



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“INFLUENCIA DE LA INSTALACIÓN DE UNA CHANCADORA Y FAJA TRANSPORTADORA EN EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE MOLIENDA DE ÓXIDO DE CALCIO PUYLUCANA, CAJAMARCA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas

Autores:

Félix Eduardo Arévalo Escalante
Iván Theófilo Cano Laredo

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, APRUEBAN la tesis desarrollada por los Bachilleres **Félix Eduardo Arévalo Escalante** y **Iván Theófilo Cano Laredo**, denominada:

**“INFLUENCIA DE LA INSTALACIÓN DE UNA CHANCADORA Y FAJA
TRANSPORTADORA EN EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE
MOLIENDA DE ÓXIDO DE CALCIO PUYLUCANA, CAJAMARCA, 2018”**

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León.

ASESOR

Ing. Alex Patricio Marinovic Pulido.

**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán.

JURADO

Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñón.

JURADO

Cajamarca, 20 de Setiembre de 2018.

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios por ser mi fortaleza y guía en todos los aspectos de mi vida, a mi pequeño Joaquín y Edú quienes son mi motor y mi alegría para seguir adelante, a mis padres Hilda y Julio por su apoyo constante e incondicional durante todo este tiempo y a Sandra por darme ánimos para seguir adelante en el logro de mis objetivos.

Félix Arévalo.

La presente tesis se las dedico a toda mi familia y en especial a mi hija hermosa Fabiana, ya que son el pilar fundamental en mi formación como profesional y por brindarme siempre su apoyo incondicional. Agradezco a mis docentes por brindarme siempre su apoyo y compartir su experiencia en el ámbito profesional y finalmente a Dios por cuidarme y ser mi guía y fortaleza durante todo el tiempo de estudio que realice

Iván Cano.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por bendecirnos con el logro de nuestras metas propuestas.

A nuestra alma mater la Universidad Privada del Norte por darnos la oportunidad de ser parte de ella y formarnos como profesionales.

Al Ing. José Siveroni Morales por permitirnos realizar nuestra tesis en las instalaciones de su cantera, además de la información brindada.

A nuestro asesor de tesis, Ing. Víctor Álvarez por sus críticas constructivas en diferentes aspectos durante el desarrollo de la presente investigación, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que nos ayudó a formarnos como personas de bien dentro de la sociedad, por sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación para que podamos terminar con éxito la investigación.

Agradecer también a los diferentes profesores que tuvimos durante toda la carrera profesional ya que todos han aportado con un granito de arena a nuestra formación profesional.

También damos el infinito agradecimiento a todos los que fueron nuestros compañeros de clase durante todos los ciclos de la Universidad ya que gracias a su compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado de una y otra manera en seguir adelante en la carrera profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles que nos ha tocado vivir. Algunas están aquí entre nosotros y otras en los recuerdos y en el corazón, sin importar en donde estén queremos darles las infinitas gracias por formar parte de nosotros.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Justificación	14
1.4. Limitaciones	14
1.5. Objetivos	14
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	14
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Antecedentes de la investigación	16
2.1.1. <i>A Nivel Internacional</i>	16
2.1.2. <i>A Nivel Nacional</i>	17
2.2. Definiciones conceptuales	20
2.2.1. <i>Proceso de chancado</i>	20
2.2.2. <i>Máquinas de chancado</i>	21
2.2.3. <i>Faja Transportadora</i>	25
2.2.4. <i>Proceso de molienda</i>	26
2.2.5. <i>Detalles técnicos de chancadoras y fajas transportadoras</i>	28
2.3. Definición de términos básicos	32
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	34
3.1. Operacionalización de variables.....	34
3.1.1. <i>Hipótesis general</i>	34
3.1.2. <i>Hipótesis específicas</i>	34
3.1.3. <i>Variables</i>	34

	Pág.
3.1.4. Operacionalización de variables	35
3.2. Tipo de investigación	35
3.3. Diseño de investigación	36
3.4. Unidad de estudio	36
3.5. Población	36
3.6. Muestra	36
3.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	36
3.7.1. Técnicas	36
3.7.2. Instrumentos	36
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	37
4.1. Aspectos Generales:.....	37
4.1.1. Ubicación:.....	37
4.1.2. Descripción general de la Planta de óxido de calcio PuyLucana	37
4.1.3. Visión y misión.....	38
4.1.4. Actividades que se desarrollan en la planta de óxido de calcio PuyLucana	38
4.2. Situación actual de la Planta de óxido de calcio PuyLucana	46
4.2.1. Deficiencia 1: Llenado al molino a bolas.....	48
4.2.2. Deficiencia 2: Atascamiento del molino de bolas.....	49
4.2.3. Deficiencia 3: Transporte de óxido de calcio del molino al silo	50
4.3. Mejora de deficiencias en la planta de óxido de calcio PuyLucana	51
4.3.1. Implementación de la chancadora	52
4.3.2. Implementación: faja transportadora N°1 conectará la chancadora con el molino.	53
4.3.3. Implementación de la faja transportadora N°2 conectará la descarga al silo.....	54
4.4. Comparación de producción antes y después de la implementación de mejoras	57
4.4.1. Resultados de la producción de óxido de calcio antes de las mejoras de deficiencias.....	57
4.4.2. Resultados de la producción de CaO después de las mejoras de deficiencias	67
4.4.3. Resultados comparativos antes y después de la mejora	77
4.5. Viabilidad económica de las mejoras	79
4.5.1. Comparación de precios antes y después de la mejora (CaO molido)	79
4.5.2. Flujos salientes.....	79
4.5.1. Flujos entrantes.....	87
4.5.2. Inversión fija	87
4.5.3. Cash flow en meses de evaluación.....	89
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	92

	Pág.
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS	95
ANEXO n.º 1. Matriz de consistencia	95
ANEXO n.º 2. Fotografías	96

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables.	35
Tabla 2 Ubicación de la planta de óxido de calcio PuyLucana.	37
Tabla 3 Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora - enero.	57
Tabla 4 Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de febrero.	60
Tabla 5 Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de marzo.	63
Tabla 6 Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de abril.	65
Tabla 7 Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora - mayo.	67
Tabla 8 Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora - junio.	70
Tabla 9 Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora - julio.	73
Tabla 10 Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora - agosto. ...	75
Tabla 11 Resultados comparativos de producción antes de la mejora.	77
Tabla 12 Resultados comparativos de producción después de la mejora.	77
Tabla 13 Resultados comparativos aumento de producción de dólares.	79
Tabla 14 Costos de producción durante el mes de enero.	80
Tabla 15 Costos de producción durante el mes de febrero.	80
Tabla 16 Costos de producción durante el mes de marzo.	81
Tabla 17 Costos de producción durante el mes de abril.	81
Tabla 18 Costos de producción durante el mes de mayo.	82
Tabla 19 Costos de producción durante el mes de junio.	82
Tabla 20 Costos de producción durante el mes de Julio.	83
Tabla 21 Costos de producción durante el mes de Agosto.	83
Tabla 22 Costos de personal en meses evaluados.	84
Tabla 23 Costo del combustible por mes.	85
Tabla 24 Costo total de mantenimiento de los equipos.	86
Tabla 25 Costo total por mes evaluado.	86
Tabla 26 Flujo entrante mensual.	87
Tabla 27 Inversión fija.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mandíbulas de las máquinas trituradoras.....	22
Figura 2. Trituradoras con mandíbulas.....	23
Figura 3. Sección de una trituradora giratoria.....	24
Figura 4. Trituradora de rodillos.....	25
Figura 5. Fajas transportadoras Nordberg NB500.....	30
Figura 6. Fajas transportadoras Nordberg NB500 hasta chancadora.....	31
Figura 7. Ubicación de la Planta de óxido de calcio Puyllucana.....	37
Figura 8. Diagrama de etapas para la producción de óxido de calcio granado y molido.....	38
Figura 9. Calizas de la concesión Ítalo.....	39
Figura 10. Cantera de calizas materia prima Concesión Ítalo.....	40
Figura 11. Descargue de roca caliza y chancado.....	41
Figura 12. Calcinación de roca caliza.....	42
Figura 13. Carbón antracita usado para la calcinación.....	43
Figura 14. Descargue de los hornos de calcinación.....	43
Figura 15. Selección de impurezas dentro del óxido de calcio granado.....	44
Figura 16. Molienda del óxido de calcio granado.....	45
Figura 17. Zona de despacho de óxido de calcio molido.....	46
Figura 18. Etapas donde se están generando costos de producción.....	47
Figura 19. Zona de despacho de óxido de calcio molido.....	48
Figura 20. Plataforma de abastecimiento de óxido de calcio granado al molino.....	49
Figura 21. Trozos de óxido de calcio granado para moler.....	49
Figura 22. Llenado de sacos con óxido de calcio molido.....	50
Figura 23. Implantación de la chancadora y faja transportadora.....	51
Figura 24. Chancadora hechiza que se piensa implementar.....	52
Figura 25. Mini cargador que alimentará a la chancadora.....	53
Figura 26. Faja transportadora que sustituirá a las herramientas manuales.....	54
Figura 27. Boca del molino a bolas que conectará la faja transportadora con la chancadora.....	54
Figura 28. Dirección de la faja transportadora que conectará la zaranda vibratoria con el silo.....	55
Figura 29. Punto de llegada de la Faja transportadora.....	56
Figura 30. Producción de CaO granado y molido de enero 2018.....	58
Figura 31. Estadísticas de la producción de CaO antes de instalar las mejoras mes de enero.....	59
Figura 32. Producción de CaO granado y molido de febrero 2018.....	61
Figura 33. Estadísticas de la producción de CaO antes de instalar las mejoras mes de febrero.....	62
Figura 34. Producción de CaO granado y molido de marzo 2018.....	64
Figura 35. Producción de CaO granado y molido de Abril 2018.....	66
Figura 36. Producción de CaO granado y molido de mayo 2018.....	68
Figura 37. Estadísticas de la producción de CaO después de instalar las mejoras mes de mayo.....	69
Figura 38. Producción de CaO granado y molido de Junio 2018.....	71
Figura 39. Estadísticas de la producción de CaO después de instalar las mejoras mes de junio.....	72
Figura 40. Producción de CaO granado y molido de julio 2018.....	74
Figura 41. Producción de CaO granado y molido de Agosto 2018.....	76
Figura 42. Resultados comparativos de producción antes y después de la mejora.....	78
Figura 43. Chancadora de óxido de calcio granado.....	88
Figura 44. Faja para transporte de óxido de calcio.....	88
Figura 45. Operaciones de calcinación de roca.....	96
Figura 46. Acumulaciones en la planta Puyllucana.....	96
Figura 47. Zona de manejo de residuos sólidos en la planta Puyllucana.....	97
Figura 48. Generador del molino.....	97
Figura 49. Descargue de óxido de calcio granado.....	98
Figura 50. Selección de rocas que no se han calcinado.....	98
Figura 51. Chancado de roca caliza.....	99
Figura 52. Carguío de hornos de calcinación.....	99
Figura 53. Transporte de caliza en volquete desde cantera.....	100

	Pág.
Figura 54. Hornos de calcinación ya descargados.	100
Figura 55. Almacenaje de óxido de calcio granado.	101
Figura 56. Zona de abastecimiento de energía al hidratador.	101
Figura 57. Ubicación de faja 1.....	102

RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo general determinar la Influencia de la instalación de una chancadora y faja transportadora en el incremento de producción del área de molienda de óxido de calcio PuyLucana. Los objetivos específicos fueron realizar el análisis del actual proceso de molienda de óxido de calcio, realizar una propuesta de implementación de una chancadora y una faja transportadora y evaluar la viabilidad económica de la implementación de una chancadora y una faja transportadora para mejorar la producción del área de molienda PuyLucana. La investigación desarrollada es cuantitativa, el diseño de investigación es experimental, ya que se pretende establecer el posible efecto de en el incremento de producción si es que se implementa una chancadora y una faja transportadora. Se concluyó que la instalación de una chancadora y fajas transportadoras influye notablemente en el incremento de producción del área de molienda de óxido de calcio PuyLucana, que es mayor al 128% de toneladas de óxido de calcio molido producido. El análisis del actual proceso de molienda de óxido de calcio de la planta PuyLucana, presenta tres deficiencias, la primera es el llenado al molino de bolas con personal y herramientas artesanales, el segundo es el atascamiento del molino ya que la llenada no es uniforme y el tercero es el transporte lento y riesgoso para la salud de los trabajadores que transportan el óxido de calcio molido desde el molino al silo. La propuesta de implementación de la chancadora y la faja transportadora de la chancadora a la tolva del molino a bolas y la instalación de la faja transportadora desde la descarga de la zaranda vibratoria que conecta al silo de almacenamiento ayudó a mejorar el proceso de molienda de óxido de calcio, además se ha visto la necesidad de reducir el personal que laboraba en la tapa de la molienda, esto permitió reducir costos de pagos de salarios al personal. La viabilidad económica se hizo mediante un cash flow, donde los flujos entrantes son los obtenidos por la venta de óxido de calcio que asciende a \$ 850 460, en los flujos salientes se consideró el transporte de insumos (caliza y carbón), personal, mantenimiento de la chancadora y fajas transportadoras; y combustible, asciende a \$ 183 059.8. La inversión fija consiste en el costo de la instalación de la chancadora y las fajas y asciende a \$ 6 920. El cash flow es de \$ 660 480.2 en cuatro meses de evaluación.

Palabras clave: chancadora, faja transportadora, óxido de calcio molido, óxido de calcio granado, producción.

ABSTRACT

The general objective of this thesis is to determine the influence of the installation of a crusher and conveyor belt in the increased production of the PuyLucana lime mill. The specific objectives were to perform the analysis of the current lime milling process, make a proposal to implement a crusher and a conveyor belt and evaluate the economic viability of the implementation of a crusher and a conveyor belt to improve the production of the plant. PuyLucana grinding. The research developed is quantitative, the research design is experimental, since it is intended to establish the possible effect of the increase in production if a crusher and a conveyor belt are implemented. It was concluded that the installation of a crusher and conveyor belts has a significant influence on the production increase of the PuyLucana lime mill, which is greater than 128% of the tons of milled lime produced. The analysis of the current process of lime milling of the PuyLucana plant, has three deficiencies, the first is the filling of the ball mill with personal and craft tools, the second is the mill jam because the filling is not uniform and the third it is the slow and risky transport for the health of the workers who transport the ground lime from the mill to the silo. The proposed implementation of the crusher and conveyor belt of the crusher to the hopper of the ball mill and the installation of the conveyor belt from the discharge of the vibrating screen that connects to the storage silo helped improve the process of lime grinding. In addition, there has been a need to reduce the personnel that worked in the grinding cap, this allowed to reduce costs of salary payments to the personnel. The economic viability was made through a cash flow, where the incoming flows are those obtained by the sale of lime amounting to \$ 850 460, in the outgoing flows it was considered the transport of inputs (limestone and coal), personnel, maintenance of the crusher and conveyor belts; and fuel, amounts to \$ 183 059.8. The fixed investment consists of the cost of installing the crusher and the belts and amounts to \$ 6,920. The cash flow is \$ 660 480.2 in four months of evaluation.

Key words: crusher, conveyor belt, ground lime, pomegranate lime, production.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Dentro de estas industrias destaca como materia prima principal la roca caliza que se utiliza principalmente para elaborar el óxido de calcio, que tiene aplicaciones en diferentes industrias como la química, alimenticia, minera y de medio ambiente.

Dentro de la planta de fabricación de óxido de calcio se prepara el producto en diferentes presentaciones, según la utilización que los clientes le den al óxido de calcio vivo, se puede despachar en terrón, triturada o molido.

El enfoque de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., es la oportunidad de atender nuevos mercados, los cuales exigen el cumplimiento de los requisitos pactados con el cliente tanto en cantidad como en calidad. El proceso actual de molienda de óxido de calcio en la planta de producción de PuyLucana se realiza con apoyo humano, un trabajador alimenta el molino mediante una palana, este proceso se forma tedioso, cuando el óxido de calcio granado tiene componentes duros que malogran el molino, es por ello importante que se instale la chancadora.

En el año 2017, la empresa P'huyuYuraq II E.I.R.L., se presentó a la licitación de minera Yanacocha para abastecimiento de óxido de calcio molido; se puso a prueba durante un mes, pero la empresa no cumplió con la entrega completa de la cantidad solicitada. La problemática radicó en que el proceso de molienda no era el óptimo y se presentaban demasiadas demoras.

Con miras a convertirse en una empresa líder en abastecimiento de óxido de calcio, la empresa P'huyuYuraq II E.I.R.L, cree necesario la instalación de una chancadora y faja transportadora para incrementar la producción y poder competir por el abastecimiento a las empresas como Goldfields, Yanacocha, Shahuindo, etc.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de la instalación de una chancadora y faja transportadora en el incremento de la producción en el área de molienda de óxido de calcio, PuyLucana, Cajamarca, 2018?

1.3. Justificación

La instalación de una chancadora y faja transportadora es necesaria para optimizar la sección de chancado y el transporte del mismo material. Con esto se pretende eliminar tiempos perdidos, optimizar espacio y recursos en el proceso de carga, descarga de materia prima y producto terminado. Mediante la instalación de los equipos y desarrollo del mecanismo se podría incrementar la producción de óxido de calcio molido.

Con la adecuada mejora de producción de óxido de calcio molido se reducirán los costos de producción obteniendo un producto óptimo y poder ofertar al mercado, generando mayores ganancias.

1.4. Limitaciones

No se ha llevado un control histórico anual de producción, por ende, solo se ha comparado los datos de cuatro meses antes de instalar la chancadora y las fajas transportadoras.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la Influencia de la instalación de una chancadora y faja transportadora en el incremento de producción del área de molienda de óxido de calcio PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis del actual proceso de molienda de óxido de calcio de la planta PuyLucana para posteriormente incrementar su producción mediante la instalación de una chancadora y fajas transportadoras, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.
- Realizar una propuesta de implementación de una chancadora y una faja transportadora para incrementar la producción óxido de calcio del área

de molienda PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.

- Evaluar la viabilidad económica de la implementación de una chancadora y una faja transportadora para incrementar la producción de óxido de calcio del área de molienda PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A Nivel Internacional

- Gonzáles, (2014), realizó su Tesis de grado para obtener el título de ingeniero químico, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, titulada: “*Optimización del Proceso de Combustión para el Tratamiento de la Caliza en la Obtención de Cal y Derivados de la Corporación los Nevados*”, en Ecuador. La pureza de caliza empleada 3%, indicando la presencia de CaCO_3 sin calcinar. El plomo ($>0,8\text{mg/m}^3$) y material particulado ($>80\text{mg/m}^3$), son los principales contaminantes por su inconformidad con el acuerdo 048 del MA, concerniente a la industria cementera. Y la eficiencia de combustión del 34,67%, refleja pérdidas de calor, que deben ser remediadas. La optimización consistió en la propuesta de alternativas de solución, enfocadas a la mejora de las áreas de calidad, ambiental y operacional, con la implementación de equipos y sensores de control, propiciando un aumento de eficiencia (78,44%). Se recomienda, además, utilizar una caliza de $\text{CaCO}_3 >95\%$, regular el flujo de combustible y aire para el control de temperatura de calcinación (máx. 1250°C), adecuaciones del horno y monitoreo de las emisiones de combustión.
- Soto, (2013), realizó su Tesis para obtener el título de ingeniero en control y automatización, en el Instituto Politécnico Nacional, titulada: “*Propuesta de Mejora en el Sistema de Control para una Hidratadora de Cal*”, en México. Si se cumplió con el objetivo del trabajo, ya que se especifica una propuesta de control, lo que va a permitir la actualización del sistema, debido a que 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. Se propone la integración del

sistema mediante un DTI, un diagrama de bloques y especificaciones técnicas y económicas de los equipos. Y finalmente algunas ventajas de la propuesta son Valores instantáneos de presión. El mejor desempeño del sistema va a permitir reducir fallas por exceso de humedad y rechazo de producto. El reducir paros por fallas va a permitir el ahorro de energía y costos de mantenimiento. Esta propuesta se puede mejorar considerando y controlando otras de las variables que intervienen.

- Gómez, (2014), realizó su Tesis para obtener el título de ingeniero industrial, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, titulada: *“Implementación de Aseguramiento de la Calidad en Recepción de Materia Prima y Producto Terminado de una Planta Trituradora”*, en Guatemala. Los materiales son las piezas más importantes en cualquier sistema de calidad y la adquisición de los mismos, que tiene que controlarse por medio de herramientas estadísticas de un sistema de calidad para que se pueda garantizar la satisfacción total de cualquier producto. El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar qué parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. El gráfico de control es una herramienta muy importante para asegurar que el proceso de producción se mantenga bajo control. Esta carta representa el estado de control del proceso, mostrando en una gráfica el control de especificaciones. El carbonato de Calcio (CaCO_3) es muy abundante en la naturaleza, se presenta en masas compactas más o menos puras (rocas de construcción, cal, creta, mármol). Todas las variedades naturales de carbonato cálcico reciben el nombre de caliza.

2.1.2. A Nivel Nacional

- Urday, (2013), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima, titulada: *“Diseño de una Planta Móvil de Trituración de Caliza para una Capacidad de 50 Tn/h”*. Se ha conseguido cumplir con el objetivo principal del proyecto al diseñar una planta móvil de trituración de caliza para una

capacidad de cincuenta toneladas por hora, principalmente para la industria cementera y que pueda circular por todo el Perú. Se han seleccionado los equipos adecuados para nuestra aplicación de trituración de roca caliza según: el tamaño de grano de entrada de cada equipo, tamaño grano de salida de cada equipo, capacidad de cada equipo, eficiencia de cada equipo, aplicación de cada equipo, costos y disponibilidad en el Perú. Se demostró que no era necesaria la utilización de una zaranda vibratoria de clasificación debido a que los tamaños de entrada y salida de las trituradoras coincide perfectamente. Además, se ubicaron eficientemente los equipos en la estructura de la planta móvil respetando las limitaciones de espacio dados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el transporte de vehículos. Se realizó la selección y diseño tentativo de la faja transportadora óptima para la aplicación de la planta móvil de trituración según las características del material y la capacidad; durante el proceso se realizó: la selección del ancho de la faja, la ubicación de los polines y tambores, se seleccionó la faja a utilizar, se hizo un análisis de tensiones para verificar si la faja seleccionada resiste las cargas actuantes, se calculó la potencia, se utilizó una estructura de vigueta y se realizó una modificación al colocar dos articulaciones a la estructura de vigueta para hacer la faja transportadora plegable para facilitar su transporte. Además, se solucionó la limitación de espacio de la faja transportadora añadiéndole una articulación y haciéndola plegable para el transporte.

- Calabuig, (2015), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Geólogo, en la Universidad Nacional de Piura, titulada: "*Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas*". Se estudiaron las ventajas de sistemas ternarios CP:CV:CL con buenos resultados. En esta investigación se pretende dar un paso más para mejorar estos sistemas. Para ello se muele conjuntamente la CV y CL "(CV:CL)_m" aumentando la finura, mejorando la homogeneidad y reactividad de ambos componentes. Esta tesis comprende investigaciones sobre el comportamiento físico y puzolánico de la cal hidratada en sistemas simples CP y binarios CP:CV. También estudia la resistencia a

compresión de microhormigones variando la relación agua/conglomerante (w/b) y el tipo de conglomerante, contrastando los resultados respecto del conglomerante CP:(CV:CL)m. En estos sistemas binarios la relación CP/CV=1 y la relación CL/CV=0,20. Se hace un estudio de durabilidad de microhormigones con relación $w/b=0,5$, contrastando las prestaciones de los sistemas CP y CP:CV respecto de CP:(CV:CL)m. Las pruebas consisten, fundamentalmente, en durabilidad del hormigón frente a sulfatos y corrosión de las armaduras. Para el seguimiento del grado de corrosión de las armaduras de acero se han aplicado técnicas electroquímicas, midiendo la resistencia a la polarización de probetas curadas en agua (referencia) y sometidas a corrosión por cloruro y cloruro-sulfato. A la vez, se hace un seguimiento de la resistividad del hormigón, en las mismas probetas, dado que dicho valor es determinante en la difusión de cloruros. Una aplicación de interés del conglomerante CP:CV:CL puede ser como componente de hormigones autocompactantes aprovechando las propiedades de cohesión y viscosidad que proporciona la cal hidratada al hormigón fresco. Los resultados de esta tesis muestran que, en sistemas simples de CP, en ausencia de otros finos, la cal hidratada funciona como un fino inerte, de manera similar a los finos calizos, mejorando la resistencia mecánica del sistema a corto plazo. En estos sistemas, cuando están saturados de finos (finos calizos o ceniza volante), la adición de CL, aparentemente, no produce ningún efecto sobre la resistencia mecánica. En sistemas binarios CP:CV (CP/CV=1), la adición de CL ha mejorado siempre la resistencia mecánica a todas las edades. En igualdad de condiciones, el conglomerante propuesto, CP:(CV:CL)m, (en microhormigones variando w/b) mejora con claridad la resistencia mecánica de sistemas CP:CV y CP:CV:CL a todas las edades estudiadas. También, a largo plazo, un año, este conglomerante supera la resistencia a compresión en microhormigones hechos solo con CP.

- Huayta, (2015), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas, en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, titulada: "*Selección y Análisis del Método de Explotación para el Minado del Manto Intermedio en la U.M. Pachapaqui -Cía. Minera Icm*

Pachapaqui S.A.C.”, Ayacucho - Perú. Se resumió que para los tajeos del Manto Intermedio se considera un ancho de minado de 4 metros y una longitud máxima de 45 m, de allí se tiene que colocar relleno si se quiere mantener estable la excavación hasta una longitud máxima de 145 m. para bancos de 11 metros entre subniveles y una abertura máxima de 19 metros. Los subniveles se sostendrán obligatoriamente con shotcrete de 3" y pernos sistemáticos hacia la caja techo. De acuerdo al Procedimiento Numérico de Selección se obtuvo el Corte y Relleno como método de minado preliminar para el Manto Intermedio; pero, en base al estudio geomecánico realizado y a otras variables de interés se optó por el método de explotación de Banqueo y Relleno que combina el Corte y Relleno Ascendente con la aplicación de taladros largos, teniendo una mayor productividad y producción con más seguridad. Las diferentes operaciones unitarias analizadas para el método de explotación Banqueo y Relleno indican que se obtendrá un rendimiento de perforación de 70 m/hr, un Factor de Potencia de 0.21 Kg/TM y un rendimiento en la limpieza de 81.81 TM/hr, siendo estas aplicables en el minado del Manto Intermedio y consideradas para el planeamiento de minado, en este y en otros proyectos dentro de la U.M. Pachapaqui. El costo estimado de producción para el método de explotación Banqueo y Relleno es 72 USDITMS.

2.2. Definiciones conceptuales

2.2.1. Proceso de chancado

Las chancadoras son equipos eléctricos de grandes dimensiones. En estos equipos, los elementos que trituran la roca mediante movimientos vibratorios están contruidos de una aleación especial de acero al manganeso de alta resistencia. Las chancadoras son alimentadas por la parte superior y descargan el mineral chancado por su parte inferior a través de una abertura graduada de acuerdo al diámetro requerido. Todo el manejo del mineral en la planta se realiza mediante correas transportadoras, desde la alimentación proveniente de la mina hasta la entrega del mineral chancado a la etapa siguiente. (Avalos, 2016)

Industrialmente se utilizan diferentes tipos de máquinas de trituración. Se clasifican de acuerdo a la etapa y al tamaño de material tratado.

- Trituradoras Primarias. Fragmentan trozos grandes hasta un producto de 8" a 6". Se tienen dos tipos de máquinas.
 - Trituradoras de Mandíbulas.
 - Trituradoras Giratorias.

- Trituradoras Secundarias. Fragmentan el producto de la trituración primaria hasta tamaños de 3" a 2" entre estas máquinas tenemos.
 - Trituradoras Giratorias.
 - Trituradoras Cónicas.
 - Trituradoras Hydrocónicas.

- Trituradoras Terciarias. Fragmentan el producto de la trituración secundaria hasta tamaños de 1/2" o 3/8", entre estas máquinas tenemos.
 - Trituradoras Cónicas.
 - Trituradoras de Rodillos.

2.2.2. Máquinas de chancado

a. Maquinaria para la trituración primaria

- Triturador de mandíbulas

Esencialmente constan de dos placas de hierro instaladas de tal manera que una de ellas se mantiene fija y la otra tiene un movimiento de vaivén de acercamiento y alejamiento a la placa fija, durante el cual se logra fragmentar el material que entra al espacio comprendido entre las dos placas (cámara de trituración).

El nombre de estas trituradoras viene del hecho de que la ubicación y el movimiento de las placas se asemejan a las mandíbulas de un animal, por eso, la placa fija suele llamarse mandíbula fija y la otra placa, mandíbula móvil.

(Usedo, 2015)

Las trituradoras de mandíbulas se subdividen en tres tipos, en función de la ubicación del punto de balanceo de la mandíbula móvil, que son: Trituradoras de mandíbulas tipo Blake, Dodge y Universal.

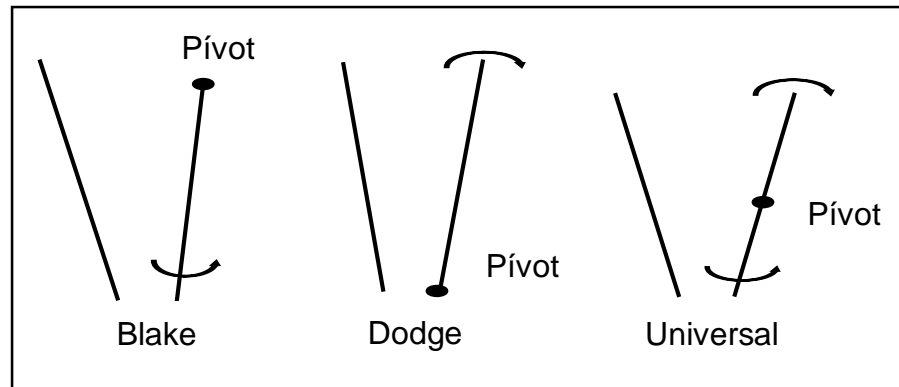


Figura 1: Mandíbulas de las máquinas trituradoras.
Fuente: (Avalos, 2016).

- Tipos de trituradoras de mandíbulas

El tamaño de estas trituradoras se designa indicando las dimensiones de la abertura de alimentación y el ancho de la boca de alimentación medidas en pulgadas o milímetros.

El tamaño de estas máquinas puede variar desde 125x150 mm, a 1600x2100 mm. Pueden triturar partículas desde 1,2 m. de tamaño aproximadamente, a razón de 700 a 800 TPH. La velocidad de la máquina, varía inversamente con el tamaño y usualmente está en el rango de 100 a 400 rpm. El radio de reducción promedio es de 7: 1, y puede variar desde 4:1 hasta 9:1, la potencia consumida puede variar hasta 400 HP, para el caso de las máquinas grandes. (Gómez, 2014)

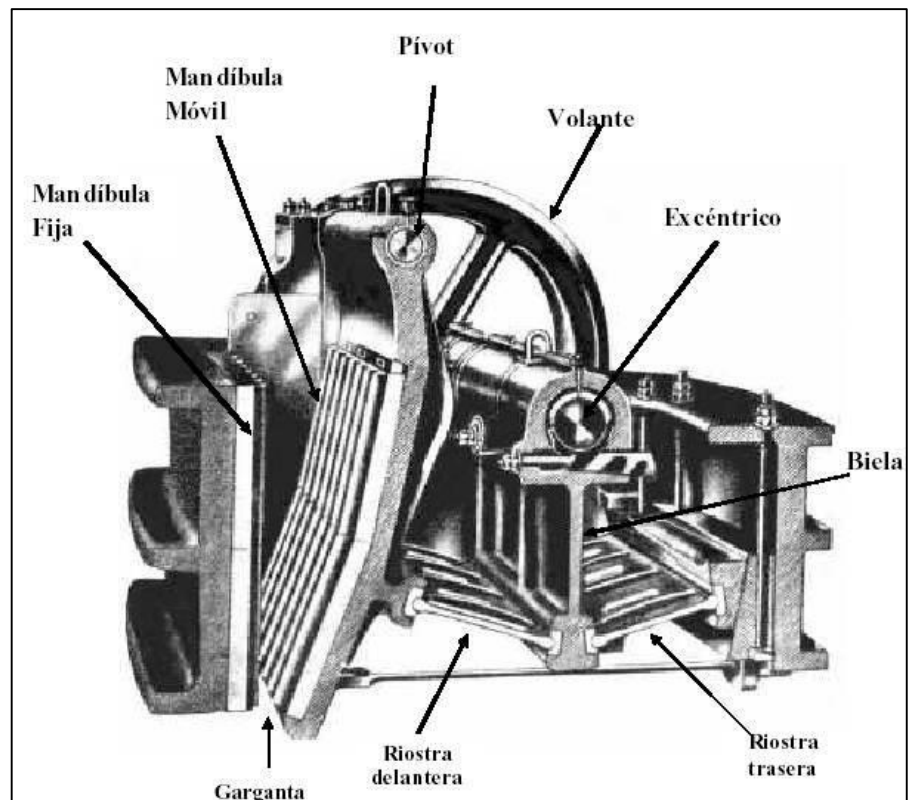


Figura 2: Trituradoras con mandíbulas.
Fuente: (Gómez, 2014).

- Capacidad de producción

La capacidad de producción de la trituradora depende de las características de las materias a triturar (intensidad, dureza, y composición de granulosis alimentada, etc.), las filtraciones de la trituradora y las condiciones de operación (casos de alimentación y dimensión de la salida de materias), etc. (Calabuig, 2015)

b. Trituradoras giratorias

Las trituradoras giratorias básicamente consisten en un eje vertical largo articulado por la parte superior a un punto (spider) y por la parte inferior a un excéntrico. Este eje lleva consigo un cono triturador. Todo este conjunto se halla ubicado dentro del cóncavo o cono fijo exterior. El conjunto, eje y cono triturador se halla suspendido del spider y puede girar libremente (85 - 150 rpm), de manera que en su movimiento rotatorio va aprisionado a las partículas que entran a la cámara de trituración (espacio comprendido entre el cono triturador y el cóncavo) fragmentándolas

continuamente por compresión. El tamaño de estas máquinas se designa por las dimensiones de las aberturas de alimentación (gape) y el diámetro de la cabeza (Head diameter). El tamaño de estas trituradoras puede variar desde 760 x 1400 mm a 21326 x 3300 mm, con capacidades de hasta 3000 TPH. (Urday, 2014)

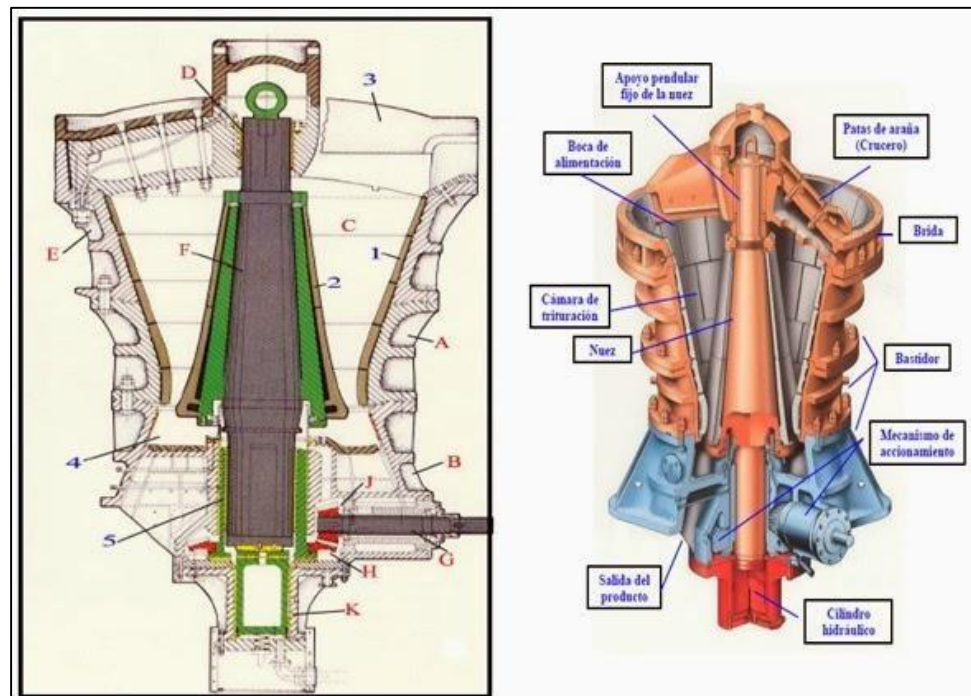


Figura 3: Sección de una trituradora giratoria.

Fuente: (Urday, 2014).

c. Trituradoras cónicas

Es una trituradora giratoria modificada. La diferencia principal es que el eje y cono triturador no están suspendidos del spider sino que están soportados por un descanso universal ubicado por debajo.

Además, como ya no es necesaria una gran abertura de alimentación, el cono exterior ya no es abierto en la parte superior.

El ángulo entre las superficies de trituración es el mismo para ambas trituradoras, esto proporciona a las trituradoras cónicas una mayor capacidad. (Mendoza, 2015)

El tipo de trituradora cónica más utilizada es la Symons, la cual se fabrica en dos formas: Trituradora cónica Symons Standard (normalmente utilizada en la trituración secundaria) y Trituradora cónica Symons de cabeza corta. (Mendoza, 2015)

d. Trituradora de rodillos

Estas trituradoras siguen siendo utilizadas en algunas plantas, aunque en otras han sido reemplazadas por las cónicas. El modo de operación consiste en dos rodillos horizontales los cuales giran en direcciones opuestas. El eje de una de ellas está sujeto a un sistema de resortes que permite la ampliación de la apertura de descarga en caso de ingreso de partículas duras. La superficie de ambos rodillos está cubierta por forros cilíndricos de acero al manganeso, para evitar el excesivo desgaste localizado. La superficie puede ser lisa para trituración fina y corrugada o dentada para trituración gruesa. (Huayta, 2015)

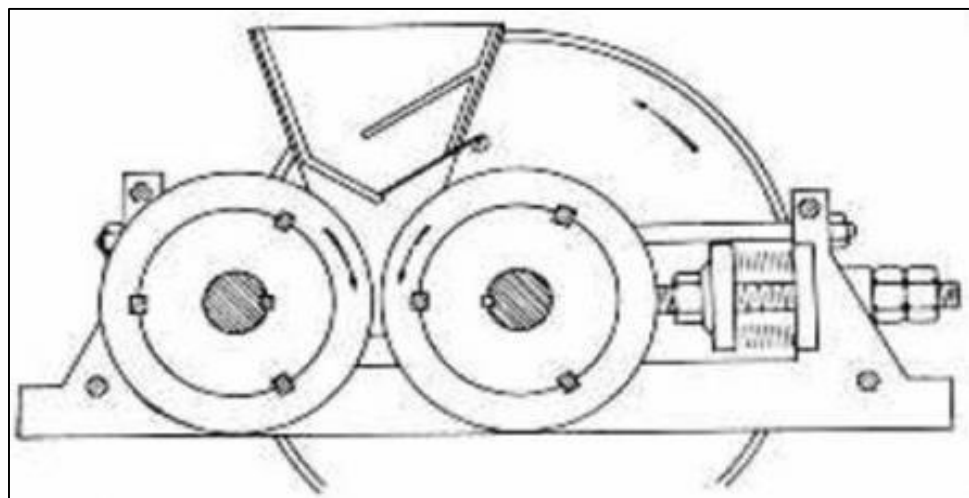


Figura 4: Trituradora de rodillos.
Fuente: (Huayta, 2015)

2.2.3. Faja transportadora

Una cinta transportadora es un mecanismo que permite el transporte de objetos continuos formado por dos poleas que mueven una cinta. Las poleas están movidas por motores, los que hacen girar la cinta y transportan el contenido existente sobre la misma. Existen bandas de uso ligero y uso pesado. Esta banda es trasladada gracias a la fricción de unos de los

tambores (tambor motor) y el otro solo rodará sin ningún accionamiento y sirve como retorno de la banda. Además, la banda entre los tambores tiene rodillos que sirven para soportar esta y darle consistencia. (Gómez, 2014)

2.2.4. Proceso de molienda

La molienda es una operación unitaria que puede ser llevada a cabo en diferentes tipos de equipos. El objetivo principal es la reducción del tamaño de partícula de la materia prima debido a requerimientos físicos en etapas posteriores ya sea dentro de una línea de producción o por requerimientos del usuario final. (Gómez, 2014)

En el caso de la planta de óxido de calcio se utiliza un molino tubular con bolas de acero como medio de molturación con una capacidad de producción de 3,50 toneladas por hora. Dentro de este proceso también es importante la participación de otros componentes internos del molino, como las placas protectoras del casco del molino. (Calabuig, 2015)

Los elementos molturadores tienen diferentes tamaños según el material que ayudan a moler dentro del molino, es decir, se deberá escoger el tamaño de los elementos con base en el tamaño de los materiales que se alimentarán dentro del molino y el tamaño de estos cuerpos molidores deberá ir disminuyendo según la reducción de tamaño esperada. Se dice entonces que el molino es el corazón de un circuito de molienda ya que dentro de él se lleva a cabo el proceso de reducción de tamaño. (Calabuig, 2015)

- **Óxido de calcio vivo**

Es el producto de la disociación térmica de la caliza (limestone en inglés). Su principal componente es el óxido de calcio (CaO) y su calidad depende de muchos factores, principalmente de sus características físicas, de su reactividad con el agua y de la composición química de la caliza que fue utilizada como materia prima. (Avalos, 2016).

- **Área de molienda**

Consiste en moler el óxido de calcio en un molino instalado adecuadamente, para conseguir una granulometría requerida, para luego

ser transportado como óxido de calcio molido al almacenamiento y para ser transformado en óxido de calcio hidratado. (Avalos, 2016)

- **Área de hidratación**

Consiste en agregar agua al óxido de calcio, mediante un hidratador para obtener óxido de calcio hidratado y esta pasa al separador para retener los trozos de óxido de calcio no hidratadas. (Avalos, 2016)

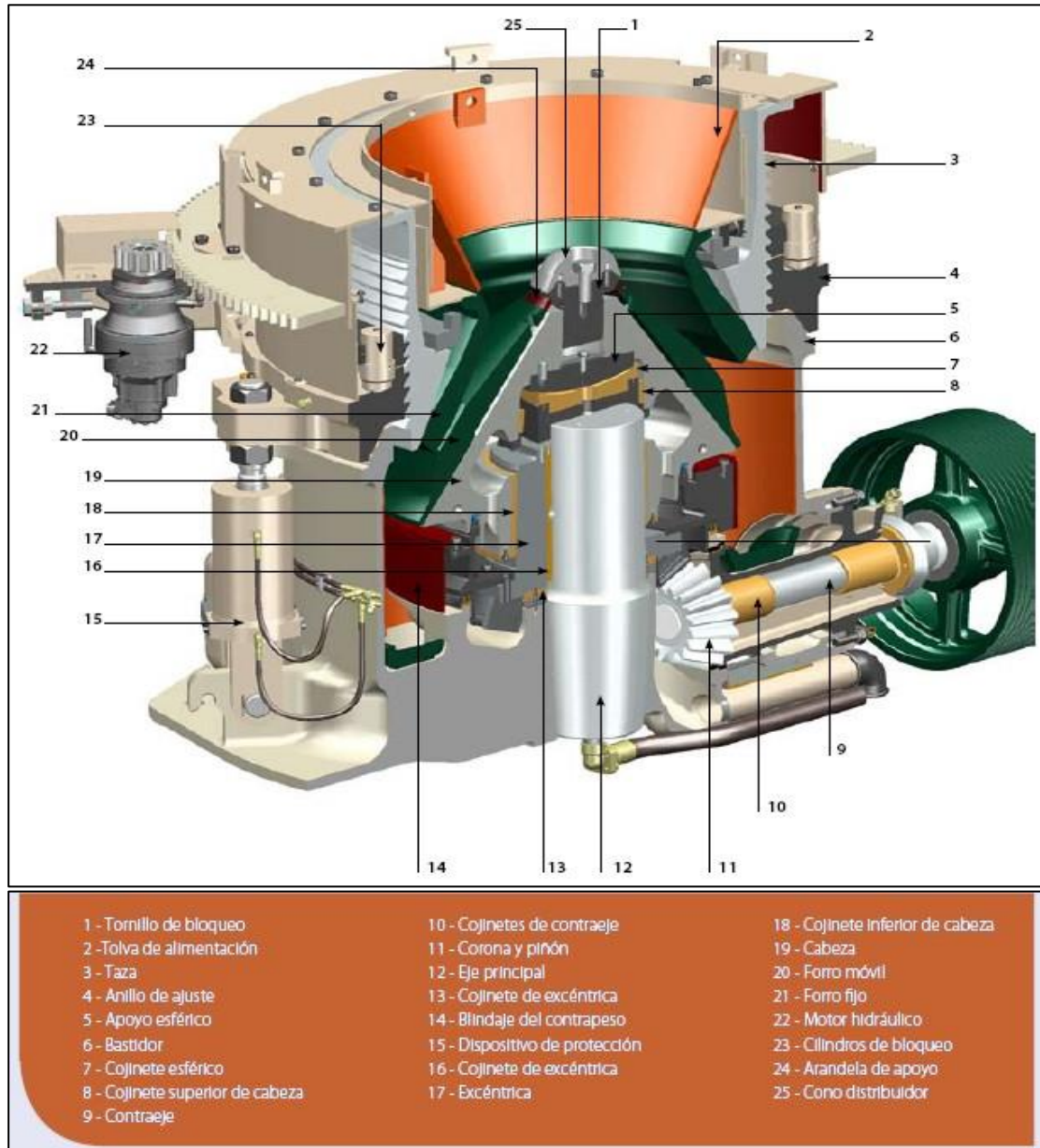
- **Óxido de calcio hidratado**

El óxido de calcio hidratado es el término utilizado para describir el hidróxido de calcio en polvo, producido de la reacción del óxido de calcio vivo con agua en exceso en cantidad controlada. Estequiométricamente, el hidróxido de calcio contiene aproximadamente 28 % en peso de agua junto con el óxido de calcio, sin embargo, este producto es esencialmente seco, ya que contiene menos de 1 % de agua sin reaccionar, es decir, el contenido de agua residual o superficial es bajo.

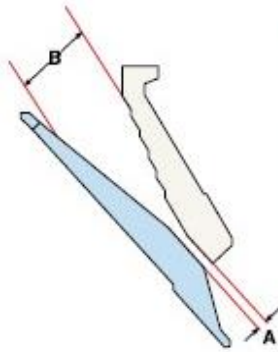
El resultado de la hidratación no debe ser confundido con el óxido de calcio apagado, nombre que recibe la óxido de calcio hidratado, pero que se refiere a la producción de una dispersión de hidróxido de calcio en agua, también llamada "lechada", es decir, con una cantidad elevada de agua residual, y que, por lo regular, varía según el usuario final. (Avalos, 2016)

2.2.5. Detalles técnicos de chancadoras y fajas transportadoras

2.2.5.1. Chancadora cónica Nordberg HP300



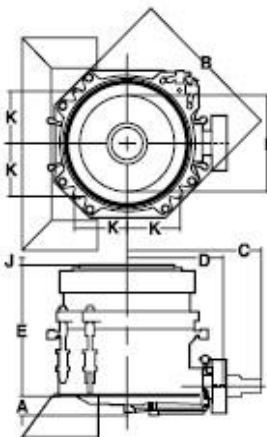
Peso - Molino completo y equipamiento						
Tamaño	HP100	HP200	HP300	HP400	HP500	HP800
Molino completo	5 400 kg	10 400 kg	15 810 kg	23 000 kg	33 150 kg	68 650 kg
Taza, revestimiento fijo anillo de reglaje tolva	1 320 kg	2 680 kg	3 525 kg	4 800 kg	7 200 kg	17 350 kg
Cabeza, mandíbula móvil y plato de alimentación	600 kg	1 200 kg	2 060 kg	3 240 kg	5 120 kg	10 800 kg
Potencia máxima recomendada	90 kW	132 kW	200 kW	315 kW	355 kW	600 kW
Velocidad del contraeje (rpm)	750-1200	750-1200	700-1200	700-1000	700-950	700-950



1 El reglaje «A» mínimo puede variar según las características de los materiales y de la velocidad de giro del molino.

2 Apertura de alimentación «B» correspondiente al reglaje mínimo «A».

Cámaras de trituración					
Tamaño de molino	Cámara	Standard		Cabeza corta	
		Reglaje mínimo «A» ⁽¹⁾	Apertura de alimentación «B» ⁽²⁾	Reglaje mínimo «A» ⁽¹⁾	Apertura de alimentación «B» ⁽²⁾
HP100	Extra Fina			6 mm	20 mm
	Fina			9 mm	50 mm
	Media			9 mm	70 mm
	Gruesa			13 mm	100 mm
	Extragruesa			21 mm	150 mm
HP200	Extra Fina			6 mm	25 mm
	Fina	14 mm	95 mm	6 mm	25 mm
	Media	17 mm	125 mm	6 mm	54 mm
	Gruesa	19 mm	185 mm	10 mm	76 mm
	Extragruesa				
HP300	Extra Fina			6 mm	25 mm
	Fina	13 mm	107 mm	6 mm	25 mm
	Media	16 mm	150 mm	8 mm	53 mm
	Gruesa	20 mm	211 mm	10 mm	77 mm
	Extragruesa	25 mm	233 mm		
HP400	Extra Fina			6 mm	30 mm
	Fina	14 mm	111 mm	6 mm	40 mm
	Media	20 mm	198 mm	8 mm	52 mm
	Gruesa	25 mm	252 mm	10 mm	92 mm
	Extragruesa	30 mm	299 mm		
HP500	Extra Fina			6 mm	35 mm
	Fina	16 mm	133 mm	8 mm	40 mm
	Media	20 mm	204 mm	10 mm	57 mm
	Gruesa	25 mm	286 mm	13 mm	95 mm
	Extragruesa	30 mm	335 mm		
HP800	Extra Fina			5 mm	33 mm
	Fina	16 mm	219 mm	10 mm	92 mm
	Media	25 mm	267 mm	13 mm	155 mm
	Gruesa	32 mm	297 mm		
	Extragruesa	32 mm	353 mm		



* 5'1/2 - **7'

Cotas						
Tamaño	HP100	HP200	HP300	HP400	HP500	HP800
A - Distancia bajo molino de la tubería de aceite	293 mm	297 mm	328 mm	240 mm	425 mm	722 mm
B - Cota total máxima del anillo de reglaje	1 505 mm	1 952 mm	2 207 mm	2 370 mm	2 730 mm	3 702 mm
C - Cota necesaria para extracción del contraeje	1 560 mm	1 840 mm	2 020 mm	2 470 mm	2 650 mm	3 450 mm
D - Distancia hasta el extremo del contraeje	950 mm	1 160 mm	1 347 mm	1 645 mm	1 760 mm	2 225 mm
E - Altura máxima	1 290 mm	1 630 mm	1 865 mm	2 055 mm	2 290 mm	3 538 mm
F - Diámetro interno de la tolva de alimentación	694 mm	914 mm	1 078 mm	1 308 mm	1 535 mm	1 863 mm
Cota necesaria para extracción de la taza	1 725 mm	2 140 mm	2 470 mm	2 650 mm	3 300 mm	4 854 mm
Cota necesaria para extracción de la cabeza	1 700 mm	2 165 mm	2 455 mm	2 715 mm	3 165 mm	4 634 mm
J - Desplazamiento de la tolva debido a la carrera de desatascado	65 mm	70 mm	85 mm	150 mm	125 mm	159 mm
K - Localización de los agujeros guía	NA	545 mm	660 mm	830 mm	882 mm	1 130 mm* 1 245 mm**
Diámetro de evacuación de productos	970 mm	1 240 mm	1 470 mm	1 726 mm	2 040 mm	2 420 mm

Curvas de Producción (Porcentaje pasante por la malla, según el reglaje)													
	6	8	10	13	16	19	22	25	28	32	38	45	51
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
63	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	95	90
51	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	92	82	68
38	100	100	100	100	100	100	100	98	95	90	76	62	50
32	100	100	100	100	100	100	95	90	79	69	52	42	36
25	100	100	100	100	98	94	85	74	60	49	40	33	28
22	100	100	100	100	95	88	76	63	51	42	34	28	25
19	100	100	100	98	92	82	68	57	46	37	30	26	22
16	100	100	99	92	80	69	55	46	36	29	24	20	18
13	100	99	92	78	66	55	43	36	28	22	18	16	14
10	100	93	81	66	55	45	34	30	23	18	15	13	11
8	94	82	69	55	45	37	28	24	19	15	13	11	10
6	82	67	55	43	36	29	22	19	16	12	9	8	7
4	65	49	40	32	26	21	16	14	11	9	7	6	5
2	40	28	23	17	13	11	8	7	6	4	3.5	3	2.5

2.2.5.2. Fajas transportadoras Nordberg NB500



Figura 5. Fajas transportadoras Nordberg NB500.



Figura 6. Fajas transportadoras Nordberg NB500 hasta chancadora.

Specifications

Description		Belt width (mm)						
		NB 500	NB 650	NB 800	NB 1000	NB 1200		
TAIL ASSEMBLY	Length (mm)	450			512			
	Tension length short (mm)	320			400			
	Tension length (mm)	560			640			
	Feed hopper l x L (mm)	500x1245	650x1260	800x1265	1000x2305	1200x2340		
	Pulley dia. (mm)	245 (4 to 11 kw)	245 (4 to 11 kW)		324 (7.5 to 11 kW)			
HEAD	Length (mm)	324	342		426			
	Powers (kW)	from 4 to 11	from 4 to 60		from 7.5 to 90			
	Pulley dia. (mm)	261 (4 & 55 kW)	340 (4 to 11 kW)		422 (7.5 to 11 kW)			
		340 (7.5 & 11 kW)	422 (15 to 37 kW)		524 (15 to 60 kW)			
INTERMED. STRUCTURE	Lengths	Standard truss (m)	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10					
		High span truss (m)	2-3-4-5-6-7-8-9-10			2-4-6-8-10		
		Tapered high span truss (m)	6			10		
	Overall width (mm)	820	1000	1150	1400	1650		
	Overall height	Standard truss (mm)	650	750	750	950	950	
		High span truss (mm)	1400	1400	1400	2000	2000	
		Tapered high span truss (mm)	650/1400	750/1400	750/1400	950/2000	950/2000	
	Max. span	without walkway	Standard truss (m)	16	20	20	22	22
			High span truss (m)	36	36	36	44	44
		with walkway	Standard truss (m)	12	16	16	18	18
			High span truss (m)	32	32	32	40	40
	Max. overhang	without walkway	Standard truss (m)	3	4	4	4	4
			High span truss (m)	8	8	8	10	10
with walkway or with disch. chute		Standard truss (m)	2	3	3	3	3	
		High span truss (m)	6	6	6	8	8	
with walkway and with disch. chute		Standard truss (m)	1	2	2	2	2	
		High span truss (m)	4	4	4	6	6	

INTERMED. STRUCTURE	NF53301 ISO 1537	Carrying	Ø x L x th (mm)	89x200x3	89x250x3	89x315x3	133x380x3	133x465x4
			Idlers spacing (mm)	1000 (250 under feed chute)				
			Nb of idlers per set	3	3	3	3	4
			Through angle	35°	35°	45°	45°	45°
			Shats: Ø x L (mm)	20x226	20x276	20x341	20x406	20x491
			Flats: thickness x distance (mm)	14x208	14x258	14x323	14x388	14x473
		Return	Ø x L x th (mm)	89x600x3	89x750x3	89x950x3	89x1150x3	89x1400x4
			Idlers spacing (mm)	3000				
			Nb of idlers per set	1	1	1	1	1
			Shats: Ø x L (mm)	20x626	20x776	20x976	20x1176	20x1426
Throughing length		(mm)	1450	1450	1450	1667	1667	
BELT	Breaking strenght (N/mm) Number of plies Rubber cover thickness (mm)	200/2 3+1	●					
		250/2 3+1.5	●	●				
		315/2 4+2	●	●	●			
		400/3 4.2		●	●	●		
		500/3 5.2			●	●	●	
		630/3 6+2				●	●	
800/3 8+3					●			

2.3. Definición de términos básicos

- **Calera:** Lugar donde se encuentran los hornos para calcinar la roca caliza (Trigueros, 2013).
- **Chancadora:** Es una máquina que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original (Cruz, 2016).
- **Faja transportadora:** Es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores (Gómez, 2014).
- **Óxido de calcio molido:** Es un término que designa al óxido de calcio (CaO). Se obtiene como resultado de la calcinación de las rocas calizas o dolomías pasado por un molino (Calabuig, 2015).
- **Productividad:** Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción (Carrero, 2013).
- **Viabilidad económica:** Pretende determinar la racionalidad de las transferencias desde este punto de vista. Para ello es necesario definir el coste de la solución óptima, entendiendo por tal la que minimiza el coste de satisfacción de todas las demandas a partir de las fuentes identificadas en los análisis anteriores, comprobar que ese coste es compatible con la racionalidad económica de la

solución mediante el correspondiente análisis coste-beneficio y, por último, verificar que las demandas a satisfacer presentan capacidad de pago suficiente para afrontar el coste unitario resultante (Avalos, 2016).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

3.1.1. Hipótesis general

La implementación de una chancadora y faja transportadora incrementa al 100% la producción de óxido de calcio molido en la planta PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Al realizar el análisis del actual proceso de molienda de óxido de calcio de la planta PuyLucana, se evidenciarán y corregirán las deficiencias que se presentan en este proceso.
- Si se realiza una propuesta de implementación de una chancadora y una faja transportadora se mejorará la producción del área de molienda PuyLucana.
- Al evaluar la viabilidad económica de la implementación de una chancadora y una faja transportadora se pondrá en marcha la propuesta y se mejorará la producción del área de molienda PuyLucana.

3.1.3. Variables

- Independiente: Instalación de chancadora y faja transportadora.
- Dependiente: Producción de óxido de calcio molido.

3.1.4. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de las variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
Instalación de chancadora y faja transportadora	Independiente		Evaluación de los equipos de molienda
		Evaluación actual de producción	Dureza de óxido de calcio a moler
			Producción de óxido de calcio molido (ton/hora)
		Propuesta de implementación de chancadora y faja transportadora	Producción esperada (ton/hora)
			Eficiencia de equipos a implementar
			Flujo de entradas (dólares)
	Viabilidad económica	Flujo de salidas (dólares)	
			Cash Flow (dólares)
Producción de óxido de calcio molido	Dependiente	Incremento de producción	%
		Producción actual	Toneladas/hora
		Producción esperada	Toneladas/hora

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2. Tipo de investigación

La investigación desarrollada es cuantitativa y aplicada, es cuantitativa porque Hernández, Fernández y Baptista (2014), aseguran que: “En este enfoque los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde el inicio de un estudio. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso)” (p. 20). Y es aplicada porque tiene como objetivo resolver un determinado problema específico. Por lo tanto, en esta tesis el proceso consistió en observar y analizar la molienda actual de óxido de calcio para luego proponer la implementación de una chancadora y una faja transportadora.

3.3. Diseño de investigación

El diseño es experimental. Ya que se pretende establecer el posible efecto de en el incremento de producción si es que se implementa una chancadora y una faja transportadora. (Hernández *et al.*, 2014)

3.4. Unidad de estudio

1 tonelada métrica de óxido de calcio molido producida en la planta de PuyLucana.

3.5. Población

Producción de la planta de óxido de calcio de PuyLucana.

3.6. Muestra

Producción mensual de óxido de calcio molido.

3.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas

- Recopilación bibliográfica, donde se ha recolectado toda la información referente al tema.
- Observación directa, se evaluaron visualmente las instalaciones de la planta de producción de óxido de calcio molido PuyLucana.
- Trabajo de campo. A través del cual se va a definir la producción actual en planta.

3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación fueron:

- Ficha de la producción mensual actual.
- Ficha de producción mensual propuesta.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Aspectos Generales:

4.1.1. Ubicación:

La actual “Planta de óxido de calcio Puyllucana” se encuentra ubicada en el Centro Poblado de Puyllucana Distrito: Los Baños Del Inca; Provincia: Cajamarca; Región: Cajamarca; a una Altitud de: 2784 msnm.



Figura 7: Ubicación de la Planta de óxido de calcio Puyllucana.

Fuente: Google Earth, (2017).

Tabla 2

Ubicación de la planta de óxido de calcio Puyllucana.

COORDENADAS UTM WGS 84		
VÉRTICE	SUR	OESTE
1	7859.82	782639.14
2	7858.86	782641.76
3	7857.02	782639.78
4	7857.81	782637.97

Fuente: Elaboración propia, (2017).

4.1.2. Descripción general de la Planta de óxido de calcio Puyllucana

La actual planta de óxido de calcio Puyllucana es una planta dedicada a la comercialización de recursos minerales principalmente el óxido de calcio; óxido de calcio vivo, óxido de calcio molido y óxido de calcio hidratado, al por

mayor y menor. La cual es una planta reconocida por el mercado local por la venta de sus productos que cumplen los estándares de calidad.

4.1.3. Visión y misión

- Visión: Convertirse en la empresa líder en la comercialización de óxido de calcio en Cajamarca, cuidado los estándares de calidad del producto, seguridad y medio ambiente normados por la legislación vigente.
- Misión: Producir óxido de calcio de mejor calidad para satisfacer las exigencias del mercado.

4.1.4. Actividades que se desarrollan en la planta de óxido de calcio PuyLucana

En dicha planta solo se produce óxido de calcio granado y molido, el proceso de extracción se realiza en su planta de operaciones Cumbemayo. Las actividades se detallan en la figura presentada a continuación:

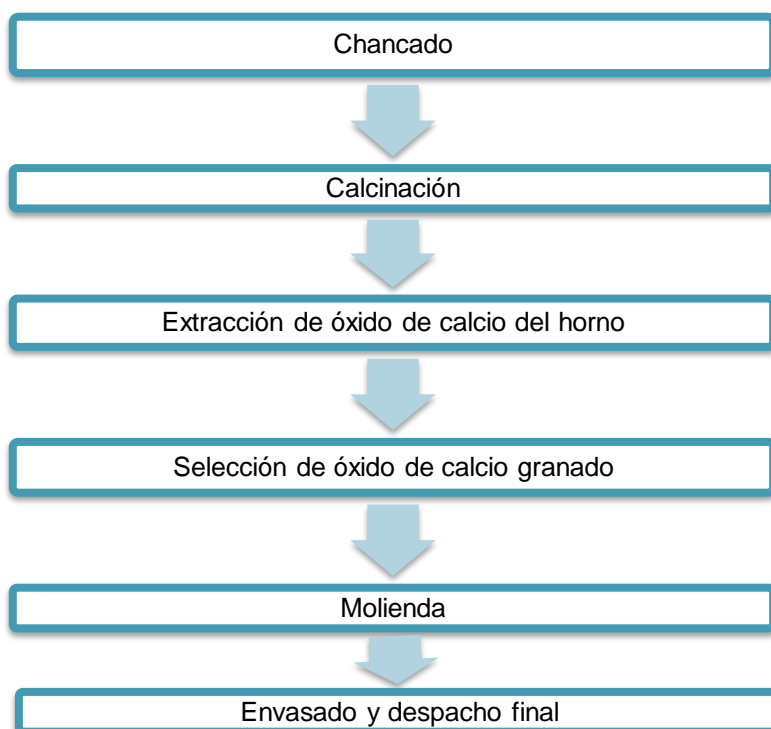


Figura 8: Diagrama de etapas para la producción de óxido de calcio granado y molido.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Para obtener óxido de calcio se siguen las siguientes etapas:

a. Extracción de materia prima

La roca caliza es la materia prima para la obtención de óxido de calcio; dichas rocas se extraen de la concesión Ítalo, para extraerlo se realizan los siguientes pasos:

- Perforación:

Se realiza con un taladro de 32 mm de diámetro, para ello utilizaremos un compresor para facilitar la perforación.



Figura 9. Calizas de la concesión Ítalo.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Voladura:

Actualmente para la voladura se utilizan explosivos Dinamita, Fulminante, Mecha Lenta, Anfo y Pentacord. Anteriormente usaban el Anfo mezclado con Diésel con el objetivo de ahorrar costos, pero no fracturaba completamente la roca, por ello se aplica la configuración de carga actual, con la cual se obtiene mayor fracturación de la roca.

- Desbroce de la roca:

Para desbrozar o extraer la roca particulada de la cantera, se utiliza una excavadora PC 200, para luego ser acarreada en el camión volquete de 18 m³.



Figura 10: Cantera de calizas materia prima Concesión Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Transporte de Cantera a Plataforma de Chancado de la Planta PuyLucana

La materia prima para la obtención del óxido de calcio (CaO), es la caliza (CaCO_3), la materia prima es trasladada desde la cantera ubicada en del caserío de Ventanillas distrito Magdalena, la cual es acarreada desde la cantera hasta la plataforma de la Planta PuyLucana mediante un volquete de 18 m^3 . Este volquete se traslada mediante una trocha que une la cantera con la ciudad de Cajamarca y de la ciudad de Cajamarca mediante la vía asfaltada hasta la planta de óxido de calcio ubicada en el centro Poblado de PuyLucana

c. Chancado

La operación de chancado se inicia con la descarga de la roca caliza de la tolva del volquete de 18 m^3 , donde trabajadores de la empresa se encargarán de fracturar si es que es necesario, ya que desde la voladura la roca ya viene con óptimas condiciones a ser calcinada.



Figura 11. Descargue de roca caliza y chancado.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

d. Calcinación

En la Planta de Calcinación se encuentran ubicados 2 hornos de calcinación de 6 metros de altura, con una capacidad de producción de 50 TM de óxido de Calcio.

Estos hornos tienen un aislamiento interior con ladrillo rojo de construcción denominado King-Kong. 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 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, el llenado es una capa de caliza y una capa

de carbón antracítico, 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.



Figura 12. Calcinación de roca caliza.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 13. Carbón antracita usado para la calcinación.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

e. Extracción de óxido de calcio del horno

La extracción del óxido de calcio del horno consiste en desquinchar las capas de calizas calcinadas sacando las parillas de rieles y dejando caer por gravedad, para luego ser trasladadas a la etapa de molienda.



Figura 14. Descargue de los hornos de calcinación.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

f. Separación

Consiste en separar del óxido de calcio granado los óxidos no hidratados (óxidos no hidratados como los de magnesio) y algunos carbonatos conocidos como “granaza” que no lograron ser calcinados.



Figura 15. Selección de impurezas dentro del óxido de calcio granado.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

g. Molienda

El óxido de calcio vivo (caliza calcinada), es descargado de los hornos y transportado hasta un molino a martillos donde se reduce su granulometría por debajo de un 10% retenido en tamiz #8 (2,36mm), condición necesaria para la comercialización.



Figura 16. Molienda del óxido de calcio granado.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

h. Envasado y despacho final

El óxido de calcio molido es almacenado en un silo de almacenamiento para finalmente, se proceder al envasado del producto, el mismo se realiza por medio de una maquina especial de envasado. El óxido de calcio hidratado es empaquetado en saquetas de 50 kg, o bien en cantidades en tolvas que se despachan al cliente.

Todos los procesos son completamente industriales, en los mismos se llevan a cabo estrictos controles de calidad que permitan alcanzar las normas requeridas para la fabricación de óxido de calcio molido.



Figura 17. Zona de despacho de óxido de calcio molido.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

4.2. Situación actual de la Planta de óxido de calcio PuyLucana

En la actual planta PuyLucana se están presentando deficiencias en la producción de óxido de calcio diario, porque en las etapas de la molienda, como el traslado de óxido de calcio molido de la zaranda vibratoria al silo de almacenamiento, se realiza el proceso de forma manual, (Ver Figura N° 21) trayendo como consecuencia costos de proceso y baja producción por los tiempos que se demora en realizar las actividades a cabalidad de una manera eficiente, a continuación se describe las etapas donde están generando demoras y costos de baja producción:

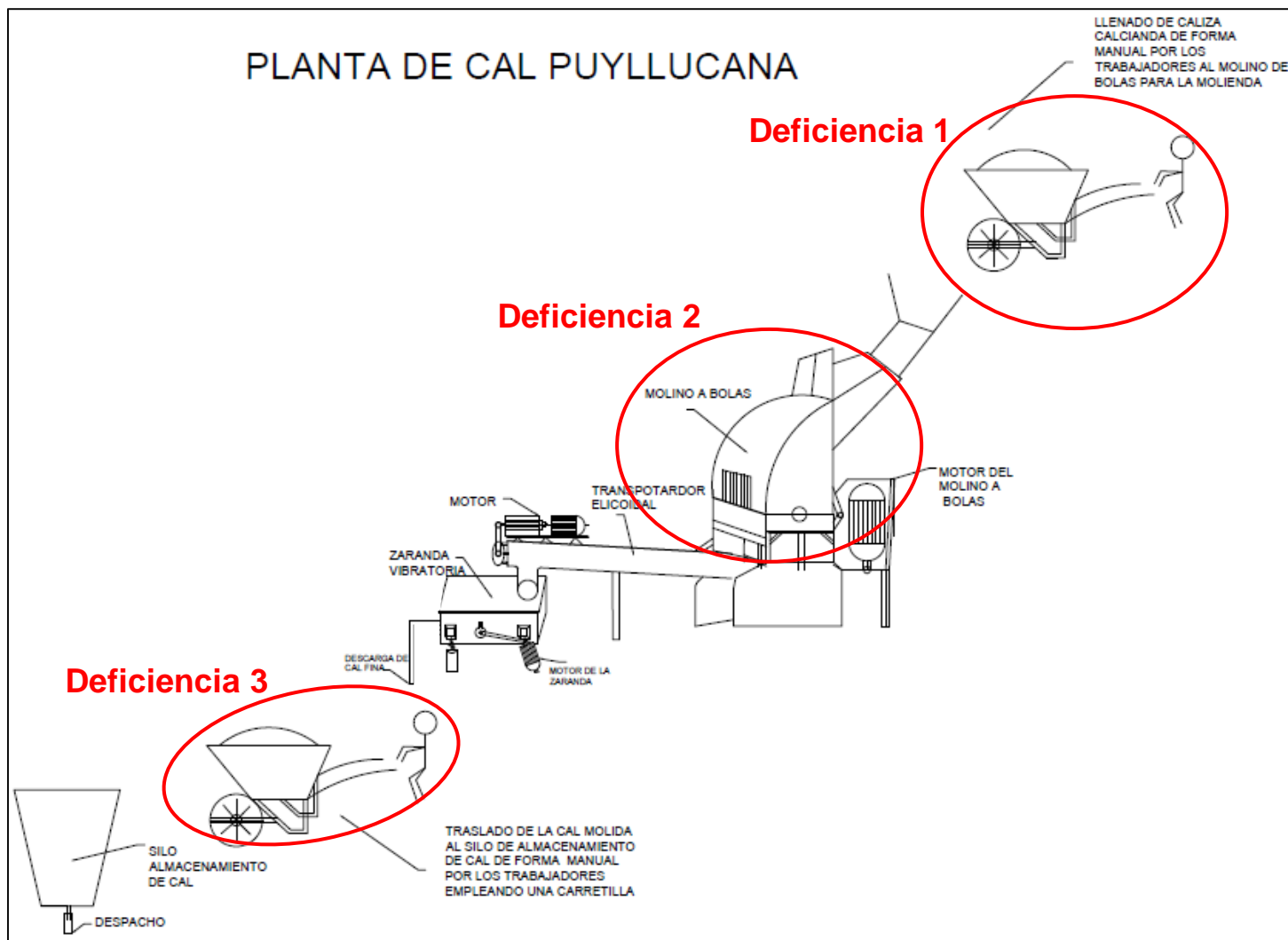


Figura 18: Etapas donde se están generando costos de producción.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2017.

4.2.1. Deficiencia 1: Llenado al molino a bolas

En esta etapa es donde se nota la deficiencia de trabajo productivo por las siguientes razones:

- El llenado a la boca del conector que conecta con el molino a bolas se realiza de forma manual por tres trabajadores empleando palanas y carretillas.
- El óxido de calcio es trasladado por volquetes desde la descarga del horno hasta la plataforma del molino a bolas para la molienda.
- El llenado al molino es lento, teniendo como consecuencias tiempos muertos.
- Se generan paradas inesperadas de molienda por la falta de abastecimiento de cal.
- El sistema no es continuo por la distancia que hay entre la boca de descarga del horno y la etapa de molienda.
- El personal tiene tiempos de ocio cuando no hay suficiente óxido de calcio para alimentar al molino a bolas.



Figura 19. Zona de despacho de óxido de calcio molido.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 20. Plataforma de abastecimiento de óxido de calcio granado al molino.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

4.2.2. Deficiencia 2: Atascamiento del molino de bolas

Esta deficiencia se presenta ya que el óxido de calcio granado introducido al molino no pasa por un prechancado, y atasca al molino ya que algunos trozos de óxido de calcio no están bien quemados.



Figura 21. Trozos de óxido de calcio granado para moler.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

4.2.3. Deficiencia 3: Transporte de óxido de calcio molido del molino al silo de almacenamiento

En la etapa 2 se identificó los costos que se generan al trasladar el óxido de calcio molido al silo de almacenamiento por las siguientes razones:

- El traslado se realiza en carretillas.
- El tiempo de traslado es entre 4 a 5 minutos.
- El llenado de las saquetas es forma manual y también se realiza directamente desde los tubos de descarga de la zaranda vibratoria a los sacos de 50 kg.



Figura 22. Llenado de sacos con óxido de calcio molido.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- En esta etapa trabajan 2 personas.
- Se generan tiempos muertos cuando no hay suficiente producción en la etapa de molienda.
- El personal tiene tiempos de ocio cuando no hay suficiente óxido de calcio para trasladar al silo de almacenamiento.

4.3. Mejora de deficiencias en la planta de óxido de calcio Puyllucana

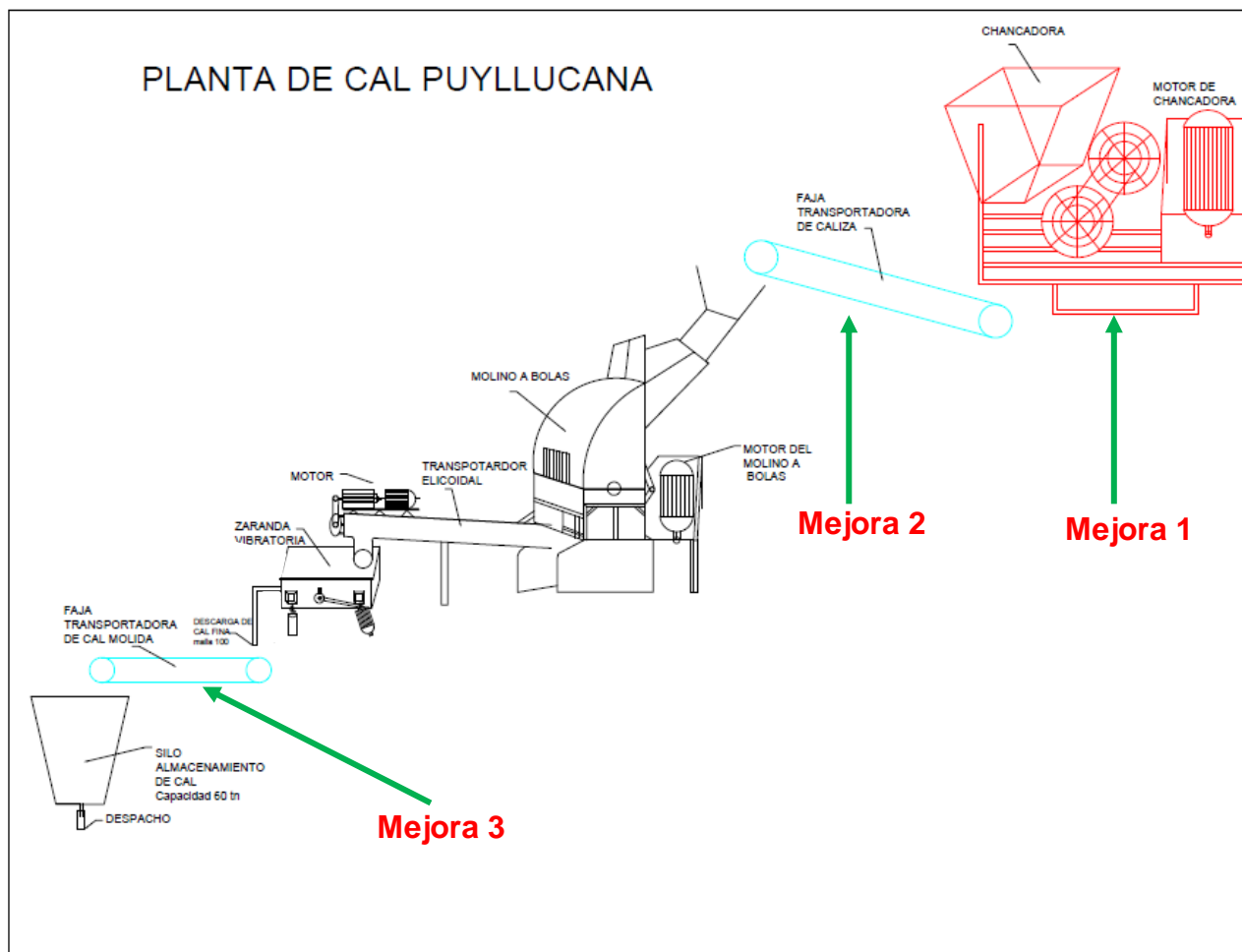


Figura 23: Implantación de la chancadora y faja trasportadora.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.3.1. Implementación de la chancadora

Con la implementación de la chancadora se tendrá los siguientes beneficios:

- Se evitará tener los tiempos muertos en la producción.
- Aumentará la producción diaria.
- Se disminuirá el personal de 3 a 1 que laboraban en esa etapa de proceso de molienda.
- Se sustituirá las herramientas manuales que se empleaban para el llenado de la tolva del molino por un mini cargador JCB operado por un operador.
- Rapidez en el proceso de molienda.
- La etapa de chancado será más efectiva y dará una molienda óptima aumentando la producción diaria.
- Se evitará que el molino se atasque.



Figura 24: Chancadora hechiza que se piensa implementar.

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 25: Mini cargador que alimentará a la chancadora.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.3.2. Implementación de la faja transportadora N°1 que conectará la chancadora con el molino a bolas.

Con la implementación de la faja transportadora N°1 que conectará la chancadora a la boca del molino a bolas permitirá tener los siguientes beneficios:

- La rapidez del proceso de molienda evitando tener tiempos muertos en la etapa de producción.
- No se necesitará de otros medios para transportar el material triturado a la boca del molino.
- Mayor producción en menor tiempo de molienda.
- Se sustituirá las carretillas que se empleaban para el traslado del óxido de calcio al molino, por la faja transportadora.



Figura 26: Faja transportadora que sustituirá a las herramientas manuales.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 27: Boca del molino a bolas que conectará la faja transportadora con la chancadora.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.3.3. Implementación de la faja transportadora N°2 que conectará la descarga de la zaranda vibratoria al silo de almacenamiento

Con la implantación de la faja transportadora N°2, se tendrá la rapidez de transportar el óxido de calcio molido al silo de almacenamiento desde la descarga de la zaranda vibratoria generando los siguientes beneficios:

- Se sustituirá las herramientas manuales, por la faja transportadora.

- Se disminuirá el personal que laboraban en esa etapa de procesos de 3 a 1 un trabajador.
- El trabajador se dedicará solo a supervisar el proceso desde la etapa de molienda hasta la descarga del óxido de calcio al silo de almacenamiento.
- El almacenamiento será mayor.
- No se tendrá personas expuestas al polvo que se genera en la etapa de zarandeo, esta es una de los mejores beneficios que brindará la faja transportadora.



Figura 28: Dirección de la Faja transportadora que conectará la zaranda vibratoria con el silo de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 29: Punto de llegada de la Faja trasportadora.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.4. Comparación de producción antes y después de la implementación de mejoras

4.4.1. Resultados de la producción de óxido de calcio antes de las mejoras de deficiencias

Según los resultados de los análisis de producción diaria semanal y mensual en la planta de óxido de calcio PuyLucana antes de ser instalada la chancadora y la faja transportadora se muestra en la siguiente tabla y figuras:

Tabla 3

Producción de óxido de calcio antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de enero.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Enero											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	20	16	L	21	20	L	15	19	L	16	15
M	15	20	M	19	22	M	13	16	M	18	20
M	23	18	M	25	19	M	19	15	M	20	16
J	19	22	J	16	23	J	12	17	J	15	17
V	25	18	V	26	19	V	20	19	V	17	19
S	22	27	S	24	21	S	17	14	S	19	15
TOTAL DE PRODUCCIÓN	124	121	TOTAL DE PRODUCCIÓN	131	124	TOTAL DE PRODUCCIÓN	96	100	TOTAL DE PRODUCCIÓN	105	102

Fuente: Elaboración propia, (2018).

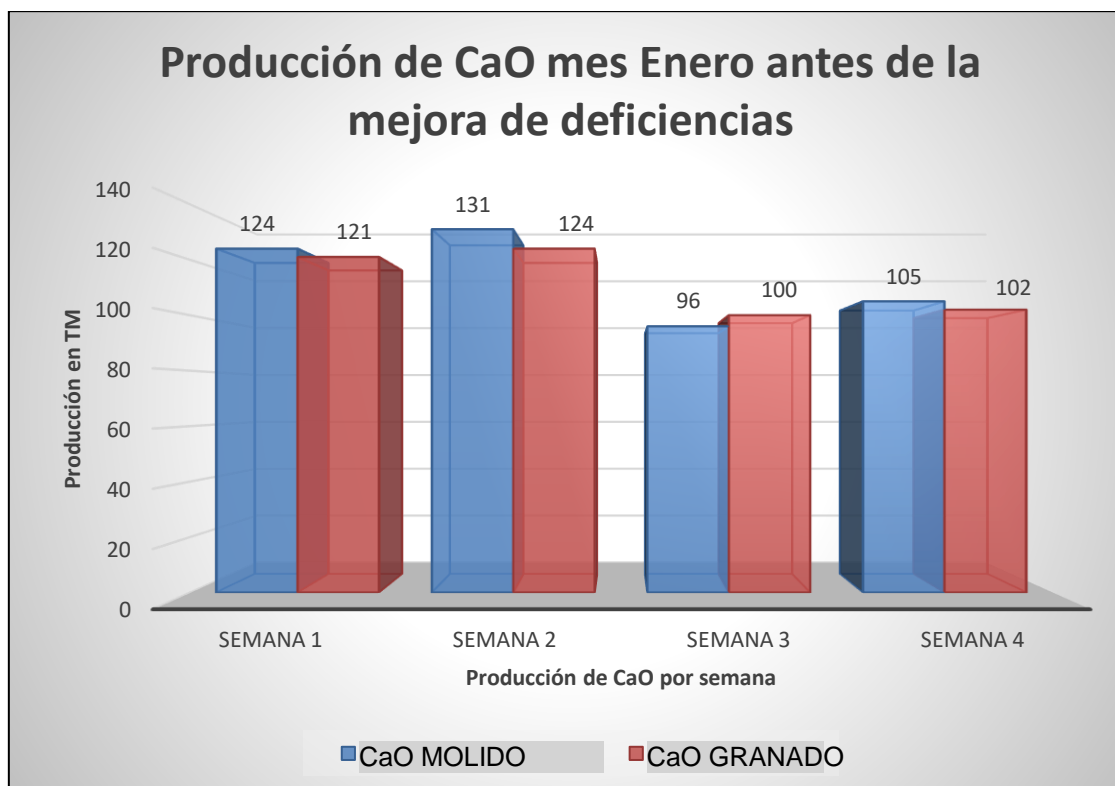


Figura 30: Producción de CaO granado y molido de enero 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

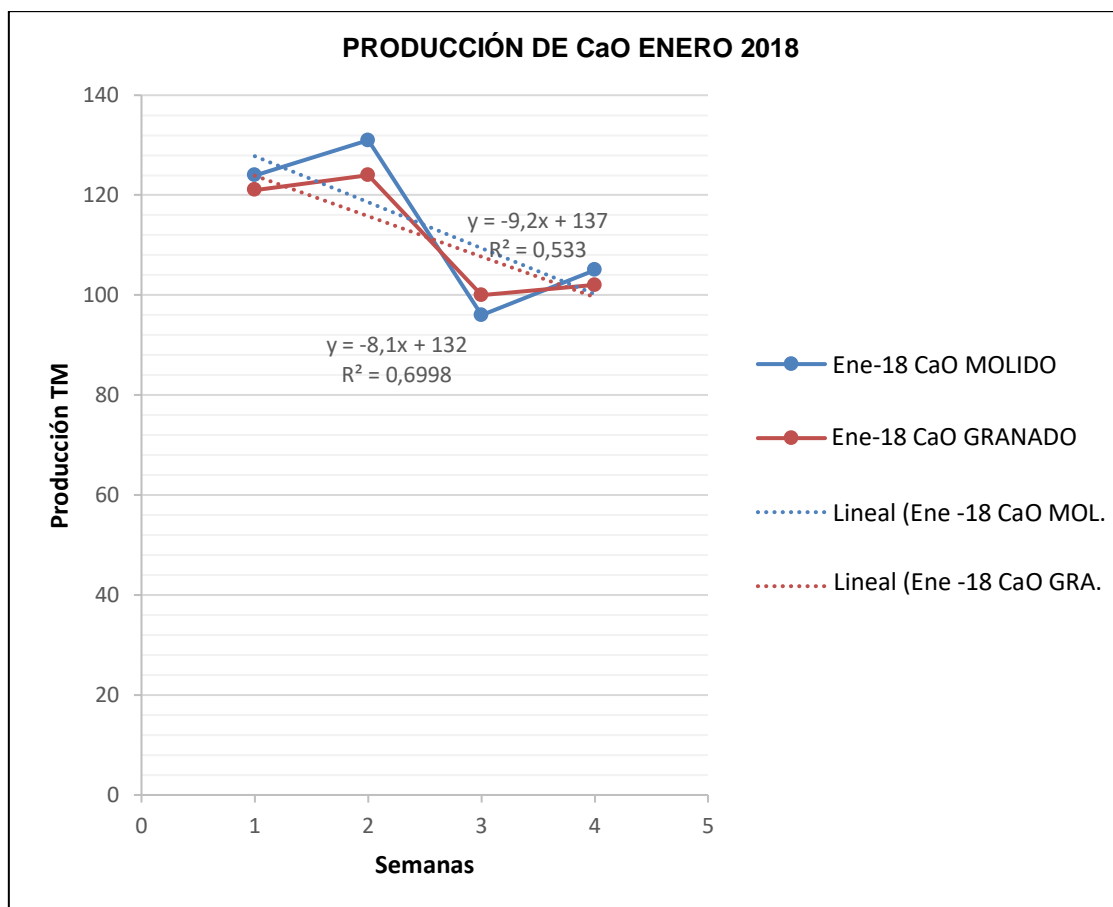


Figura 31: Estadísticas de la producción de CaO antes de instalar las mejoras mes de enero.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

La producción de Oxido de Calcio en la actual Planta de PuyLucana que se presentan en la Tabla N°3 y Figura N°30 y 31, los datos analizados representan una producción baja en tonelaje, tal como se muestra en la Figura N° la producción de CaO granado es de

100 a 124 TM y la producción de CaO molido es de 96 a 131 TM durante todo un mes de labor, esto indica que el tonelaje de CaO no es lo suficiente como para generar las expectativas de producción que esté generando ganancias para el dueño de la calera.

Tabla 4

Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de febrero.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Febrero											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	30	20	L	23	22	L	19	21	L	20	19
M	25	22	M	22	20	M	21	23	M	19	21
M	23	19	M	23	18	M	23	19	M	25	19
J	19	23	J	19	24	J	24	22	J	21	22
V	25	25	V	28	22	V	25	18	V	24	20
S	23	23	S	21	23	S	22	23	S	23	23
TOTAL DE PRODUCCIÓN	145	132	TOTAL DE PRODUCCIÓN	136	129	TOTAL DE PRODUCCIÓN	134	126	TOTAL DE PRODUCCIÓN	132	124

Fuente: Elaboración propia, (2018).

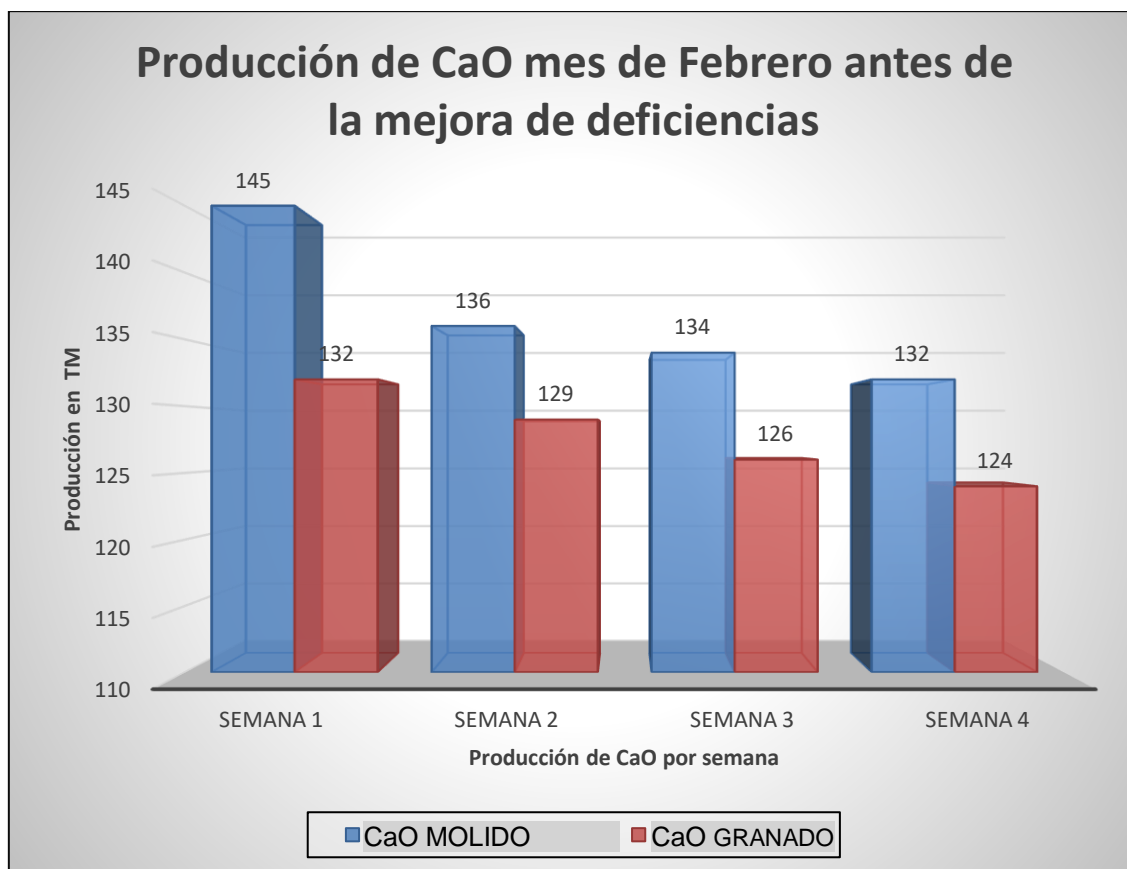


Figura 32: Producción de CaO granado y molido de febrero 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

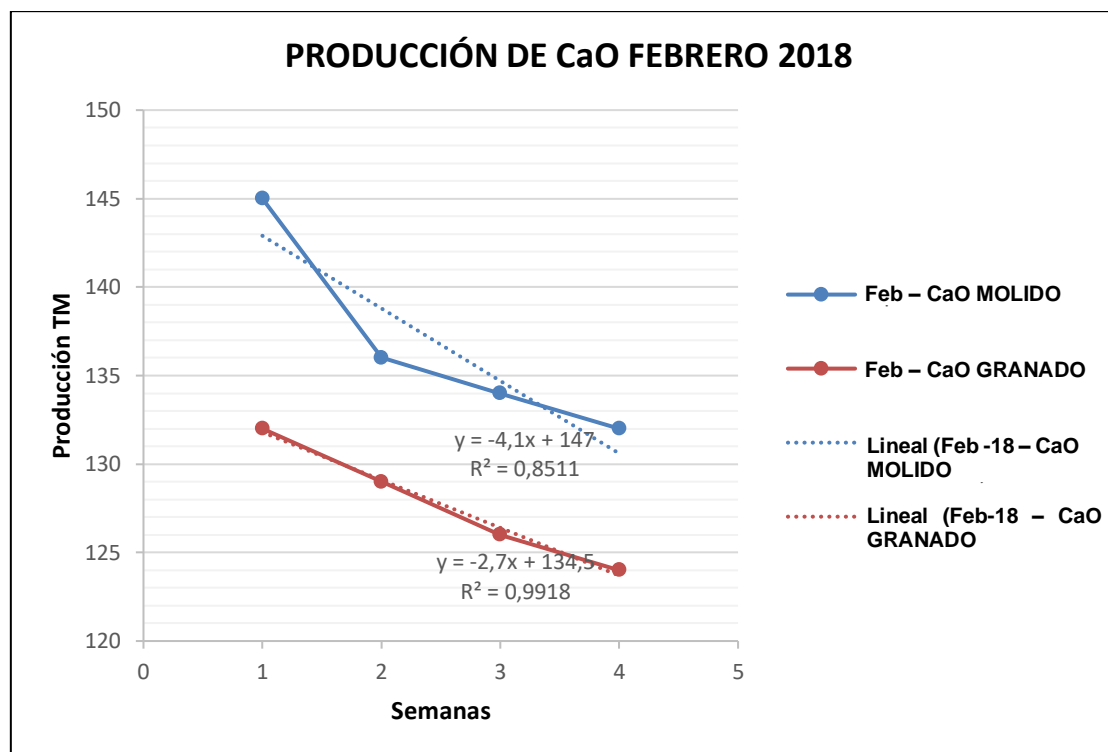


Figura 33: Estadísticas de la producción de CaO antes de instalar las mejoras mes de febrero.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

La producción de CaO en la actual Planta PuyLucana que se presentan en la Tabla N°4 y Figura N°32 y 33, los datos analizados representan una producción baja en tonelaje, tal como se muestra en la Figura N°32 la producción de óxido de calcio granado es de 124 a 142 TM y la producción de óxido de calcio molido es de 132 a 145 TM durante todo un mes de labor, esto indica que el

tonelaje de CaO no es lo suficiente como para generar las expectativas de producción que esté generando ganancias para el dueño de la calera.

Tabla 5

Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de marzo.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Marzo											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	21	17	L	18	22	L	17	22	L	19	15
M	16	21	M	23	18	M	16	17	M	21	17
M	21	16	M	24	21	M	14	21	M	19	18
J	19	21	J	21	19	J	17	23	J	18	20
V	27	21	V	20	23	V	18	20	V	15	19
S	21	28	S	21	25	S	21	15	S	21	18
TOTAL DE PRODUCCIÓN	125	124	TOTAL DE PRODUCCIÓN	127	128	TOTAL DE PRODUCCIÓN	103	118	TOTAL DE PRODUCCIÓN	113	107

Fuente: Elaboración propia, (2018).

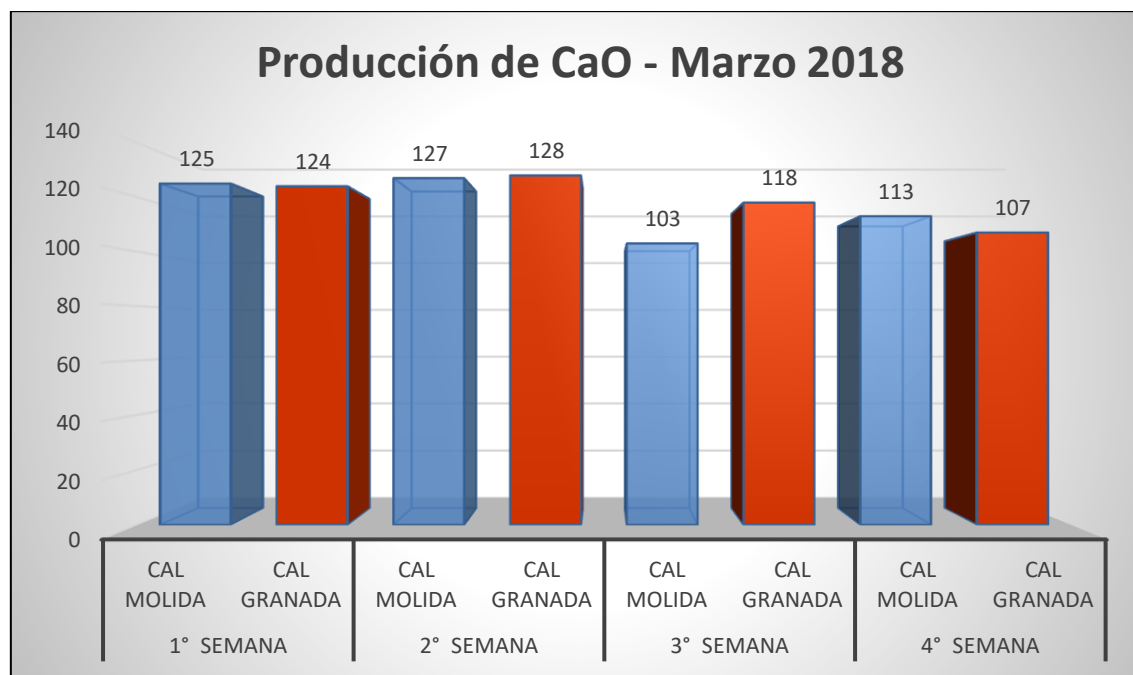


Figura 34: Producción de CaO granado y molido de marzo 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

La producción de óxido de calcio en la actual Planta PuyLucana que se presentan en la Tabla N°5 y Figura N°34, los datos analizados representan una producción baja en tonelaje, tal como se muestra en la Figura N°34 la producción de CaO granado es de 107 a 128 TM y la producción de CaO molido es de 103 a 127 TM durante todo un mes de labor, esto indica que el tonelaje de CaO no es lo suficiente como para generar las expectativas de producción que esté generando ganancias para el dueño de la calera.

Tabla 6

Producción de CaO antes de instalar la chancadora y faja transportadora mes de abril.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Abril											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	24	19	L	21	21	L	19	21	L	19	12
M	23	20	M	25	20	M	18	19	M	21	17
M	26	22	M	23	24	M	23	23	M	18	20
J	22	23	J	20	21	J	15	21	J	18	20
V	29	24	V	27	25	V	19	19	V	15	21
S	28	26	S	22	23	S	21	24	S	21	19
TOTAL DE PRODUCCIÓN	152	134	TOTAL DE PRODUCCIÓN	138	132	TOTAL DE PRODUCCIÓN	119	125	TOTAL DE PRODUCCIÓN	112	114

Fuente: Elaboración propia, (2018).

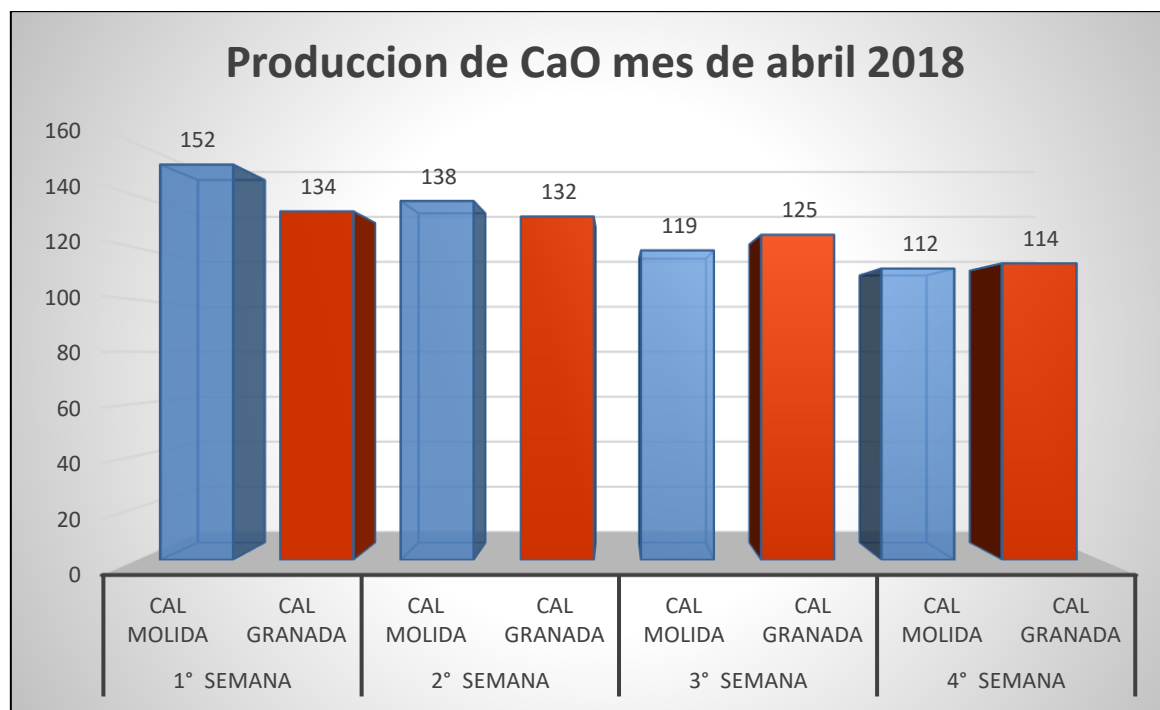


Figura 35: Producción de CaO granado y molido de Abril 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

La producción de CaO en la actual Planta PuyLucana que se presentan en la Tabla N°6 y Figura N°35, los datos analizados representan una producción baja en tonelaje, tal como se muestra en la Figura N°35 la producción de CaO granado es de 114 a 134 TM y la producción de CaO molido es de 112 a 152 TM durante todo un mes de labor, esto indica que el tonelaje de CaO no es lo suficiente como para generar las expectativas de producción que esté generando ganancias para el dueño de la calera.

4.4.2. Resultados de la producción de CaO después de las mejoras de deficiencias

Según los resultados de los análisis de producción diaria semanal y mensual en la planta PuyLucana después de ser instalada la chancadora y la faja transportadora se muestra en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 7

Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora mes de mayo.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Mayo											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	40	49	L	39	42	L	59	41	L	40	49
M	45	57	M	42	40	M	41	43	M	49	41
M	58	45	M	44	48	M	43	49	M	45	49
J	48	53	J	59	44	J	40	42	J	41	42
V	44	48	V	40	45	V	45	40	V	44	40
S	42	51	S	45	43	S	47	41	S	40	43
TOTAL DE PRODUCCIÓN	277	303	TOTAL DE PRODUCCIÓN	269	262	TOTAL DE PRODUCCIÓN	275	256	TOTAL DE PRODUCCIÓN	259	264

Fuente: Elaboración propia, (2018).

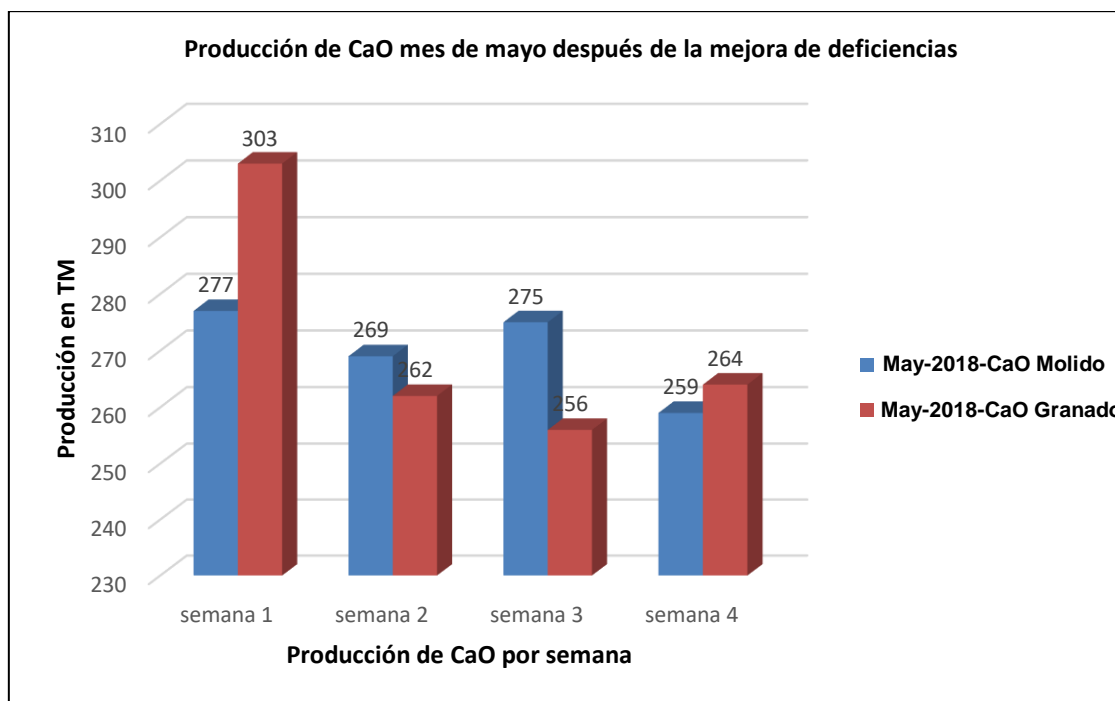


Figura 36: Producción de CaO granado y molido de mayo 2018.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

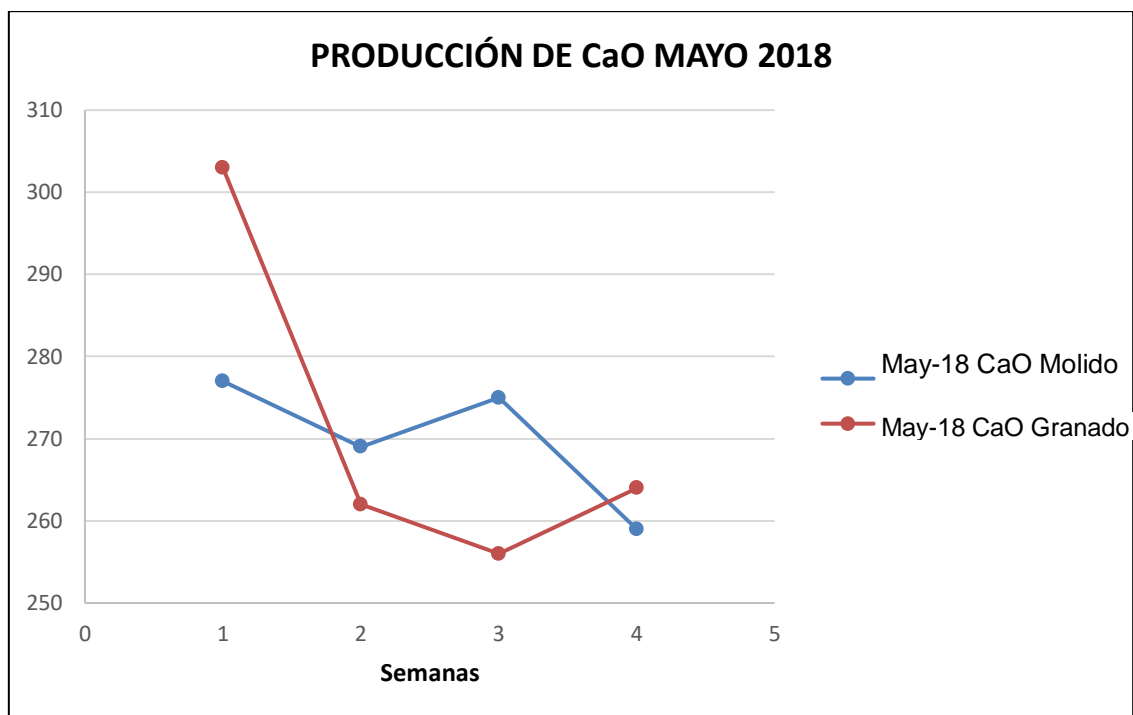


Figura 37: Estadísticas de la producción de CaO después de instalar las mejoras mes de mayo.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 8

Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora mes de junio.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Junio											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	44	49	L	50	40	L	58	43	L	42	50
M	47	58	M	43	42	M	49	41	M	49	43
M	59	46	M	45	49	M	45	51	M	47	48
J	48	54	J	62	45	J	43	44	J	43	44
V	46	45	V	42	47	V	40	42	V	46	47
S	43	49	S	47	41	S	48	43	S	42	42
TOTAL DE PRODUCCIÓN	287	301	TOTAL DE PRODUCCIÓN	289	264	TOTAL DE PRODUCCIÓN	283	264	TOTAL DE PRODUCCIÓN	269	274

Fuente: Elaboración propia, (2018).

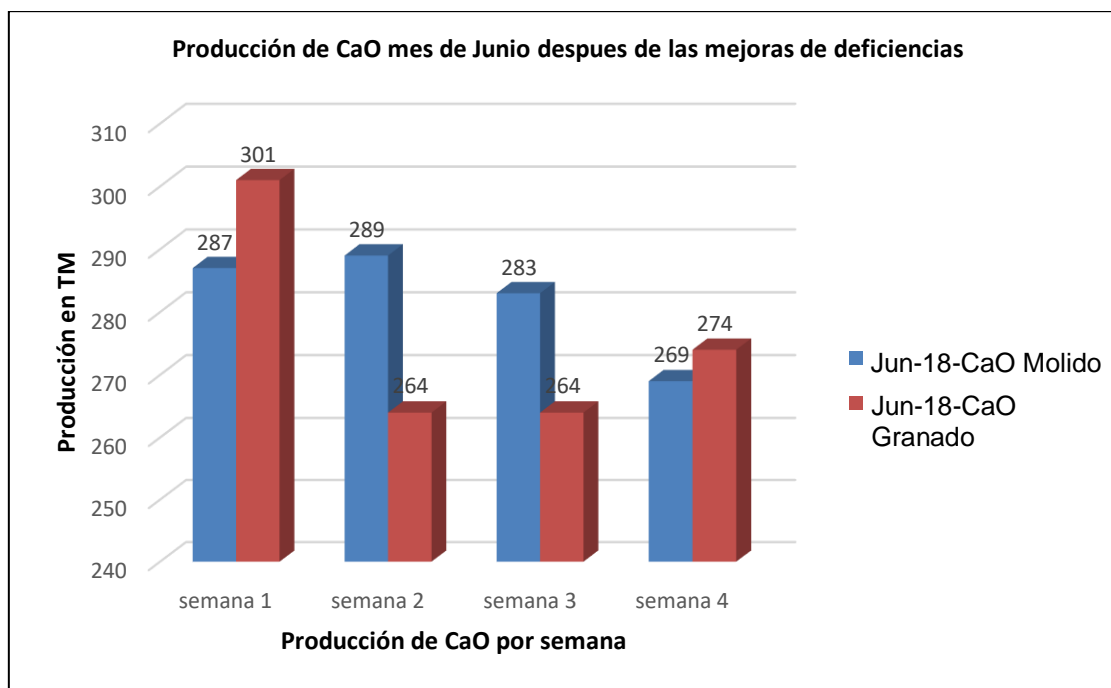


Figura 38: Producción de CaO granado y molido de Junio 2018.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

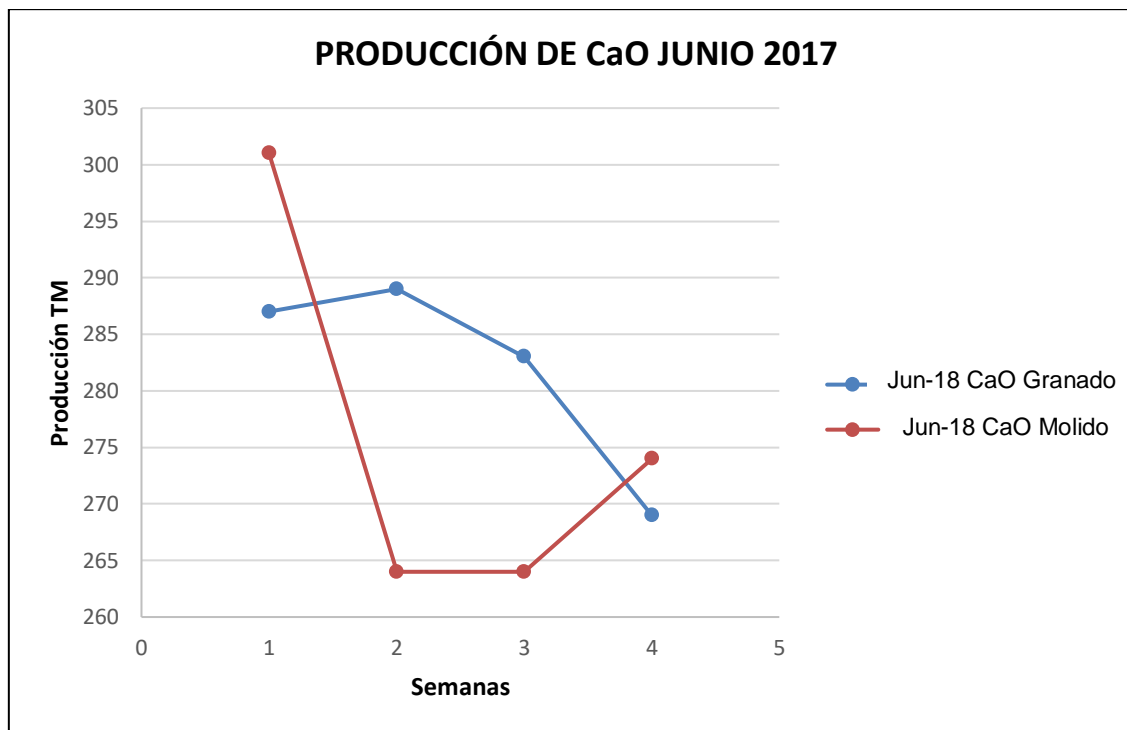


Figura 39: Estadísticas de la producción de CaO después de instalar las mejoras mes de junio.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 9

Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora mes de julio.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Julio											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	45	49	L	50	40	L	58	46	L	42	54
M	49	58	M	43	42	M	51	44	M	50	46
M	65	46	M	45	49	M	47	54	M	47	51
J	54	57	J	62	48	J	43	47	J	44	47
V	48	45	V	42	47	V	42	45	V	46	50
S	44	49	S	47	41	S	48	44	S	43	45
TOTAL DE PRODUCCIÓN	305	304	TOTAL DE PRODUCCIÓN	283	267	TOTAL DE PRODUCCIÓN	289	280	TOTAL DE PRODUCCIÓN	272	293

Fuente: Elaboración propia, (2018).

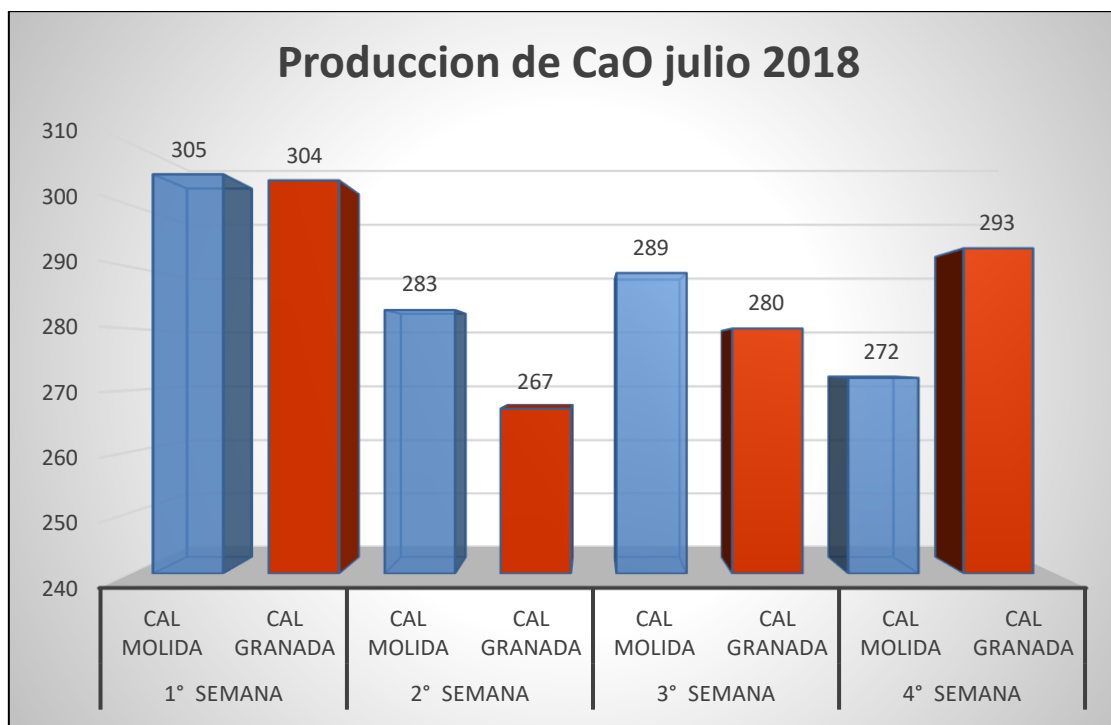


Figura 40: Producción de CaO granado y molido de julio 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 10

Producción de CaO después de instalar la chancadora y faja transportadora mes de agosto.

HOJA N°1: PRODUCCIÓN DE CaO "PLANTA CALERA PUYLUCANA"											
AÑO: 2018											
MES: Agosto											
1° SEMANA			2° SEMANA			3° SEMANA			4° SEMANA		
TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO	TURNO	CaO MOLIDO	CaO GRANADO
DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM	DIA	TM	TM
L	41	47	L	53	44	L	61	52	L	49	48
M	43	56	M	46	46	M	54	50	M	50	47
M	62	44	M	47	53	M	50	54	M	53	50
J	51	55	J	65	52	J	46	51	J	54	44
V	41	44	V	46	51	V	45	53	V	46	47
S	45	49	S	48	45	S	52	61	S	45	41
TOTAL DE PRODUCCIÓN	283	295	TOTAL DE PRODUCCIÓN	305	291	TOTAL DE PRODUCCIÓN	308	321	TOTAL DE PRODUCCIÓN	297	277

Fuente: Elaboración propia, (2018).

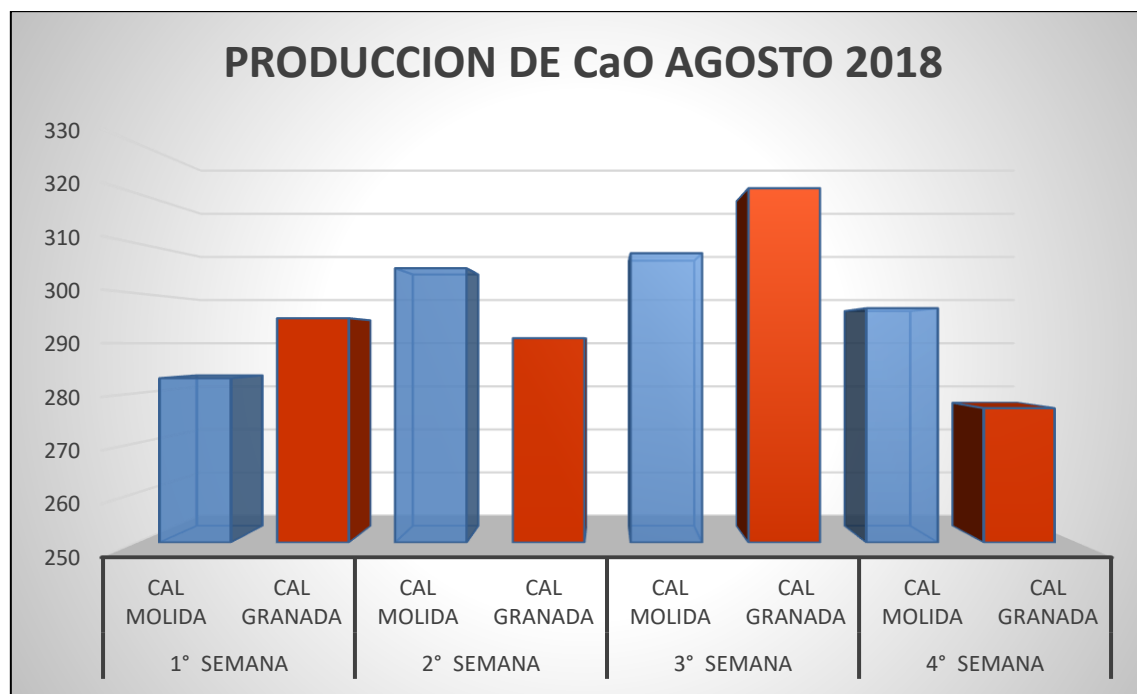


Figura 41: Producción de CaO granado y molido de Agosto 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.4.3. Resultados comparativos antes y después de la mejora

Tabla 11

Resultados comparativos de producción antes de la mejora.

Mes	CaO Molido	CaO Granado
Enero	124 TM	121 TM
	131 TM	124 TM
	96 TM	100 TM
	105 TM	102 TM
Febrero	145 TM	132 TM
	136 TM	129 TM
	134 TM	126 TM
	132 TM	124 TM
Marzo	125 TM	124 TM
	127 TM	128 TM
	103 TM	118 TM
	113 TM	107 TM
Abril	152 TM	134 TM
	138 TM	132 TM
	119 TM	125 TM
	112 TM	114 TM
TOTAL CaO molido + CaO granado	1992 TM	1940 TM
TOTAL DE PRODUCCIÓN	3932 TM	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 12

Resultados comparativos de producción después de la mejora.

Mes	CaO Molido	CaO Granado
Mayo	277 TM	303 TM
	269 TM	262 TM
	275 TM	256 TM
	259 TM	264 TM
Junio	287 TM	301 TM
	289 TM	264 TM
	283 TM	264 TM
	269 TM	274 TM
Julio	305 TM	304 TM
	283 TM	267 TM
	289 TM	280 TM
	272 TM	293 TM
Agosto	283 TM	295 TM
	305 TM	291 TM
	308 TM	321 TM
	297 TM	277 TM
TOTAL CaO molido + CaO granado	4550 TM	4516 TM
TOTAL DE PRODUCCIÓN	9066 TM	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

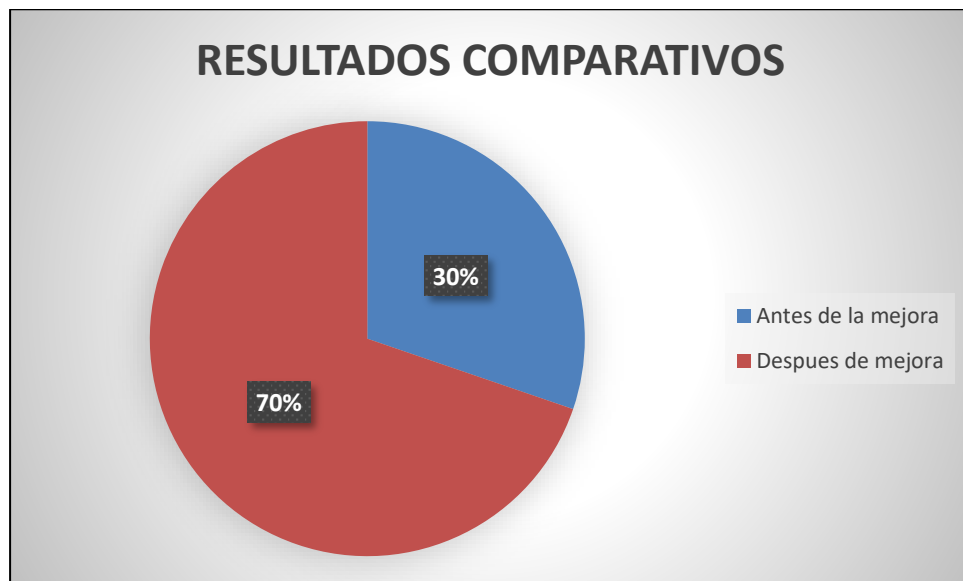


Figura 42: Resultados comparativos de producción antes y después de la mejora.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la barra de pastel se puede observar que con la instalación de la chancadora y las dos fajas transportadoras en la actual Planta PuyLucana se mejoró la producción de óxido de calcio de forma diaria, semanal y mensual, de acuerdo a la comparación de dos meses antes y dos meses después de la instalación de mejoras la producción aumentó en más de 128%.

4.5. Viabilidad económica de las mejoras

La empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., actualmente vende óxido de calcio granado y óxido de calcio molido a la empresa minera Yanacocha, el precio de la tonelada de CaO granado es de 80 dólares en la planta PuyLucana y de la CaO molido 130 dólares igualmente en la planta PuyLucana.

4.5.1. Comparación de precios de producción antes y después de la mejora (CaO molido)

Tabla 13

Resultados comparativos aumento de producción de dólares.

Descripción	Mes	Producción	Precio de CaO molido	Precio parcial (\$)	Precio comparativo	Aumento productivo en dólares
Antes de la mejora	Enero	456 TM	130 dólares	59 280	258 960	332 540
	Febrero	547 TM		71 110		
	Marzo	468 TM		60 840		
	Abril	521 TM		67 730		
Después de la mejora	Mayo	1 080 TM		140 400	591 500	
	Junio	1 128 TM		146 640		
	Julio	1 149 TM		149 370		
	Agosto	1 193 TM		155 090		

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.5.2. Flujos salientes

Los costos se ven representados principalmente por el transporte de caliza y carbón, mano de obra y combustible.

a. Costos de transporte

Tabla 14

Costos de producción durante el mes de enero.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Enero																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana								
Día	L	M	M	J	V	S		Día	L	M	M	J	V	S		Día	L	M	M	J	V	S		Día	L	M	M	J	V	S	
Caliza	58	46	43	46	54	57	304 TM	Caliza	53	60	56	65	52	42	328 TM	Caliza	63	46	63	50	40	58	320 TM	Caliza	64	60	54	64	75	64	381 TM
Carbón	42	38	51	33	37	38	239 Kg	Carbón	42	42	38	42	35	34	233 Kg	Carbón	50	38	44	46	36	36	250 Kg	Carbón	44	48	46	36	48	36	258 Kg
Costo Parcial							\$ 2 750	Costo Parcial							\$ 2 760	Costo Parcial							\$ 2 740	Costo Parcial							\$ 2 820
COSTO TOTAL: \$ 11 070.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 15

Costos de producción durante el mes de febrero.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Febrero																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana								
Día	L	M	M	J	V	S		Día	L	M	M	J	V	S		Día	L	M	M	J	V	S		Día	L	M	M	J	V	S	
Caliza	62	56	52	46	57	59	332 TM	Caliza	58	62	48	72	62	53	355 TM	Caliza	62	56	63	51	40	52	324 TM	Caliza	63	58	53	65	71	62	372 TM
Carbón	54	38	50	38	43	62	285 Kg	Carbón	42	46	40	48	42	43	261 Kg	Carbón	43	44	43	42	38	48	258 Kg	Carbón	38	41	52	48	42	37	258 Kg
Costo Parcial							\$ 2740	Costo Parcial							\$ 2750	Costo Parcial							\$ 2730	Costo Parcial							\$ 2800
COSTO TOTAL: \$ 11 020.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 16

Costos de producción durante el mes de marzo.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Marzo																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana																
Día	L	M	M	J	V	S	Día	L	M	M	J	V	S	Día	L	M	M	J	V	S											
Caliza	60	50	40	48	58	55	311 TM	Caliza	53	63	57	67	53	44	337 TM	Caliza	65	50	65	55	43	57	335 TM	Caliza	66	59	57	68	70	65	385 TM
Carbón	40	35	49	34	39	33	230 Kg	Carbón	38	44	39	43	37	35	236 Kg	Carbón	52	33	45	47	39	37	253 Kg	Carbón	40	35	47	39	46	38	245 Kg
Costo Parcial						\$ 2700	Costo Parcial						\$ 2800	Costo Parcial						\$ 2853	Costo Parcial						\$ 2890				
COSTO TOTAL: \$ 8673.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 17

Costos de producción durante el mes de abril.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Abril																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana																
Día	L	M	M	J	V	S	Día	L	M	M	J	V	S	Día	L	M	M	J	V	S											
Caliza	60	54	44	48	58	55	319 TM	Caliza	53	63	47	67	58	49	337 TM	Caliza	65	53	65	55	48	57	343 TM	Caliza	68	61	57	68	72	67	393 TM
Carbón	40	35	49	34	39	39	236 Kg	Carbón	38	46	42	43	37	35	241 Kg	Carbón	52	39	48	47	42	40	268 Kg	Carbón	41	38	49	41	42	37	248 Kg
Costo Parcial						\$ 2720	Costo Parcial						\$ 2790	Costo Parcial						\$ 2730	Costo Parcial						\$ 2750				
COSTO TOTAL: \$ 10,990.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 18

Costos de producción durante el mes de mayo.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Mayo																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana								
	Día	L	M	M	J	V			S	Día	L	M	M	J			V	S	Día	L	M	M		J	V	S	Día	L	M	M	J
Caliza	60	54	48	50	58	55	325 TM	Caliza	53	63	57	67	58	49	347 TM	Caliza	66	54	65	55	49	57	346 TM	Caliza	68	61	57	68	72	67	393 TM
Carbón	40	35	49	44	39	39	246 Kg	Carbón	38	46	42	43	37	35	241 Kg	Carbón	52	42	48	47	42	41	272 Kg	Carbón	41	38	49	41	42	37	248 Kg
Costo Parcial							\$ 2710	Costo Parcial							\$ 2755	Costo Parcial							\$ 2800	Costo Parcial							S/. 2780
COSTO TOTAL: \$ 11,045.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 19

Costos de producción durante el mes de junio.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Junio																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana								
	Día	L	M	M	J	V			S	Día	L	M	M	J			V	S	Día	L	M	M		J	V	S	Día	L	M	M	J
Caliza	63	56	42	56	60	59	336 TM	Caliza	52	60	59	68	61	54	354 TM	Caliza	67	54	62	52	54	58	347 TM	Caliza	65	60	54	66	69	64	378 TM
Carbón	38	42	47	48	48	42	265 Kg	Carbón	38	46	42	43	47	40	256 Kg	Carbón	48	52	58	44	40	41	283 Kg	Carbón	48	42	52	44	41	49	276 Kg
Costo Parcial							\$ 2740	Costo Parcial							\$ 2780	Costo Parcial							\$ 2790	Costo Parcial							\$ 2825
COSTO TOTAL: \$ 11 135.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 20

Costos de producción durante el mes de Julio.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Julio																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana								
	Día	L	M	M	J	V			S	Día	L	M	M	J			V	S	Día	L	M	M		J	V	S	Día	L	M	M	J
Caliza	63	52	50	48	56	61	330 TM	Caliza	54	62	55	62	63	51	347 TM	Caliza	68	56	67	57	51	56	355 TM	Caliza	67	63	59	71	75	69	404 TM
Carbón	44	38	52	46	38	38	256 Kg	Carbón	42	40	41	38	36	48	245 Kg	Carbón	52	42	48	47	42	41	272 Kg	Carbón	46	43	51	48	47	41	276 Kg
Costo Parcial						\$ 2 740		Costo Parcial						\$ 2 770		Costo Parcial						\$ 2800		Costo Parcial						S/. 2 800	
COSTO TOTAL: \$ 11 110.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 21

Costos de producción durante el mes de Agosto.

Hoja N°1: Costo de transporte de caliza y Carbón desde la cantera de calizas y mina de carbón a la Planta PuyLucana.																															
Razón Social: CALERA PUYLUCANA																															
AÑO: 2018																															
Mes: Agosto																															
Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana	Rubro	Costo \$/Tm. Transporte						TOTAL TM/semana								
	Día	L	M	M	J	V			S	Día	L	M	M	J			V	S	Día	L	M	M		J	V	S	Día	L	M	M	J
Caliza	65	64	48	50	58	55	340 TM	Caliza	54	63	57	67	58	53	352 TM	Caliza	68	55	65	57	49	57	350 TM	Caliza	68	63	57	68	72	67	395 TM
Carbón	40	40	49	44	40	39	252 Kg	Carbón	38	46	42	43	47	40	256 Kg	Carbón	52	42	50	47	42	43	276 Kg	Carbón	44	40	49	41	42	37	253 Kg
Costo Parcial						\$ 2710		Costo Parcial						\$ 2740		Costo Parcial						\$ 2765		Costo Parcial						\$ 2825	
COSTO TOTAL: \$ 11.090.00																															

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Costos de personal

Tabla 22

Costos de personal en meses evaluados.

Personal	Costo (por unidad)	Antes de la mejora								Después de la mejora							
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
		Cant.	Cost.	Cant.	Cost.	Cant.	Cost.	Cant.	Cost.	Cant.	Cost.	Cant.	Cost.	Cant.	Cost.	Cant.	Cost.
Ingeniero supervisor	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700	1	\$ 700
Chancadores de caliza	\$ 400	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200
Chancadores de carbón	\$ 400	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800
Descargadores de hornos	\$ 400	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200
Seleccionadores de impurezas	\$ 400	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800
Cargadores de CaO granado al molino	\$ 400	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	0	\$ 0	0	\$ 0	0	\$ 0	0	\$ 0
Cargadores del molino al silo	\$ 400	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	3	\$ 1200	1	\$ 400	1	\$ 400	1	\$ 400	3	\$ 400
Capataz	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450
Operador de bobcat	\$ 450	0	\$ 0	0	\$ 0	0	\$ 0	0	\$ 0	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450	1	\$ 450
Guardián	\$ 400	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800	2	\$ 800
Costo por meses evaluados	-	\$ 8 350		\$ 8 350		\$ 8 350		\$ 8 350		\$ 6 800		\$ 6 800		\$ 6 800		\$ 6 800	
Costo antes de la mejora										\$ 33 400							
Costo después de la mejor										\$ 27 200							
Ahorro con la mejora por mes										\$ 6 200							

Fuente: Elaboración propia, (2018).

c. Costos de combustible

Para moler una tonelada de óxido de calcio granado se gasta 1.8 galones de petróleo, de acuerdo a Osinerming el galón de petróleo cuesta 9.78 soles, al tipo de cambio 3.26, cuesta 3 dólares el galón.

Por lo tanto, para moler 1 tonelada de óxido de calcio se gasta 5.4 dólares.

Tabla 23

Costo del combustible por mes.

Mes	Producción	Costo de combustible por mes	Costo por mejora
Enero	456 TM	\$ 2 462.4	
Febrero	547 TM	\$ 2 953.8	\$ 10 756.8 (antes de la mejora)
Marzo	468 TM	\$ 2 527.2	
Abril	521 TM	\$ 2 813.4	
Mayo	1 080 TM	\$ 5 832	
Junio	1 128 TM	\$ 6 091.2	\$ 27 570 (después de la mejora)
Julio	1 149 TM	\$ 6 204.6	
Agosto	1 193 TM	\$ 6 442.2	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

d. Costos de mantenimiento

Al instalar la chancadora y las fajas transportadoras se va a requerir del mantenimiento de estas. El mantenimiento se realizará cada cuatro meses a partir de la instalación de la chancadora y fajas.

Tabla 24

Costo total de mantenimiento de los equipos.

Mes	Costo de mantenimiento
Enero	\$ 0
Febrero	\$ 0
Marzo	\$ 0
Abril	\$ 0
Mayo	\$ 0
Junio	\$ 0
Julio	\$ 0
Agosto	\$ 1 000

Fuente: Elaboración propia, (2018).

e. Costo total por meses evaluados

Tabla 25

Costo total por mes evaluado.

Mes	Costo de transporte	Costo de personal	Costo de combustible	Costos de mantenimiento	Costo total
Enero	\$ 11 070.00	\$ 8 350	\$ 2 462.4	\$ 0	\$ 21 882.4
Febrero	\$ 11 020.00	\$ 8 350	\$ 2 953.8	\$ 0	\$ 22 323.8
Marzo	\$ 8 673.00	\$ 8 350	\$ 2 527.2	\$ 0	\$ 19 550.2
Abril	\$ 10 990.00	\$ 8 350	\$ 2 813.4	\$ 0	\$ 22 153.4
Mayo	\$ 11 045.00	\$ 6 800	\$ 5 832	\$ 0	\$ 23 677
Junio	\$ 11 135.00	\$ 6 800	\$ 6 091.2	\$ 0	\$ 24 026.2
Julio	\$ 11 110.00	\$ 6 800	\$ 6 204.6	\$ 0	\$ 24 114.6
Agosto	\$ 11 090.00	\$ 6 800	\$ 6 442.2	\$ 1 000	\$ 25 332.2
Costo total					\$ 183 059.8

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.5.1. Flujos entrantes

Tabla 26
Flujo entrante mensual.

Mes	Producción	Precio por mes (\$)	Flujo entrante total
Enero	456 TM	\$ 59 280	
Febrero	547 TM	\$ 71 110	
Marzo	468 TM	\$ 60 840	
Abril	521 TM	\$ 67 730	\$ 850 460
Mayo	1 080 TM	\$ 140 400	
Junio	1 128 TM	\$ 146 640	
Julio	1 149 TM	\$ 149 370	
Agosto	1 193 TM	\$ 155 090	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.5.2. Inversión fija

La inversión fija está representada por la compra de la chancadora y la instalación de fajas transportadoras.

La primera faja transportadora tiene 2.3 metros de longitud (para abastecimiento del molino) y la segunda faja tiene 18 metros (desde el molino hasta el silo).

La chancadora es hechiza por un taller de mecánica, se ha comprado a finales del mes de mayo, y el primer día de junio ya estaba en operación. E igualmente las fajas fueron puestas a prueba por dos meses, y fueron instaladas por el mismo personal del taller donde se construyó la chancadora.



Figura 43. Chancadora de óxido de calcio granado.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 44. Faja para transporte de óxido de calcio.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 27
Inversión fija.

Descripción	Costo	Costo total de inversión fija
Chancadora	\$ 3 000	
Faja 1 (abastecimiento del molino)	\$ 420	\$ 6 920
Faja 2 (del molino al silo)	\$ 3 500	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.5.3. Cash flow en meses de evaluación

Flujo entrante de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto:

\$ 850 460

Flujo saliente de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto:

\$ 179 179.8

Inversión fija:

\$ 6 920

$$\text{Cash Flow} = \text{Flujos entrantes} - (\text{Flujos salientes} + \text{inversión fija})$$

$$\text{Cash Flow} = \$ 850 460 - (\$ 183 059.8 + \$ 6 920)$$

$$\text{Cash Flow} = \$ 850 460 - (\$ 189 979.8)$$

$$\text{Cash Flow} = \$ 660 480.2$$

Por lo tanto, el proyecto de instalación de una chancadora y fajas transportadoras es completamente viable para la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Tal como afirma Urday, (2013), en su Tesis: “*Diseño de una Planta Móvil de Trituración de Caliza para una Capacidad de 50 Tn/h*”. Se demostró que no era necesaria la utilización de una zaranda vibratoria de clasificación debido a que los tamaños de entrada y salida de las trituradoras coincide perfectamente. Al igual que en esta tesis no se necesita zarandas vibratorias de gran tamaño.

Urday en su tesis, realizó la selección y diseño tentativo de la faja transportadora óptima para la aplicación de la planta móvil de trituración según las características del material y la capacidad; que a comparación de esta tesis no debe ser muy resistente ya que para el antecedente es roca caliza y en esta tesis es óxido de calcio (material más suave a comparación de la roca caliza).

En ambos casos la chancadora y las fajas transportadoras optimizan las actividades, haciendo más rápido el proceso y a la vez exponen a menos riesgos a su personal que a la vez es disminuido.

CONCLUSIONES

- La instalación de una chancadora y fajas transportadoras influye notablemente en el incremento de producción del área de molienda PuyLucana, el incremento es mayor a 128% de toneladas de óxido de calcio molido producido.
- El análisis del actual proceso de molienda del óxido de calcio de la planta PuyLucana, presenta tres deficiencias, la primera es el llenado al molino de bolas con personal y herramientas artesanales, el segundo es el atascamiento del molino ya que la llenada no es uniforme y el tercero es el transporte lento y riesgoso para la salud de los trabajadores que transportan el óxido de calcio molido desde el molino al silo.
- La propuesta de implementación de la chancadora y la faja transportadora de la chancadora a la tolva del molino a bolas y la instalación de la faja transportadora desde la descarga de la zaranda vibratoria que conecta al silo de almacenamiento ayudó a mejorar el proceso de molienda de óxido de calcio, además se ha visto la necesidad de reducir el personal que laboraba en la tapa de la molienda, esto permitió reducir costos de pagos de salarios al personal. Con la instalación de las fajas transportadoras se evita exponer al personal obrero al polvo que se genera en la etapa del chancado y molienda de óxido de calcio, ya que al estar expuesto el personal a este tipo de trabajo con el transcurrir del tiempo puede generar enfermedades ocupacionales como la neumoconiosis que se produce por estar expuesto al polvo durante todos los días.
- La viabilidad económica de la implementación de una chancadora y una faja transportadora se hizo mediante un cash flow, donde los flujos entrantes son los obtenidos por la venta de óxido de calcio molido que asciende a \$ 850 460, en los flujos salientes se consideró el transporte de insumos (caliza y carbón), personal, mantenimiento de la chancadora y fajas; y combustible, asciende a \$ 183 059.8. La inversión fija consiste en el costo de la instalación de la chancadora y las fajas y asciende a \$ 6 920. El cash flow es de \$ 660 480.2 en cuatro meses de evaluación.

RECOMENDACIONES

- El personal debe estar entrenado y capacitado para trabajar en el área de molienda y supervisión de las fajas transportadoras, porque pueden ocurrir accidentes de trabajo son equipos que están en constante movimiento.
- Si la producción aumenta se puede ampliar la tolva de la chancadora para acelerar la etapa de molienda de cal.
- La materia prima que es trasladada desde la cantera debe tener una uniformidad en el tamaño para evitar tener retrasos en la etapa de la calcinación.
- Con la implementación de la chancadora y fajas transportadoras se van a originar despidos, por ello la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., con las ganancias generadas de dicha mejora se debe asignar mayor presupuesto en el área de responsabilidad social, para financiar cursos cortos como electricidad, soldadura, u otros cursos que el personal requiera para poder autosostenerse económicamente después del despido.
- La empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., debe contar con un plan de reposición laboral en otras áreas para los trabajadores que son despedidos al implementar las mejoras propuestas.

REFERENCIAS

- Avalos, L. (2016). Propuesta de Mejora en la Producción de Cal Viva para Reducir Costos Operativos en la Empresa Phuyu Yuraq II. *Tesis profesional*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle>.
- Calabuig, R. (2015). Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas. *Tesis profesional*. Piura, Perú: Universidad nacional de Piura. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es>
- Gómez, J. (2014). Implementación de Aseguramiento de la Calidad en Recepción de Materia Prima y Producto Terminado de una Planta Trituradora. *Tesis profesional*. Guatemala: Universidad San Carlos. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1370_IN.pdf
- Huayta, C. (2015). Selección y Análisis del Método de Explotación para el Minado del Manto Intermedio en la U.M. Pachapaqui -Cía. Minera Icm Pachapaqui S.A.C. *Tesis profesional*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe>.
- Mendoza, D. (2015). Optimización del Muestreo y Análisis Geoquímico de la Caliza del yacimiento Pucará para la Fabricación del Cemento- Región Uma -Atocongo. *Tesis profesional*. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle>.
- Soto, T. (2013). Propuesta de Mejora en el Sistema de Control para una Hidratadora de Cal. *Tesis profesional*. D.F, México: Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/12039>
- Urday, D. (2014). Diseño de una Planta Móvil de Trituración de Caliza para una Capacidad de 50 Tn/h. *Tesis profesional*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe>.

Usedo, R. (2015). Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico. *Proyecto final máster*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream>.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
Influencia de la Instalación de una Chancadora y Faja Transportadora en el Incremento de Producción del área de Molienda de óxido de calcio PuyLucana, Cajamarca, 2018.	Formulación del problema: ¿Cuál es el nivel de influencia de la instalación de una chancadora y faja transportadora en el incremento de la producción en el área de molienda de cal, PuyLucana, Cajamarca, 2018?	Objetivo general: Determinar la Influencia de la instalación de una chancadora y faja transportadora en el incremento de producción del área de molienda de óxido de calcio PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.	Hipótesis general: La implementación de una chancadora y faja transportadora incrementa al 100% la producción de óxido de calcio molido en la planta PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.	Independiente: Instalación de chancadora y faja transportadora.	Tipo de investigación La investigación desarrollada es cuantitativa, Hernández, Fernández y Baptista (2014), aseguran que: "En este enfoque los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde el inicio de un estudio. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso)" (p. 20). Por lo tanto, en esta tesis el proceso consistió en observar y analizar la molienda actual de CaO para luego proponer la implementación de una chancadora y una faja transportadora. Población Planta de producción PuyLucana. Muestra Producción mensual de CaO molido. Unidad de estudio 1 tonelada métrica de óxido de calcio molido producida en la planta de PuyLucana.
Justificación: La instalación de una chancadora y faja transportadora es necesaria para optimizar la sección de chancado y el transporte del mismo material. Con esto se pretende eliminar tiempos perdidos, optimizar espacio y recursos en el proceso de carga, descarga de materia prima y producto terminado. Mediante la instalación de los equipos y desarrollo del mecanismo se podría incrementar la producción de óxido de calcio molido. Con la adecuada mejora de producción de óxido de calcio molido se incrementarán los costos de ingreso obteniendo un producto óptimo y poder ofertar al mercado.		Objetivos específicos: - Realizar el análisis del actual proceso de molienda de óxido de calcio de la planta PuyLucana para posteriormente incrementar su producción mediante la instalación de una chancadora y fajas transportadoras, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018. - Realizar una propuesta de implementación de una chancadora y una faja transportadora para incrementar la producción oxido de calcio del área de molienda PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018. - Evaluar la viabilidad económica de la implementación de una chancadora y una faja transportadora para incrementar la producción de óxido de calcio del área de molienda PuyLucana, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.	Hipótesis secundarias: - Al realizar el análisis del actual proceso de molienda de óxido de calcio de la planta PuyLucana, se evidenciarán y corregirán las deficiencias que se presentan en este proceso. - Si se realiza una propuesta de implementación de una chancadora y una faja transportadora se mejorará la producción del área de molienda PuyLucana. - Al evaluar la viabilidad económica de la implementación de una chancadora y una faja transportadora se pondrá en marcha la propuesta y se mejorará la producción del área de molienda PuyLucana.	Dependiente: Producción de óxido de calcio molido.	

ANEXO n.º 2. Fotografías



Figura 45. Operaciones de calcinación de roca.



Figura 46. Acumulaciones en la planta PuyLucana.



Figura 47. Zona de manejo de residuos sólidos en la planta PuyLucana.



Figura 48. Generador del molino.



Figura 49. Descargue de óxido de calcio granado.



Figura 50. Selección de rocas que no se han calcinado.



Figura 51. Chancado de roca caliza.



Figura 52. Carguío de hornos de calcinación.



Figura 53. Transporte de caliza en volquete desde cantera.



Figura 54. Hornos de calcinación ya descargados.



Figura 55. Almacenaje de óxido de calcio granulado.



Figura 56. Zona de abastecimiento de energía al hidratador.



Figura 57. Ubicación de faja 1.