



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“Propuestas de mejoras para la producción de cal viva y reducir los costos operativos. Una revisión sistemática de la literatura científica.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería de Minas**

**Autores:**

Edward Portal Cueva

**Asesor:**

Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez

Cajamarca - Perú

2018

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por haberme permitido llegar hasta este punto  
y haberme dado salud para lograr mis objetivos,  
además de su infinita bondad y amor.

### **A mi madre Elisa.**

Por haberme apoyado en todo momento, por  
sus consejos, sus valores, por la motivación  
constante que me ha permitido ser una persona  
de bien, pero más que nada, por su amor.

### **A mi padre José Santos.**

Por los ejemplos de perseverancia y  
su valores que lo caracterizan y que  
me ha infundado siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a mis padres que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad la tristeza pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser una gran profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí

También quiero agradecer a todos los docentes e ingenieros de la Universidad Privada del Norte ya que ellos me enseñaron valorar los estudios, a superarme cada día y por compartir todos sus conocimientos que obtuvieron durante su trayectoria laboral.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>22</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>24</b>
<b>REFERENCIA</b> .....	<b>25</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Investigaciones utilizadas en la revisión según palabras clave nombradas.....	15
Tabla 2: Tabla 2: Investigaciones utilizadas para la revisión sistemática.....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen N° 1 muestras y cantidades de la investigaciones tomadas. ....	21
Imagen N° 2: proceso obtención cal fina.....	22
Imagen N°3: hidratado de cal de gran pureza.....	23

## RESUMEN

El desarrollo y diseño del plan estratégico responde a los objetivos planteados los cuales fueron determinados después de un minucioso análisis de la problemática que presentaba la empresa en su momento. En el análisis del entorno o de los factores externos se hicieron comparaciones con respecto a la competencia que existe en la actualidad y con las necesidades que requiere cada empresa minera.

En el presente trabajo de investigación teórica tenemos como objetivo principal “Propuestas de mejoras para la producción de cal viva y reducir los costos operativos”. El presente trabajo de revisión sistemática consiste en realizar algunas propuestas de mejora para la producción de óxido de calcio (cal). Que en la actualidad dicha concesión es no metálica.

**PALABRAS CLAVES:** Propuestas de mejora, reducción de costos, mejoras de producción.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El proceso de elaboración de la cal en sus inicios era bastante simple ya que solo era cuestión de encontrar y quemar rocas adecuadas, con el paso del tiempo este proceso sea venido tecnificando no solo en el Perú, sino en todo el mundo ya que la cal es un material muy estéril muy versátil por sus usos, en la construcción y en la industria.

Hoy en día la obtención de cal, comienza cuando se encuentra una cantera de roca caliza de ( $\text{CaO}_3$ ), se extrae, se tritura, se calcina para obtener ( $\text{CaO}$ ) cal vida y en algunos casos de hidrata para obtener la cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) o cal apagada

La mejora continua supone un cambio en las empresas que según las cuales las personas deben tener una organización. Un plan de mejora de mejora debe incentivar las modificaciones que se hacen en los procesos. Según Bricall (2000).

Aunque se tienen evidencias tempranas del uso de cal en el área Maya, fue a partir del uso de los recubrimientos de cal en Teotihuacan que se generaliza su empleo en el Altiplano central de México. Con el fin de determinar el impacto que la utilización de la cal tuvo en el medio ambiente y en la sociedad que la produjo, se realizaron estimaciones de la superficie total recubierta con aplanados en la ciudad prehispánica y de la cantidad de energía que requiere la roca caliza para transformarse en cal utilizable. Con estos datos se hizo una estimación de la cantidad de madera necesaria para producir esa energía. Los resultados sugieren que aunque fue grande la cantidad de madera requerida, no dejó señales de su explotación en los sedimentos del Valle de Teotihuacan, lo que sugiere que la cal fue procesada de lugares cercanos. Se concluye que durante su evolución, la ciudad de Teotihuacan manejó procesos tecnológicos cada vez más complejos que demandaron

mayores cantidades de energía. Dada la cantidad de energía, el desarrollo tecnológico involucrado en su producción y la información que proporciona, la cal merece un sitio más destacado entre los materiales estudiados por la arqueología. (Barba, L., & Frunz, J. (1999).

Contar con las mejores capacidades permite que las empresas elijan e implementen eficientemente las actividades necesarias para producir y entregar bienes o servicios a sus clientes (mayormente empresas mineras). Sin embargo, si el propósito es exceder el desempeño de los competidores, es necesario que las empresas desplieguen sus capacidades de forma superior. Este trabajo se enfoca en analizar el impacto de las capacidades operacionales de personalización masiva y de reconfiguración dimensiones competitivas reconocidas como estratégicas, ejercen sobre el desempeño operativo percibido de una entidad productiva, y el efecto de éste sobre la ventaja competitiva percibida. El diseño de investigación fue de tipo cuantitativo y la información empírica se examinó en dos etapas: la primera a través de un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), y la segunda mediante un Sistema de Ecuaciones Estructurales basado en Covarianzas (CBSEM). Los resultados confirman que: 1) existe una relación directa, positiva y significativa entre la capacidad de personalización masiva y el desempeño operativo percibido, 2) la capacidad de reconfiguración afecta positiva, directa y significativamente al desempeño operativo percibido, y 3) el desempeño operativo percibido influye de forma directa, positiva y significativa a la ventaja competitiva percibida. (Rodríguez B., Luis V, 13-jun-2004)

En los procesos de lixiviación de metales preciosos, incluidos el oro, la plata y los metales congénitos, como lo son el zinc, plomo y cadmio; el óxido de calcio (Cal viva) es utilizado para controlar el pH de las pilas evitando la volatilización del cianuro que se utiliza en la extracción de dichos metales. También puede utilizarse directamente el hidróxido de

calcio, para controlar dicho pH y se puede adicionar a las lagunas concentradoras de lixiviados. En muchas operaciones de minería no metálica, como lo son las extracciones de carbonato de manganeso, carbón, arena sílicas y otras, la cal viva e hidratada se utilizan como neutralizante de ácidos y también como capa protectora aplicado directamente a los yacimientos como lo es en el caso del carbón. En el caso de la existencia de arcillas mezcladas con los minerales, la cal es utilizada para estabilizar las arcillas y hacerlas manejables en el proceso. (REBASA)

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 1) Tipo de estudio

Para poder realizar este estudio se tomará como método, la revisión sistemática de la literatura científica en diferentes bases de datos. Las revisiones sistemáticas intentan reunir todo el conocimiento de un área específica, destacando lo que se conoce acerca de un tema concreto, a través de los resultados obtenidos en diferentes estudios y ofrecer así recomendaciones para la práctica e investigación futura. (Grant & Booth, 2009; Higgins & Green, 2011).

En la siguiente revisión sistemática presentada, se analizaron y redactaron las investigaciones encontradas en torno a la influencia de: “Propuestas de mejoras para la producción de cal viva y reducir los costos operativos. Las investigaciones utilizadas datan en un margen no mayor a doce años y en idioma español.

La pregunta de investigación que nos condujo al presente proceso metodológico es la siguientes ¿cómo se seria la propuestas de mejoras para la producción de cal viva y reducir los costos operativos?

### 2) Proceso de recolección de información

Las palabras claves que se obtuvieron o hemos creído conveniente fueron hechas o se han formulado a partir de una pregunta de investigación: “propuestas de mejoras”, “reducción de costos”, y “mejoras de producción”.

A partir de los presentes términos que hemos tenido se tuvo que hacer conjugaciones para determinar o encontrar artículos científicos: “PROPUESTA DE MEJORAS EN PRODUCCION”, “REDUCCION DE LOS COSTOS”, “MEJORAS EN LA PRODUCCION”.

También para el presente trabajo de revisión sistemática se seleccionaron diferentes datos como se mencionan a continuación: Google Académico, Biblioteca UPN, Redalyc, Scipedia. Finalmente se utilizaron filtros de búsquedas para poder detallar más los artículos, entre los cuales fueron algunos ejemplos de revisión sistemática, proyecto de tesis, tesis comprendida entre los últimos años con un tiempo aproximado del 2004-2018 que estén en un idioma entendible como es el español.

### **3) Criterios de inclusión y exclusión**

Se aceptó publicaciones originales que fueron publicados en la base de los datos que hemos mencionado, que estén en idioma español, que este abarcado entre los años 2004-2018, los cuales deben de tener mucha o relaciones parecidas al trabajo que se está realizando en dicho proyecto de tesis, relacionado al tema: Propuestas de mejoras para la producción de cal viva y reducir los costos operativos.

En los cuales obtuvimos algunos aspectos de inclusión: los artículos en base a los últimos 14 años, lo cuales fueron tomados por el conocimiento del autor con respecto al tema que ese está realizando en la en la investigación sistemática.

Como criterio de exclusión se resolvió que no sería necesario incluir artículos cuya forma de investigación sea netamente teórica, es decir, basándose solo en teoremas matemáticos. Por el motivo, que se consideró que los resultados de estos artículos no son comprobados en la realidad, por lo cual deja un gran grado de incertidumbre.

Para recolección de los datos se utilizaron diferentes bases de datos de los cuales hemos recogido los siguientes campos como son:

- ◆ Autor
- ◆ Año de publicación

◆ Fuente

Los cuales mostraremos a continuación en la tabla:

*Tabla N° 1: Investigaciones utilizadas en la revisión según palabras clave nombradas.*

Autor y Año	Título	Fuente
Rosa Martínez (2007)	La relación universidad- empresa : un enfoque cualitativo y propuesta de mejora	Google Académico
Pérez. A; Rodrigo, I: (Universidad de Cantabria, España 2014)	Identidad, imagen y reputación de la empresa: integración de propuestas teóricas para una gestión exitosa	Google Académico
Núñez, L; Vélez, M; Berdugo, C (2004)	Aplicación de una Metodología de Mejora de Procesos basada en el Enfoque de Gestión por Procesos, en los Modelos de Excelencia y el QFD en una empresa del sector de confecciones de Barranquilla (Colombia)	Google Académico
Bermúdez, R; Rodríguez, S (2004)	Evaluación de la disminución de la carga contaminante de la vinaza de destilería por tratamiento anaerobio	Google Académico
Tomas, E; Joaquín (2004)	Estudio para tratar de identificar posibles aplicaciones industriales para los residuos generados en el proceso de corte y elaboración de piedra natural, en concreto del mármol, analizando su viabilidad técnica y económica	Google Académico
Morillo, M (enero-junio 2006)	Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos	Google Académico
Gálvez, H (05 abril 2016)	Evaluación del comportamiento de la piedra caliza con diferente contenido de carbonato de magnesio (MgCO <sub>3</sub> ) a través del proceso de calcinación a 850 °C y 640 mm Hg en la obtención de cal viva mediante la determinación de la densidad aparente (ASTM 188-95)	Google Académico
Hassibi, M (2005)	Una perspectiva general del apagado de la cal y los factores que afectan el proceso	Redalyc

Barba, L; Frunz, J (2006)	Estudios energéticos de la producción de cal en tiempos teotihuacanos y sus implicaciones	Google Académico
Amedo, J (2013)	Cal Viva. Biografía y Memorias.	Redalyc
Torres, P; Madera-Parra, C,A; Silvaleal, J.A (2013)	Mejoramiento de la calidad microbiológica de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas	Google Académico
Gonzales, M (2000)	Recuperación de morteros romanos de cal y chamota en aplicaciones actuales (Doctoral dissertation, Arquitectura).	Google Académico
Rodríguez, F(2015)	Análisis de las vibraciones en el terreno originados por voladuras en una cantera de caliza y determinación de leyes empíricas de predicción.	Google Académico
Garrido, A; Domingo, F (2007)	Utilización de precorte en la restauración de una cantera de caliza de Readymix Asland. Ingeopres, (103), 34-39.	Scipedia
Gonzales, P (2014)	Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicación a una cantera de caliza.	Redalyc
Cely, N (2006)	Propuesta para mejorar la productividad e innovación de las Pequeñas y Medianas Empresas. Grupo El Faro, Quito.	Google Académico
Mintaluisa, E ; Tipan, H (2008)	Diseño de un Horno Para la Producción de Cal Viva y de Cal Hidratada de 120 Toneladas de Producción diaria (Doctoral dissertation, Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional. En Biblioteca Central EPN-Repositorio Digital de Tesis de grado. Quito).	Google Académico
Arslanian, A (2007)	Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de calidad en una empresa productora de cal.	Google Académico
Rodríguez, C	Propuestas de la implementación de mejoras en el método de verificación en una planta de hidróxido de calcio	Google Académico



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE

Iroldi, S; Malvar, A;  
Gonzales, V; Collazo,  
C.

Proceso de producción de cal.

Scipedia

Fuente: Propia

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

Como se puede apreciar la búsqueda que se realizó en la base de los diferentes datos obtuvimos como un resultado de 20 artículos de diferentes temas pero que tiene relación al trabajo de revisión sistemática comprendida en los últimos 14 años que es de 2004 hasta el 2018, los cuales hemos considerado por la gran importancia del autor que menciona el autor.

### 1) Investigaciones

Las presentes investigaciones que se realizó están esquematizadas de la siguiente manera como se mostrara a continuación:

- ✓ Google Académico, obtuvimos 15 artículos lo cual corresponde a un (75%).
- ✓ Redalyc conseguimos 3 artículos que correspondería a un (15%).
- ✓ El Scipedia tenemos tan solo 2 artículos el cual corresponde a un (10%).

A partir de estas bases de datos se aplicaron los criterios tanto de exclusión como de inclusión que fueron descritos anteriormente, esto se hace con la finalidad de poder elimina algunos datos innecesarios. Haciendo un estudios de todos los temas que se investigó hemos podido deducir que **3** fueron excluidas ya que no correspondían a la revisión sistemática, también se dedujo que otras **2** ya que no tenían coincidencia con respecto al tema que se está haciendo investigaciones, también otras **4** fueron excluidas por no tener ningún interés la revisión en su texto y finalmente el ultimo que excluimos fue porque no tenía un texto completo. Por lo cual solo obtuvimos el 50% de los datos obtenidos es decir solo tendremos 10 investigaciones para el desarrollo de los resultados.

A continuación mostraremos solo las investigaciones con el cual trabajaremos para las investigación de revisión sistemática; los cuales tiene autor, año de publicación , el tipos de fuente , observar en la tabla a continuación tabla N° 2.

*Tabla 2: Investigaciones utilizadas para la revisión sistemática*

Autor y Año	Título	Fuente
Gálvez, H (05 abril 2016)	Evaluación del comportamiento de la piedra caliza con diferente contenido de carbonato de magnesio (MgCO <sub>3</sub> ) a través del proceso de calcinación a 850 °C y 640 mm Hg en la obtención de cal viva mediante la determinación de la densidad aparente (ASTM 188-95)	Google Académico
Hassibi, M (2005)	Una perspectiva general del apagado de la cal y los factores que afectan el proceso	Google Académico
Amedo, J (2013)	Cal Viva. Biografía y Memorias.	Google Académico
Rodríguez, F(2015)	Análisis de las vibraciones en el terreno originados por voladuras en una cantera de caliza y determinación de leyes empíricas de predicción.	Google Académico
Garrido, A; Domingo, F (2007)	Utilización de precorte en la restauración de una cantera de caliza de Readymix Asland. Ingeopres, (103), 34-39.	Google Académico
Gonzales, P (2014)	Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicación a una cantera de caliza.	Scipedia
Mintaluisa, E ; Tipan, H (2008)	Diseño de un Horno Para la Producción de Cal Viva y de Cal Hidratada de 120 Toneladas de Producción diaria (Doctoral dissertation, Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional. En Biblioteca Central EPN-Repositorio Digital de Tesis de grado. Quito).	Google Académico
Arslanian, A (2007)	Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de calidad en una empresa productora de cal.	Google Académico

Rodríguez, C	Propuestas de la implementación de mejoras en el método de verificación en una planta de hidróxido de calcio	Google Académico
Iroldi, S; Malvar, A; Gonzales, V; Collazo, C.	Proceso de producción de cal.	Google Académico

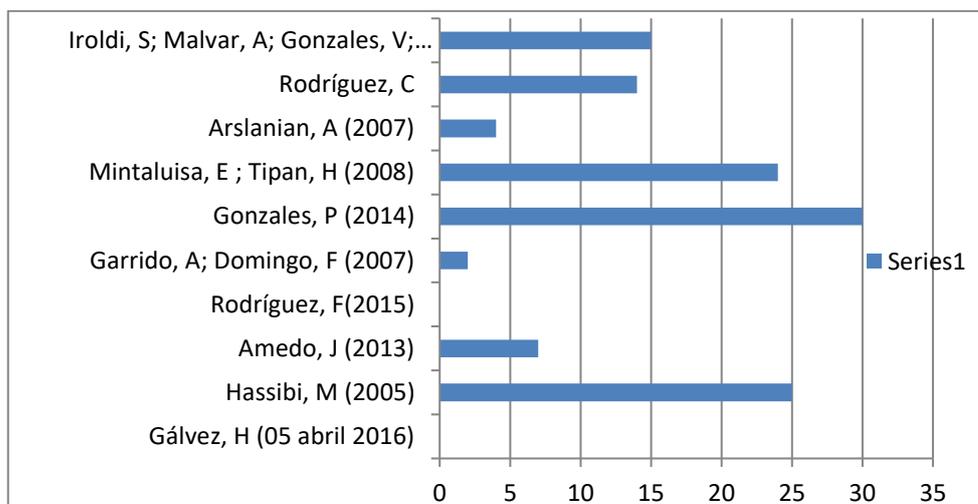
Fuente: Propia

## 2) Muestreo y características de las muestras

Los pasos de definición de la muestra fueron solamente descritos en una investigación de los 10 artículos mencionados (50%). Sin embargo se detallan números sobre Propuestas de mejoras para la producción de cal viva y reducir los costos operativos, de los cuales la cantidad de estos está como muestras. En cuanto a las diferentes características de las muestras, como se detalla a continuación; se observa que la mayor cantidad de muestras  $n=30$  (Gonzales, P. 2014) y la investigación en menor cantidad es de las muestras es  $n=2$  (Garrido, A; Domingo, F. 2007).

Además también se puede apreciar que en algunos casos no se especifica las muestras es decir  $n=0$ . En el gráfico N° se detallara las cantidades de las muestras encontradas en las diferentes investigaciones de base de datos.

Imagen N° 1 muestras y cantidades de la investigaciones tomadas.



Fuente propia.

### 3) Procesamiento y obtención de la cal viva

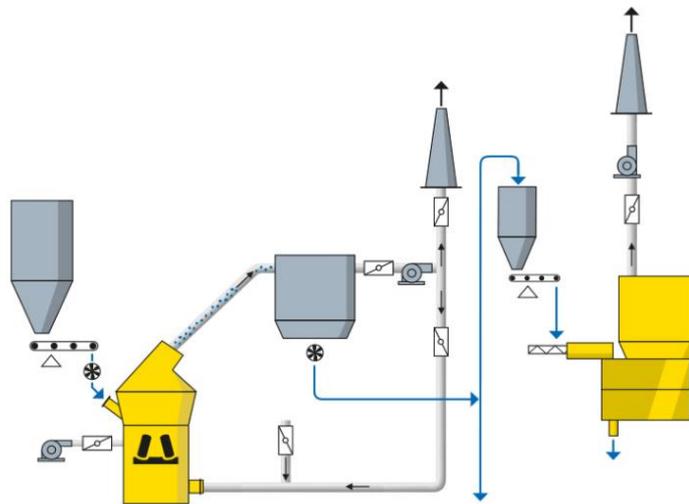
Las investigaciones de **Iroldi, S; Malvar, A; Gonzales, V; Collazo, C.** La historia de nuestra empresa está estrechamente ligada a la de la industria de la cal. Basándonos en nuestra larga experiencia, hemos continuado desarrollando los procesos de molienda, separación, secado y apagado de cal continuamente. Con nuestra amplia gama de productos ofrecemos las soluciones más modernas y a medida en el procesamiento de cal.

El óxido de calcio (también llamado cal viva, cal calcinada, cal no apagada o cal anhidra) se crea calcinando piedra caliza, y reacciona con agua bajo un fuerte desprendimiento de calor. La cal viva se clasifica en cal de reactividad baja, media y alta. En la industria de la construcción la cal viva se utiliza como componente de mezcla con el mortero y se sigue utilizando como medio de secado o neutralización, y como cal de abono y para la fabricación de mortero de cal y enlucido de cal.

Agregando agua, el óxido de calcio se convierte en hidróxido de calcio (también llamado hidrato de cal, cal apagada o cal muerta). El hidrato de cal se utiliza entre otros como alternativa a la piedra caliza en desulfurización de gas de humo, si bien la cantidad utilizada para ello es más reducida que en la piedra caliza. El yeso que se obtiene de la cal viva (sulfato de calcio) tiene un grado de blancura de aprox. un 80 % y puede ser utilizado comercialmente.

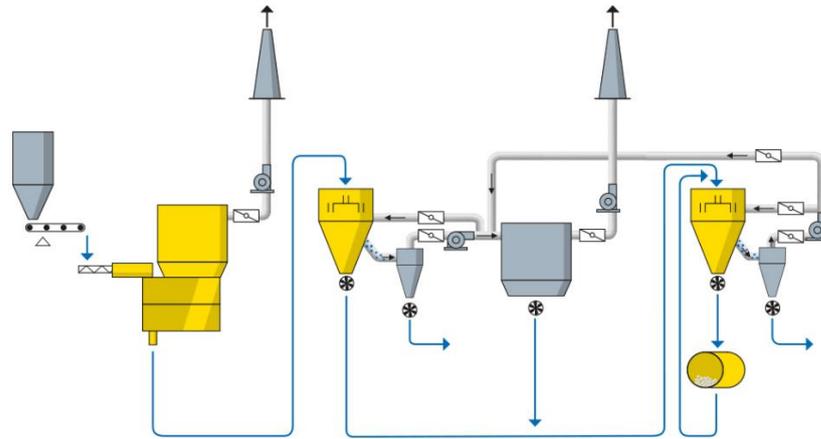
En las investigaciones de **Arslanian, A (2007)**, Cal fina blanca e hidrato de cal, la cal viva en grano se muele y separa en molinos verticales de rodillos MPS de Pfeiffer. La finura de las cales finas blancas puede ajustarse en amplios márgenes (0,06 - 0,1 mm). En máquinas para apagar cal postconectadas de Pfeiffer las cales vivas se transforman en hidrato de cal agregando agua. Las cales finas blancas se utilizan para producir ladrillos silicocalcáreos y hormigón esponjoso, y el hidrato de cal para fabricar enlucido y mortero.

*Imagen N° 2: proceso obtención cal fina*



**Hidrato de cal de gran pureza y cal de construcción;** La cal viva en grano se transforma en hidrato de cal en las máquinas para apagar cal agregando agua, y es separada en separadores postconectados de Pfeiffer en hidrato de cal de gran pureza y arenas gruesas. Las arenas gruesas de hidrato se muelen en un círculo cerrado con molinos de bolas a la finura final de la cal de construcción. El hidrato de cal de gran pureza se utiliza principalmente en la industria química y en el tratamiento de aguas.

*Imagen N°3: hidratado de cal de gran pureza*



#### 4) Reducir Costos

Por un lado una compañía o empresa busca crecimiento, por otro lado, la demanda de reducir costos nunca desaparece, por lo que se debe encontrar una manera de hacer ambas de manera simultánea. Desarrollar una estrategia de reducción de costos que maximice la eficiencia sin comprometer el potencial de crecimiento es una propuesta compleja. Hay que resistir la presión de hacer cortes indiscriminados o recortes de personal en la organización. El trabajo es recortar el exceso, no cortar el núcleo. Y para esto se necesita identificar las competencias centrales donde la eficiencia puede ser mejorada, ajustar y consolidar funciones no críticas y reinvertir los ahorros en activos críticos para el negocio. Incluso antes de comenzar, se necesita obtener el visto bueno de los empleados de la compañía.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este caso tenemos que exponer el significado de los resultados alcanzados. Debemos de tener en cuentas las limitaciones o los puntos que son inciertos de los resultados obtenidos. Como se puede apreciar en el cuadro N° 2 la búsqueda se efectuó durante los periodos 2005-2016, de los cuales hemos tenido un total de 10 artículos empíricos, para lo cual es muy necesario ampliar en un futuro más estudios al periodo de búsqueda para poder conocer con mayor alcance sobre el tema que se está investigando.

También, se debe comparar los resultados con estudios previos (revisiones que hayan focalizado su atención en el tema). Finalmente, se indican algunas consecuencias teóricas, prácticas y metodológicas en función de los resultados.

Y finalmente, las conclusiones son las respuestas precisas a las preguntas y objetivos de investigación. Extensión mín. 2 y máx. 5 páginas.

**Ejemplo:**

Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas en las cuales la unidad de análisis son los estudios originales primarios. Constituyen una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible, incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales e identificar áreas de incertidumbre donde sea necesario realizar investigación. Además, son imprescindibles para la práctica de una medicina basada en la evidencia y una herramienta fundamental en la toma de decisiones médicas. Sin embargo, la realización de una revisión sistemática de calidad no es una tarea sencilla, como en ocasiones tampoco lo es su interpretación. En este artículo especial se presentan las bases conceptuales para la realización y la interpretación de revisiones sistemáticas, poniendo especial énfasis en los puntos clave durante su ejecución mediante un ejemplo hipotético. González, I. F., Urrútia, G., & Alonso-Coello, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista española de cardiología*, 64(8), 688-696.

## CONCLUSIONES

- ◆ De acuerdo a la investigaciones que se realizó, hemos podido encontrar tres tipos de cal como son: la cal aérea, que procede de una piedra caliza; la cal dolomítica , procedente de una caliza rica en carbonato de Magnesio y la cal hidráulica natural, que procede de una marga (caliza arcillosa).
- ◆ De acuerdo a las investigaciones concluimos que para obtener la cal se tiene procesos como se menciona a continuación: primero es la extracción de la piedra caliza; preparación de la piedra caliza; calcinación; hidratación; separación; y finalmente el envasado.
- ◆ Según estudios realizados concluimos que la cal es uno de los químicos más antiguos que el hombre proceso y uno de los más utilizados actualmente y mayormente se puede apreciar en lo siguiente: construcción; industria de vidrio; acuicultura (granjas de pescado y camarones); agricultura, alimentos; químicas y usos prácticas en el hogar.
- ◆ Concluimos que en el proceso de la calcinación la roca pierde casi la mitad de peso por la des carbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original, también podemos decir que la calcinación requiere de mucha energía para la des carbonatación pueda ocurrir y es en este paso la piedra caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) se convierte en cal viva ( $\text{CaO}$ ).

## REFERENCIA

- Amedo, J. (2013). *Cal viva . Biografía y Memorias.*
- Arslianian, A. (2007). *Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de calidad en una empresa productora de cal.*
- Barba, L., & Frunz, J. (2006). *Estudios energéticos de la producción de cal en tiempos teotihuacanos y sus implicaciones .*
- Bermudez, R., & Rodríguez, S. (2004). *Evaluación de una disminución de la carga contaminante de la vinaza de destilería por tratamiento anaeróbico.*
- Castillo, R., & Berenice, F. (05 de julio de 2017). *Propuestas de la implementación de mejoras en el método de verificación en una planta de hidróxido de calcio.* Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/22129>
- Cely, N. (2006). *Propuesta para mejorar la productividad e innovación de las Pequeñas y Medianas Empresas.*
- Galvez, H. (05 de abril de 2016). *Evaluación del comportamiento de la piedra caliza con diferente contenido de carbono de Magnesio ( $MgCO_3$ ) a través del proceso de calcinación de  $850^{\circ}C$  y 640 mm Hg en la obtención de cal viva mediante la determinación de la densidad aparente (ASTM 188-95).*
- Garrido, A., & Domingo, F. (2007). *Utilización de precorte de la restauración de una cantera de caliza .*
- Gonzales, M. (2005). *Recuperación de morteros romanos de cal y chamota en aplicaciones actuales.* Obtenido de <http://oa.upm.es/149/>
- Gonzales, P. (2014). *Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicación a una cantera de caliza.* Obtenido de <http://hdl.handle.net/10651/27928>
- Hassibi, M. (2005). *Una perspectiva general del apagado del cal y los factores que afectan el proceso.*
- Iroldi, S., Malvar, A., Gonzales, V., & Collazo, C. (s.f.). *Proceso de producción de cal.*

- Martinez, R. (2007). *LA RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA : UN ENFOQUE CUALITATIVO Y PROPUESTA DE MEJORA.*
- Mintaluisa, E., & Tipan, H. (2008). *Diseño de un horno para la producción de cal viva y de cal hidratada de 120 toneladas de producción diaria.* Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/998>
- Morillo, M. (enero-junio de 2006). *Rentabilidad Financiera y Reduccion de Costos.* Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/257/25700404/>
- Núñez, L., Velez, M., & Berdugo, C. (2004). *Aplicacion de una metodologia de mejorado procesos basada en el enfoque de gestion de procesos en los metodos de excelencia y el QFD e una empresa del sector de cofecciones.* Colombia.
- Perez, A., & RODrigo, I. (2014). *Identidad, imagen y reputacion de la empresa: integracion de propuesta teoricas para la grestion exitosa.*
- Rodriguez, F. (2015). *Analisis de vibraciones en el terreno originados por voladura en una cantera de de caliza y determinacion de leyes empiricas de prediccion.*
- Tomas, e., & Joaquin. (2004). *Estudios para tratar de identificar posibles aplicaciones industriales para los residuos generales en el proceso de corte y elaboracion de piedra natural, en concreto de marmol, analizando su viabilidad tecnica y economica.*
- Torres, P., Madera- Parra, C., & Silvaleal, J. (2013). *Mejoramiento de la calidad microbiologica de biosolidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas.*