2.2.8 Producción de Caliza en el Perú (Estanislao 1996)

En el Perú definitivamente el mayor volumen de producción de caliza corresponde a las canteras 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 se extrae en dos días en las canteras para la industria del cemento. Por otro lado, es un negocio rentable debido a que se utilizan todos los residuos del procesamiento para producir cal y sus derivados.

El volumen de producción de caliza en el Perú durante 1995-2010 incluye; calizas, carbonato 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 más del 70% del total de producción de caliza. El segundo gran mercado corresponde a la actividad minera metalúrgica y siderúrgica, que consume cal y carbonatos de calcio para la fundición de hierro y cobre, y que consumió entre 20 y 25% del total producido.

En la figura 2 se muestra la producción de caliza por regiones, destacando la región Lima con alrededor del 37.14% del total de la caliza peruana, con aproximadamente 4 millones de T.M. al año, debido a que allí se encuentra instalada la fábrica más grande de cemento del país, así como otras industrias que consumen este recurso y sus derivados

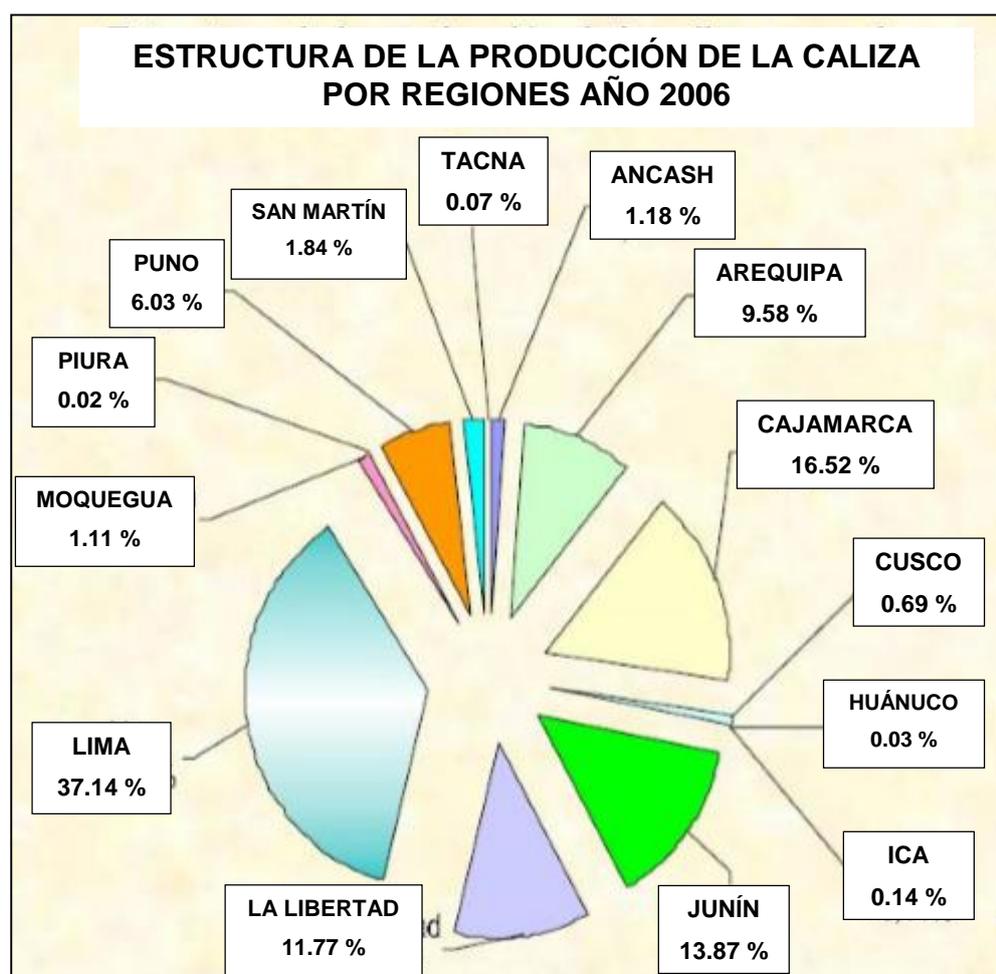


Figura 2: Estructura de la producción de caliza por regiones del Perú.

Fuente: Estanislao (1996)

2.2.9 Ubicación de Principales Productores

El territorio peruano cuenta con grandes extensiones de superficies en las que afloran las calizas, por lo que estas rocas tienen gran disponibilidad y son explotadas por grandes empresas dedicadas a la fabricación de cemento. En la tabla 1 se muestran los principales productores de caliza en el Perú y su respectiva ubicación. (Estanislao 1996)

Tabla 3: Ubicación de principales productores de caliza en el Perú.

N°	Principales productores de calizas	Departamento	Provincia	Distrito
1	Calcáreos 2004 S.A.C	La Libertad	Trujillo	Simbal
2	Calera Cut Off S.A.C	Junín	Yauli	La Oroya
3	Casapino del Castillo Víctor Raúl	Cusco	Urubamba	Chinchero
4	Cemento Andino S.A	Junín	Tarma	La Unión
5	Cemento Sur S.A	Puno	San Román	Caracoto

6	Cementos Lima S.A	Lima	Lima	VMT
7	Cementos Pacasmayo S.A.A	Cajamarca	Contumazá	Yonán
8	Cementos Selva S.A	San martin	Rioja	Rioja
9	Cmd S.A.C	La Libertad	Trujillo	Simbal
10	Compañía Minera Bunyac S.A.C	Junín	Tarma	Tarma
11	Comunidad Campesina de Yanacona	Cusco	Urubamba	Chinchero
12	León Cochachin, Samuel Lucio	Ancash	Yungay	Mancos
13	M&H Group S.A.C	Ica	Ica	Ocucaje
14	Minera Centro S.A.C	Junín	Huancayo	Quichuay
15	Minera Yanacocha S.R.L	Cajamarca	Cajamarca	Encañada
16	S.M.R.L La Unión de Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Baño 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 Ángeles, Alejandro E	Ancash	Yungay	Quillo
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 Perú Copper Corporation	Moquegua	Ilo	Pacocha
25	Cemento Sur S.A	Puno	San Román	Caracoto
26	Minera Rocas y Minerales S.A.C	La Libertad	Trujillo	Simbal
27	Nieto Becerra, Federico Felix	Tacna	Tacna	Pachia

Fuente: Estanislao (1996)

2.3 Definición de Términos

- Calcinación:

Proceso de calentar sustancias a temperatura de descomposición, para provocar un cambio de estado en su constitución física o química (Coloma, 2008).

- Calidad:

Conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas (Ford, 1964).

- Caliza:
Roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita. (Klein, 1998).
- Caliza Óptima:
Caliza que presenta más del 85% de carbonato de calcio en su composición (Taylor, 1967).
- Cal Viva:
Resultado de la cocción de una roca caliza, desintegrándose el CaCO_3 de la roca para dar CaO (cal viva) (Coloma, 2008).
- Costos:
Valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica (Castro 2009).
- Factibilidad económica:
Se refiere a que se dispone del capital en efectivo o de créditos de financiamiento necesario para invertir en el desarrollo del proyecto (León 1999).
- Industria:
Conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados (Folgueira, Pablo; 2013).
- Ley promedio de CaCO_3 :
Se establece como ley promedio de CaCO_3 al contenido en porcentaje de dicho mineral en la roca caliza, se considera que una caliza tiene buena ley cuando posee más del 95% de carbonato de calcio. (Leiva 2005).
- Minería no metálica:
Actividad económica relacionada con la extracción de materia prima, de la que se puede obtener un beneficio económico. (González, 1996)
- Minerales Útiles:
Sustancias minerales naturales, que para un determinado nivel de la técnica, pueden ser utilizados en la economía (Jimenez, Juan; 2013).

- **Muestreo:**
Selección de una muestra a partir de una población. Al elegir una muestra aleatoria se espera que sus propiedades sean extrapolables a la población (Meco, 2003).
- **Operaciones mineras:**
Conjunto de labores necesarias para explotar un yacimiento y, en algunos casos, las plantas necesarias para el tratamiento del mineral extraído (Warren, 2002).
- **Optimización:**
Buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia (Roca, 2002).
- **Producción:**
Actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios (Warren, 2002).
- **Procesamiento:**
Son operaciones que se realizan sobre las sustancias minerales no metálicas, con el fin de obtener sustancias o compuestos (Ancade, 1996).
- **Reservas de calizas:**
Los recursos minerales que se encuentran en yacimientos se consideran como reservas minerales (Maira 2004).
- **Ventas:**
Es cambio de productos y servicios por dinero (León 1999).
- **Yacimiento:**
Cuerpo geológico constituido por una mineralización cuya explotación es económicamente rentable (BUSTILLO, M.; López Jimeno, C.1996).

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA

REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa

La empresa se dedica a la comercialización de recursos minerales principalmente la cal; cal Viva, Cal molida y cal hidratada, al por mayor y menor. La cual es una empresa reconocida por más 4 años dentro del mercado local e internacional por la venta de sus productos que cumplen los estándares de calidad.

3.1.1. Visión y Misión.

Visión:

Convertirse en la empresa líder del sector en Cajamarca, cuidando los estándares de calidad del producto, seguridad y medio ambiente normados por la legislación vigente.

Misión:

Producir cal vida de mejor calidad para satisfacer las exigencias del mercado y desarrollará sólidos programas de prevención en seguridad e higiene y medio ambiente.

3.1.2. Políticas

Como empresa cajamarquina nos debemos a los propietarios y colaboradores. Nuestro rol en la sociedad es producir cal viva y cal hidratada de la mejor calidad, de manera segura, rentable, ambiental y socialmente responsable.

Estas exigencias se harán extensivas a nuestros proveedores y contratistas.

Para cumplir con nuestra política y compromisos, los propietarios, colaboradores, proveedores y contratistas apoyaremos los siguientes principios:

Respecto a la calidad del producto, nos esforzamos por:

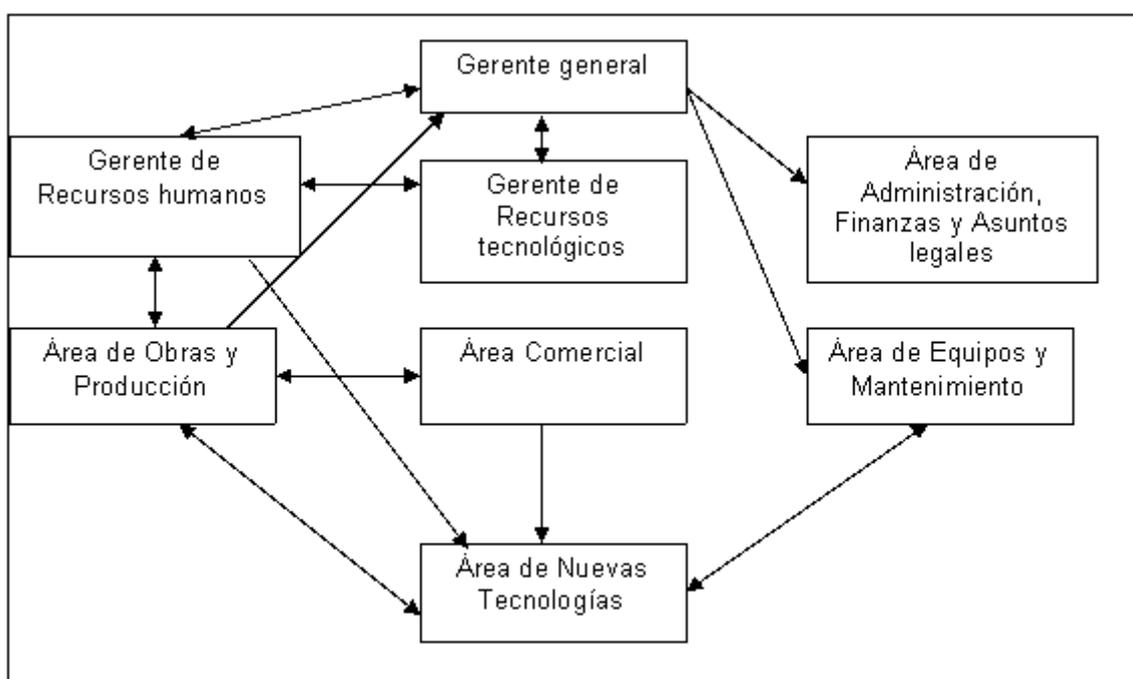
- En óxido de calcio (cal viva granulada y/o molida), mantendremos una calidad estándar, de acuerdo a las exigencias del mercado local, nacional e internacional.
- En hidróxido de calcio (cal hidratada y/o agrícola) mantendremos una calidad estándar, de acuerdo a las exigencias del mercado local y nacional.

- Entendemos que la mejora continua de la calidad del producto será lo que nos mantenga vigentes en el mercado por lo tanto lograremos la certificación ISO 9001.

3.1.3. Valores Organizacionales:

- Respeto a la comunidad.
- Orientación al cliente.
- Respeto por el medio ambiente
- Honestidad e Integridad.
- Compromiso con en el cambio.
- Calidad.

3.1.4. Estructura Organizacional.



3.1.5. Identificación:

Partida Registral	SÍ
R.U.C	20495796087
Domicilio Legal	Jr Sor Manuela Gil K 2 – Urb. La Alameda Cajamarca
Teléfono	974111589
Representante Legal	Julia Urrutia Cubas
Cargo	Gerente General
Nombre de la Unidad	ITALO

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

La empresa minera Phuyu Yuraq E.I.R.L. cuenta con 2 concesiones mineras y una planta de producción independiente, esta tesis se enfocará en la concesión ITALO, la cual es donde presenta mayor producción de óxido de calcio.



Foto 1: Instalaciones mineras ITALO.

3.3. Producto Generado

3.3.1. Cal Viva Granada

Es un producto que se obtiene a partir de la piedra caliza quebrantada a 3"- 4" a través del chancado y su calcinación con el carbón en Hornos adecuados para ello. Las propiedades físicas y químicas y su bajo costo, hacen de la cal un ingrediente esencial en muchos procesos industriales, en los procesos metalúrgicos para la extracción de metales, en la industria del acero, fabricación de papel en gran escala, en fabricación de vidrio y en la neutralización de suelos ácidos. Además ha

sido usada algunas veces sobre tierras agrícolas para destruir la carcasa infectada de animales enfermos, también es usada como lechada de cal pintando edificaciones de granjas como una forma barata de germicida ligero. Asimismo es usada ampliamente en el tratamiento de aguas fecales y residuos industriales entre otros. La producción de cal viva granada será dependiendo de la demanda del producto.



Foto 2: cal viva granada.

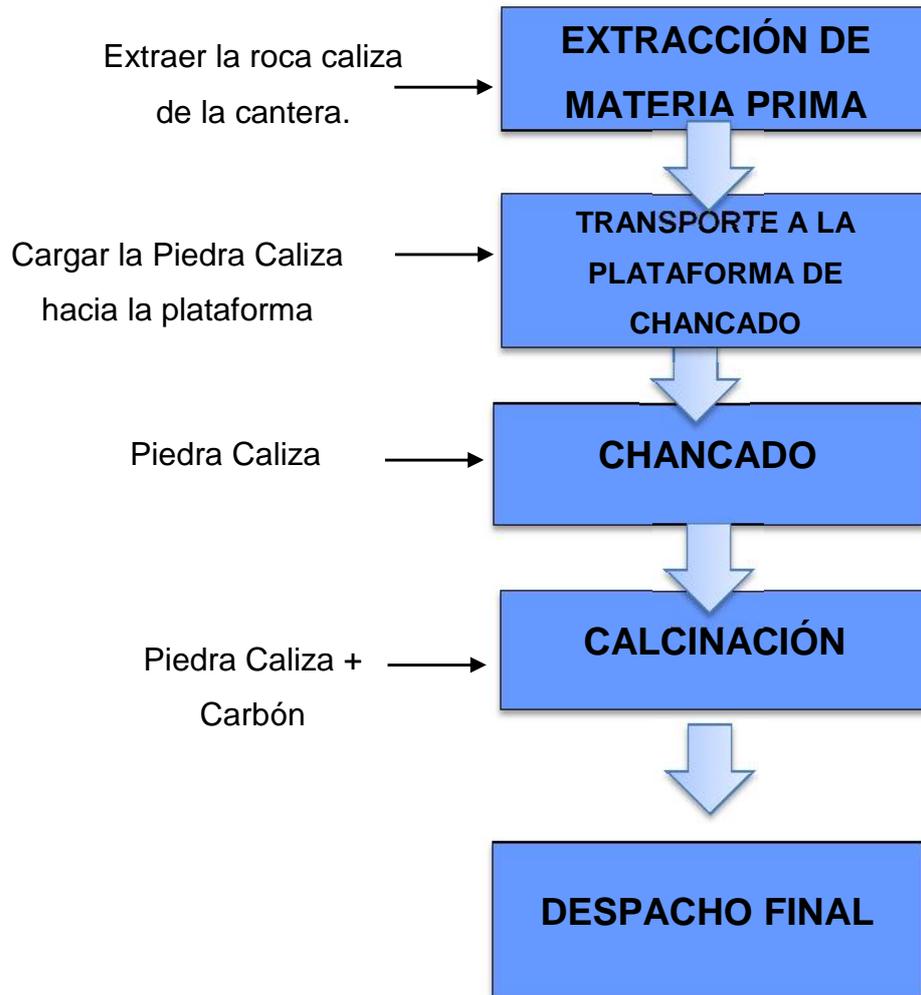
3.4 Descripción del Proceso productivo en la concesión ITALO

El proceso para la obtención óxido de calcio, tiene sus inicios en la adquisición de materia prima de distintos proveedores para el Procesamiento de Cal y para el proceso de Chancado.

La Piedra Caliza es depositada en la tolva para que sea transportado a través de un volquete a la plataforma de chancado.

Para el proceso de calcinación en los hornos artesanales se hará uso de la piedra chancada acumulada y del carbón de piedra antracítico acumulado dispuesto en forma de capas para que en un periodo de 24 horas (carga, calcinación y enfriamiento) se obtenga el óxido de calcio, cual será descargado y manipulado por personal con su EPP completo para ser pulverizado en un molino de martillo, para luego ser ensacado y despachado en camiones.

Ilustración 1: Flujograma de las actividades.



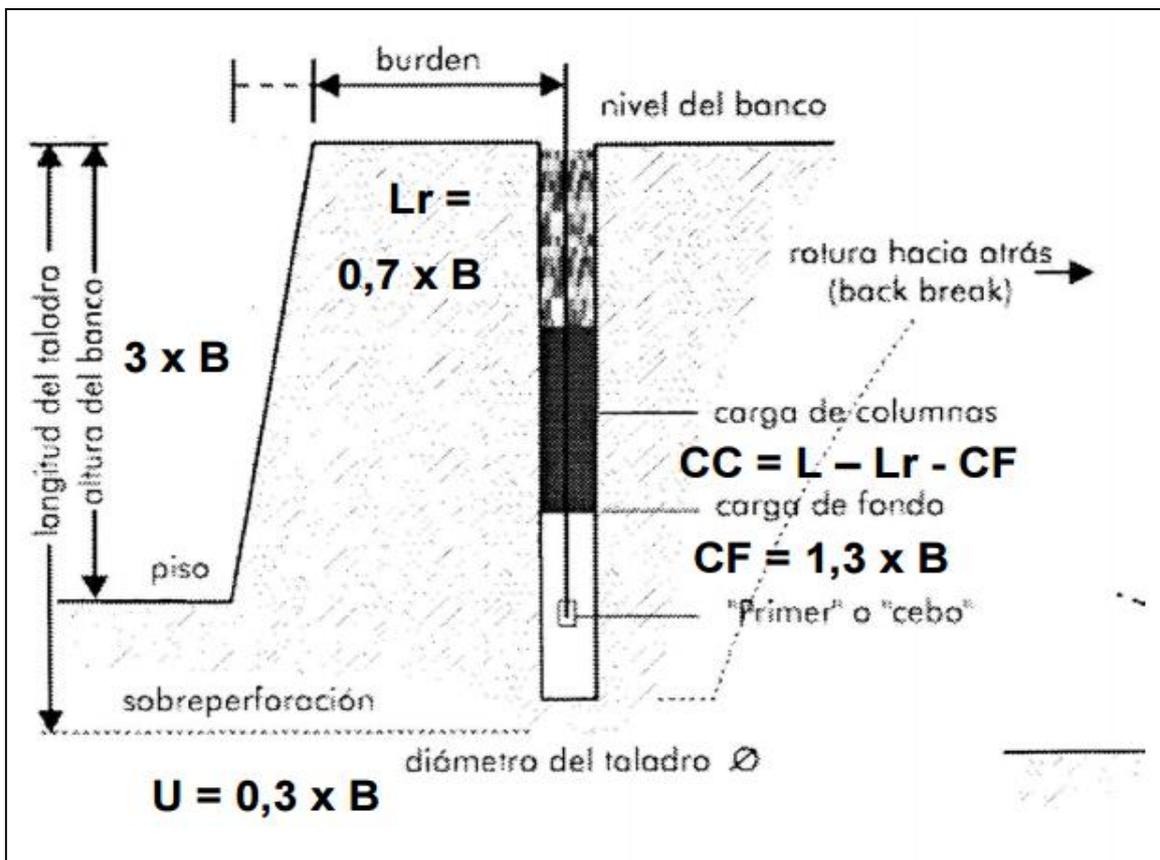
3.4.1. Extracción de Materia Prima

La roca caliza es la materia prima para la obtención de óxido de calcio; dichas rocas afloran en la concesión ITALO, para extraerlo se realizarán los siguientes pasos:

- **Perforación:**
Se realiza con un taladro de 32 mm de diámetro, para ello utilizaremos un compresor para facilitar la perforación.
- **Voladura:**
Para la voladura se usaron los siguientes explosivos con sus respectivos cálculos:

DATOS DE LA CANTERA	
ROCA A EXTRAER	Caliza
DENSIDAD	2.7 G/Cm3 (densidad estimada para la caliza)
DIÁMETRO DEL EXPLOSIVO	Dinamita: 22mm
DIÁMETRO DEL TALADRO	32 mm

Cuadro 3: Esquema de carga.



Cálculo del Burden:

$$B = 0.012 \frac{2 \text{densidad del explosivo(dinamita semexsa65)}}{\text{densidad de caliza}}$$

$$+ 1.5 \text{ Diámetro del explosivo}$$

$$B = 0.012 \frac{2(1.12g/cm^3)}{2.3 g/cm^3} + 1.5 \cdot 22mm$$

$$B = 0.65m$$

Cálculo del Espaciamiento (S)

$$S = 1.4(\text{Burden})$$

$$S = 0.914 \text{ m}$$

Cálculo de Sobreperforación (U):

$$U = 0.3(\text{Burden})$$

$$U = 0.3(1.08)$$

$$U = 0.195 \text{ m}$$

Cálculo de Altura del Banco (K):

$$K = 4(\text{Burden})$$

$$K = 2.6 \text{ m}$$

Cálculo de Longitud de Perforación (H):

$$H = 1.5(K + U)$$

$$H = 1.5(2.6 + 0.195)$$

$$H = 4.19 \text{ m}$$

Longitud del Taco:

$$L_t = 0.7(B)$$

$$L_t = 0.7(0.65)$$

$$L_t = 0.455 \text{ m}$$

Concentración Lineal de Carga (Qbk):

$$Qbk = 0.078539 * \text{densidad del explosivo dinamita} \\ * \text{Diametro del explosivo}^2$$

$$Qbk = 0.078539 * 1.12 * 2.2^2$$

$$Qbk = 0.426 \text{ Kg/m}$$

Cálculo del Consumo Específico de Explosivo (Ashby):

$$C.E = \frac{0.56 * \rho_r * \tan(\varphi + i)}{^3 \sqrt{J_v}}$$

Donde:

J_v = Frecuencia de juntas

ρ_r = densidad de la roca T/m^3

$$J_v = \frac{115 - RQD}{3.3}$$

Por tanto el promedio del RQD es 75.43%.

$$J_v = \frac{115 - 75.43}{3.3}$$

$$J_v = 11.99$$

Luego:

$$\varphi + i = \phi = 5 + \frac{RMR}{2}$$

$$\varphi + i = \phi = 5 + \frac{64}{2}$$

$$\varphi + i = \phi = 37^\circ$$

Por tanto:

$$C.E. = \frac{0.56 * 2.53532 * \tan(37^\circ)}{\sqrt[3]{11.99}}$$

$$C.E. = \frac{0.56 * 2.53532 * 0.75}{2.29}$$

$$C.E. = 0.465 \text{ Kg/m}^3$$

Índice de Volabilidad de Billy:

$$BI = \frac{C.E.}{0.004}$$

$$BI = \frac{0.465}{0.004}$$

$$BI = 116.25$$

Factor de Energía:

$$FE = 30(C.E.)$$

$$FE = 13.95 \text{ MJ/Ton}$$

Ya con estos datos procedemos a estimar el tipo y la cantidad de explosivos para 1300 toneladas mensuales:

➤ **Requerimiento de explosivos**

- **Dinamita (semexa de 65% de 7/8" x 7")**

Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas y presión ocasionando efectos destructivos.

Números de unidades por taladro	: 1
Número de taladros por día	: 12
Unidades de dinamita por día	: 12
Unidades de dinamita por mes	: 312
Total por año	: 3 744
Unidades por caja	: 308 unidades/caja
Total cajas por año	: 13

- **Fulminantes (N° 8)**

Los fulminantes permiten que la carga primaria sea activada por la chispa de la mecha de seguridad, la cual inicia la carga secundaria. En su desarrollo se ha tenido especial cuidado en la compatibilidad del funcionamiento que debe existir con la mecha de seguridad.

Números de unidades por taladro	: 1
Número de taladros por día	: 12
Unidades de fulminantes por mes	: 26
Total por año	: 13744
Unidades por caja	: 100

Nota:

En voladura secundaria se utilizara un fulminante por taladro cuando quede bolones con un promedio de fulminantes igual a 4 por día

Total cajas por año	: 38
----------------------------	-------------

- **Mecha lenta**

Este accesorio consiste básicamente en un cordón compuesto por un núcleo central de pólvora negra con un tiempo de combustión conocido, recubierto por una serie de hilados, fibras textiles y una cubierta de plástico que en conjunto le dan una alta resistencia a la tracción, una buena flexibilidad y una gran impermeabilidad.

Metros por malla	: 1 m
Metros por día	: 1 m
Metros por mes	: 26 m
Total por año	: 312 m
Metros por tambor	: 1000 m

Nota:

En voladura secundaria se utilizara un metro de mecha lenta por taladro cuando quede bolones con un promedio igual a 4m por día.

Total tambores por año : 4 tambores

- **ANFO**

Consiste en una mezcla de nitrato de amonio y un combustible derivado del petróleo, desde gasolinas a aceites de motor. Estas mezclas son muy utilizadas principalmente por las empresas mineras y de demolición, debido a que son muy seguras, baratas y sus componentes se pueden adquirir con mucha facilidad.

Los porcentajes van del 90% al 97% de nitrato de amonio y del 3% al 10% de combustible.

Kilogramos por taladro	: 2 kg
Kilogramos por día	: 24 kg
Kilogramos por mes	: 624 kg
Kilogramos por año	: 7448 kg
Peso de bolsa	: 25 kg/bolsa

- Numero de bolsas por año : 298**
- **Pentacord**
 - Numero de taladros : 12
 - Espaciamiento de taladros : 1 metro
 - Profundidad de taladro : 2.40 metros
 - Metros por día : 50 m
 - Metros por mes : 1 300 m
 - Metros por año : 15 600m
 - Metros por tambor : 1000 m
 - Total de tambores por año : 16**

REQUERIMIENTO DE EXPLOSIVOS POR AÑO PARA 1300 TONELADAS MENSUALES

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD
DINAMITA	13	Cajas
FULMINANTE	38	Cajas
MECHA LENTA	4	Tambores
ANFO	298	Bolsas
PENTACORD	16	Tambores

3.4.2. Desbroce de la roca:

Para desbrozar o extraer la roca particulada de la cantera, se utiliza un excavadora PC 200, para luego ser acarreada en el camión.

3.4.3. Transporte de Cantera a Plataforma de Chancado

La materia prima para la obtención de la cal (CaO), es la Caliza (CaCO₃), la cual es acarreada desde la cantera hasta la plataforma mediante un volquete de 18 cubos. Este volquete se traslada mediante una trocha que une dichos componentes.

3.4.4. Chancado

La operación de chancado se inicia con la descarga de la piedra caliza de la tolva del volquete de 18 cubos, donde trabajadores de la empresa se encargaran de fracturar si es que es necesario, ya que desde la voladura la roca ya viene con óptimas condiciones a ser calcinada.

3.4.5. Calcinación

En la Planta de Calcinación se encuentran ubicados 4 hornos de calcinación de 6 metros de altura, con una capacidad de producción de 60 TMD de óxido de Calcio.

Estos hornos tienen un aislamiento interior con ladrillo rojo de construcción denominado King-Kong, siendo más adecuado un revestimiento interior con ladrillo refractario que no es el caso. En ese sentido, la altura más adecuada para un horno vertical es por lo menos 6 veces el diámetro interior del horno vertical, sin embargo para mayores eficiencias se usa una relación de 9 veces el diámetro del horno vertical, funcionan por cargas de llenando de trozos de caliza y procediendo a su calcinación utilizando como combustible carbón de piedra antracítico de alto contenido de poder calórico (7,500 kilo calorías).

La duración de la operación de calcinación es de 8 – 10 horas según cargas y cantidad de combustible empleado, y el ciclo completo (carga, calcinación y enfriamiento) de un aproximado de 24 horas.

Normalmente se colocarán los trozos de caliza más grandes sobre la parrilla de rieles de 60 libras, si se sigue cargando hasta llenar el horno, momento en que se inicia la cocción. Eventualmente puede mezclarse la caliza con parte del combustible para acelerar el proceso.

El óxido de calcio descargado de los hornos de calcinación, será manipulado por personal con su EPP completo para luego ser despachado en camiones.

3.4.6. Despacho Final

Se manipula el producto obtenido en la etapa previa de Calcinación, dicho material es despachado en volquetes.

3.5. Investigación de Mercados

3.5.1. La demanda

- **Exigencias de la Demanda.**

Para la compra de Cal hay unos requerimientos por la industria. Según un estudio del año 2015 realizado por Confecamaras, el 70% de las empresas manifestaron la concentración del carbonato de calcio, el 27.27% en carbonato de magnesio, el 4.54% óxido de calcio, el 4.54% óxido de magnesio y el 31.81 exige en el color.

- **Principales inconvenientes para satisfacer la demanda.**

Las empresas dentro de su manejo financiero tiene algunas formas de pago a los proveedores, el 37.03% de las empresas manifiestan que pagan de contado, el 55.55% a crédito de 30 días y el 7.40% a 60 días.

- **Distribución de la demanda por segmentos.**

La demanda del mercado de la cal se satisface mediante cuatro segmentos mineros, los cuales según su explotación, grado de tecnología y capacidad de producción intentan equilibrar la canasta de requerimientos de la industria nacional.

Estos segmentos son:

Segmento Uno.

Corresponde a mineros de tradición, según el último censo realizado por el Dane (año 2015), sin cuantificar los pertenecientes a la minería ilegal, entroncados culturalmente con labores mineras circunscritas a ámbitos locales o regionales. No manejan la minería como un negocio sino como una labor de sustento y en consecuencia sus niveles de productividad son bajos. El impacto de su actividad es más social que económico.

Segmento Dos.

Es el de las empresas mineras emergentes, según el último censo realizado por el Dane (año 2015), sin cuantificar las pertenecientes a la minería ilegal caracterizadas por estar estructuradas para crecer y por encontrarse encadenadas o integradas verticalmente con procesos de transformación y de agregación de valor al producto minero.

Segmento Tres.

Corresponde a un grupo de empresas, según el último censo realizado por el Dane (año 2015), sin cuantificar las pertenecientes a la minería ilegal caracterizadas por su buena capacidad de inversión y excelente conocimiento del riesgo exploratorio, negocio que manejan mejor que los de explotación y beneficio minero. Estas empresas actúan principalmente como identificadoras de

proyectos, los cuales suelen transferir total o parcialmente a empresas especializadas en las fases posteriores.

Segmento Cuatro.

Comprende las grandes empresas mineras, según el último censo realizado por el Dane (año 2009), que operan las mayores minas del Mundo y poseen porciones significativas del mercado mundial de uno o varios productos mineros.

- **Evolución Histórica de la Demanda.**

Es importante como antecedente del sector reseñar que la actividad minera en lo que respecta a explotación de minerales de origen pétreo, si bien no ha ocupado un lugar relevante en las estadísticas económicas de la región, si se debe considerar como un potencial dinamizador de la economía del Departamento de Cajamarca.

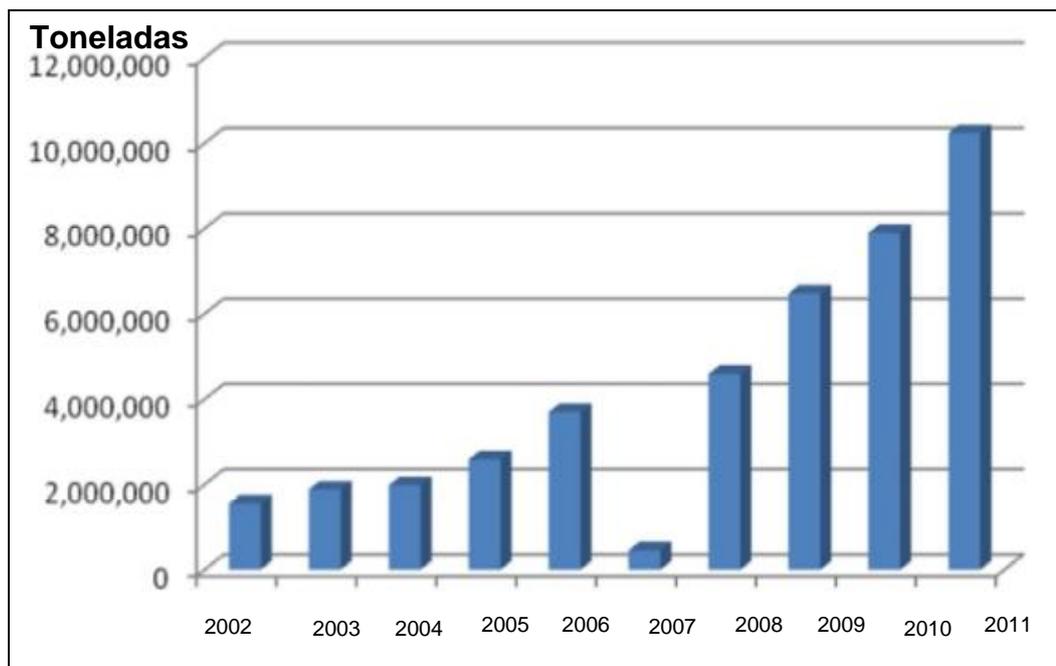


Figura 3: Explotación de Caliza hasta el 2011.

La explotación de materiales calcáreos en la región se inició hace 50 años aproximadamente, actividad que se viene ejecutando como fuente importante de ingresos y desde entonces en el Departamento de Cajamarca se han gestado diversas empresas en pro del sector minero como iniciativa de los mineros y en algunas oportunidades como inversión estatal del Departamento.

La protección al medio ambiente y los recursos naturales es el marco que a escala mundial es preciso considerar para el desarrollo de proyectos y en especial para los del sector minero, en la medida en que se traduce en compromisos derivados a través de los convenios y tratados internacionales y que exige a las autoridades ambientales y mineras establecer condiciones y requerimientos para avanzar en la identificación de los aspectos de interés para el desarrollo del sector.

Esta nueva realidad en el escenario global de la minería tiene que ver con la adopción de parte de los Estados, de las políticas de desarrollo sostenible en sus componentes económico, ambiental y social. Lo anterior se traduce en una exigencia a los operadores de la industria minera de aprovechar los recursos de una manera responsable que aporte significativamente al bienestar social y económico de las comunidades involucradas, internalizando los costos ambientales de los proyectos y evitando así la conformación de pasivos ambientales.

Cuadro 4: Exportaciones de Cal en Perú.

Eslabón	Exportaciones Totales (U\$\$ miles)	Destinos (participación %)				
		Estados Unidos	Panamá	República Dominicana	Ecuador	Otros
Piedra Caliza	2178649	0	5.02	0	2.67	92.31
Arena		0	3.38	0.11	1.79	94.72
Gravilla		0.3	10.4	0	89.2	0.1
Yeso	309.683	12.78	4.11	2.58	51.57	28.96
Clinker	19359533	24.9	30.6	21.3	0	23.2
Cemento	67220799	81.27	0.5	1.05	2.06	15.12
Concreto	995492	29.31	3.49	2.37	25.9	38.93
Fibras	383930	0	6.2	4.49	10.66	78.66
Fibrocemento	5410032	0.48	4.43	0.96	53.68	40.44
Prefabricados	5123800	77.01	8.16	6.6	0.41	7.83
Total Cadena	101918475	62.56	7	5.17	4.84	20.43

Cuadro 5: Importaciones de Cal en Perú.

Eslabón	Importaciones Totales (U\$\$ miles)	Destinos (participación %)				
		Estados Unidos	Brasil	México	Canadá	Otros
Piedra Caliza	9437	0.7	0.4	2	0	96.9
Arena	703831	68.3	1.7	2.8	1.3	25.9
Gravilla	121383	76.3	12	0	0	11.7
Yeso	9727353	16.7	0.8	23.4	0.1	59
Clinker	331969	0	0	0	0	100
Cemento	873326	0.9	18.7	0	0	80.4
Concreto	2592247	54.1	12	6.7	1.1	26.1
Fibras	6403588	4.8	39.9	3.2	39.1	13
Fibro cemento	849069	2	0.3	0.4	0	97.3
Prefabricados	40751	41.2	1.3	0.7	1	55.8
Total Cadena	21652954	18.2	14.5	12.4	11.8	43.1

Fuente: Dane – Dian.

- **Etapas para proyectar la demanda**

Calcular y Proyectar el consumo aparente según Miranda 2005

Se refiere a la Demanda estimada para un periodo establecido y se elabora cuando no existen datos de la Demanda Histórica, la estimación se basa en datos anuales de Producción, exportación, importación y stock del bien en estudio. Este análisis se realiza indirectamente a través del consumo real o efectivo de un bien específico. Para fines de cálculo se emplea la siguiente relación

$$C_A = P + I - X + \Delta I$$

Donde:

C_A = Consumo Aparente.

P = Producción Nacional

I = Importaciones

X = Exportaciones

ΔI = Variación de Stock

Consumo aparente = P + I – X + I

$$= 6\,256\,324 + 2\,178\,649 - 9\,437 + 2589$$

$$= 8\,428\,125$$

Para determinar el % de crecimiento

$\frac{9.320.454 - 8.428.125}{8.428.125} = 10.58\%$

Tabla 4: Estimación de la Demanda de Cal.

AÑO	CONSUMO APARENTE	% CRECIMIENTO	PROYECCION TASA ARITMETICA	PROYECCION TASA GEOMETRICA
1	8.428.125			
2	9.320.454	10.58%		
3	7.458.231	-19.98%		
4	10.152.236	36.12%		
5	11.123.156	9.56%		
6	11.489.365	3.29%		
7			12.099.416.3	12.343.827.6
8			12.977.833.92	14.411.418.72
9			13.920.024.67	16.825.331.36

Proyección de la demanda por tazas.

Tasa aritmética

Se realiza por medio de la tasa aritmética o interés simple, de la siguiente manera:

$$i = \frac{\left(\frac{n_n}{n_0} - 1\right)}{n}$$

Proyectando mediante la tasa aritmética (interés simple):

$$i = \frac{\left(\frac{11\,489\,365}{8\,428\,125} - 1\right)}{5}$$

$$i = 7.2 \%$$

Tasa Geométrica (ig)

$$i_g = \sqrt[n]{\frac{n_n}{n_0}} - 1$$

$$i_g = \sqrt[5]{\frac{11\,489\,365}{8\,428\,125}} - 1$$

$$i_g = 0.1675 = 16.75\%$$

3.5.2. Oferta

- **Análisis departamental.**

En el Departamento abundan los minerales no metálicos en todas sus composiciones mineralógicas como arcillas, arenas silíceas, materiales calcáreos, etc.

La producción requerida por la industria regional proviene de diferentes partes del departamento y una mínima parte de afuera, en la información generada por la industria se tiene que la materia prima en su mayoría proviene de Cajamarca en un 68.18%, y el resto de otras provincias del departamento. (Fuente: Cámara del comercio de Cajamarca)

- **Perfil de los productores.**

Según registros el 80% de los trabajadores son de la zona y los propietarios a pesar de tener residencia o ser dueños del terreno superficial mantienen contacto constante y directo con sus arrendatarios o empresarios de este rubro. (Fuente: Cámara del comercio de Cajamarca)

3.5.3. Canales de Comercialización

- **Estructura de los canales actuales**

El proceso de comercialización de productos de uso masivo en la industria minera como lo es la Cal, requiere la intervención de varios agentes dedicados a canales específicos.

Inicialmente se encuentra el productor, luego los grandes distribuidores, los mayoristas, los detallistas y finalmente el consumidor. En esta cadena se debe identificar al importador, que puede ser clasificado como distribuidor o detallista.

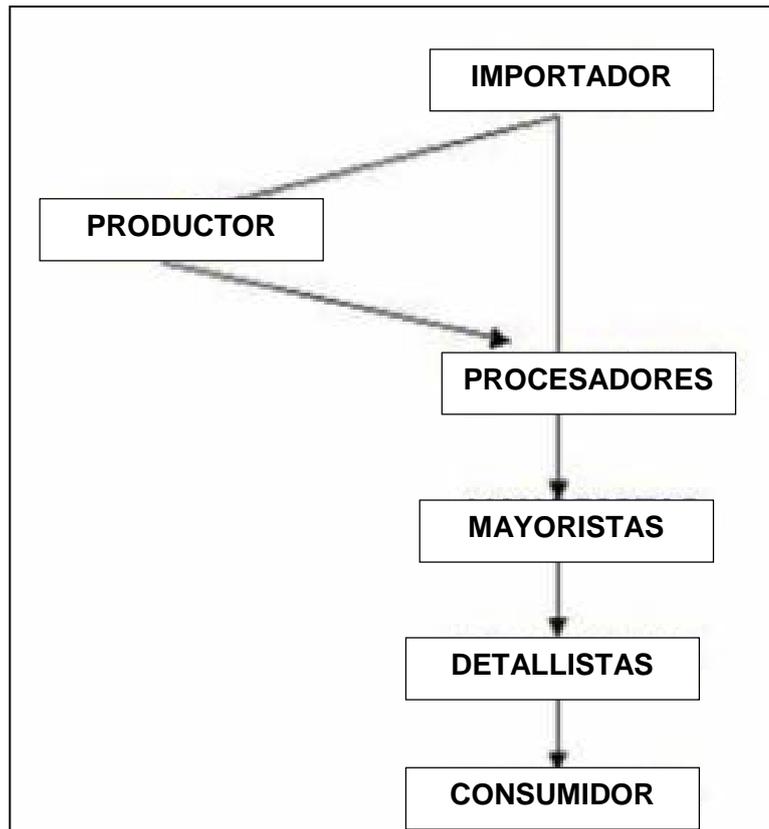


Figura 4: Canales de Comercialización.

Cuando en la estructura del canal no se encuentran los importadores, por lo general se presenta la siguiente estructura:

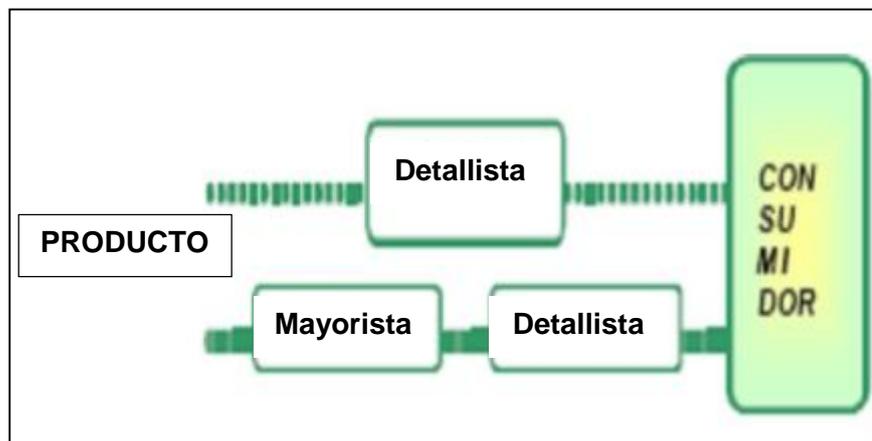


Figura 5: Estructura de canales de comercialización.

- **Ventajas y desventajas de los canales de comercialización.**

Cuadro 6: Ventajas de canales de comercialización.

VENTAJAS
▲ Se vende en cantidades suficientes, logrando que el procesamiento y la remisión resulte beneficiosa logística y financieramente.
▲ Permite evaluar con mayor agilidad las tendencias del mercado.
▲ Se puede tener un mayor control sobre los inventarios, el precio y el destino del producto.
▲ Los minoristas se encargan de poner los productos de mayor aceptación en el mercado.
▲ De la relación con el minorista, se refleja la promoción del producto.
▲ Mercado selectivo.

Cuadro 7: Desventajas de canales de comercialización.

DESVENTAJAS
▼ Productos estandarizados
▼ Para incursionar en el minorista se requieren campañas de publicidad.
▼ Aumentar los precios en el producto, implica afectar la rotación del producto, por lo tanto es aconsejable aumentar los precios en bajas proporciones.

- **Canales de comercialización seleccionados por la empresa Phuyu yuraq II.**

El objetivo del proyecto es llegar al consumidor de una manera eficiente de forma directa, sin intermediarios, y será la empresa misma la que se encargará de impulsar la Cal a través de los siguientes puntos de ventas.

Cuadro 8: Canales de comercialización en la empresa Phuyu Yuraq II.

YANACocha S.R.L. 	<ul style="list-style-type: none"> • En los procesos de lixiviación de metales preciosos, incluidos el oro, la plata y los metales congénitos, como lo son el zinc, plomo y cadmio; el óxido de calcio (Cal viva) es utilizado para controlar
GOLD FIELDS LA CIMA 	
LA ZANJA	

	<p>el pH de las pilas evitando la volatilización del cianuro que se utiliza en la extracción de dichos metales.</p>
<p>SHAHUINDO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • También puede utilizarse directamente el hidróxido de calcio, para controlar dicho pH y se puede adicionar a las lagunas concentradoras de
<p>GALENO</p> 	<p>lixiviados.</p>
<p>OTRAS EMPRESAS MINERAS PEQUEÑAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La cal hidratada (CaOH_2) se utiliza en la extracción de minerales que contienen sulfuros activos y que por cuestiones de proceso deben neutralizarse. • Así mismo en cualquier terreno que presente pH ácidos son sujetos de neutralización con cal, previo a lo que es el proceso de lixiviación, pudiendo mejorar la eficiencia de las pilas al llevar un pre tratamiento.
<p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA</p> 	<p>Usan la cal en la estabilización de pH de su planta de residuos sólidos y de otros botaderos de basura.</p>

SEDACAJ 	Usan cal en la neutralización del pH del agua.
AGRICULTORES	Usan la cal para neutralizar sus terrenos productivos.

Fuente: Elaboración Propia.

- **Canal de comercialización de la empresa Phuyu Yuraq II.**

La empresa adoptará la siguiente estructura para la comercialización de la cal:

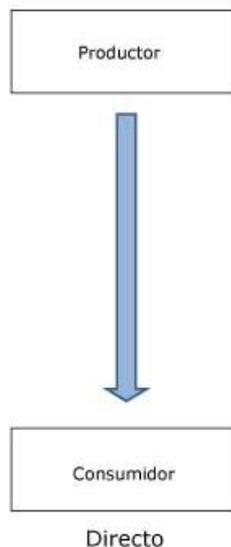


Figura 6: Canales de comercialización de la empresa Phuyu Yuraq II.

El producto será despachado solo a los clientes mayoristas los cuales están conformados por: empresas mineras, municipalidades y agricultores que requieran en cantidades específicas.

3.6. Publicidad y Promoción

3.6.1. Objetivos

- Posicionar la Cal en las empresas mineras de Cajamarca, como un material referente para el sector de la minería.
- Lograr una demanda progresiva del producto logrando la venta de grandes volúmenes a nivel local y regional.

- Establecer una campaña de reconocimiento y aceptación del producto que permita un consumo masivo del mismo.

3.6.2. Análisis de medios.

Para que un producto no muera antes de su lanzamiento, es necesario crear una publicidad agresiva que impacte al consumidor. Existen diferentes estrategias como anuncios en la prensa, radio y televisión entre otros, siendo más costosos estos últimos pero con mayor impacto y efectividad en el mercado.

3.6.3. Estrategias de promoción y publicidad.

La empresa implementará en siguientes estrategias de promoción y publicidad.

- Se definirán las zonas con más demanda en Cajamarca estableciendo canales de comercialización con medianas y grandes empresas para su venta final.
- Las ventas al mercado objetivo por lo general serán al por mayor y la producción se realizará en base a pedidos previos por parte de empresas del sector de compra y venta de minerales no metálicos. Esta modalidad es de bajo riesgo financiero para la empresa.
- Implementar una campaña publicitaria en la que se da a conocer los productos y la calidad del mismo, y en donde se invita a los clientes a comprar productos oriundos del Departamento de Cajamarca.
- Se conformará un equipo de agentes comerciales para que impulsen el producto en los puntos estratégicos de Cajamarca.
- Se diseñará e implementará una agresiva estrategia publicitaria y de mercadeo vía internet.

Las estrategias de publicidad y promoción se realizarán directamente con el cliente en la región. En la primera visita se brindara toda la información de la empresa como: nombre de la empresa, objeto social, propietarios, dirección, teléfono, fax; y por supuesto toda la información concerniente a la empresa y al producto tales como:

propiedades del producto, beneficios y uso, precio, política de venta, plazo de entrega y condiciones de pago.

Como estrategia de publicidad, se obsequiarán lapiceros, volantes, portafolio del producto y tarjetas de presentación con la información de la nueva empresa.

El éxito de este primer contacto, radica en lograr captar el interés del cliente por el producto y en el posterior pedido con el que se iniciará la producción en firme. Para llevar a cabo este objetivo es necesario disponer de un excelente servicio al cliente, estando atentos a las inquietudes y sugerencias, todo con miras al mejoramiento de la calidad.

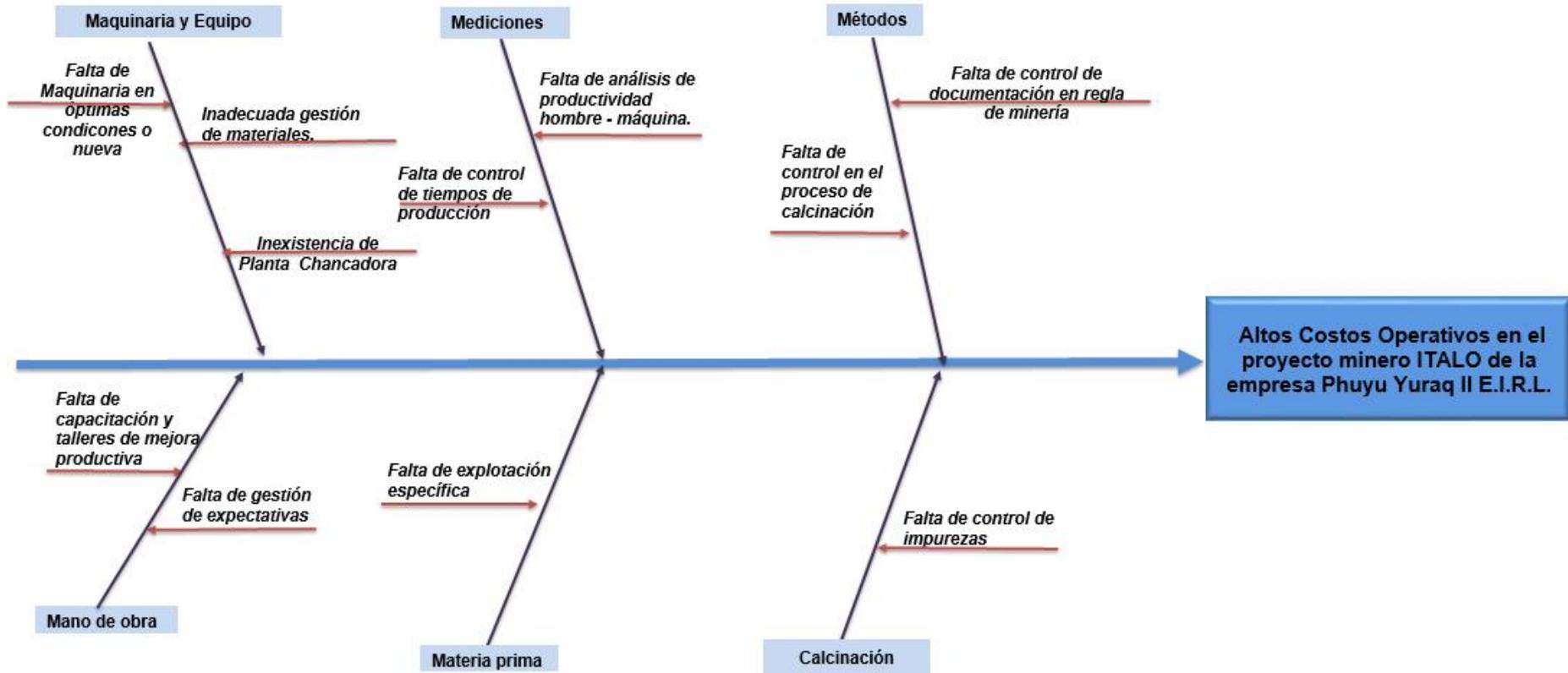
3.7. Identificación del problema e indicadores actuales

Para la identificación del problema, se ha analizado la siguiente información:

- Reportes del proceso de la producción
- Reporte de consumo de materiales y estructuras metálicas
- Reporte de calidad del proceso de armado, pintura y producto terminado.

Con dicha información se hará una elaboración de análisis causa-efecto, para determinar en orden de criticidad los problemas que tienen mayor.

3.7.1. Diagrama de Ishikawa



3.7.2. Descripción de Causas Raíces

ENTORNO	PROBLEMA	Pérdidas aprox en nuevos soles por año	DESCRIPCIÓN
Maquinaria y Equipo	Inadecuada gestión de materiales.	2,000.00	Se origina cuando se realizan perforaciones con taladro innecesarios, donde la roca no es adecuada para la malla. Los explosivos son requeridos para el mercado ilegal, por ende los trabajadores tienden a ocultar esta mercancía.
Maquinaria y Equipo	Inexistencia de planta chancadora	15,000.00	No se cuenta con una planta chancadora sólo se usan combas y cínceles para chancar tanto la caliza y el carbón. Esto requiere mayor tiempo, personal y poca uniformidad en el tamaño.
Maquinaria y Equipo	Falta de maquinaria en óptimas condiciones o nueva	15,000.00	Los equipos con los que cuenta la empresa Phuyu Yuraq II son adquiridos ya usados, esto dificulta su eficiencia, ya que constantemente necesitan cambio de piezas o reparaciones.
Mediciones	Falta de análisis de producción hombre - máquina	4,000.00	La empresa Phuyu Yuraq cuenta con una excavadora, un volquete para traslado externo, una compresora y una jack leg; a una producción constante se necesita un análisis de producción/horas trabajadas.
Mediciones	Falta de control de Tiempos de producción	8,000.00	A lo largo de la producción de óxido de calcio se pasa por diferentes procesos, el control de tiempos de producción tiene la finalidad de eliminar tiempos muertos.
Metodos	Falta de control en el proceso de calcinación	3,000.00	En la etapa de calcinación es necesario medir y controlar la intercalación de capas de caliza y carbón.
Metodos	Falta de control de documentación en regla de minería	50,000.00	Siendo la empresa Phuyu Yuraq una de las pocas que cuenta con formalización minera, se expone a constantes inspecciones por dichas instituciones, en caso de tener alguna observación, la empresa será multada. Asimismo deberá pagar a tiempo sus impuestos.
Mano de Obra	Falta de capacitación y talleres productivos para los trabajadores	4,000.00	Se inicia cuando los trabajadores no se sienten en la capacidad de realizar un trabajo controlado.
Mano de Obra	Falta de gestión de expectativas	2,000.00	Los trabajadores no se ven involucrados con el avance de la empresa ya que no se identifican con ella.
Materia Prima	Falta de explotación específica	18,000.00	En cantera existen diferentes zonas con ley distinta, por eso es necesario explotar las zonas específicos.
Calcinación	Falta de control de impurezas	12,000.00	Se considera impurezas a los residuos de carbón antracita y a la caliza que no es consumido en su totalidad.
		133,000.00	

3.7.3. Encuesta Matriz de Priorización

		Encuesta de Matriz de Priorización					
		Valorización	Puntaje				
		Muy Alto	5				
		Alto	4				
		Regular	3				
		Bajo	2				
		Muy Bajo	1				
Área de Aplicación:		Concesión Minera No Metálica ITALO					
Problema:		Altos costos operativos en la producción de cal viva					
NOMBRE:		Luis José Avalos Miñano					
Marque con una X según su criterio de valor las causas del problema en las siguientes causas que considere que afecta la producción de cal viva.							
	Causas	Preguntas con respecto a las principales	Calificación				
			Muy Alto	Alto	Regular	Bajo	Muy Bajo
	C1	Falta de supervisión en el taladreo y manipulación de explosivos					
	C2	Inexistencia de planta chancadora					
	C3	Falta de maquinaria en óptimas condiciones o nueva					
	C4	Falta de análisis de producción hombre - máquina					
	C5	Falta de control de Tiempos de producción					
	C6	Falta de control en el proceso de calcinación					
	C7	Falta de control de documentación en regla de minería					
	C8	Falta de capacitación y talleres productivos para los trabajadores					
	C9	Falta de gestión de expectativas					
	C10	Falta de explotación específica					
	C11	Falta de control de impurezas					

3.7.4. Matriz de Priorización Empleada

ÁREAS	Causas Encuestas	MAQUINARIAS			MEDICIÓN		METODOS		M.OBRA		M.PRIMA	CALCINACIÓN
		CR1: Inadecuada gestión de materiales	CR2: Inexistencia de Planta Chancadora	CR3: Falta de Maquinaria en óptimas condiciones onueva	CR4: Falta de análisis de producción hombre - máquina	CR5: Falta de control de tiempos de Producción	CR6: Falta de control en el proceso de Calcinación	CR7: Falta de Control de Documentac ión en Regla de Minería	CR 8: Falta de capacitació n y talleres productivos para los trabajadores	CR9: Falta de gestión de expectativas	CR10: Falta de Explotación Específica	CR11: Falta de control de impurezas
<i>Gerencia</i>	Julia Urrutia Cubas	1	5	1	5	1	1	1	5	1	4	5
<i>Sub Gerencia</i>	José Siveroni Morales	1	5	1	4	1	1	1	4	1	5	4
<i>Sub Gerencia</i>	Anselmo Caruajulca Vásquez	1	5	1	5	1	1	1	5	1	5	5
<i>Contabilidad</i>	Jackeline Pérez Estrada	1	5	1	4	1	1	1	4	1	5	4
<i>Producción</i>	Lorenzo Morales Caja	1	5	1	5	1	1	1	4	1	5	5
	Segundo García Caja	1	5	1	4	1	1	1	4	1	5	5
	Luis López Ramos	1	5	1	5	1	1	1	5	1	4	5
	Dalton Vigo Narro	2	5	2	5	1	1	1	4	1	5	5
	Jonner Tarrillo Díaz	1	5	1	4	1	2	1	5	1	5	5
	Juan Chávez Caja	1	5	2	4	1	1	1	4	1	5	5
	Gilberto de la Cruz Muñoz	2	5	1	5	1	1	1	5	1	5	5
	Leyden Urrutia Alcántara	1	5	1	4	1	1	1	4	1	5	5
	Jerci Herrera Zamora	1	5	1	5	2	1	1	5	1	4	5
<i>Cocina</i>	María Caja Díaz	1	5	1	4	1	1	1	4	1	4	5
	Rosa de la Cruz Quispe	1	5	1	5	1	1	1	4	1	5	5
<i>Vigilancia</i>	Gonzalo Caja Quispe	1	5	1	5	1	1	1	4	1	5	5
Calificación Total		18	80	18	73	17	17	16	70	16	76	78

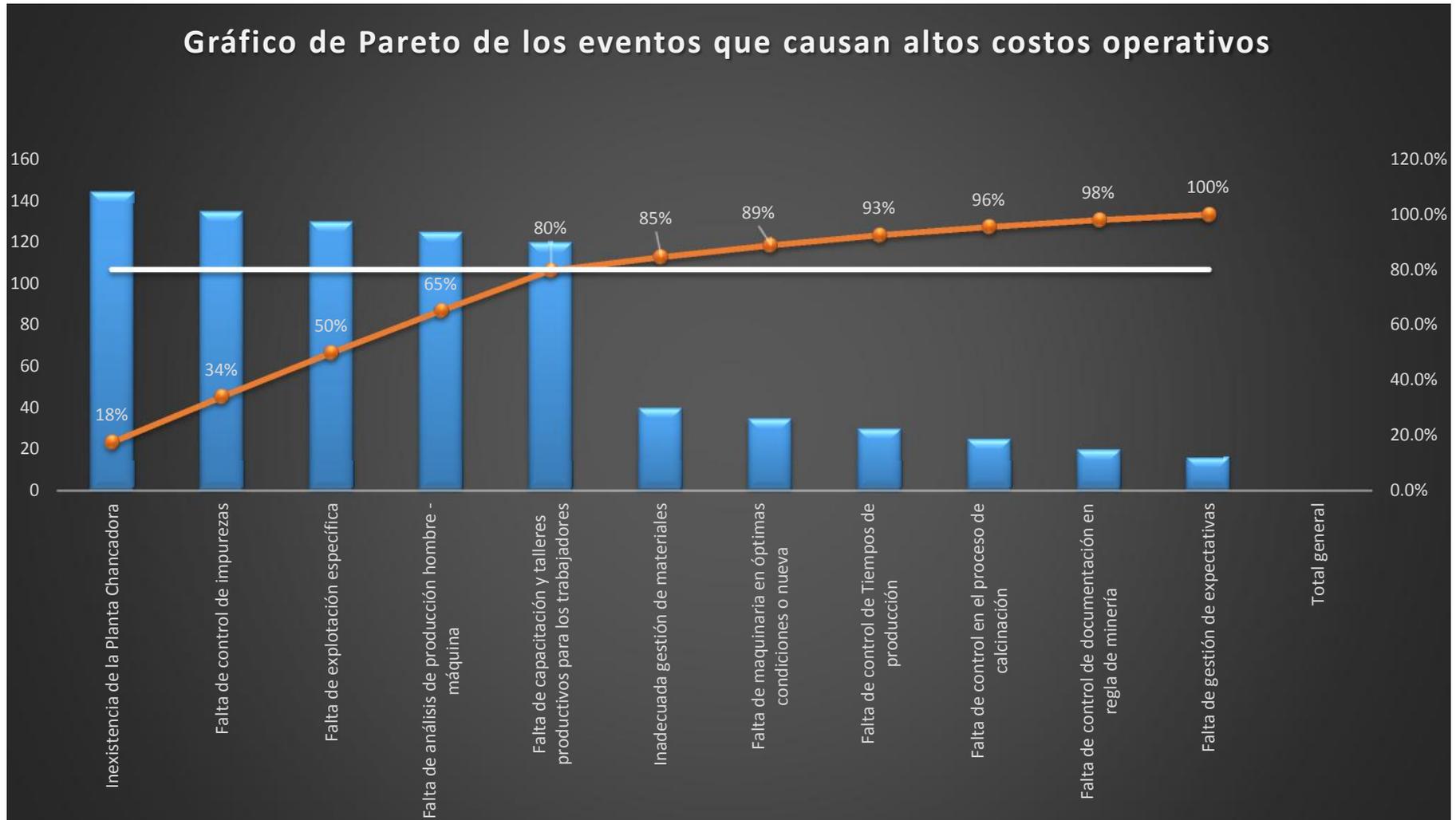
3.7.5. Matriz de Priorización de Pareto

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN				
CR	CAUSA	Σ (encuesta)	% Impacto	Acumulado
Cr2	Inexistencia de la Planta Chancadora	80	17%	17%
Cr11	Falta de control de impurezas	78	16%	33%
Cr10	Falta de explotación específica	76	16%	49%
Cr4	Falta de análisis de producción hombre - máquina	73	15%	64%
Cr8	Falta de capacitación y talleres productivos para los trabajadores	70	15%	79%
Cr1	Inadecuada gestión de materiales	18	4%	82%
Cr3	Falta de maquinaria en óptimas condiciones o nueva	18	4%	86%
Cr5	Falta de control de Tiempos de producción	17	4%	90%
Cr6	Falta de control en el proceso de calcinación	17	4%	93%
Cr7	Falta de control de documentación en regla de minería	16	3%	97%
Cr9	Falta de gestión de expectativas	16	3%	100%
TOTAL		479		

Las principales causas que son prioridad son las siguientes:

Cr2	Inexistencia de la Planta Chancadora
Cr11	Falta de control de impurezas
Cr10	Falta de explotación específica
Cr4	Falta de análisis de producción hombre - máquina
Cr8	Falta de capacitación y talleres productivos para los trabajadores

3.7.6. Gráfico de Pareto



3.7.7. Matriz de Indicadores

Causa Raíz	Descripción	Indicador	Formula	Actual	Meta	Herramienta
CR 2	Inexistencia de Planta Chancadora.	Tiempo de operación	$\frac{\text{Horas de trabajo}}{\text{Toneladas de Caliza}}$	2 horas/tonelada	1.6 horas / tonelada	Estudio de Tiempos y Estudio de Granulometría
CR 11	Falta de control de impurezas.	% de antracita en producto final	$\frac{\text{Kg de antracita en una tonelada}}{\text{Tonelada producida}} * 100\%$	25%	5%	Estudio de Cantidades y Pesos
CR 10	Falta de Explotación Específica	Reducción de ley por zonas	$\text{Ley Máxima} - \text{Ley Actual}$	15%	2%	Estudio de Calidad
CR 4	Falta de análisis de producción hombre - máquina	% Tiempo productivo de maquina	$\frac{\text{Tiempo productivo de Maq.}}{\text{Tiempo de ciclo total}} * 100\%$	75%	90%	Diagrama Hombre - Maquina
CR 8	Falta de capacitaciones y talleres productivos para los trabajadores.	% Personal capacitado	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Personal total}} * 100\%$	80%	95%	Plan de Capacitación

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1. Solución de la propuesta por causa raíz 2 (Inexistencia de la planta chancadora)

También se determinó y ubicó los puntos para el trazo del eje de la planta de chancado, al costado de la explotación de la cantera el cual servirá para la ubicación de las diferentes plataformas de la planta:

- Plataforma cancha de alimentación a tolva de gruesos
- Plataforma de chancado en circuito cerrado y tamizado o clasificación de finos
- Plataforma de conos de producción y despacho de productos

4.1.1. Estimado del Nivel de Inversión

El nivel de inversión del proyecto pasa por las siguientes etapas:

- ✓ Levantamiento topográfico para determinar la ubicación de la planta.
- ✓ Ubicación del eje de la planta y su perfil topográfico para el cálculo de la cantidad de materiales en metros cúbicos, para el movimiento de tierras.
- ✓ Diseño del Diagrama de Flujo y plano de arreglo de equipos a escala para la planta de chancado.

Cotización de las partidas para la planta de chancado:

- Movimiento de tierras
- Obras civiles
- Fabricación de equipos
- Montaje de equipos
- Fuente de energía, Centro de Control de Motores, y redes eléctricas.
- Puesta en marcha de la planta.

En ese sentido se han determinado los costos de todas las partidas involucradas para la planta de chancado, que es como sigue:

4.1.1.1. Movimiento De Tierras:

Planta de Chancado

De acuerdo al perfil topográfico del eje de la planta de chancado, se requiere hacer los cortes para las plataformas correspondientes en una cantidad de 3,770 M3 de material de cerro constituido por aglomerados.

Los cortes son para las plataformas de:

- ✓ Plataforma de stock de piedra caliza de tamaño entre 8" y 10", para ser alimentada a la tolva de gruesos con parrilla de luz de 10" que permite el paso de tamaños no mayores a 10".
- ✓ Plataforma de equipos de chancado (chancadoras de quijadas) para piedra caliza, zaranda vibratoria y fajas transportadoras. Las chancadoras de quijada proveerá tamaños entre 4" y 5" cuando se requiera por un espacio de 8 horas para cargarse a los hornos de calcinación.

Planta de Calcinación

De acuerdo al perfil topográfico de la planta de calcinación, se requiere perfilar horizontalmente las plataformas de carga de los hornos y despacho de agregados, así como la plataforma de descarga de la producción de óxido de calcio.

- ✓ Plataforma de carga para hornos verticales y stock de agregados de diferente granulometría ($\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{8}$ ") para ser despachados a través de volquetes.
- ✓ Plataforma de descarga de los hornos, molienda, ensacado y despacho de óxido de calcio: cal viva y cal apagada.

4.1.1.2. Obras Civiles

Las principales obras civiles son las siguientes:

- ✓ Tolva de gruesos de 50 toneladas de capacidad
- ✓ Cimentaciones de chancadoras de quijadas en concreto 210
- ✓ Cimentaciones de pedestales para fajas transportadoras
- ✓ Cimentaciones de zaranda vibratoria de 4 pisos
- ✓ Muros de contención y plataformas

4.1.2. Fabricación de Equipos

Los equipos metal mecánicos que se fabricarán para la planta de chancado de piedra caliza, son los siguientes:

- ✓ Chute de descarga de la tolva de gruesos
- ✓ Grizzly o parrilla estacionaria de 2' x 5' con luz de 2"
- ✓ Chancadora de quijada 12" x 24" a adquirirse de fundiciones especializadas

- ✓ Chancadora de quijada 8" x 12" existente en poder del propietario y que se usará como chancadora secundaria (se recomienda chancadora cónica de 2').
- ✓ Zaranda vibratoria 5' x 10' de 4 pisos con mallas de 3/4", 1/2", 3/8", - 1/8".
- ✓ Faja transportadora N° 1 de 18" x 13 metros que alimenta a la zaranda vibratoria.
- ✓ Faja transportadora N° 2 de 18" x 11.5 metros de retorno de gruesos que descarga en la chancadora secundaria de 8" x 12".
- ✓ Faja transportadora N° 3 de 18" x 15 metros que descarga agregados de - 3/4" + 1/2" en el cono correspondiente.
- ✓ Faja transportadora N° 4 de 18" x 8 metros que descarga agregados de - 1/2" + 3/8" en el cono correspondiente.
- ✓ Faja transportadora N° 5 de 18" x 8 metros que descarga agregados de - 3/8" + 1/8" en el cono correspondiente.
- ✓ Molino de martillos de 12" x 24" con una capacidad de 30 TM/día para pulverizar oxido de calcio extraído de los hornos de calcinación.

Los mencionados equipos se fabricaran en Lima donde se entregarán para ser transportados a la ciudad de Cajamarca, luego a la cantera a 40 minutos de la ciudad.

4.1.3. Montaje de Equipos

El montaje se realizará una vez estén los equipos en la cantera y se terminen las obras civiles correspondientes.

4.1.4. Construcción de Sub estación Eléctrica, Centro de Control de Motores e Instalación de Redes Eléctricas

Se observa la ubicación de la sub estación eléctrica, caseta adecuada donde se ubicará el transformador de 200 Kva en un área de 20 M2, y el centro de control de motores el cual se construirá de material noble en un área de 20 m² de acuerdo a los planos de diseño.

4.1.5. Puesta en Marcha de la Planta

La puesta en marcha de la planta se ha programado realizarse a fines del montaje, y en plazos que permitan realizar los ajustes correspondientes, que por lo general se considera una semana para dejar los equipos operando adecuadamente.

4.1.6. Equipos para la Planta de Chancado



Foto 3: Chancadora Primaria (Foto Referencial).



Foto 4: Chancadora Secundaria (Foto Referencial).



Foto 5: Zaranda vibratoria (Foto Referencial).



Foto 6: Molinos de Martillo (Foto Referencial).



Foto 7: Faja Transportadora (Foto Referencial).

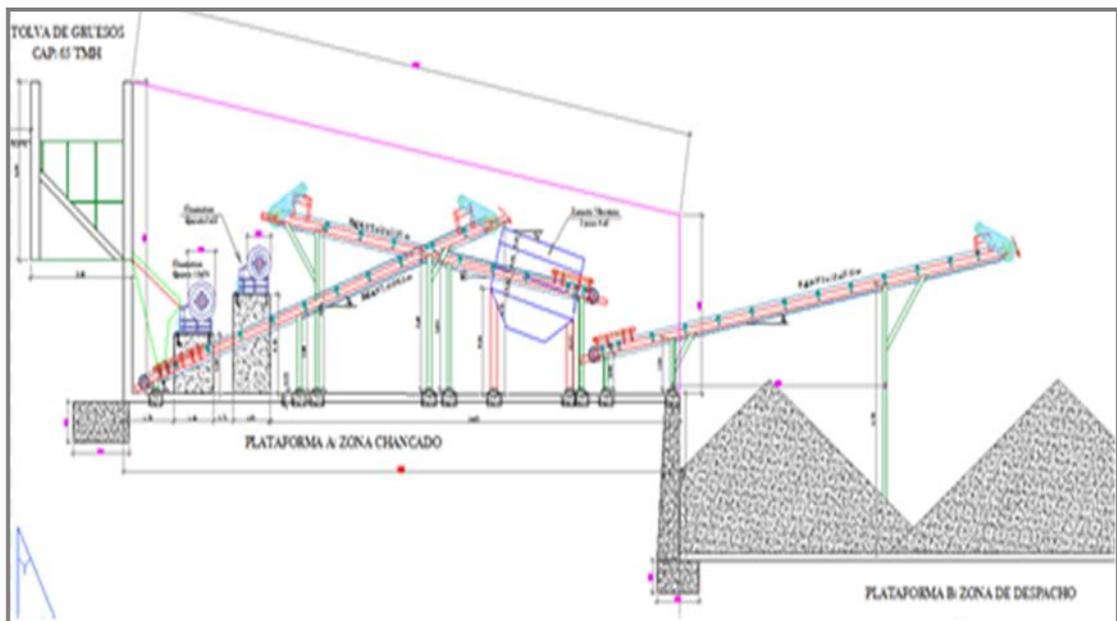


Foto 8: Plataforma de Chancado.

4.1.7. Beneficios de la mejora

4.1.7.1. Ahorro de tiempo:

Actualmente el chancado se realiza con herramientas artesanales, se estima que implementando la planta chancadora se aumentará en 200% la producción de roca chancada.

4.1.7.2. Reducción de riesgos ocupacionales

El chancado artesanal lo realizan trabajadores que constantemente están expuestos a inhalación de polvos tanto de carbón como de roca caliza, a cansancio y a otros accidentes provocados por las herramientas.

4.1.7.3. Chancado uniforme

La planta chancadora nos dará medidas uniformes y esto no se logra con el chancado artesanal que se está realizando. Por tanto beneficiará también a que la roca sea calcinada completamente.

4.2. Solución de la propuesta por causa raíz 11 (Falta de Control de Impurezas)

Se ha revisado las normas AASHTO para determinar la calidad de la cal, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, y se han efectuado análisis en muestras reales para demostrar la eficiencia en el control de calidad de este producto industrial.

El control de la calidad del producto se realiza en concordancia con los requisitos químicos dados por el laboratorio INGEOCONSULT E.I.R.L.

Según las normas ITINTEC, los tipos de cal tienen la clasificación que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 5: Clasificación de los tipos de cal según ITINTEC.

TIPO DE CAL	Altamente Cálcica	Cálcica	Dolomítica
CaO + MgO	90%	80%	80%
MgO	4	6	6
CO ₂ (en planta)	5	5	5
CO ₂ (en mina)	7	7	7
CaO+MgO (libre)	8	8	8
Humedad en planta	3	3	3

Tabla 6: Requisitos granulométricos de los tipos de cal.

Según AASHTOT (192)	Grado A	Grado B	Grado C
Máx. residuo sobre tamiz #30	2%	3%	4%
Máximo residuo en tamiz #200	12	14	18
Según ITINTEC	Altamente cálcica	Cálcica	Dolomítica
Residuo obtenido sobre tamiz #30	No mayor de 0.5%		
Resultado obtenido sobre tamiz #200	No mayor de 15%		

Tabla 7: Impurezas de los tipos de cal.

Tipo 1 según norma AASHTO T (219)	Tipo 2 según ASTM C (25)	Según ITINTEC
<p>Determinación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Alcalinidad Hid. aparente. b) Alcalinidad total. c) Pérdida por ignic. <p>Sustancias obtenidas</p> <ul style="list-style-type: none"> a. CaCO b. Ca(OH)2 	<p>Determinación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Sílice + Resid. Insol. b. M2O3(Al2O3+Fe2O3) c. CaO d. MgO e. SO3 f. CO2 g. Humedad h. pérdida por ignición <p>Sustancias calculadas</p> <ul style="list-style-type: none"> a) CaCO3 b) Ca(OH)2 c) MgCO3 d) Mg(OH)2 e) CaSO4 f) CaO y MgO libres 	<p>Determinación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Humedad b. Mat insol + SiO2+Pérdida por ignición. c. CaO d. MgO e. SO3 f. CO2 <p>Sustancias calculadas</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Ca(OH)2 b) MgO y CaO libre c) CaCO3 d) CaSO4

4.2.1. Parte Experimental

Se realizaron los siguientes ensayos para verificar la calidad y las impurezas presentes en la cal de la concesión ITALO:

4.2.1.1. Método Gravimétrico y Complexométrico para la Determinación de Óxidos de Sílice, Aluminio, Hierro y Calcio.

- **Equipo**

- ✓ Mufla de 1 150 °C
- ✓ Crisoles de platino
- ✓ Vasos de diferentes medidas
- ✓ Matraces Erlenmeyer
- ✓ Embudos
- ✓ Papel filtro para finos y medios
- ✓ Platos de calefacción (250°C)
- ✓ Buretas triple vía de 50 mL
- ✓ Pipetas de 50, 20 y 5 mL
- ✓ Frascos de vidrio y plástico
- ✓ pH-metro

- **Reactivos**

- ✓ Acetato de amonio
- ✓ Ácido acético concentrado
- ✓ Ácido calconcarboxílico (indicador)
- ✓ Ácido clorhídrico concentrado
- ✓ Ácido sulfosalísilico (indicador)
- ✓ Amoníaco concentrado
- ✓ Complexon III (Titriplex III, EDTA)
- ✓ Hidróxido de potasio
- ✓ Píridazo-2-naftol (PAN indicador)
- ✓ Sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O)
- ✓ Trietanolamina

- **Procedimiento**

- ✓ Lavar y secar bien un crisol de platino y llevar a la mufla a 1 000°C por 15 minutos.

- ✓ Sacar y llevar al desecador hasta obtener peso constante.
- ✓ Añadir 1 g de muestra fundente (0,5 g de Na_2CO_3 + 0,5 g de K_2CO_3) mezclar y homogenizar. Cubrir la muestra con 2 g de mezcla fundente.
- ✓ El crisol con la muestra fundir en el mechero Fischer, luego colocar la tapa de platino e introducir en la mufla a $1\ 000^\circ\text{C}$ por 30 minutos.
- ✓ Sacar la muestra, enfriar violentamente en agua fría, la base del crisol, colocar el crisol en un plato ancho de porcelana previamente limpio.
- ✓ Añadir lentamente 1 mL de agua destilada y 10 mL de ácido clorhídrico concentrado, con ayuda de una varilla de vidrio disgregar los grumos formados o pegados en el crisol.
- ✓ Vaciar la muestra en el plato de porcelana lavando bien el crisol con la menor cantidad posible de agua caliente y seguir disgregando si es necesario los grumos formados.
- ✓ Colocar el plato de porcelana en baño maría y evaporar a sequedad.
- ✓ Disolver con 10 mL de HCl concentrado y 50 mL de agua destilada caliente, tratando de homogenizar la muestra, luego poner 10 minutos en baño maría
- ✓ Preparar el filtro, banda blanca para gruesos y un balón aforado de 250 mL. Filtrar cuidadosamente la muestra contenida en el plato de porcelana.
- ✓ El filtrado recoger en el balón, lavando con agua destilada caliente, hasta que el residuo no dé reacción de cloruros con AgNO_3 .



Foto 9: Tara de la muestra.



Foto 10: Muestras en la mufla.

- **Residuo: Determinación de Sílice**

Colocar en un crisol de platino (tarado y pesado) - Calentar y quemar cuidadosamente el papel filtro (que no se forme llama) hasta coloración blanquecina (500 a 600°C) con la ayuda de un mechero fisher - Calcinar por 30 minutos en una mufla a 1 000°C - Enfriar en el desecador y pesar.

$$\% \text{SiO}_2 = (\text{peso crisol} + \text{precipitado calcinado}) - \text{peso crisol vacío} * 100.$$



Foto 11: Crisol con muestra.

- **Determinación de Cationes**

- ✓ Recibir el filtrado obtenido anteriormente
- ✓ Agitar y homogenizar
- ✓ Pipetear para

HIERRO (Fe): 50 mL

ALUMINIO (Al): 50 mL

CALCIO (Ca): 20 mL

MAGNESIO (Mg): 20 MI

4.2.1.2. Determinación de Óxido De Hierro Fe₂O₃.- Método Complejo métrico

- ✓ 50 mL de alícuota de solución preparada.
- ✓ Determinar el pH de 1.5 a 1.7 con solución de amoníaco (controlar con pH-metro).
- ✓ Agregar indicador ácido sulfosalísílico (0.5 a 0.8 g) hasta coloración violeta intenso.
- ✓ Calentar ligeramente la solución.
- ✓ Titular con EDTA (hasta cambio de coloración de violeta a amarillo).

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1.996 * \text{ml EDTA consumidos} * \text{factor EDTA}$$



Foto 12: Preparado de muestra para titulación.

4.2.1.3. Determinación de Óxido De Aluminio Al_2O_3 .- Método Complexometrico

- ✓ 50 ml de solución preparada.
 - ✓ Determinar pH 3 con buffer de acetato de amonio.
 - ✓ Agregar 10 ml de EDTA (en caso de crudo clinker y cemento) y 15 ml en caso de arcillas arenosas.
 - ✓ Calentar hasta ebullición por 5 minutos.
 - ✓ Agregar 5 a 6 gotas de indicador PAN.
 - ✓ Titular con solución de Sulfato de Cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.05 M hasta cambio de coloración de amarillo a azul intenso.
- $$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.275 * [(\text{ml EDTA total} - \text{ml EDTA Fe}_2\text{O}_3) * \text{factor EDTA} - (\text{mLCuSO}_4 * f \text{ CuSO}_4)]$$



Foto 13: Titulación de la muestra.

4.2.1.4. Determinación de Óxido de Calcio CaO: Método Complexométrico

- ✓ En un Erlenmeyer agregar 20 ml de hidróxido de potasio al 20% (controlar que el pH . sea menor a 12).
- ✓ Agregar 5 ml de solución de trietanolamina al 20%.
- ✓ De la solución obtenida en el filtrado, tomar una alícuota de 20 ml.
- ✓ Agregar pocos mg de indicador ácido calconcarboxílico.
- ✓ Titular con EDTA 0.05 M hasta cambio de coloración de violeta a azul.
- ✓ El viraje también se lo puede realizar utilizando como indicador calceína, hasta cambio de coloración de anaranjado a rosado.

$$\% \text{CaO} = 3.505 * \text{ml EDTA} * \text{factor EDTA}$$



Foto 14: Indicador de calceína.

4.2.1.5. Determinación de Óxido de Magnesio MgO: Método Complexométrico

- ✓ Agregar con una probeta 25 ml de cloruro de amonio y 10 ml de trietanolamina al 10%.
- ✓ Adicionar una pequeña cantidad de ácido ascórbico (0.5 mg) y agitar.
- ✓ 20 ml de alícuota de solución preparada.
- ✓ Pocos mg de indicador thymophtalexon.
- ✓ Titular con EDTA hasta viraje con cambio de coloración de azul a café claro.

$$\% \text{ MgO} = 2.52 * (\text{ml EDTA} - \text{ml CaO}) * \text{factor EDTA}$$



Foto 15: Medición de los insumos.

4.2.1.6. Determinación de las Pérdidas por Calcinación

- **Equipo Necesario**

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Mufla
- ✓ Crisol
- ✓ Desecador
- ✓ Espátula
- ✓ Pincel
- ✓ Pinza de metal

- **Procedimiento**

- ✓ Pesar 1 g de muestra sobre el crisol tarado y pesado.
- ✓ Calcinar por treinta minutos en la mufla a 1 000 °C.
- ✓ Sacar, dejar enfriar el crisol en el desecador por 20 minutos
- ✓ Pesar el crisol.
- ✓ Calcular el porcentaje de pérdida por calcinación.

- **Cálculos**

$$\%PPC = \frac{\text{peso crisol más muestra} - \text{peso crisol más muestra calcinada}}{\text{peso crisol más muestra}} * 100$$

4.2.1.7. Método para Determinación de Carbonatos de Calcio Totales a Través de la Titulación de la Piedra Caliza.

- **Reactivos**

- ✓ Ácido clorhídrico 0,5 N
- ✓ Hidróxido de sodio 0,5 N
- ✓ Agua destilada
- ✓ Fenolftaleína

- **Equipos**

- ✓ Bureta
- ✓ Pinzas
- ✓ Erlenmeyer

- **Titulación**

- ✓ Pesar 1 gr de muestra.
- ✓ Añadir 20 ml de Ácido clorhídrico 0,5 N.
- ✓ Hacer hervir la solución.
- ✓ Enfriar con agua destilada.
- ✓ Enfriar con agua destilada.
- ✓ Añadir unas gotas de fenolftaleína y titular con hidróxido de sodio 0,5 N.

4.2.1.8. Método de Ensayo para Determinar las Propiedades de Plasticidad

- **Equipo**

- ✓ Aparato de Vicat Modificado
- ✓ Molde
- ✓ Placa base

- **Procedimiento de mezclado**

- ✓ Añadir 300 g de muestra a una cantidad medida de agua contenida dentro del tazón de mezclado.
- ✓ Mezclar manualmente 10 s con una espátula rígida. Cubrir la pasta para evitar la evaporación del agua.
- ✓ Insertar la paleta en el equipo y mezclar la pasta por 30 s con la mezcladora mecánica

- ✓ Remezclar por 30 segundos y determinar la consistencia. Si la penetración es menor que 15 mm retornar toda la pasta al recipiente, añadir agua y mezclar por 15 s. Si la penetración es mayor que 25 mm, repetir el ensayo. Para determinar la consistencia, colocar el molde con su base mayor descansando sobre la placa base y llenarlo con pasta de muestra. Luego enrazar la pasta nivelándola con la espátula. Centrar el molde con la pasta que descansa sobre la placa de vidrio, bajo la varilla del aparato modificado de Vicat. Colocar la varilla del aparato en contacto con la pasta y liberar la varilla. Registrar la lectura final 30 s después de que la varilla fue liberada.

$$CN = \frac{V}{M} * 100$$

Donde:

CN = Consistencia normal

V = volumen utilizado en la muestra

m = masa de la muestra

4.2.1.9. Método para la Determinación de la Densidad por Medio del Frasco de Le Chatelier.

- **Equipo**

- ✓ Frasco de Le Chatelier

- **Reactivos.**

- ✓ Alcohol etílico.

- **Procedimiento.**

- ✓ Llenar el frasco con alcohol etílico hasta el punto en el cuello situado entre las marcas 0cm³ y 1cm³. Secar el interior del frasco por encima del nivel del líquido, si es necesario, después del vertido. Registrar la primera lectura después de haber sumergido el frasco en un baño de agua.
- ✓ Introducir aproximadamente 50 g de muestra. Evitar salpicaduras y observar que la muestra no se adhiera al

interior del frasco sobre el líquido. Se puede utilizar un aparato de vibración para acelerar la introducción de la muestra en el frasco y para evitar que la muestra se pegue al frasco.

- ✓ Después de que se ha introducido toda la muestra, colocar el tapón en el frasco y rodar el frasco en una posición inclinada, o girar suavemente describiendo un círculo para liberar el aire de la muestra. Si se añade una cantidad adecuada de muestra, el nivel del líquido debe estar en su posición final en algún punto en la serie superior de graduaciones.
- ✓ Tomar la lectura final después de sumergir el frasco en el baño de agua.
- ✓ Calcular la densidad mediante:

$$\rho = \frac{V_2 - V_1}{m_2 - m_1}$$

Donde:

= densidad en g/cm³

V₂ = Volumen final

V₁ = Volumen inicial

m₁ = masa del frasco con el alcohol

m₂ = masa del frasco con la muestra

4.2.1.10. Método De Ensayo Para El Tamizado

- **Equipos.**

- ✓ Tamices que deben cumplir con la NTE INEN 154. Preferiblemente los tamices deben tener una profundidad de 10 cm

- **Análisis por tamizado de la muestra.**

- ✓ Seleccionar los tamices deseados y acoplarlos colocando el de mayor tamaño de malla en la parte superior.



Foto 16: Selección de tamices.

- ✓ Pesar una muestra de 100 g del material a ser ensayado y colocarla sobre el tamiz superior.



Foto 17: Ensayado de muestras.

- ✓ Realizar la operación de tamizado por medio de un movimiento lateral y vertical del tamiz acompañado de agitación para mantener la muestra en movimiento continuo sobre la malla del tamiz.

- ✓ Continuar el tamizado hasta que la cantidad que pase durante un minuto cualquier tamiz, no sea mayor al 1 % de residuo. Si se emplea el tamizado mecánico, el equipo debe ser capaz de impartir el tipo de agitación descrito en el tamizado manual. Mantener la agitación por 15 minutos.



Foto 18: Tamizado de muestras.

- ✓ Pesar el residuo retenido en cada tamiz.



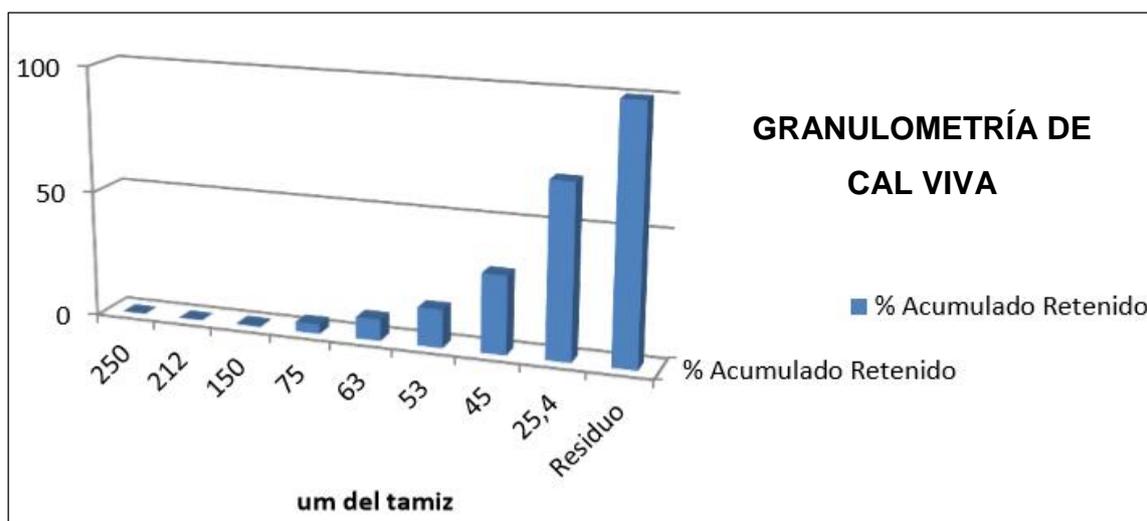
Foto 19: Pesado del residuo.

4.2.2. Resultados de los ensayos de control de impurezas

4.2.2.1. Resultados de Granulometría de la Cal

Cuadro 9: Granulometría de la cal.

μm	N° de Tamiz	Peso retenido/tamiz (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Pasa/tamiz	% Acumulado Pasa
250	60	0,05	0,05	0	99,95	100,00
212	70	0,06	0,06	0,11	99,94	99,89
150	100	0,46	0,46	0,57	99,54	99,43
75	200	3,28	3,29	3,86	96,72	96,14
63	230	4,65	4,66	8,52	95,35	91,48
53	270	6,57	6,59	15,11	93,43	84,89
45	325	15,86	15,90	31,01	84,14	68,99
25,4	500	68,46	68,64	68,64	31,54	31,36
Residuo		0,35	0,35	100,00	99,65	0,00
Sumatoria		99,74				



Gráfica 1: Granulometría del producto.

La gráfica N° 1 indica que el producto realizado posee una granulometría óptima para su comercialización. Se ha llegado a la obtención de éstos datos adoptándolos como los que satisfacen las características necesarias o las similares al producto del mercado.

4.2.2.2. Resultados de la Densidad de la cal viva granada y cal viva molida.

Se realizó este análisis con una muestra de 50 g.

Cuadro 10: Densidad del producto diseñado y del producto comercial.

Muestra	V ₁ (cm ³)	V ₂ (cm ³)	m ₁ (g)	m ₂ (g)	Variación Volumen	Variación masa	densidad (g/cm ³)
Cal en planta	0,60	19,4	347,5	393,0	18,80	45,50	2,42
Cal en mina	0,60	18,40	341,1	382,0	17,80	40,90	2,30

4.2.2.3. Resumen de Resultados del Análisis Complexométrico

Composición	CALIZA INTEMPERIZADA	CALIZA CANTERA	Cal Viva
Carbonatos totales	83,75	97,75	99
Perdida por Calcinacion	38,65	39,90	13,20
SiO ₂	10,32	4,85	23,70
AL ₂ O ₃	1,53	1,34	1,62
Fe ₂ O ₃	1,60	0,77	1,48
CaO	47,05	52,46	58,88
MgO	0,47	0,33	0,51
SO ₃ (%)	0,12	0,11	0,33
Na ₂ O (%)	0,24	0,22	0,25
K ₂ O (%)	0,01	0,03	0,03
CO ₂ (%)	38,65	38,63	26,21
Total	100	100	100



Gráfica 2: Resumen de datos complexométricos.

En la gráfica N° 2 se encuentran un resumen de los datos complexométricos llevados a cabo en el laboratorio en el cual se

puede observar los porcentajes correspondientes a los distintos parámetros analizados.

4.2.3. Cronograma para control de impurezas

Tipo de análisis	Frecuencia	Lugar
Ensayo granulométrico	Trimestral	Planta ITALO
	Semestral	En mina
Ensayo de densidad	Trimestral	Planta ITALO
	Semestral	En Mina
Análisis complexométricos	Semestral	Planta ITALO
	Semestral	En mina

4.2.3.1. Método de Recolección de Muestras

La recolección de las muestras se llevó a cabo tomando muestras por duplicado de cal viva en el almacén de la planta Ítalo de manera aleatoria, cada una de las cuales debe pesar por lo menos 2.5 Kg.

4.2.3.2. Tratamiento de las Muestras

A las muestras recolectadas se les practicaron los análisis físico-químicos correspondientes, como son: el análisis granulométrico, el análisis volumétrico y gravimétrico.

4.2.4. Beneficios de la mejora

4.2.4.1. Cumplimientos de los contratos:

Los contratos con las empresas compradoras de óxido de calcio (cal) especifican que la ley del producto debe ser mayor a 85%, las impurezas hacen que esta ley baje por ende puede romperse los contratos.

4.2.4.2. Evitar de multas

El estado impone normas y especificaciones para comercializar el producto, en este caso cal, en cuanto a granulometrías, densidades e impurezas; si no se cumplen la empresa será multada.

4.2.4.3. Garantía para entrega de un buen producto

Para evitar que el producto se contamine con otras sustancias, es necesario también realizar un análisis del producto en mina, conservando así la garantía del producto puesto en el lugar especificado.

4.3. Solución de la propuesta por causa raíz 10 (Falta de Explotación Específica)

Para determinar las zonas con anomalías en la ley de la caliza se va a analizar la geología, mineralogía y el cálculo de reservas de la zona.

4.3.1. Geología

La geología se ha revisado en el geocatmin y verificado en campo, donde se presentan las formaciones geológicas Cajamarca, Quilquiñan Mujarrum y Volcánico San pablo, la única formación geológica que contiene Calizas óptimas para producción de cal es la Fm Cajamarca presente mayoritariamente en la concesión Ítalo:

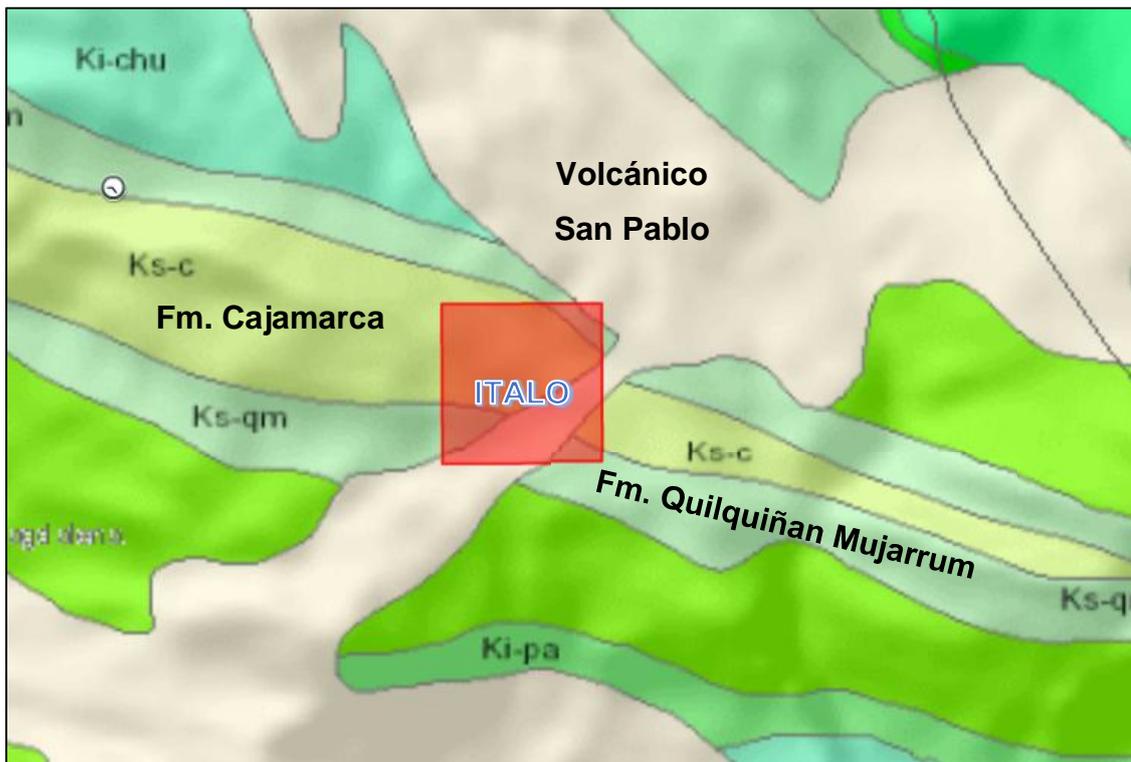


Imagen 1: Geología de la zona.

4.3.1.1. Formación Cajamarca

La formación Cajamarca, nombre dado por BENAVIDES (1956), corresponde a una de las secuencias calcáreas del Cretáceo superior que más destaca topográficamente, por su

homogeneidad litológica y ocurrencia en bancos gruesos y duros, y cuyos afloramientos exhiben una topografía kárstica con su fuersor pendiente y en muchos casos barrancos de paredes inaccesibles. Su grosor varía entre los 600m y 700m.

Esta unidad yace concordantemente sobre el Grupo Quiquiñán y, con la misma relación subyace a la formación Celendin.

Consiste generalmente de calizas gris oscuras o azuladas y macizas, con delgados lechos de lutitas y margas de los mismos colores. Las primeras se presentan en gruesos bancos con escasos fósiles, a diferencia de las segundas que sí contienen abundante fauna.

Los afloramientos de la formación Cajamarca son frecuentes a partir de los ríos Crisnejas y San Jorge, de donde se propagan hacia el norte, Generalmente ocupan las partes más altas de la región y conforman largos sinclinales, tal como sucede en los cerros Huauguen y Chontayoc, al norte de la hacienda Suchubamba y en la Pampa de la Culebra y hacienda Sangal.



Foto 20: Calizas de la Fm. Cajamarca.

Rumbo y Buzamiento:

Rumbo es N100° y Buzamiento 20NE.

4.3.1.2. Formación Quilquiñan Mujarrum

Esta unidad es fácilmente distinguible por su relieve suave, constituido por limoarcillitas, lutitas grises y verdosas intercaladas con estratos delgados de calizas nodulares y margas que generan un relieve suave ondulado, superficialmente muestran una coloración crema a marrón claro. Los mejores afloramientos de tal unidad se hallan en los flancos del pliegue Sinclinal de Bagua suprayace concordantemente al Grupo Pulluicana e infrayace a la Formación Cajamarca. Es una unidad que tiene condiciones geotécnicas muy malas para obras civiles, más aun si tiene condiciones geodinámicas y controles estructurales muy difíciles.

4.3.1.3. Volcánico San Pablo

Esta unidad consiste en gruesos estratos de rocas volcánicas, intercaladas en la base con areniscas rojizas y en la parte superior de una espesa secuencia de aglomerados y piroclásticos bien estratificados. Alcanza un espesor de 900 m. El volcánico san pablo yace con suave discordancia erosional al volcánico Chilete e infrayace al volcánico Huambos en igual relación.

Edad y correlación.- la ausencia de fósiles o estudios radiométricos en el volcánico san pablo, se estima su edad en base a discordancias, mineralización e intensidad de plegamiento. La acumulación volcánica de esta unidad tuvo lugar durante el paleógeno- neógeno. Se le correlaciona con el volcánico Lavasén.

4.3.1.4. Zona de Interés

Las calizas de la formación Cajamarca son potentes y aptas, como indica la siguiente imagen de color azul:

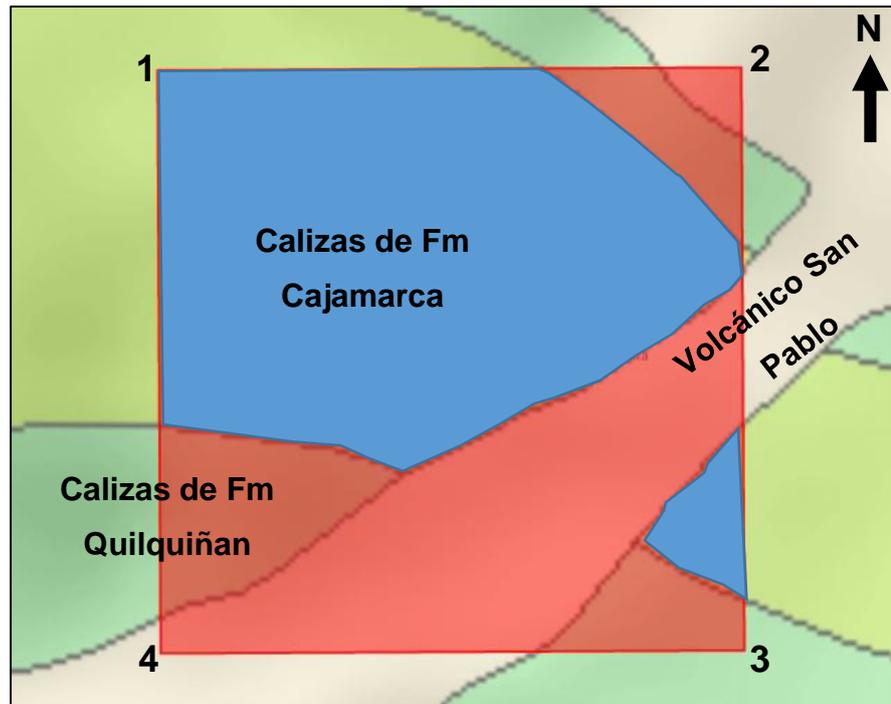


Imagen 2: Zona a explotar de manera macroscópica.

COORDENADAS CONSECIÓN ITALO PSAD 56		
VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	9'203,000.00	768,000.00
2	9'202,000.00	768,000.00
3	9'202,000.00	767,000.00
4	9'203,000.00	767,000.00

4.3.2. Cálculo de las Reservas Óptimas a Explotar:

Se calculó las reservas para explotación específica mediante el Método de la Triangulación.

Metodología:

Se unen los sondeos, formando un mallado triangular. Cada triángulo es la base de un prisma, donde la potencia y densidad son constantes.

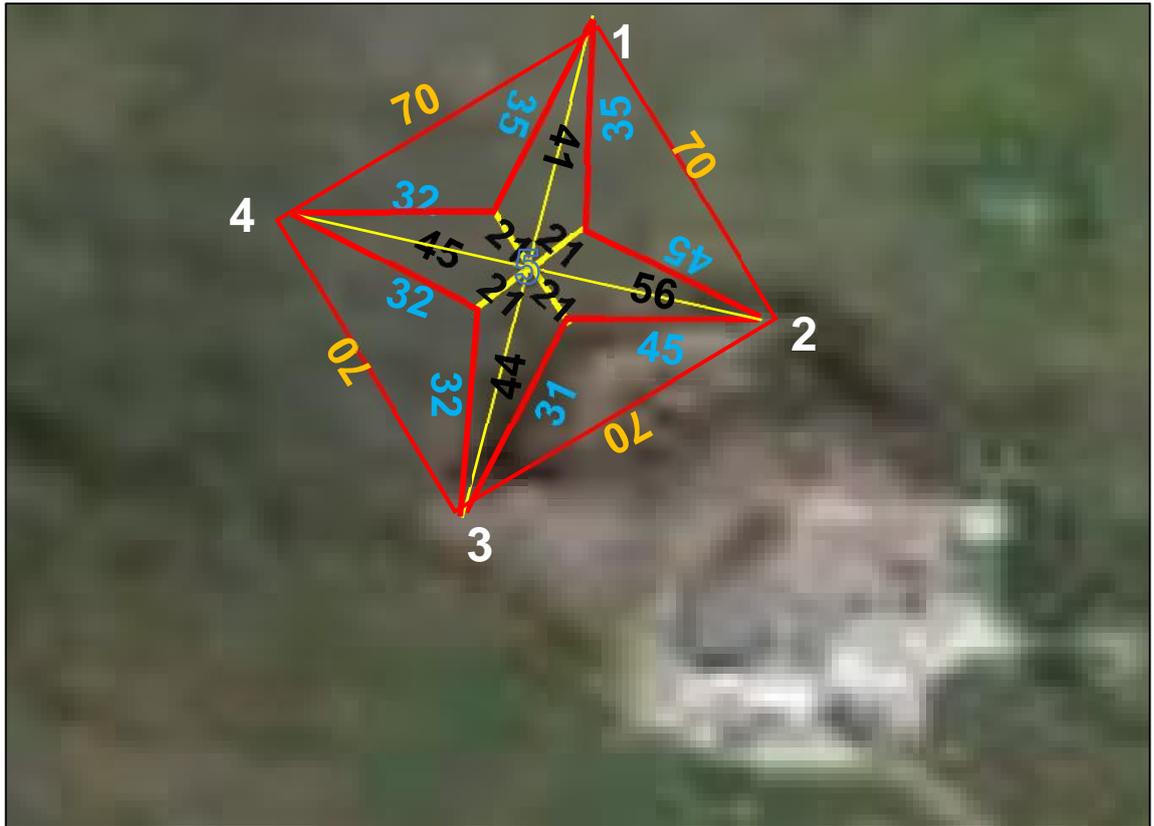


Imagen 3: Triangulación para cálculo de reservas óptimas en ITALO.

4.3.2.1. Cálculo de Datos

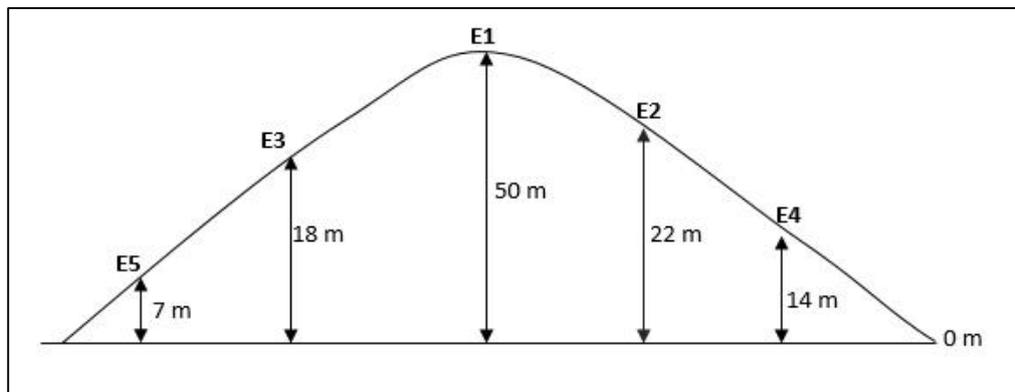
Se calculó las reservas mediante el Método de inversa a la distancia para depósitos con pocas variaciones de potencia.

- El área de la cantera es 1.8 Ha.
- Peso específico de la Caliza 2.71 g/m³

P.E. DE CADA POZO			
COMPONENTE	PORCENTAJE %	P.E. ESTÁNDAR	P%.P.E.
Calcita	95	2700 kg/m ³	0.95*2700
Magnesita	1	2950 kg/m ³	0.01*2950
Hematita	1	4000 kg/m ³	0.01*4000
Sustancias Org	3	2620 kg/m ³	0.03*2620
TOTAL	100 %	$\sum_{i=1}^4 P\% * P.E. =$	2.71

Cálculo de Potencias

Considerando el perfil de estratos en Ítalo.



ESTRATO	Potencia	G	P.E.
1	50 m	9.81 m/s ²	2.70
2	22 m	9.81 m/s ²	2.68
3	18 m	9.81 m/s ²	2.75
4	14 m	9.81 m/s ²	2.64
5	7 m	9.81 m/s ²	2.72

$$\text{Potencia}_{\text{promedio}} = \frac{\sum \text{Potencias}}{\text{número de potencias}}$$

$$\text{Potencia}_{\text{promedio}} = \frac{50 + 22 + 18 + 14 + 7}{5} = 22.2 \text{ m}$$

Cálculo del Área:

El área de la cantera es 1.8 has de acuerdo al plano hecho en autocad. Equivalente a 18000 metros cuadrados.

Cálculo del Volumen del Block:

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Potencia}_{\text{promedio}}$$

$$V_W = 18000 \text{ m}^2 \times 22.2 \text{ m} = 399600 \text{ m}^3$$

Cálculo de la Ley del Block (Inverso al cuadrado a la distancia):

$$\check{V} = \frac{\frac{1}{d_1^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_2^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_3^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_4^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_5^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98$$

El 0.98 corresponde al 98% de carbonato de calcio que se le asigna a la caliza de la concesión ÍTALO.

$$\check{V} = \frac{1}{0.687^2} 98 + \frac{1}{0.687^2} 98 + \frac{1}{0.687^2} 98 + \frac{1}{0.687^2} 98 + \frac{1}{0.687^2} 98$$

$$\check{V} = 0.19967 \times 98 + 0.20 \times 98 + 0.19 \times 98 + 0.21 \times 98 + 0.14 \times 98$$

$$\check{V} = 19.56766 + 19.6 + 18.62 + 20.58 + 13.72$$

$$\check{V} = \frac{92.08766}{100} \% = 0.92$$

Cálculo del Tonelaje

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \check{V}$$

$$\text{Tonelaje} = 399600 \text{ m}^3 \times 0.92 = 367632 \text{ TM}$$

Por tanto mis reservas actuales son 367632 TM, estas son sólo las reservas de las 1.8 ha de área de cantera y las zonas específicas a explotar son las siguientes.



Imagen 4: Zona específica para explotar.

4.3.3. Beneficios de la mejora

4.3.3.1. Selección de calizas de buena calidad:

La geología de las zona es compleja debido al volcánico San pablo que se encuentra en el área, por ello las calizas se alteran fácilmente cambiando su composición química.

4.3.3.2. Obtención de un producto con alta ley

Con la explotación específica seleccionaremos las calizas con alta ley, proporcionando así un producto acorde a las exigencias del mercado.

4.3.3.3. Ahorro de explosivos

Al explotar sólo la zona específica se realiza voladura en la zona de roca de buena calidad evitando generación de desperdicios ahorro de explosivos.

4.3.3.4. Ahorro de operación de máquina

Con la explotación específica se evitará explotar zonas de mala calidad y los gastos que representa.

4.4. Solución de la propuesta por causa raíz 4 (Falta de análisis de producción hombre - máquina)

En la producción minera no metálica en ítalo este tipo de diagrama muestra de manera gráfica la ejecución de actividades simultáneas entre operario (excavadora, volquete, jack leg y compresora) y maquinaria.

El gráfico posee una escala de tiempo que permite observar la duración aproximada de las actividades, aunque la principal utilidad del esquema es la detección y cuantificación de tiempos muertos.

4.4.1. Operario – Excavadora

En el siguiente diagrama se muestra los tiempos óptimos propuestos para las actividades:

Diagrama Hombre – Máquina		
Máquina Tipo: Excavadora PC300	Fecha:	
Departamento: Operación Minera	Hecho por: Luis Ávalos	
Tiempo	Actividad	Marca
15 minutos	Llenado de combustible	
6 minutos	Traslado de la zona de Maniobra a cantera	
3 horas	Desquinche de roca	
40 minutos	Almuerzo	
2 horas	Desquinche de roca	
1 hora	Nivelado de desmontera	

1 hora	Cargado al volquete por 3 veces	
30 minutos	Revisión mecánica del equipo	
6 minutos	Traslado de cantera a patio de maniobras	

Con este diagrama se logra evaluar los tiempos muertos a continuación se muestra el resumen:

RESUMEN PARA OPERARIO EXCAVADORA												
Tipo	Tiempo del Ciclo			Acción			Ocio			Utilización		
	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro
Hombre												
Máquina												

4.4.2. Operario - Volquete

En cuanto al transporte del volquete se considera que hay un alto índice de tiempo muerto, ya que trasporta roca caliza desde cantera hasta la zona de chancado y a veces viajes a la planta de calcinación Puyllucana (Baños del Inca). En el siguiente diagrama se muestra los tiempos óptimos propuestos para las actividades:

Diagrama Hombre – Máquina		
Máquina Tipo: Volvo Way de 18 cubos	Fecha:	
Departamento: Operación Minera	Hecho por: Luis Ávalos	
Tiempo	Actividad	Marca
15 minutos	Llenado de combustible	

6 Minutos	Traslado de la zona de Maniobra a de carguío	
30 minutos	Carguío de caliza	
4 horas	Traslado de roca caliza a Puylucana	
40 minutos	Almuerzo	
2 horas	Traslado de cantera a zona de chancado	
1 hora	Cargado al volquete por 3 veces	
30 minutos	Revisión mecánica del equipo	
6 minutos	Traslado de cantera a patio de maniobras	

Con este diagrama se logra evaluar los tiempos muertos a continuación se muestra el resumen:

RESUMEN PARA OPERARIO VOLQUETE												
Tipo	Tiempo del Ciclo			Acción			Ocio			Utilización		
	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro
Hombre												
Máquina												

4.4.3. Beneficios de la mejora

4.4.3.1. Eliminación de tiempos muertos:

Con un diagrama detallado de Hombre Máquina se identificará los tiempos que no son productivos para la empresa ya que estos no generan ganancias monetarias.

4.4.3.2. Aumento de rendimiento

Analizando el diagrama se propondrá hacer trabajos productivos en los tiempos vacíos.

4.5. Solución de la propuesta por causa raíz 8 (Falta de capacitación y talleres productivos para los trabajadores)

Con fines de la involucración de los trabajadores a la empresa se realiza programas de capacitaciones y talleres, a causa de este problema se ha logrado convencer a gerencia de la contratación de una asistente social, sugiriendo los siguientes programas:

4.5.1. La Población Objetivo

La Empresa desarrollará las actividades y programas sociales con todos los grupos de interés priorizando: Trabajadores en general de la empresa minera PHUYU YURAQ, La Comunidad Ventanillas, Proveedores, Transportistas, y considerando a las esposas de los trabajadores. Con el enfoque de responsabilidad social busca que los actores involucrados de los diferentes grupos de interés se fortalezcan y /o desarrollen sus potencialidades de conocimientos y actitudes, que exista una buena interrelación entre todos los grupos de interés a fin de alcanzar el máximo el Desarrollo de Capacidades.

4.5.2. Programa de Capacitación

Se realizan Charlas, se dictan cursos y talleres dirigidos al personal administrativo, de índole informativa, Educativa y de Desarrollo Humano Personal, realizándose la retroalimentación con los colaboradores de los centros de producción, entre los talleres ejecutados tenemos:

4.5.2.1. Motivación Personal.

La empresa Phuyu yuraq desea estimular a los empleados con el objetivo de que obtengan un mejor rendimiento en el logro de los objetivos de la empresa.

Por medio de la motivación la empresa Phuyu Yuraq obtendrá mejores niveles de desempeño, productividad, eficiencia, creatividad, responsabilidad y compromiso de parte de los empleados.

Pero el principal fin es lograr trabajadores satisfechos y por ende motivados, con la capacidad para contagiar de motivación a los compañeros de trabajo y ofrecer un mejor servicio a los clientes de las empresas, es decir con dinamismo proporcionar la mejor atención a los usuarios o consumidores.

La empresa Phuyu Yuraq desea realizar las siguientes recomendaciones:

- Proporcionar un ambiente de trabajo positivo: promoviendo la creatividad, las nuevas ideas, las iniciativas.
- Permitir la participación en las decisiones: posibilite la toma de decisiones por parte de los empleados y sobre todo respete las opiniones proporcionadas.
- Involucrar a los empleados en los resultados: comunice a sus subordinados la importancia de su trabajo para el desempeño eficiente de la empresa y el logro de las metas.
- Incentivar el sentimiento de pertenencia al grupo: se debe estimular al empleado para que se identifique con la imagen de la compañía. Una buena acción es proporcionar tarjeta de presentación para que el trabajador se sienta representante de la empresa.
- Proporcionar los medios que ayuden a crecer: brindar desarrollo por medio de capacitaciones constantes al empleado, como también que los superiores sean mentores compartiendo su conocimiento con los subordinados.
- Retroalimentación: informar al empleado sobre su nivel de rendimiento, señalando sus puntos de progreso y aquellos donde se debe mejorar.
- Aprenda a escuchar: crear reuniones periódicas en donde los empleados puedan expresar su opinión sobre temas

relacionados o no a la empresa; se puede aprovechar realizar actividades después de la oficina para compartir un rato agradable.

- Agradecimiento: no hay nada más gratificante que un “gracias” sincero, por medio de una nota en el escritorio o un simple correo electrónico, para reconocer el esfuerzo de la persona.
- Reconozca la excelencia: premiar el buen desempeño del trabajador alienta a seguir con el mismo rendimiento.
- Conmemore éxitos: una celebración por los logros alcanzados justifica el esfuerzo realizado.

4.5.2.2. Motivación Laboral y Trabajo en Equipo.

La empresa Phuyu Yuraq considera que el trabajo en equipo es una organización de suma importancia ya que motiva al personal sin que haya una remuneración de por medio, todo trabajador que se le reconozca el esfuerzo, la dedicación, el esmero pero sobre todo el compromiso que tiene hacia su empresa es una motivación muy fuerte, ya que emocionalmente se sentirá como parte de la misma empresa y esto lo transmitirá con sus compañeros, el ser mayor profesionalista y por supuesto con su familia, ya que es la base principal para que todo trabajador se sienta a gusto.

Hoy en día la empresa Phuyu Yuraq está optando por tener un equipo de trabajo muy bien establecido, en donde las metas y objetivos sean muy claros y precisos por ello están reconociendo que si en el lugar de trabajo hay cortesía, amabilidad, buen ambiente laboral se reducirá el estrés laboral, se reducirán los costos que ocasionaba la falta de interés al trabajo y se aumentara la productividad.

Se realizarán los trabajos siguientes:

- La Integración: es de suma importancia para que se puedan cumplir los objetivos y las metas establecidas.
- Motivación, es poder considerar al trabajador como parte

importante del equipo tomando en cuenta sus ideas.

- Compromiso y Responsabilidad, es poder ser entregado en las actividades que se les encomienda y dirigiéndose siempre con mucha responsabilidad hacia las tareas asignadas.
- Claridad, tener claro las ideas, las propuestas pero sobre todo lo que se pretende conllevar hacia un resultado exitoso.

4.5.2.3. Taller de Neuroliderazgo.

El Neuroliderazgo va a permitir a la empresa Phuyu Yuraq aplicar los descubrimientos provenientes del campo de las neurociencias al liderazgo y a las organizaciones. Conocer cómo funciona el cerebro permitirá al líder aprender estrategias para desarrollar la creatividad, la innovación, para ser más consciente del impacto real de su comportamiento en los demás.

La empresa Phuyu Yuraq debe transformarse para sobrevivir, desarrollarse y tener éxito.

En esta empresa se desarrolla el taller con los temas: Entendiendo Nuestro Cerebro, Autorregulación, Neuroplasticidad, y Comunicación, Pensando en Positivo, Circulo de Influencia, y se diseña el Plan de Acción Personal; con el objetivo de conocer referente a los procesos cerebrales que explican la conducta, la toma de decisiones, la motivación la inteligencia emocional la forma de relacionarse con otros entre otros aspectos relacionados al mundo organizacional.

4.5.2.4. Taller Eficacia en el Trabajo, Conociéndote a ti Mismo

Todos poseemos un conjunto de competencias, adquiridas a través de la formación y la experiencia, que nos permiten asumir una serie de responsabilidades en un puesto de trabajo. Estas competencias son producto de la suma de conocimientos, aptitudes, actitudes, valores y habilidades.

Las competencias más buscadas por la empresa Phuyu Yuraq son:

- Capacidad de aprendizaje constante para aprender de los errores y poder enfrentar nuevos retos.
- Mentalidad innovadora: capacidad para ofrecer soluciones más allá de lo que implica el propio puesto de trabajo. Ofrecer alternativas nuevas y eficaces en procesos y tareas.
- Manejo de conflictos: permite solucionar problemas diarios y ayudar a buscar soluciones para los demás.
- Capacidad de trabajar bajo presión sin perder el control, o bajas de rendimiento.
- Capacidad de liderazgo: habilidad para dirigir a los demás, y tomar decisiones, independientemente de tener o no personas a tu cargo.

Como cada puesto de trabajo dentro de las actividades mineras de la empresa Phuyu Yuraq requiere de un conjunto de competencias específicas, debemos tener en cuenta que ciertos trabajos se adaptan mejor que otros a nuestras características.

En la etapa de autoanálisis reconocemos nuestras competencias e identificamos cuáles deberíamos potenciar en relación al puesto que queremos ocupar. Ésta reflexión no se limita únicamente a identificar competencias en nuestra experiencia laboral, sino que incluye nuestros intereses, hobbies, pasatiempos, deportes que practicamos, relaciones personales, etc.

Asimismo, en el proceso de autoevaluación dentro de la empresa Phuyu Yuraq es necesario reflexionar sobre nuestras fortalezas y debilidades:

- Las fortalezas son aquellos aspectos positivos de nuestro perfil, que nos diferencian de las demás personas para una actividad determinada. Son las características propias que aumentan nuestra eficacia y eficiencia en el ámbito laboral.

- Las debilidades son aquellos aspectos de nuestro perfil que nos colocan en una posición de desventaja frente a otras personas candidatas. Son aspectos a mejorar y compensar si fueran imprescindibles para la actividad que queremos desarrollar.

4.5.2.5. Programa Familiar

La preocupación también debe ser por las familias del personal, se viene organizando a las esposas de los trabajadores creando un taller productivo (tejidos) con la finalidad de que se fortalezca y en el futuro tenga un manejo empresarial que les permita una remuneración más para sus familias.

Se ha contemplado contratar para la cocina del comedor del centro de producción a esposas de los trabajadores de manera rotatoria a fin de otorgarles el sueldo que permita apoyar a cada familia.

4.5.2.6. Programa Recreativo y de Motivación

La motivación laboral dentro de la empresa Phuyu Yuraq está basada en la satisfacción de las necesidades, como consecuencia del ámbito y factores laborales relacionados al salario, supervisión, reconocimiento, oportunidades de ascensos (entre otros). Esto a su vez, ligado a otros factores como la edad, salud, relaciones familiares, posición social, recreación y demás actividades laborales, políticas y sociales.

La recreación para la empresa Phuyu Yuraq es una actividad humana muy importante ligada directamente a las necesidades de autor-realización. Por otra parte, el estrés provocado por largas horas de trabajo, rutina, tareas que implican gran esfuerzo, llevan a la desmotivación, falta de atención en las tareas laborales y por ende, ausentismo.

Pero los problemas mayores están relacionados a la interacción entre personas, el intercambio de experiencias que les permita desarrollar nuevos enfoques y aprender en la interacción con otros.

Así, entender la recreación como nueva disciplina es de vital importancia para la empresa Phuyu Yuraq, y entender el papel de la recreación como un fenómeno social que está al servicio del ser humano y que aporta a la formación de personas íntegras. De esta manera, es necesario tomar conciencia y analizar la situación, ya que la recreación es una actividad que va en beneficio de la salud personal del individuo, así como de su entorno, para mejorar, su motivación y calidad de vida.

Adicionalmente, se puede señalar la recreación, como una herramienta de promoción para el desarrollo de aspectos psico emocionales en los trabajadores de la empresa Phuyu Yuraq, como son: la autoestima, la capacidad de superación, la seguridad, el autoconocimiento, el trabajo en equipo, la responsabilidad, el bienestar y la solidaridad como fundamentos y oportunidades de desarrollo. La recreación, más allá de ser una actividad que generar placer y satisfacción, es una forma de convertir el tiempo libre en una orientación importante de proyecto de vida.

Por ello la empresa Phuyu Yuraq realizará actividades para que el personal de la empresa se integre, como la celebración de fechas especiales, cumpleaños Navidad, campeonatos deportivos inter centros de producción y también se entregan presentes como canastas y Regalos.

4.5.2.7. Organización Campeonato de Deporte Trabajadores de la Empresa Minera P'huyu Yuraq II.

Todas las personas necesitan una diversión ocasional. En los eventos de carácter recreativo no solamente hacen contacto con sus compañeros, sino también con los miembros de la dirección, en un clima que esta menos afectado por la inflexibilidad de las relaciones de la cadena de mando.

Los planes recreativos que implementará la empresa P'huyu Yuraq II son los servicios y beneficios que buscan proporcionar al empleado condiciones de descanso, diversión, recreación,

higiene mental u ocio constructivo. En algunos casos, estos beneficios también se extienden a la familia del empleado.

Incluyen:

- Gremio o club
- Áreas de descanso en los intervalos de trabajo
- Música ambiental
- Actividades deportivas.
- Paseos y excursiones programadas

4.5.2.8. Actividades y Acciones de Seguimiento.

Se va a implementado en la Empresa el Área de Desarrollo Social, a través de la cual se canalizan todas las acciones y actividades referentes, así mismo se realiza el seguimiento a cada trabajador con entrevistas, el manejo de fichas socio económicas, también se realiza las coordinaciones de las atenciones de salud en el Seguro y se atiende de manera inmediata cualquier problema de alto riesgo social que se presente.

4.5.3. Cronograma de talleres y capacitaciones

Actividad	Frecuencia
Motivación personal	Bimensual
Motivación laboral y trabajo en equipo	Trimestral
Taller de neuroliderazgo	Trimestral
Taller eficacia en el trabajo	Cuatrimestral
Programa familiar	Semestral
Programa recreativo	Semestral
Campeonato de deporte	Semestral

4.5.4. Beneficios de la mejora

4.5.4.1. Mayor eficiencia de los trabajadores:

Los trabajadores a través de talleres y capacitaciones logran identificarse con la empresa mejorando su eficiencia y productividad dentro de la empresa.

4.5.4.2. Responsabilidad Laboral

La empresa a través de sus capacitaciones va a fomentar la responsabilidad dentro de su trabajo, dándoles seguridad a los trabajadores.

4.5.4.3. Ambiente óptimo laboral

Mediante las actividades recreativas los trabajadores establecen vínculos positivos con todos los miembros de la empresa.

4.5.4.4. Beneficio económico total por año

Causa	Beneficio en soles
Planta Chancadora	1' 700, 000
Control de Impurezas	280, 000
Explotación Específica	385, 000
Análisis Hombre Máquina	150, 000
Capacitación y talleres	50, 000
TOTAL	2' 565, 000

CAPÍTULO 5
EVALUACIÓN
ECONÓMICA
FINANCIERA

5.1. Inversiones

5.1.1. Inversiones para la propuesta de la planta chancadora

Descripción	Precio
Tolva Grizzly 20 cubos	245. 000.00
Alimentador Vibratorio GZD 1300*4900	154. 000.00
Trituradora de mandíbula PEW860	332. 000.00
Cinta Transportadora	109. 000.00
Trituradora de cono PFW 1318III	185. 000.00
Zaranda Vibratoria 1800X5400 Tres Mallas	190. 000.00
Instalación de la planta chancadora	152. 000.00
TOTAL	\$/ 1' 367, 000.00



Foto 21: Equipos para la planta chancadora a instalar.

5.1.2. Inversiones para la propuesta de control de impurezas

ESPECIFICACIONES	COSTO
Evaluación de estudios granulométricos	2, 000.00
Evaluación de compuestos para ensayos complexométricos	3, 000.00

Evaluación para ensayos de densidades	1, 000.00
TOTAL	S/. 6,000.00



Foto 22: Ensayos de tamizado.



Foto 23: Ensayo para densidad de cal.

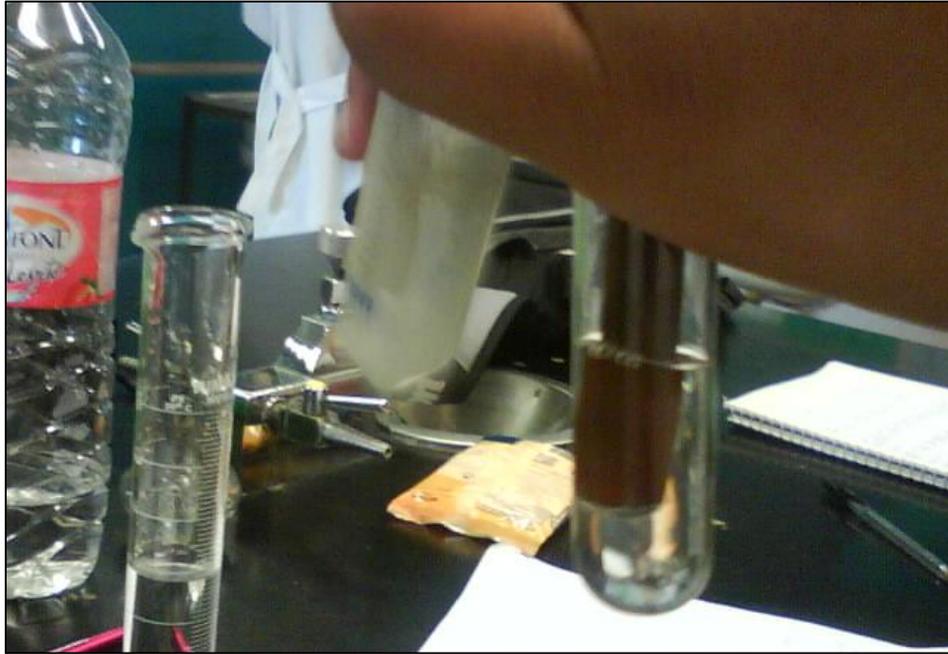


Foto 24: Ensayos químico de impurezas.

5.1.3. Inversiones para la propuesta de Explotación específica

Especificaciones	COSTO
Estudio geológico	2, 500.00
Estudio mineralógico	1, 000.00
Estudio de cálculo de reservas	1, 500.00
Estudio de plan de minado	2, 800.00
COSTO TOTAL	\$/ 7, 800.00

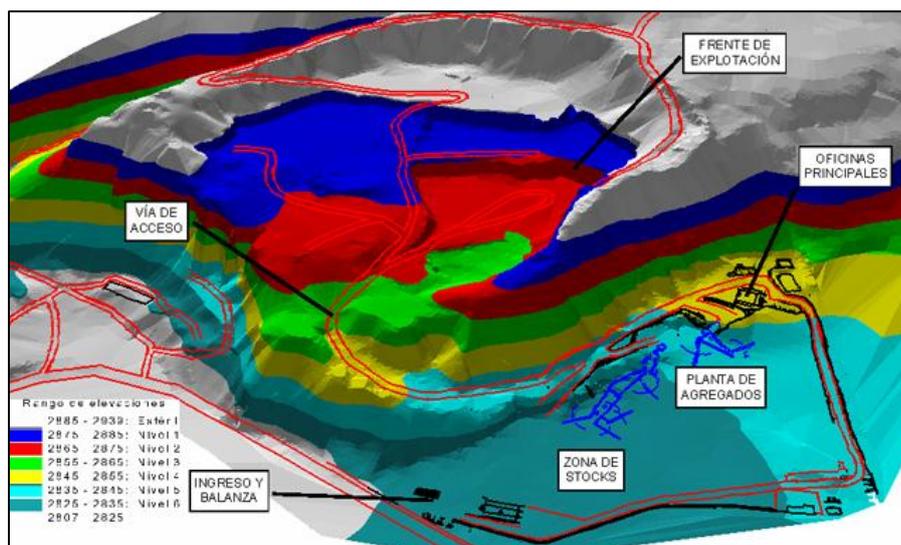


Foto 25: Modelamiento geológico mineralógico para explotación específica.

5.1.4. Inversiones para la propuesta de análisis Hombre Máquina

Especificaciones	Costo
Elaboración de diagrama	2, 000.00
Análisis de diagnóstico	500.00
Solución propuesta al diagnóstico	2, 000.00
Total	S/. 4, 500.00

5.1.5. Inversiones para la propuesta de capacitación y talleres

Especificaciones	Costo
Evaluación de la situación actual	3, 000.00
Elaboración e implementación de programas de motivación laboral	3, 000.00
Total	S/. 6, 000.00



Foto 26: Capacitaciones al personal y comunidad.

5.2. Egresos

5.2.1. Egresos de la planta chancadora

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total Mensual	Costo Anual
Personal obrero	3	1, 800.00	5, 400.00	64, 800.00
Consumo de energía eléctrica	-	2, 500.00	2, 500.00	30, 000.00
Mantenimiento	1	4, 000.00	4, 000.00	75, 000.00
TOTAL EN SOLES				S/. 169, 800.00

En cuanto al personal obrero se asume un aumento de 3 000 soles por año debido a cambios inesperados; en consumo de energía se asume igualmente un aumento de 3 000 soles por año considerando un aumento de producción. Para el mantenimiento se ha considerado un aumento de 10 000 soles que por uso de la planta será necesario cambio de repuestos y mayor continuidad de mantenimiento.

5.2.2. Egresos para control de impurezas

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS	COSTO POR UNIDAD	CANTIDAD ANUAL	COSTO ANUAL
Tamiz 60	100.00	6	600.00
Tamiz 70	100.00	6	600.00
Tamiz 100	100.00	6	600.00
Tamiz 200	100.00	6	600.00
Tamiz 230	100.00	6	600.00
Tamiz 270	100.00	6	600.00
Tamiz 325	100.00	6	600.00
Tamiz 500	100.00	6	600.00
TOTAL EN SOLES			S/. 4, 800.00

Ensayo de Densidad	COSTO UNITARIO	CANTIDAD ANUAL	COSTO ANUAL
Densidad en Planta	100.00	6	600.00
Densidad en Mina	100.00	6	600.00
TOTAL EN SOLES			S/. 1, 200.00

ANÁLISIS COMPLEXOMÉTRICOS			
COMPUESTO	CANTIDAD ANUAL	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL
SiO ₂	4	250.00	1, 000.00
Al ₂ O ₃	4	250.00	1, 000.00
Fe ₂ O ₃	4	250.00	1, 000.00
CaO	4	250.00	1, 000.00
MgO	4	250.00	1, 000.00
SO ₃	4	250.00	1, 000.00
Na ₂ O	4	250.00	1, 000.00
K ₂ O	4	250.00	1, 000.00
CO ₂	4	250.00	1, 000.00
COSTO TOTAL EN SOLES			S/. 9, 000.00

EGRESOS TOTALES	COSTO
Ensayos Granulométricos	4, 800.00
Ensayos de Densidad	1, 200.00
Ensayos Complexométricos	9, 000.00
TOTAL EN SOLES	S/. 15, 000.00

En este indicador se considera un aumento de 3 000 soles anuales, de acuerdo a variaciones en los costos de ensayos.

5.2.3. Egresos para explotación específica

En cuanto a los estudios para la explotación específica sólo se necesita un ingeniero de minas que inspeccione las zonas adecuadas.

Descripción	CANTIDAD ANUAL	PRECIO UNITARIO	COSTO
Actualización de planos a detalle	4	1, 200.00	4, 800.00
Ingeniero de Minas (Sueldo)	12	1, 800.00	21, 600.00
COSTO			S/. 26, 400.00

En este indicador se considera un aumento de 3 000 soles anuales, de acuerdo a variaciones de sueldo del ingenieros o precios de detalles.

5.2.4. Egresos para mejorar la producción Hombre - Máquina

Para esta propuesta sólo se necesita la inspección de un ingeniero de minas, este puede ser el mismo que controla la explotación específica. En caso de que la producción aumente se contratará otro ingeniero, para ello se considera un aumento anual de 2 000 soles.

5.2.5. Egresos para capacitación y talleres de los trabajadores

ITEM	N° de Actividades Programadas en el año	Requerimientos, Materiales e Insumos	Costo Unitario	Costo Total
Capacitación General al Personal	02	Material Logístico	50.00	S/ 100.00
		Ponente	500.00	S/ 1,000.00
		Break	40.00	S/ 80.00
Charlas	24	Material Logístico	40.00	S/ 960.00
		Ponente	200.00	S/ 4,800.00
		Break	40.00	S/ 960.00
Campañas Médicas y Charlas de Salud Física, Mental y Emocional	02	Material Logístico	100.00	S/ 200.00
		Medicinas Básicas	150.00	S/ 300.00
		Transporte	30.00	S/ 60.00
		Alimentación	100.00	S/ 200.00
		Profesionales Profesional Médico y Técnico	500.00	S/ 1,000.00
Reconocimiento Al buen desempeño	06	Entrega de Presentes	70.00	S/ 420.00
Taller de Tejidos Dirigidos a Esposas de	02	Profesora de	400	S/ 800.00
		Manualidades	200	S/ 400.00

Trabajadores (04 fechas C/U)		Materiales		
Día de la Mujer	01 (10Personas)	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes	100.00 30.00	S/ 100.00 S/ 300.00
Día del Trabajador	01	Bocaditos y Gaseosas Entrega de PresentesCampeon ato de Futbitoll (5 equipos y 5 Fechas) -Pago de Campo -Arbitro -Alimentación -Gaseosas -Pasajes -Premios(1°,2°y3° Puesto)	100.00 30.0 0 50.00 30.00 5.00 40.00 60.00 220.00	S/ 100.00 S/ 300.00 S/ 250.00 S/ 150.00 S/ 150.00 S/ 200.00 S/ 300.00 S/ 1,320.00
Día de la Madre	01	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes(20 Canastas)	150.00 50.00	S/ 150.00 S/ 1,000.00
Día del Padre	01	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes	100.00 50.00	S/ 100.00 S/ 500.00
Celebración de Onomásticos	10	Torta de Cumpleaños Gaseosas y Bocaditos Regalo	40.00 30.00 50.00	S/ 400.00 S/ 300.00 S/ 500.00

Celebración Día de Constitución de Empresa	01	Almuerzo de Confraternidad (15 Personas)	10.00	S/ 150.00
Celebración de Navidad	01	Chocolatada Paneton Queso, Roscas para Trabajadores Y Familias (30 personas) Canastas 10 Trabajadores	6.00 70.00	S/180.00 S/700.00
Trabajo Social Comunitario	08	-06 Act. de Apoyo Comunal. -Donación de Tubos de agua, -Donación Sillas, -Promociones. -Herramientas -Plantas -Cal Agrícola -01 Chocolatada en C.E.Ventanillas100 personas 1 Diagnóstico Situacional y/o elaboración de Perfil Técnico de Obras que beneficien a la Comunidad	300.00 4000.00	S/1,800.00 S/4,000.00
Contratación de asistenta social	01	Por mes	1 200.00	S/ 14,400.00
TOTAL EN SOLES				S/. 38, 630.00

Se considera que la producción va a aumentar y por ende los trabajadores por ellos se considera un monto de 4 000 soles por año en aumento.

5.3. Beneficios

5.3.1. Beneficios de la planta chancadora

La empresa minera Phuyu yuraq con la planta chancadora aumentará la producción en 67% toneladas más que el chancado artesanal.

Comparaciones			
Chancado artesanal		Planta Chancadora	
Producción	Beneficio mensual	Producción	Beneficio mensual
600 toneladas Mensuales	102 000.00 soles	1000 toneladas mensuales	170, 000 soles
Beneficio anual de planta chancadora			S/. 1' 700, 000.00

Por imprevistos dentro de la producción se considera una reducción de 300 000 soles anuales.

5.3.2. Beneficios control de impurezas

Actualmente la empresa Phuyu Yuraq II ha perdido contratos no menores a 6 meses con un pedido no menor de 800 toneladas mensuales.

A manera de estima se cuantifica que la empresa tiene un beneficio de 280,000 soles anuales, pero a la vez se considera reducciones anuales de 2,000 soles por año.

5.3.3. Beneficios de la explotación específica

El mercado exige que el producto cumpla con las exigencias de acuerdo a la ley aumenta el 20% representando una pérdida de 82.5 soles por tonelada. A escala anual es un beneficio de 385,000 soles. Se considera una reducción de 2,000 soles por año.

5.3.4. Beneficios de la Producción Hombre - Máquina

Al disminuir los tiempos muertos, la producción aumentará y por ende las ganancias en un 15% representando una ganancia anual de 150,000 soles.

5.3.5. Beneficios de capacitación y talleres a los trabajadores

Los trabajadores cuando se identifican con la empresa se estima que su productividad aumenta en 5% representando una ganancia anual de 50,000 soles.

5.4. Flujo de Caja

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
EGRESOS	0	1	2	3	4	5	TOTAL
Compra de maquinaria para planta chancadora	S/. 1,215,000						S/. 1,215,000
Instalación de la planta chancadora	S/. 152,000						S/. 152,000
Inversión para control de impurezas	S/. 6,000						S/. 600
Inversión para explotación específica	S/. 7,800						S/. 7,800
Inversión para análisis hombre máquina	S/. 4,500						S/. 2,500
Inversión para capacitación al personal	S/. 6,000						S/. 3,000
Personal contratado para chancadora		S/. 64,800	S/. 67,800	S/. 70,800	S/. 73,800	S/. 76,800	S/. 354,000
Mantenimiento de planta chancadora		S/. 75,000	S/. 85,000	S/. 95,000	S/. 105,000	S/. 115,000	S/. 475,000
Consumo de energía eléctrica para chancadora		S/. 30,000	S/. 33,000	S/. 36,000	S/. 39,000	S/. 42,000	S/. 180,000
Análisis para control de impurezas		S/. 15,000	S/. 18,000	S/. 21,000	S/. 24,000	S/. 27,000	S/. 105,000
Explotación específica		S/. 26,400	S/. 29,400	S/. 32,400	S/. 35,400	S/. 38,400	S/. 162,000
Mejora de producción hombre - máquina		S/. 21,600	S/. 23,600	S/. 25,600	S/. 27,600	S/. 29,600	S/. 128,000
Capacitación y talleres		S/. 38,630	S/. 42,630	S/. 46,630	S/. 50,630	S/. 54,630	S/. 233,150
TOTAL EGRESOS	S/. 1,391,300	S/. 271,430	S/. 299,430	S/. 327,430	S/. 355,430	S/. 383,430	S/. 3,028,450
BENEFICIOS	0	1	2	3	4	5	TOTAL
Beneficios de planta chancadora	S/. 0	S/. 1,700,000	S/. 1,400,000	S/. 1,100,000	S/. 800,000	S/. 500,000	S/. 5,500,000
Beneficios del control de impurezas	S/. 0	S/. 280,000	S/. 278,000	S/. 276,000	S/. 274,000	S/. 272,000	S/. 1,380,000
Beneficios de explotación específica	S/. 0	S/. 385,000	S/. 383,000	S/. 381,000	S/. 299,000	S/. 297,000	S/. 1,745,000
Beneficios de mejora hombre máquina	S/. 0	S/. 150,000	S/. 148,000	S/. 146,000	S/. 144,000	S/. 142,000	S/. 730,000
Beneficios de capacitación y talleres	S/. 0	S/. 50,000	S/. 48,000	S/. 46,000	S/. 44,000	S/. 42,000	S/. 230,000
TOTAL BENEFICIOS	S/. 0	S/. 2,565,000	S/. 2,257,000	S/. 1,949,000	S/. 1,561,000	S/. 1,253,000	S/. 9,585,000
FLUJO ANUAL DE CAJA	-S/. 1,391,300	S/. 2,293,570	S/. 1,957,570	S/. 1,621,570	S/. 1,205,570	S/. 869,570	S/. 6,556,550
TMAR	20%						
TIR	148%						
VAN	S/. 3,748,691						
B/C	2.60						
VAN Beneficios	S/. 6,089,104						
VAN Egresos	S/. 2,340,413						

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y

DISCUSIÓN

6.1. Resultados

Luego de desarrollar las propuestas de mejora en la producción de óxido de calcio en la concesión minera no metálica Ítalo de la empresa Phuyu Yuraq II, se han obtenido los siguientes resultados:

- En cuanto a la instalación de la planta chancadora se requiere una inversión de S/. 1' 367, 000 soles (un millón trescientos sesenta y siete mil) con egresos anuales de 169, 800.00 soles (ciento sesenta y nueve mil ochocientos); pero a la vez sus beneficios anuales son de 1' 700, 000 soles (un millón setecientos mil).
- La propuesta de mejora de control de impurezas es esencial ya que la empresa ha perdido contratos a falta de esta propuesta, que tiene una inversión de 6, 000 soles (seis mil), con egresos anuales de 15, 000 soles (quince mil), pero a la vez tiene beneficios de 280, 000 soles (doscientos ochenta mil).
- La explotación específica también ha traído problemas con la empresa ya que hay rocas se contaminan con otros componentes como óxidos, para implementar esta propuesta se requiere una inversión de 7, 800 soles (siete mil ochocientos), con egresos anuales de 26, 400 soles (veintiséis mil cuatrocientos), pero a la vez contempla beneficios de 385, 000 soles (trescientos ochenta y cinco mil).
- El análisis de la producción hombre máquina es esencial para diagnosticar los tiempos muertos, que para la empresa se considera pérdidas económicas, implementar este sistema cuesta 4, 500 soles (cuatro mil quinientos) con egresos anuales de 21 600 soles (veintiún mil seiscientos) y beneficios de 150, 000 soles (ciento cincuenta mil).
- La capacitación y talleres se hacen como parte de responsabilidad social de la empresa para sus trabajadores y familias; se requiere una inversión de 6, 000 soles (seis mil), con egresos de 38, 630 soles (treinta y ocho mil seiscientos treinta); pero a la vez se obtiene beneficios de 50, 000 soles (cincuenta mil).



6.2. Discusión

El procedimiento en detalle del presente estudio se ha realizado de acuerdo a la realidad de la empresa Phuyu Yuraq en su concesión minera no metálica Ítalo. En relación a la mejora de la producción de óxido de calcio.

- a. La implementación de la planta chancadora es la mejor propuesta para aumentar la productividad, con beneficios de 1' 900, 800 soles anuales, por ello la empresa debe considerar esencial para el progreso económico de la misma. Su inversión es recuperada en menos de un año y no requiere de mucho personal obrero. además de aumentar la producción también mejora la calidad del producto ya que el chancado y calcinación es uniforme.
- b. El control de impurezas es necesario para mantener la garantía de la entrega de un producto y no requiere de mucha inversión, incluso sus egresos anuales son más costosos que su inversión, y el beneficio se expresa en la calidad del producto garantizada. los resultados de este control ya hechos en planta arrojan un buen resultado en cuanto a

granulometría densidad y complexométrico con una ley de 97.75% de óxido de calcio.

- c. La explotación específica tampoco representan grandes gastos de inversión y egreso, sin esta propuesta resulta gastos innecesarios en explosivos, maquinaria y personal obrero dando como resultado una roca contaminada por compuestos y estructuras que alteran su composición original (óxido, arcillas). sus beneficios superan ampliamente la inversión y los egresos anuales.
- d. La propuesta de análisis de producción hombre - máquina ha sido esencial ya que la operación minera no ha sido continua, encontrando tiempos muertos, además no requiere de mucha inversión y egresos, sus beneficios se expresan en aprovechamiento de tiempos y posteriormente en aumento de producción interpretándose en beneficio monetario.
- e. Las capacitaciones y talleres están incluidos en el ámbito social, su inversión y egresos son bajos si comparamos con el beneficio en producción, ya que los trabajadores se identificarán con la empresa y la convivencia laboral servirá para tornar un ambiente óptimo.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- La situación actual de la empresa no es óptima, su producción es lenta esto se debe a la manera artesanal de calcinar la roca caliza. Su chancado y calcinación aún no se industrializa, se usan herramientas artesanales y en el quemado se usa carbón antracita. se presentan deficiencias también por que cuentan con explotación general, mezclando la caliza con compuestos de cantera que alteran la ley del producto.
- De acuerdo a la matriz de indicadores se detectaron cinco causas raíces que abarca el 80% de los problemas dentro de la producción de óxido de calcio. El indicador de mayor impacto positivo es la instalación de la planta chancadora, luego está el control de impurezas, la explotación específica, mejora de la producción hombre – máquina y capacitaciones y talleres para los trabajadores.
- El proceso productivo de la cal en la concesión Ítalo de la empresa Phuyu Yuraq inicia en la extracción de materia prima dentro de ella está el desbroce, perforación y voladura; luego se realiza el transporte interno desde cantera hasta plataformas de chancado; ya en plataforma se procede al chancado de la caliza con herramientas manuales y a la vez se chanca el carbón antracita de la misma manera; luego se calcina la roca caliza intercalando capas de roca y carbón, como parte final se almacena la cal granada y se despacha.
- Se han realizado ensayos del óxido de calcio (cal) para evaluar su granulometría, densidad y su calidad, todos los resultados están dentro de los parámetros establecidos. La calidad se ha determinado de acuerdo a ensayos complexométricos y su resultado es de 97.75% de ley considerándola óptima para la comercialización ya que según las especificaciones de las licitaciones mineras el producto debe tener la ley mayor a 85%.
- La evaluación económica se ha realizado anual con inversiones y egresos de S/. 3' 028, 450.00 y beneficios de S/. 9' 585, 000.00 generando VAN de S/. 3' 748, 691.00; TIR de 148 % y la relación B/C es de 2.6.

7.2. Recomendaciones

- La empresa Phuyu Yuraq en su concesión Ítalo necesita implementar las propuestas de mejora como se ha planteado en la presente tesis. De esta manera aprovechará sus recursos mineros de manera más productiva.
- En el estudio también se evidenció la falta de un ingeniero de minas que controle y supervise la seguridad dentro de la planta.
- La parte administrativa de la empresa debe complementarse con los trabajadores de producción para mejorar el ambiente laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ BENAVIDES, V. (1956) "Geología de la Región de Cajamarca".
- ✓ BUSTILLO, M.; López Jimeno, C. (1996). Recursos Minerales. Tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia, impacto ambiental.
- ✓ C. KLEIN, C. S. Hurlbuth. (1998) Manual de Mineralogía, cuarta edición.
- ✓ DUNNIN – BORKOWSKI, Estanislao. (1996), INGEMMET, Minerales Industriales del Perú.
- ✓ GUEVARA BELTRAN, Cesar Augusto, QUINTERO CORREDOR Guillermo, organización y Métodos, Segunda Edición, Bucaramanga, Instituto de educación a distancia UIS, 1.996.
- ✓ GAJARDO, Aníbal. Estudio técnico-económico de minerales no metálicos entre las regiones I y X, 1998. INTEC. Diagnóstico de la Minería no metálica de Chile, 1989.
- ✓ HUANG, Walter (1968), Petrología, editorial Unión Tipográfica, México.
- ✓ JOSE NICOLAS JANY CASTRO. Investigación Integral de Mercados. Avances para el nuevo milenio, cuarta edición, McGraw-Hill interamericana S.A. 2009.
- ✓ LEIVA, Patricio. Tesis para la obtención de MBA, Evaluación Económica de una mina de carbonato de Calcio, Santiago, Chile. Universidad de Santiago, Facultad de Economía y Administración, 2005.
- ✓ LEON GARCIA, Oscar, Administración Financiera, Tercera edición, Cali, prensa moderna impresores s.a., 1.999.
- ✓ LOPEZ VARGAS, Brenda Isabel, Metodología de la investigación, Primera Edición, Bucaramanga, Instituto de Educación a distancia UIS, 2.001.
- ✓ LEYVA LEZAMA, José (2001) Materiales de Construcción.
- ✓ MAIRA, Álvaro. Tesis para la obtención de Título "Planificación de la flota de transporte de minerales industriales para la empresa Cal Austral S.A.", Santiago, Chile. Universidad de Santiago, Facultad de Ingeniería, 2004.
- ✓ MARTÍNEZ – MARTÍNEZ, Javier (2008) Influencia de la Alteración sobre las Propiedades Mecánicas de las Calizas.
- ✓ Ministerio de Economía de México. Informe "Perfil del mercado de la Caliza y sus derivados" [en línea] < <http://www.economia-cgm.gob.mx/?P=1802> > [consulta: 15 abril 2005].
- ✓ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. República de Colombia, Glosario Técnico Minero, Bogotá. D.C, Agosto de 2003. www.minminas.gov.co
- ✓ MIRANDA MIRANDA, Juan José, Gestión de proyectos, Quinta Edición, Bogotá, MM Editores, 2.005.
- ✓ MUNICIPIO DE CHARTA. Esquema de Ordenamiento Territorial, y Código de renta del Municipio.
- ✓ PERRY, Jhon, (1975), Manual Práctico de Metalurgia, Editorial Cartago, España.

- ✓ REYES. (1980) "Boletín N°31. Geología de los cuadrángulos de Cajamarca (15f), San Marcos (15-g) y Cajabamba (16-g)".
- ✓ SAPAG, Reinaldo, SAPAG, Nassir. "Preparación y Evaluación de Proyectos" 4º ed. SERNAGEOMIN. Anuario Minería de Chile, años 1997-2003.
- ✓ SERNAGEOMIN. Base de datos de yacimientos en Chile, (s.a).

ANEXOS



Foto 27: Primer taller de Motivación Personal.



Foto 28: Primer taller de motivación laboral y trabajo en equipo.



Foto 29: Primer taller de neuroliderazgo.



Foto 30: Primer taller de eficacia en el Trabajo Personal Oficina.



Foto 31: Primer taller dinámico con esposas de trabajadores.



Foto 32: Primera celebración de cumpleaños - centro de producción ITALO.



Foto 33: Primer encuentro de fútbol entre trabajadores.