



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Mejoramiento del sistema de transporte de cal para reducir costos de
producción en molino de empresa loma el oro - Bambamarca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero mecánico eléctrico

AUTOR:

Diaz Saavedra, Wilder Alejandro
(ORCID 0000-0001-8471-8105)

ASESOR:

Dr.: Salazar Mendoza Anibal Jesus
(ORCID 0000 – 0003 – 4412 – 8789)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación, se lo dedico, en primer lugar, a Dios por brindarme la sabiduría para saber sobrellevar las dificultades que día a día se me presentan, tanto en lo laboral como en lo personal.

A mi familia por ser mi motivo de vida y por darme las fuerzas suficientes para poder salir a delante y no dejarme vencer antes las adversidades.

Wilder

Agradecimiento

A mi familia, por su apoyo incansable tanto en mi formación personal como profesional, lo cual me permite culminar este trabajo de investigación, de manera satisfactoria.

A la empresa SERVICIOS MULTIPLES LOMA EL ORO S.R.L, por brindar todo su apoyo y facilidades para concretar este trabajo de investigación y así lograr nuestro objetivo.

El autor

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	7
3.1 Tipo y diseño de investigación.	7
3.2 Variables y Operacionalización.	7
3.3 Población, muestra y muestreo.....	7
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	7
3.5 Procedimientos.	8
3.6 Método de análisis de datos.....	9
3.7 Aspectos éticos.....	9
III. RESULTADOS	10
IV. DISCUSIÓN.....	67
V. CONCLUSIONES	72
VI. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS.....	76

Índice de tablas

Tabla 1. Producción de CaO en el mes de julio de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO	12
Tabla 2. Producción de CaO en el mes de agosto de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO	13
Tabla 3. Producción de CaO en el mes de septiembre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO	14
Tabla 4. Producción de CaO en el mes de octubre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO	15
Tabla 5. Producción de CaO en el mes de noviembre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO	16
Tabla 6. Producción de CaO en el mes de diciembre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO	17
Tabla 7. Producción de CaO periodo julio a diciembre de 2019 Molino Loma de Oro	18
Tabla 9. Gastos de producción de Cal por mes de producción sin la implementación de las mejoras	60
Tabla 10. Producción de Cal real Vs Producción de Cal Programada	61
Tabla 11. Costos de implementación de las mejoras a todo costo.....	61
Tabla 12. Ingresos totales por producción no atendida.....	62
Tabla 13. Egresos totales de producción	63

Índice de figuras

Figura 1. Cantera de Caliza.....	10
Figura 2. Diagrama de etapas para la producción de óxido de calcio granado y molido.....	11
Figura 3. Evolución de producción semanal en el mes de julio	12
Figura 4. Evolución de producción semanal en el mes de agosto.....	13
Figura 5. Evolución de producción semanal en el mes de septiembre.....	14
Figura 6. Evolución de producción semanal en el mes de octubre	15
Figura 7. Evolución de producción semanal en el mes de noviembre.....	16
Figura 8. Evolución de producción semanal en el mes de diciembre	17
Figura 9. Producción de CaO total en Molino LOMA DE ORO.....	18
Figura 10. Deficiencia en el transporte de Cal en empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca	19
Figura 11. Trozos de Oxido de Calcio granado para moler.....	20
Figura 12. Diseño de chancadora de CaO	38
Figura 13. Chancadora de CaO mostrando los martillos diseñados	38
Figura 14. Instalación de faja transportadora N° 01	47
Figura 15. Instalación de Faja transportadora N° 02	55
Figura 16. Mejoras Propuestas en el transporte de Cal en empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca	57

Resumen

La empresa de Servicios Múltiples Loma el Oro S.R.L., ubicada en el caserío Frutillo Alto - Km 7, Bambamarca – Cajamarca, es una empresa dedicada a la producción de cal y que para la producción de la misma, sigue una serie de etapas, teniendo muchas veces, resultados desfavorables como por ejemplo, el transporte del material de forma no eficiente y artesanal, ocasionando pérdidas de tiempo, incumplimiento de plazos programados e incremento de costos adicionales. Se tiene como objetivo general, el Mejoramiento del sistema de transporte de cal para reducir costos de producción en molino de óxido de calcio de la empresa de SERVICIOS MÚLTIPLES LOMA EL ORO - BAMBAMARCA. Cabe resaltar, que para la toma de datos, se realizó un diagnóstico de acuerdo a las características de la investigación y se realizó el levantamiento de la información cumpliendo el rol de fechas establecidas por los responsables de la empresa. La hoja de encuesta se aplicó con la finalidad de determinar el nivel de necesidad que se tiene dentro de la empresa de SERVICIOS MÚLTIPLES LOMA EL ORO - BAMBAMARCA, para el mejoramiento del sistema de transporte de cal, buscando reducir los costos de producción. La ficha de revisión documentaria se aplicó para llevar un registro de los diversos documentos que fueron consultados para la realización de la presente investigación. Se determinó la mejora 1: Implementación de una Chancadora antes del molino de bolas para dar inicio a la molienda de Cal Gruesa por falta de molido, mejora 2: Implementación de Faja Transportadora N° 01 que conectará la chancadora con el molino de bolas, mejora 3: La implementación de la faja Transportadora N° 02 que conectará la descarga de la zaranda vibratoria al silo de almacenamiento.

Palabras Claves: Producción, óxido de calcio, faja transportadora, sistema

Abstract

In the company of Servicios Múltiples Loma el Oro SRL, located in the frutillo alto hamlet Km 7 Bambamarca - Cajamarca, it is a company dedicated to the production of lime for which it is stated that within the lime production procedure there are different stages of production in which it implies to carry out the transport of the material in an inefficient and artisanal way, causing this waste of time not meeting the scheduled deadlines, an increase in additional costs for which it was formulated as a general objective, this being to Determine the Improvement of the lime transport system to reduce production costs in a calcium oxide mill from a multi-service company LOMA EL ORO-Bambamarca. For data collection, a diagnosis was made according to the characteristics of the investigation and the information was collected complying with the role of dates established by the managers of the company. The survey sheet was applied in order to determine the level of need within the multi-service company LOMA EL ORO, for the improvement of the lime transport system seeking to reduce production costs. The documentary review form was applied to keep a record of the various documents that were consulted to carry out this investigation. Improvement 1 was determined: Implementation of a Crusher before the ball mill to start the grinding of Cal Coarse for lack of grinding, improvement 2: Implementation of Belt Conveyor No. 01 that connected the crusher with the ball mill, improvement 3: The implementation of Conveyor Belt No. 02 that will connect the discharge of the vibrating screen to the storage silo.

KeyWords: Production, Calcium Oxide, Conveyor Belt, Transport System

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, la explotación de caliza en Chile, ha sido una fuente sustentable de ingresos para diversos sectores de nuestra economía, siendo la más rentable aquella utilizada para la elaboración de cemento. Las compañías mineras cuentan con un mineral acorde a las necesidades de este mercado, es por ello que se estudió en profundidad este tipo de industria, en la que se estimaron los costos e ingresos, para llevar a cabo la realización de la explotación con la incorporación de una planta de chancado próxima al yacimiento; el gran problema sería la manera en la que se realiza el proceso de transporte de cal, ya que esto impide cumplir con los tiempos previstos (ACEVEDO, H, GUERRA, R, 2017)

El tratamiento para la producción de CaO, no es tan complicado. Hoy en día, el proceso de obtención tiene un sentido sencillo, ya que se empieza transportando la materia caliza, se disminuye el diámetro de este material y se coloca al horno; teniendo como único problema, la forma de cómo lo obtenido será transportado, ya que de la forma en cómo se realiza el procedimiento, conlleva a realizar un doble trabajo. (SOTO, 2017).

En la ciudad de Cajamarca, al involucrarnos en la producción de cal, analizamos que el mercado en un 72%, según la Cámara de Comercio de Cajamarca, es dominado en su mayoría por empresas foráneas, debido a que estas cuentan con un buen sistema de transporte. Siendo para ello una competencia grande para las pequeñas plantas que desarrollan procedimientos para obtención de CaO, ya que lo hacen de forma artesanal en todo su procedimiento de producción faltando para esto un buen sistema de acarreo y transporte de cal en los molinos de óxido de calcio (CAMARA DE COMERCIO CAJAMARCA, 2016).

A nivel local, la empresa de Servicios Múltiples Loma el Oro S.R.L., ubicada en el caserío Frutillo Alto - Km 7, Bambamarca – Cajamarca, es una empresa dedicada a la producción de cal y que para la producción de la misma, sigue una serie de etapas, teniendo muchas veces, resultados desfavorables como por ejemplo, el transporte del material de forma no eficiente y artesanal, ocasionando pérdidas de tiempo, incumplimiento de plazos programados e incremento de costos adicionales;

ya que estos se incrementarían enormemente debido al doble trabajo que se realizará para el transporte y acarreo del material, lo que conlleva a tener una baja producción de cal y tener un elevado gasto económico en la producción.

Sabiendo cual es la problemática que se produce con un mal sistema de transporte de cal en la producción de óxido de calcio y los grandes costos, surge la siguiente interrogante: ¿Cómo reducir costos de producción en molino de óxido de calcio, de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca, mediante el mejoramiento del sistema de transporte de Cal?

La presente investigación se justifica técnicamente, ya que con el mejoramiento del sistema de transporte de cal, estaremos utilizando diferentes métodos técnicos para su desarrollo y normas técnicas existentes, teniendo una nueva perspectiva técnica del trabajo a desarrollar, teniendo como resultado el mejoramiento de los distintos procesos de transporte de Cal.

En estos últimos tiempos, a nivel mundial, se intensifica la explotación minera en todas sus escalas; es por ello que la investigación realizada se justifica económicamente ya que con ello se incrementa de forma intensa la demanda del óxido de calcio (cal). Este incremento repercute favorablemente en la explotación de la caliza en el País y consecuentemente en la Región de Cajamarca, en tal sentido con la implementación del presente trabajo de investigación resulta beneficioso de manera directa, ya que se establecería mayores niveles de producción al acortar los tiempos de transporte y disminuyendo los costos de producción.

Luego de analizar el problema, el objetivo general sería el siguiente: Determinar el Mejoramiento del sistema de transporte de cal para reducir costos de producción en molino de óxido de calcio de la Empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca. Los procedimientos que nos llevan a efectuar con los parámetros para el cumplimiento del objetivo general, son los siguientes objetivos específicos: Evaluar el estado situacional de los procesos de Transporte de cal en molino de óxido de calcio, de la Empresa de Servicios Múltiples Loma el Oro - Bambamarca,

determinando la producción de CaO. Determinar las mejoras por cada deficiencia existente en los sistemas de Transporte de óxido de calcio. Determinar los beneficios, al implementar las mejoras en el sistema de transporte de cal determinando la reducción de costos de producción en molino de óxido de calcio de la Empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca. Evaluar económicamente el proyecto presentado teniendo en cuenta los indicadores económicos VAN y TIR.

Teniendo en cuenta la formulación del problema y los objetivos, surge la siguiente hipótesis: ¿Se logrará reducir los costos de producción en molino de óxido de calcio de la Empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca, mediante el mejoramiento del sistema de transporte de Cal?

II. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación se realizó la búsqueda de información con respecto a trabajos de investigación científica, lo cual se tomó como base para la misma; teniendo en cuenta que los antecedentes a nivel internacional como nacional tal como se manifiesta de forma Internacional en la tesis de grado *“Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Producción de Cal Viva e Hidratada en la Parroquia San Juan”*, Se determinó que la amplia posibilidad de producir Cal, teniendo un 6.3% no atendido, equivalente a 12100 TMH/año, por lo que se recomienda que para el diseño de planta de producción de cal, se deberá realizar un diseño del sistema de transporte, de tal forma que disminuya gastos operativos de producción, asimismo se debe realizar estudios de mercado para seguir disminuyendo el porcentaje de insatisfacción, y de esta forma mejorar la calidad del producto teniendo a la mano nuevas tecnologías para su fabricación (SINALUISA, 2015).

En nuestro ámbito el trabajo denominado *“Propuesta de Mejora en la producción de cal viva mediante fajas transportadoras para reducir costos operativos en la empresa PHUYU YURAQ II - Cajamarca”* se manifiesta que se tiene como investigación central la propuesta de una mejora en el área de producción de cal viva, mediante el diseño de un sistema de fajas transportadoras para reducir los costos operativos en la empresa Phuyu yuraq II – Cajamarca, llegando a la conclusión de que si mejora el transporte y acarreo de la caliza contribuye enormemente ya que no solo se reducirá el tiempo que se utiliza para la elaboración de cal, sino que aumentaría la producción del mismo teniendo egresos anuales de S/. 3, 028 450 (Tres millones veintiocho mil cuatrocientos cincuenta soles) y beneficios de S/. 9 585 000 (Nueve millones quinientos ochenta y cinco mil soles) generando VAN de S/. 3, 748 691 (Tres millones setecientos cuarenta y ocho mil seiscientos noventa y un soles), TIR de 148% y la relación B/C es de 2.6 (AVALOS, 2016).

En el trabajo de investigación llamado *“Diseño de una planta móvil de trituración de caliza para una capacidad de 50 Tn /h.”* se describe el diseño completo de una planta móvil de trituración de caliza, el cual incluye el diseño del proceso óptimo de trituración, la selección de equipos adecuados para el trabajo, el diseño de un

sistema de transporte de materia prima para la elaboración de cal y el planteamiento de ingeniería de la central de tratamiento de CaO, con lo que se muestra un flujo de 50 Tn/hora (URDAY, 2017).

Mientras tanto en el ámbito Regional y Local, dentro del estudio de investigación *“Factibilidad económica de la explotación de roca caliza para producir óxido de calcio en la concesión minera no metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca”*, se determinó que la demanda tenida en nuestra región es demasiado alta, siendo que las que más consumen dentro de sus procedimientos industriales, son las empresas mineras ya que se realizan pedidos mayores a 15000 toneladas. Se realizó el diseño de un sistema completo para una planta de producción de cal y se demostró que el mayor gasto que se realiza en la producción de cal es en el transporte de la materia prima, realizando un sistema de transporte y disminuyendo en un 2.5% los costos de producción de cal con respecto a los costos totales obtenidos (CORREA, R, SANTILLAN, LI, 2016).

Con respecto a la producción de cal, se tiene que es una piedra orgánica que pasa por tratamiento de calor para luego ser producida, la fuente principal de producción es la piedra caliza, siendo encontrada de forma natural y transportada para el tratamiento. Para la fabricación del producto, llamado cemento, se utiliza enormes cantidades de este producto. Las aplicaciones que tiene la piedra caliza, son diversas, tanto industrial como de uso individual para viviendas (PIEROLA, 2017).

El inicio de su formulación en estado natural corresponde a la formación química propia como lo es el mármol, estos sedimentos son muy frecuentes en las cordilleras jóvenes, evidenciándose lugares de gran cantidad de material listo para ser explotado (PIEROLA, 2017).

Este material CaO, es relacionado a todos los materiales que en su concentración tiene Ca, es un material muy conocido que se encuentra para tratamiento en la naturaleza y esta puede ser utilizada para diversos trabajos industriales como para la construcción. Es uno de los químicos más antiguos y uno de los más utilizados actualmente, que va desde usos en agricultura, tratamiento de aguas

contaminadas, refinación del acero, construcción y no deja de ser tan cercana y familiar en nuestra cultura, que hasta la podemos disfrutar en las tortillas por medio del proceso de Nixtamalización (PIEROLA, 2017).

El CaO se obtiene quemando a altas temperaturas un material llamado caliza, teniendo para ello diferentes tipos de cal en su proceso (SINALUISA, 2015).

Para la elaboración de este producto se requiere de piedra caliza de gran pureza, teniendo dentro de su composición química menos de 4% en carbono y el 2% de desperdicios, este se debe calcinar a más de 2500 °F (ACEVEDO, H, GUERRA, R, 2017). A continuación, los diferentes tipos de cal. Los depósitos sedimentarios de carbonato de calcio se llaman caliches. Este material utilizado para hacer mortero de cal, se obtiene de las rocas calizas calcinadas a una temperatura entre 900 y 1200 °C, en un horno rotatorio o en un horno tradicional, romano o árabe. En estas condiciones el carbonato es inestable y pierde una molécula de dióxido de carbono. El óxido de calcio reacciona violentamente con el agua, haciendo que esta alcance los 90 °C. Se forma entonces hidróxido de calcio, también llamado cal apagada, o Ca (OH) (HERRERA, 2012). Existe la denominada Cal Hidratada derivada del siguiente procedimiento: Es un nuevo carbonato de calcio formado por la reacción que tiene con óxido de carbono, endureciendo el total del material en Tn. Este tipo de material se encuentra para ser tratado desde la antigüedad en la construcción y otros procedimientos (HERRERA, 2012). Tenemos también la Cal Hidráulica, la misma que es conocida como cal apagada; esta materia es procesada en polvo y es utilizada por fraguar rápidamente a la exposición del medio ambiente (CORREA, R, SANTILLAN, LI, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación: el presente trabajo de investigación es del tipo aplicada. Diseño de investigación Diseño no experimental: debido a que en el presente trabajo de investigación se tratarán las variables de forma independiente, a través de la visualización de fenómenos ocurridos durante el proceso de Transporte, dentro del proceso de producción de Cal.

3.2 Variables y Operacionalización.

- **Variable independiente**

Sistema de transporte de cal.

- **Variable dependiente**

Reducción de Costos de producción en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca.

La matriz de operacionalización de las variables se encuentra en el anexo 03.

3.3 Población, muestra y muestreo.

- **Población:** Son los sistemas de transporte de cal de la Empresa Calera el Sazael E.I.R.L., Empresa Calera Bendición de Dios E.I.R.L., Empresa Calera Sacamayo S.R.L. y Empresa de Servicios Múltiples Loma el Oro, de la ciudad de Bambamarca.
- **Muestra:** En este trabajo de investigación la muestra se eligió de forma no probabilística siendo esta los sistemas de transporte de cal en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples Loma el Oro - Bambamarca.
- **Muestreo:** Utilizando el muestreo no probabilístico, la parte muestral se escogió de forma conveniente ya que se tiene gran accesibilidad.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

- **Encuestas:**

Dado a los operarios que actúan en los procesos de transporte de cal en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples Loma el Oro - Bambamarca.

- **Revisión documentaria:**

Permitió encontrar bibliografía relacionada al mejoramiento del sistema de transporte de cal y de esta forma se buscó reducir los costos de producción en

molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Hoja de encuesta:

Se realizó con el fin de obtener el grado de necesidad que se tiene para el mejoramiento del sistema de transporte de cal, buscando reducir los costos de producción en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca.

Ficha de revisión documentaria:

Permitió seguir una relación entre las investigaciones relacionadas a nuestra investigación y poder tomar las referencias más relevantes para mejorar el sistema de transporte de cal y así reducir costos de producción en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca, tales como información de campo, revistas científicas, catálogos de información técnica.

3.5 Procedimientos.

Antes de la recolección de datos se realizó las coordinaciones en la zona de estudio como la preparación de los instrumentos para la toma de datos mencionados anteriormente, se realizó la coordinación con la Gerencia general de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca. Para la toma de datos se realizó un diagnóstico de acuerdo a las características de la investigación y se realizó el levantamiento de la información cumpliendo el rol de fechas, establecidas por los responsables de la empresa y el investigador, teniendo en cuenta las deficiencias que tiene la empresa para la producción de cal con respecto al transporte de cal en el desarrollo de la producción.

La hoja de encuesta se aplicó con la finalidad de determinar el nivel de necesidad que se tiene dentro de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, para el mejoramiento del sistema de transporte de cal buscando reducir los costos de producción.

La ficha de revisión documentaria, se aplicó para llevar un registro de los diversos documentos que fueron consultados para la realización de la presente investigación.

3.6 Método de análisis de datos.

Análisis Descriptivo, Se analizó las variables relacionadas al mejoramiento del sistema de transporte de cal buscando reducir los costos de producción en molino de óxido de calcio en la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca, se tomaron datos de la realidad y fueron analizados mediante la estadística descriptiva, utilizando el software Excel a través de cuadros y gráficos.

3.7 Aspectos éticos.

Se tuvo en cuenta las autorías de la información secundaria recolectada derivada de catálogos, informes científicos, tesis, informes de grado, etc para lo cual se está citando a los autores correspondientes.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluar el estado situacional de los procesos de Transporte de cal en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples Loma el Oro-Bambamarca determinando la producción de CaO

En la empresa de Servicios Múltiples Loma el Oro S.R.L., ubicada en el caserío Frutillo Alto - Km 7, Bambamarca – Cajamarca, es una empresa dedicada a la producción de cal y que para la producción de la misma, sigue una serie de etapas, teniendo muchas veces, resultados desfavorables como por ejemplo, el transporte del material de forma no eficiente y artesanal, ocasionando pérdidas de tiempo, incumplimiento de plazos programados e incremento de costos adicionales, ya que estos se incrementarían enormemente, debido al doble trabajo que se realizará para el transporte y acarreo del material conllevando esto a tener una baja producción de cal y tener un elevado gasto económico en la producción.

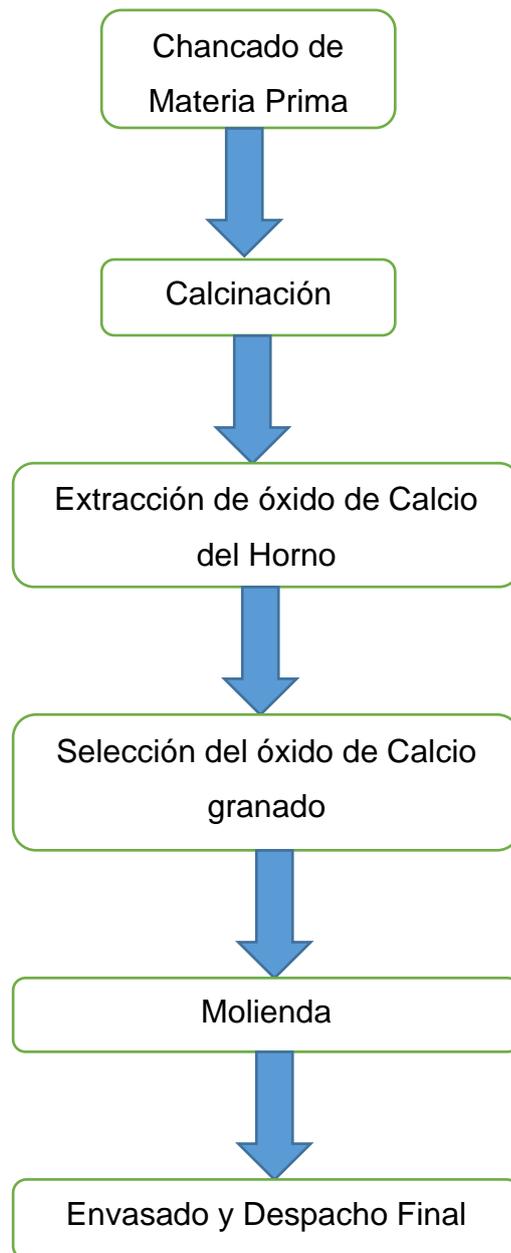
En dicha planta se produce óxido de calcio granado y óxido de calcio molido, dichas actividades de producción se presentan a continuación:

Figura 1. Cantera de Caliza



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Diagrama de etapas para la producción de óxido de calcio granado y molido



Fuente: Elaboración Propia

Producción de Cal en los últimos 6 meses del año 2019, en el molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca

En el molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca, se produce Cal molido y cal granado, para lo cual la producción se detalla a continuación:

Tabla 1. Producción de CaO en el mes de julio de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO

Mes	Producción de CaO			
	CaO Molido TM		CaO Granado TM	
Julio 2019	Semana 1	114	Semana 1	111
	Semana 2	121	Semana 2	114
	Semana 3	86	Semana 3	90
	Semana 4	95	Semana 4	92
	Total	416	Total	407
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado				823

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 2 se evidencia la evolución que tiene la producción en el mes de julio de 2019 teniendo para ello que en la primera semana se produjo 114 toneladas métricas de CaO molido y 111 toneladas métricas de CaO granado y así hasta la cuarta semana donde se observa que se produjo 95 toneladas métricas de CaO molido y 92 toneladas métricas de CaO granado, haciendo un total producido en el mes de julio de 823 TM.

Figura 3. Evolución de producción semanal en el mes de julio



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3 se evidencia la evolución semanal de producción de CaO para lo cual se tiene que en la semana 1 se produjo un total de 225 TM de CaO, en la semana 2 un total de 235 TM de CaO, en la semana 3 se produjo un total de 176 TM de

CaO y por último en la semana 4 se evidencia una producción de 187 TM de CaO, para lo cual se manifiesta que la producción semanal no es igual, debido a que existen deficiencia en la producción de CaO.

Tabla 2. Producción de CaO en el mes de agosto de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO

Mes	Producción de CaO			
	CaO Molido TM		CaO Granado TM	
Agosto 2019	Semana 1	135	Semana 1	122
	Semana 2	126	Semana 2	119
	Semana 3	124	Semana 3	116
	Semana 4	122	Semana 4	114
	Total	507	Total	471
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado			978	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3 se evidencia la evolución que tiene la producción en el mes de agosto de 2019, teniendo para ello que en la primera semana se produjo 135 toneladas métricas de CaO molido y 122 toneladas métricas de CaO granado y así hasta la cuarta semana donde se observa que se produjo 122 toneladas métricas de CaO molido y 114 toneladas métricas de CaO granado, haciendo un total producido en el mes de agosto de 978 TM.

Figura 4. Evolución de producción semanal en el mes de agosto



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 4 se evidencia la evolución semanal de producción de CaO, para lo cual se tiene que en la semana 1 se produjo un total de 257 TM de CaO, en la semana 2 un total de 245 TM de CaO, en la semana 3 se produjo un total de 240 TM de CaO y por último en la semana 4 se evidencia una producción de 236 TM de CaO, para lo cual se manifiesta que la producción semanal no es igual esto debido a que existen deficiencia en la producción de CaO.

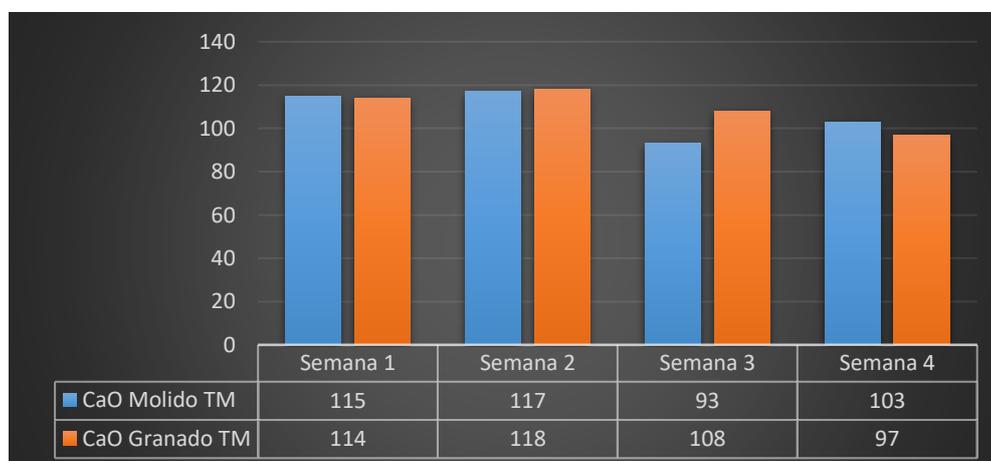
Tabla 3. Producción de CaO en el mes de septiembre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO

Mes	Producción de CaO			
	CaO Molido TM		CaO Granado TM	
Septiembre 2019	Semana 1	115	Semana 1	114
	Semana 2	117	Semana 2	118
	Semana 3	93	Semana 3	108
	Semana 4	103	Semana 4	97
	Total	428	Total	437
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado				865

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4 se evidencia que en el mes de septiembre se produjo un total de 428 toneladas métricas de CaO molido y 437 toneladas métricas de CaO granado, haciendo un total producido en el mes de septiembre de 865 TM.

Figura 5. Evolución de producción semanal en el mes de septiembre



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 5 se evidencia la evolución semanal de producción de CaO, para lo cual se tiene que en la semana 1 se produjo un total de 229 TM de CaO, en la semana 2 un total de 235 TM de CaO, en la semana 3 se produjo un total de 206 TM de CaO y por último en la semana 4 se evidencia una producción de 200 TM de CaO, para lo cual se manifiesta que la producción semanal no es igual, debido a que existen deficiencia en la producción de CaO.

Tabla 4. Producción de CaO en el mes de octubre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO

Mes	Producción de CaO			
	CaO Molido TM		CaO Granado TM	
Octubre 2019	Semana 1	142	Semana 1	124
	Semana 2	128	Semana 2	122
	Semana 3	109	Semana 3	115
	Semana 4	102	Semana 4	104
	Total	481	Total	465
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado				946

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 5 se evidencia que en el mes de octubre se produjo un total de 481 toneladas métricas de CaO molido y 465 toneladas métricas de CaO granado, haciendo un total producido en el mes de octubre de 946 TM.

Figura 6. Evolución de producción semanal en el mes de octubre



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 6 se evidencia la evolución semanal de producción de CaO, para lo cual se tiene que en la semana 1 se produjo un total de 266 TM de CaO, en la semana 2 un total de 250 TM de CaO, en la semana 3 se produjo un total de 224 TM de CaO y por último en la semana 4 se evidencia una producción de 206 TM de CaO, para lo cual se manifiesta que la producción semanal no es igual, debido a que existen deficiencia en la producción de CaO.

Tabla 5. Producción de CaO en el mes de noviembre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO

Mes	Producción de CaO			
	CaO Molido TM		CaO Granado TM	
Noviembre 2019	Semana 1	124	Semana 1	121
	Semana 2	131	Semana 2	124
	Semana 3	96	Semana 3	100
	Semana 4	105	Semana 4	102
	Total	456	Total	447
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado				903

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6 se evidencia que en el mes de noviembre se produjo un total de 456 toneladas métricas de CaO molido y 447 toneladas métricas de CaO granado, haciendo un total producido en el mes de noviembre de 903 TM.

Figura 7. Evolución de producción semanal en el mes de noviembre



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 7 se evidencia la evolución semanal de producción de CaO, para lo cual se tiene que en la semana 1 se produjo un total de 245 TM de CaO, en la semana 2 un total de 255 TM de CaO, en la semana 3 se produjo un total de 196 TM de CaO y por último en la semana 4 se evidencia una producción de 207 TM de CaO, para lo cual se manifiesta que la producción semanal no es igual, debido a que existen deficiencia en la producción de CaO.

Tabla 6. Producción de CaO en el mes de diciembre de 2019 en molino de óxido de calcio LOMA DE ORO

Mes	Producción de CaO			
	CaO Molido TM		CaO Granado TM	
Diciembre 2019	Semana 1	152	Semana 1	134
	Semana 2	138	Semana 2	132
	Semana 3	119	Semana 3	125
	Semana 4	112	Semana 4	114
	Total	521	Total	505
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado				1026

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7 se evidencia que en el mes de noviembre se produjo un total de 521 toneladas métricas de CaO molido y 505 toneladas métricas de CaO granado, haciendo un total producido en el mes de noviembre de 1026 TM.

Figura 8. Evolución de producción semanal en el mes de diciembre



Fuente: Elaboración Propia.

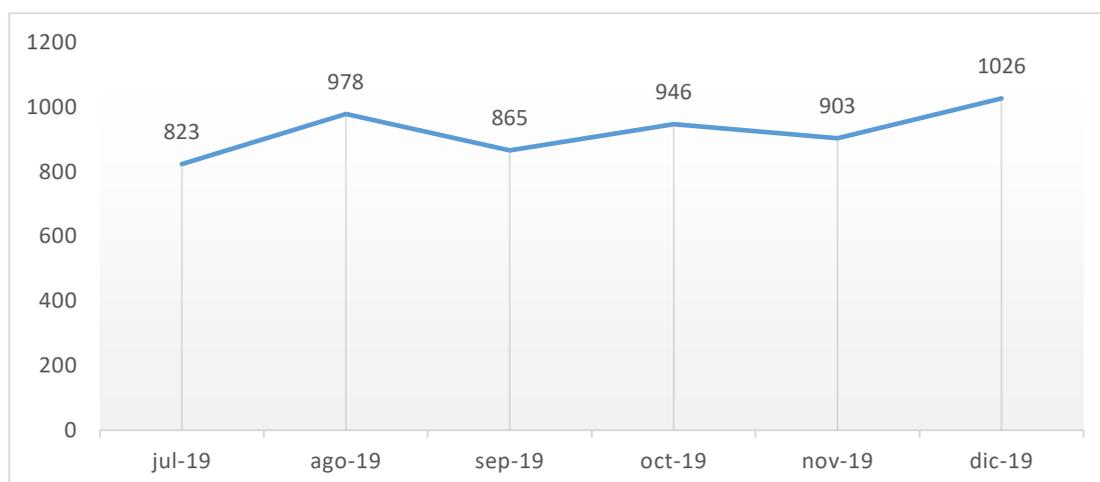
En la figura 8 se evidencia la evolución semanal de producción de CaO, para lo cual se tiene que en la semana 1 se produjo un total de 286 TM de CaO, en la semana 2 un total de 270 TM de CaO, en la semana 3 se produjo un total de 244 TM de CaO y por último en la semana 4 se evidencia una producción de 226 TM de CaO, para lo cual se manifiesta que la producción semanal no es igual, debido a que existen deficiencia en la producción de CaO.

Tabla 7. Producción de CaO periodo julio a diciembre de 2019 Molino Loma de Oro

Mes	Producción de CaO		
	CaO Molido TM	CaO Granado TM	Total en TM
Julio	416	407	823
Agosto	507	471	978
Septiembre	428	437	865
Octubre	481	465	946
Noviembre	456	447	903
Diciembre	521	505	1026
Total de producción: CaO Molido + CaO Granado			5541

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9. Producción de CaO total en Molino LOMA DE ORO



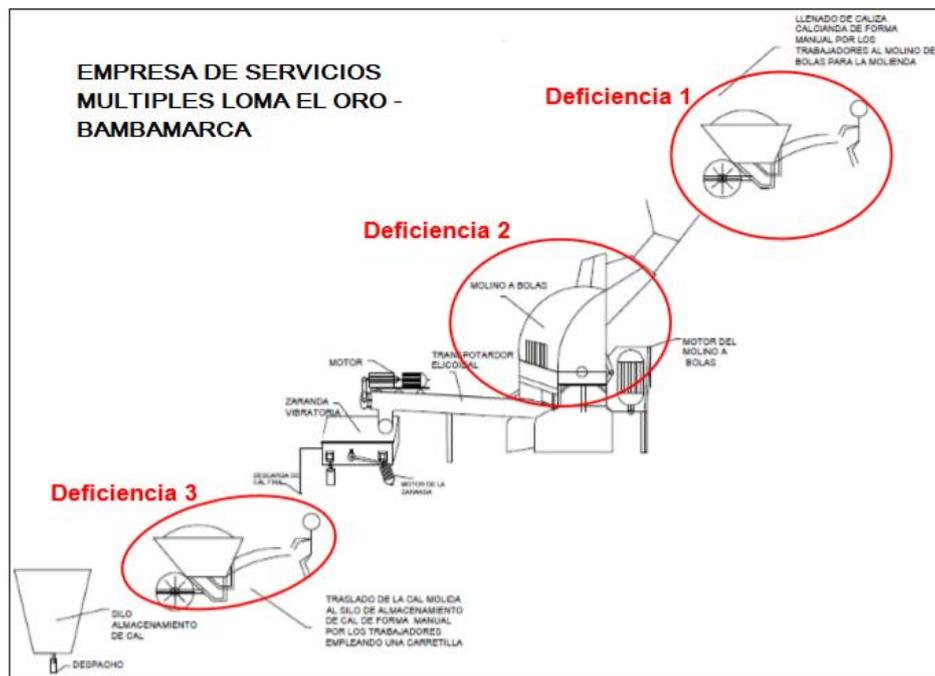
Fuente: Elaboración Propia.

De la figura 9 se desprende la evolución que ha tenido la producción de CaO en el molino Loma de Oro, en el periodo de julio a diciembre de 2019, para lo cual se

evidencia que los picos de producción de Cal han sido en agosto con 978 toneladas métricas, octubre con 946 TM y diciembre con un total de 1026 TM de CaO, siendo este último el más alto como también se evidencia que en el mes de julio que se tuvo la menor producción de CaO llegando a solo 823 toneladas métricas de este producto.

En la actualidad 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 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.

Figura 10. Deficiencia en el transporte de Cal en la empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3 se evidencia la problemática que se tiene en el transporte con respecto a la producción de óxido de calcio diario, porque estas etapas que se encuentran circunscritas de color rojo nombradas como deficiencia 1, deficiencia 2 y

deficiencia 3 el traslado de óxido de calcio se realiza de forma manual empleando como único medio de transporte unas carretillas. En tal sentido tenemos:

Deficiencia 1: Llenado al molino de 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.

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 11. Trozos de óxido de Calcio granado para moler



Fuente: Elaboración Propia

Deficiencia 3: Transporte de óxido de Calcio molido del molino al silo de almacenamiento

En esta etapa se identificó los elevados 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.
- 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.

3.2 Determinar las mejoras para cada deficiencia existente en los sistemas de Transporte de Óxido de Calcio.

En la figura 10 se representan de forma gráfica las 3 deficiencias con la que se cuenta en la Empresa de Servicios Múltiples Loma de Oro – Bambamarca para lo cual se establecen 3 mejoras que son:

Mejora 1: Implementación de una Chancadora antes del molino de bolas para dar inicio a la molienda de Cal Gruesa por falta de moler.

En tal sentido se procede a realizar el **diseño de la chancadora** a implementar teniendo en cuenta la producción programada que se tiene por mes.

$$\text{produccion programada por mes de CaO} = 1500 \text{ TM}$$

Calculo de la capacidad de procesamiento de la chancadora

Teniendo en cuenta que el tiempo de trabajo de la chancadora es de 8 horas diarias por un periodo de trabajo de 6 días por semana, entonces tenemos que:

$$\text{Masa a procesar} = \frac{375 \text{ Ton}}{\text{semana}} \times \frac{1 \text{ semana}}{6 \text{ dias}} \times \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Masa a procesar} = 7.8 \frac{\text{Ton}}{\text{h}}$$

$$\therefore \text{Masa a procesar} = 8 \frac{\text{Ton}}{\text{h}}$$

Teniendo en cuenta que debido a diversas impurezas existentes, la cal hidratada se considera un porcentaje de pérdidas que fluctúa entre el 5 a 6%.

Calculo del número de martillos

Teniendo:

$$\therefore \text{Masa a procesar} = 8 \frac{\text{Ton}}{\text{h}} = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Y sabiendo que un grano de cal hidratada tiene un peso promedio de 0.8 gramos entonces se tiene:

$$8000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ minutos}} \times \frac{1000 \text{ grmos}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ grano}}{0.8 \text{ g}} = 16.666 \times 10^4 \frac{\text{gramos}}{\text{min}}$$

Asimismo, Vargas (2015, p.25) recomienda que la velocidad de giro en estas chancadoras de CaO sea de 3600 RPM ya que los martillos cuentan con una conexión fija, porque la velocidad angular del sistema es la misma a la velocidad de los componentes, entonces tenemos que:

$$\frac{16.666 \times 10^4 \frac{\text{gramos}}{\text{min}}}{3600 \frac{\text{rev.}}{\text{min}}}$$

$$46.30 \frac{\text{gramos}}{\text{rev.}}$$

En el supuesto máximo de que un solo grano impacte en un martillo, la cantidad de granos/rev hallado sería aproximadamente igual a la cantidad de martillos necesarios.

$$\text{Número de martillos} = 48$$

Cálculo de la fuerza de impacto

Esta fuerza de impacto es la producida entre el grano de cal y el borde del martillo.

$$\text{Fuerza de Impacto} = \frac{M_{\text{martillo}} \times (V_{\text{max}} - V_{\text{carga}})}{\Delta t}$$

Donde:

F = Fuerza de impacto

M = masa del cuerpo del martillo

V_{max} = Velocidad final del cuerpo posterior al impacto

V_{carga} = Velocidad inicial del cuerpo previo al impacto

Δt = tiempo que ocurre el impacto del grano de cal con el martillo

Según lo establecido en Jhonatan (2015, p. 40), manifiesta que:

$$\text{Velocidad maxima} = 46.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidad carga} = 45.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Entonces tenemos que:

$$Fuerza\ de\ impacto = \frac{1.8\ kg \times (46.6\ \frac{m}{s} - 45.7\ \frac{m}{s})}{0.2\ s}$$

$$Fuerza\ de\ impacto = 8\ N$$

Considerando un coeficiente de impacto para el diseño = 2

$$Fuerza\ de\ impacto = 8 \times 2 = 16\ N$$

Càculo para el dimensionamiento de los martillos

Teniendo en cuenta que la cal hidratada es de aproximadamente 15 mm, por lo que el espesor de cada martillo debe de ser de 18 mm entonces:



$$espesor\ del\ martillo = 18\ mm$$

$$Fuerza\ de\ impacto = 16\ N$$

$$r_g = distancia\ del\ centro\ de\ gravedad\ al\ eje\ de\ rotacion = 159\ mm$$

Hallando el esfuerzo cortante:

$$\tau = \frac{F_{impacto}}{A_{critica}}$$

Donde:

$$A_{critica} = w \times e_{mart} - d \times e_{mart}$$

w = ancho del martillo

$d = \text{diametro del agujero del martillo}$

$$A_{critica} = 70 \text{ mm} \times 18 \text{ mm} - 18 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$$

$$A_{critica} = 1260 \text{ mm}^2 - 324 \text{ mm}^2$$

$$A_{critica} = 936 \text{ mm}^2$$

$$A_{critica} = 0.000936 \text{ m}^2$$

Reemplazando en:

$$\tau = \frac{F_{\text{impacto}}}{A_{critica}}$$

$$\tau = \frac{16 \text{ N}}{0.000936 \text{ m}^2}$$

$$\tau = 17094.02 \text{ Pa} = 17.1 \text{ kPa}$$

El material del cual está fabricado el martillo de la chancadora de CaO es el acero Chronit T-1 400, este material ofrece gran resistencia al impacto, deslizamiento y ofrece gran resistencia al desgaste por abrasión, ofreciendo asimismo una resistencia de 1000 Mpa.

Entonces:

$$\tau = 17.1 \text{ kPa} < 1000 \text{ MPa} \dots \text{ok este no fallara por esfuerzo cortante}$$

Calculando el torque de carga

$$T_{carga} = (\text{Fuerza de impacto} \times r_{\text{max}}) \times N_{\text{mart}}$$

Donde:

$T_{carga} = \text{Torque de Carga}$

$\text{Fuerza de impacto} = \text{Fuerza de impacto entre martillo y grano de cal}$

$r_{max} = \text{distancia de mayor impacto}$

$N_{mart} = \text{número de martillos}$

Teniendo en cuenta lo establecido por Jhonatan (2015, p. 40), lo cual manifiesta que la distancia del punto más crítico de impacto del grano de cal (r_{Max}) es de 232 mm = 0.232 m:

$$T_{carga} = (\text{Fuerza de impacto} \times r_{max}) \times N_{mart}$$

$$T_{carga} = (16 \text{ N} \times 0.232 \text{ m}) \times 48$$

$$T_{carga} = 178.18 \text{ Nm}$$

Calculando la potencia del motor

Para calcular la potencia del motor se determinó la potencia de carga de la chancadora de CaO, para lo cual tenemos:

$$P \text{ de carga} = T \text{ de carga} \times \omega \text{ de carga}$$

Donde:

$P \text{ de carga} = \text{Potencia de carga}$

$T \text{ de carga} = \text{torque de carga}$

$\omega \text{ de carga} = \text{velocidad angular del sistema}$

$$P \text{ de carga} = 178.18 \text{ Nm} \times 3600 \frac{\text{rev.}}{\text{min.}}$$

$$P \text{ de carga} = 178.18 \text{ Nm} \times \left(3600 \times \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}}\right)$$

$$P \text{ de carga} = 67.2 \text{ kW}$$

Entonces, tenemos que si la potencia de la maquina es de 67.2 kW este debe de multiplicarse por un factor de carga que en este caso según lo recomendado por Jhonatan (2015, p. 51), debe de ser 1.2, entonces tenemos que:

$$\text{Potencia Teorica} = \text{Potencia de la Maquina} \times \text{Factor de Carga}$$

$$\text{Potencia Teorica} = 67.2 \text{ kW} \times 1.2$$

$$\text{Potencia Teorica} = 80.64 \text{ kW}$$

Esta potencia la comprende la energía suficiente para poder fragmentar un grano de CAL, para lo cual se selecciona el motor trifásico MG280M-2 de 90 HP, 2 polos, 2975 RPM y un factor de potencia de 0.89 – MEB (Maquinaria Eléctrica Bilbao) ver anexo 05.

Crterios de diseño de fajas

Determinación de la inclinación de la faja

De acuerdo a la Figura N^o 12

Material carried ▲	Maximum angle of incline, degrees ■	Material carried ▲	Maximum angle of incline, degrees ■
Alumina, dry, free-flowing	18	Ore (see stone)	15 to 20
Beans, whole	8	Packages	15 to 25
Coal, anthracite	16	Pellets, depending on size, bed of material and concentricity (taconite, fertilizer, etc.)	5 to 15
Coal, bituminous, sized, lumps over 4 inches	15	Rock (see stone)	15 to 20
Coal, bituminous, sized, lumps 4 inches and under	16	Sand, very free-flowing □	15
Coal, bituminous, unsized	18	Sand, sluggish (moist) △	20
Coal, bituminous, fines, free-flowing ○	20	Sand, tempered foundry	24
Coal, bituminous, fines, sluggish △	22	Stone, sized, lumps over 4 inches	15
Coke, sized	17	Stone, sized, lumps 4 inches and under, over 3/8 inches	16
Coke, unsized	18	Stone, sized, lumps over 4 inches	16
Coke, fines and breeze	20	Stone, unsized, lumps 4 inches and under, over 3/8 inches	18
Earth, free-flowing ○	20	Stone, fines 3/8 inch and under	20
Earth, sluggish △	22	Wood chips	27
Gravel, sized, washed	12		
Gravel, sized, unwashed	15		
Gravel, unsized	18		
Grain	15		

Figura 12 Angulo de inclinación Máximo

Seleccionamos un Angulo de inclinación máxima de 20^o sexagesimales

_Determinación del ancho y velocidad de faja :

Las condiciones optimas de funcionamiento , vendrán dadas por los datos consignados en la figura N^o 13

Material			Maximum recommended belt speed, feet per minute ▲													
			Belt width, inches													
Characteristics		Material example	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60	72	84	
Maximum size lumps, sized or unsized □	Mildly abrasive	Coal, earth	300	300	400	400	450	500	550	600	600	650	650	650	650	
	Very abrasive, not sharp	Bank gravel	300	300	400	400	450	500	550	550	600	600	600	600	600	
Half max. lumps, sized or unsized	Very abrasive, sharp and jagged	Stone, ore	250	250	300	350	400	450	500	500	550	550	550	550	550	
	Mildly abrasive	Coal, earth	300	300	400	400	500	600	650	700	700	700	700	700	700	
Flakes	Very abrasive	Slag, coke, ore, stone, cullet	300	300	400	400	500	600	650	650	650	650	650	650	650	
		Wood chips, bark, pulp	400	450	450	500	600	700	800	800	800	800	800	800	800	
Granular, 1/8" to 1/2" lumps		Grain, coal, cottonseed, sand	400	450	450	500	600	700	800	800	800	800	800	800	800	
Fines	Light, fluffy, dry, dusty	Soda ash, pulverized coal	220-250 feet per minute													
	Heavy	Cement, flue dust	250-300 feet per minute													
Fragile, where degradation is harmful		Coke, coal	200-250 feet per minute													
		Soap chips	150-200 feet per minute													

Figura 13 Máxima velocidad y máximo ancho

Seleccionamos una velocidad de 250 pies/minuto , y un ancho de 30 Pulgadas
 En cuanto a las características de funcionamiento de la fajas (peso especifico del material , ancho de la faja , capacidad de carga , velocidad de la faja) , con una inclinación de 20 ° , tendremos que :

Table 4 • Capacities of belt conveyors using 20-degree idlers

Weight of material per cubic foot, pounds	Belt width, inches	Capacity, Loading Class B, short tons (2000 pounds) per hour ◯								Capacity, Loading Class C, short tons (2000 pounds) per hour ◯									
		Belt speed, feet per minute ▲								Belt speed, feet per minute ▲									
		100	200	300	400	500	600	700	800	100	200	300	400	500	600	700	800		
50	14	16	32	48	65	...	...	...	...	16	32	48	65	...	...	...	...
	16	21	42	63	84	105	...	...	...	23	46	69	92	115	...	...	...
	18	27	54	81	108	135	...	...	...	31	63	94	126	157	...	...	...
	20	34	67	101	135	168	...	...	...	39	79	118	158	197	...	...	...
	24	50	100	150	200	250	300	...	...	60	120	180	240	300	360	...	...
	30	81	162	243	324	405	486	567	97	194	291	389	485	582	680	...	
	36	117	235	352	470	587	704	822	940	147	295	442	590	737	884	1032	1180
	42	162	325	487	650	812	974	1137	1300	202	405	607	810	1012	1214	1417	1620
	48	220	440	660	880	1100	1320	1540	1760	275	550	825	1100	1375	1650	1925	2200
	54	285	570	855	1140	1425	1710	1995	2280	357	715	1072	1430	1787	2144	2500	2860
100	14	32	64	96	129	...	...	...	...	32	64	96	129	...	...	...	...
	16	42	84	126	168	210	...	...	...	46	92	138	184	230	...	...	...
	18	54	108	162	216	270	...	...	...	63	126	189	252	315	...	...	...
	20	67	135	202	270	337	...	...	...	79	158	237	316	295	...	...	...
	24	100	200	300	400	500	600	...	...	120	240	360	480	600	720	...	...
	30	162	324	486	648	810	972	1134	194	389	583	778	972	1166	1361	...	
	36	235	470	705	940	1175	1410	1645	1880	295	590	885	1180	1475	1770	2065	2360
	42	325	650	975	1300	1625	1950	2275	2600	405	810	1215	1620	2025	2430	2835	3240
	48	440	880	1320	1760	2200	2640	3080	3520	550	1100	1650	2200	2750	3300	3850	4400
	54	570	1140	1710	2280	2850	3420	3990	4560	715	1430	2145	2860	3575	4290	5005	5720

Figura 14 Capacidad de las fajas transportadores con polines a 20 °

En cuanto al distanciamiento entre polines de carga y de conducción tendremos , las siguientes recomendaciones de acuerdo a la Figura N° 15 (en función del tipo de soporte de los polines , Peso especifico del material , espaciamento entre polines , ancho de faja entre otros)

Type of belt idler	Belt idler series	Material weight, pounds per cubic foot	Recommended average spacing of troughed belt idlers, feet ▲															
			Belt width, inches															
			14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60	72	84			
20° troughed belt idlers	5000	35	5½	5½	5	5	4½	4½										
		50	5½	5	5	4½	4½	4										
		100	5	5	4½	4½	4											
	6000	50	5½	5	5	4½	4½	4½	4½									
		75	5	5	5	4½	4½	4	4									
		100	5	5	5	4½	4½	4	4									
	7000	50	...	...	5	5	5	4½	4½	4½	4	4						
		100	...	...	5	4½	4	4	4	4	4	4						
		150	...	...	4	4	4	4	4	3½	3½							
	8000	50	...	...	...	...	5	4½	4½	4½	4	4	4	4	3½	3½		
		100	...	...	...	...	4½	4	4	4	4	4	4	3½	3½			
		150	...	...	...	...	4	4	4	3½	3½							
	9000	100	...	...	...	...	...	...	4½	4½	4½	4	4	4	4	4	3½	3½
		150	...	...	...	...	...	...	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
45° troughed belt idlers	6000	35	...	...	...	...	5	5	5	4½	4½	4½	4½					
		50	...	...	...	...	4½	4½	4	4	4	4	4					
8000	35	...	...	...	...	...	5½	5	5	5	4½	4½	4	4	4	4		
		50	...	...	...	...	5	4½	4½	4½	4	4	4	4	3½	3½		

En cuanto a las formulas de tensiones , tendríamos que :

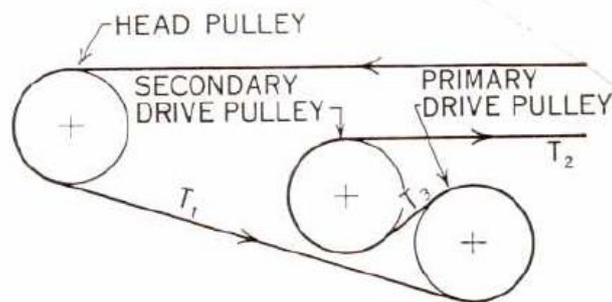


Fig. 4852

Dual pulley drive
360° to 500° wrap
Total $E = T_1 - T_2$

Figura 15 Esquema de tensiones de polea motora

De donde definimos los siguientes términos :

H = Rango de Potencia en HP , requerido en el tiempo por el eje motor de la faja

S = Velocidad de la faja transportadora en pies por minuto

E = Tensión efectiva requerida por el conductor de la faja

T_1 = Tensión lado tenso en la polea conductora primaria

T_2 = Tensión lado flojo en la polea conductora primaria

T_3 = Tensión lado flojo en motores conductores dobles

T_{max} = Máxima tensión en la faja

T_s = Tensión de holgura entre soportes

De donde se calcula :

$$E = H * 33000 / S$$

Los principales esquemas de trabajo utilizados serán los siguientes en cada ocasión :

Layout A • Chain and material sliding

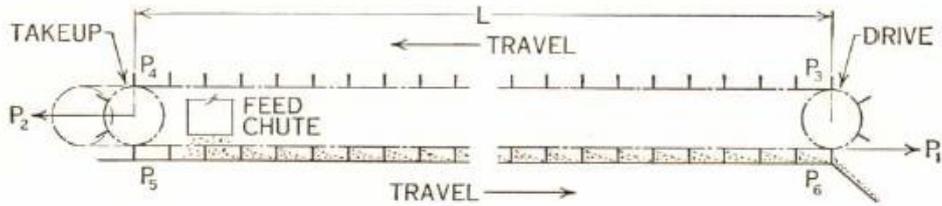


Figura 16 Material Corredizo

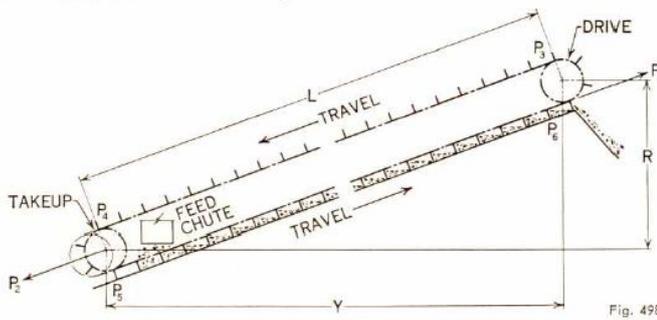
De donde cada símbolo significa :

Rango de Potencia $H = P * S * K / 33,0000$

Esfuerzos en la fajas $P_1 = P_6 - P_3 = L * (2.2 FW + FM + Hg) + 2N$

Para el caso de fajas transportadoras inclinadas tenemos :

Layout F • Chain and material sliding



$$H = \frac{P_1 S K}{33,000}$$

$$P_1 = P_6 - P_3$$

$$P_2 = 2.2 P_4$$

$$P_3 = N \text{ when } \frac{R}{Y} \text{ is less than } F$$

$$P_3 = N + W(R - FY) \text{ when } \frac{R}{Y} \text{ is more than } F$$

$$P_4 = N + W(FY - R) \text{ when } \frac{R}{Y} \text{ is less than } F$$

$$P_4 = N \text{ when } \frac{R}{Y} \text{ is more than } F$$

$$P_5 = 1.2 P_4$$

$$P_6 = P_5 + Y(FW + fM + h^2G) + R(W + M)$$

See page 566 for explanation of symbols.

Figura 17 Faja y material resbaladizo

De donde cada símbolo significa :

Rango de Potencia $H = P * S * K / 33,0000$

Esfuerzos en la fajas $P_1 = P_6 - P_3$

$P_2 = 2.2 * P_4$

$P_3 = N$ Cuando R/Y , es menor de F

$P_3 = N .+ W (R - FY)$ Cuando R/Y es mas que F

$P_4 = N + W (F Y - R)$ Cuando R/Y es menor que F

$P_4 = N$ cuando R/Y es mas que F

$P_5 = 1.2 P_4$

$P_6 = P_5 + Y (F W + F M + H g) + R (W + M)$

Calculo del requerimiento de torque :

$T = (2750 R / S) * (H_1 - (H_2 + H_3) / 2)$

De donde se tiene :

H_1 = Rango de Potencia para elevar el mineral

H_2 = Rango de Potencia para transportar el material Horizontalmente

H_3 = Rango de Potencia para operar en vacío la faja transportadora

R = Radio de la polea conductora de en pulgadas

S = Velocidad de la faja , en pies por minuto

T = Libras por pies es el torque requerido en el eje de la polea motriz

Otra forma de calculo del torque de accionamiento de la polea motriz de la faja transportadora :

$T = (G - F / 2) * (R / 12)$

De donde :

F = Fuerza total de fricción de oposición al movimiento de la faja

G = Fuerza neta de desbalance gravitacional , que origina el movimiento de la faja

R = Radio de la polea conductora de faja

T = Torque requerido para frenar el eje de la polea motora

Principales dispositivos auxiliares de la faja transportadora :

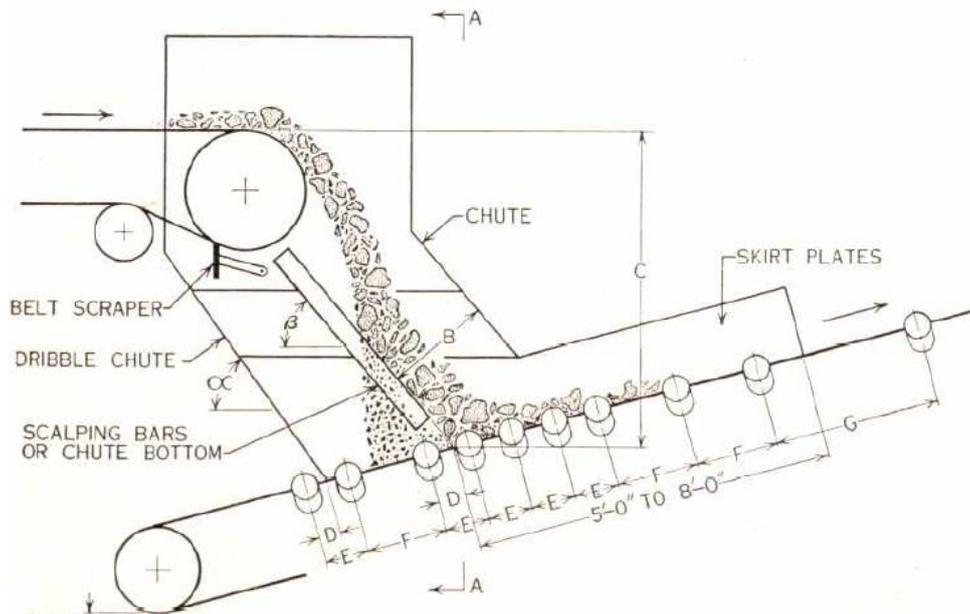


Figura 18 Elementos principales del shute de descarga

Análisis y calculo de la trayectoria de descarga de una faja transportadora

Chart F • Trajectory of material over discharge pulley

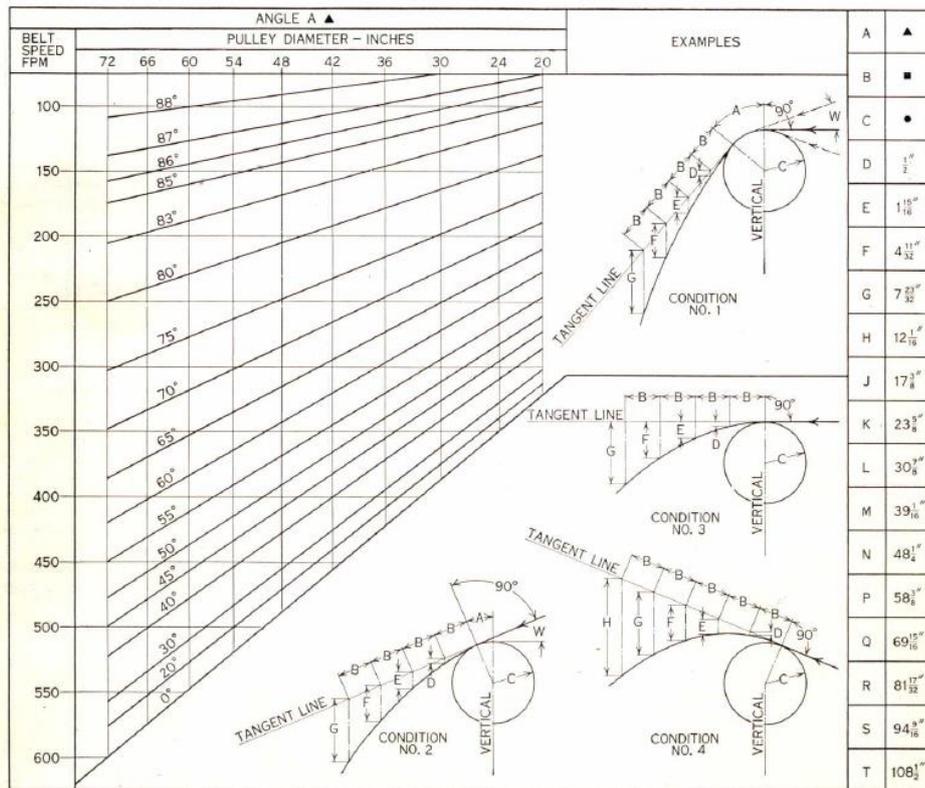


Fig. 4

Figura 19 Trayectoria de descarga de la faja transportadora

En cuanto a los radios mínimos de curvatura , a ser considerados , en el diseño de la trayectoria de la faja transportadora , tendremos lo siguiente :

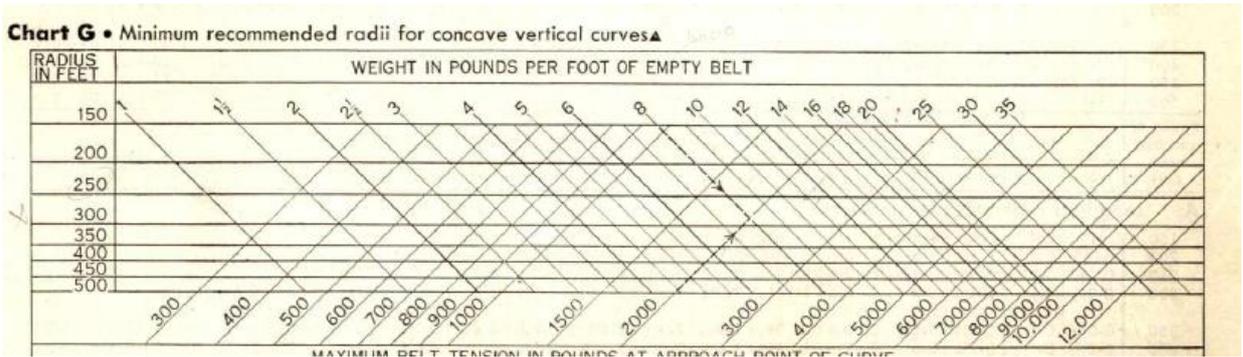


Figura 20 Radio mínimo de curvatura para curvas verticales

Principales detalles adicionales :

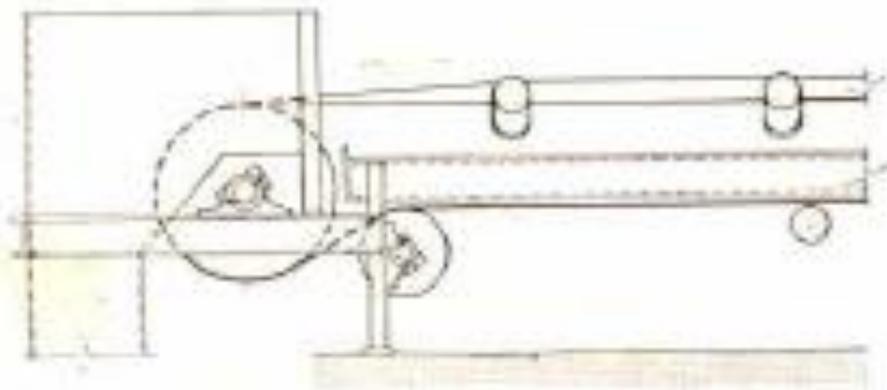


Figura 21 Terminales de cabecera - Polea motora expuesta

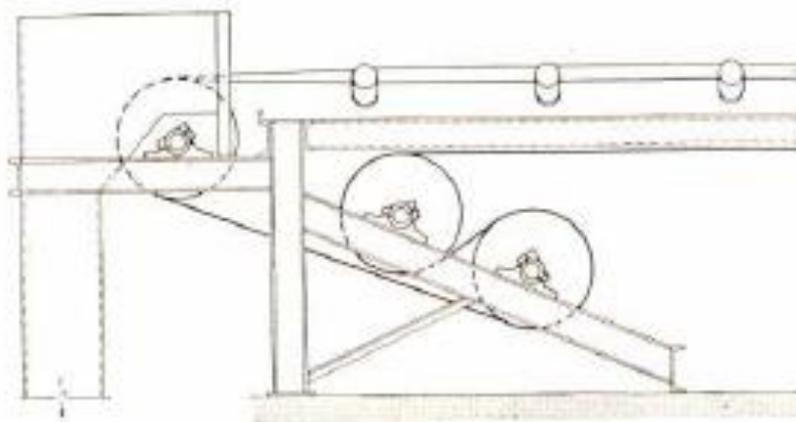


Figura 22 Polea dual motora

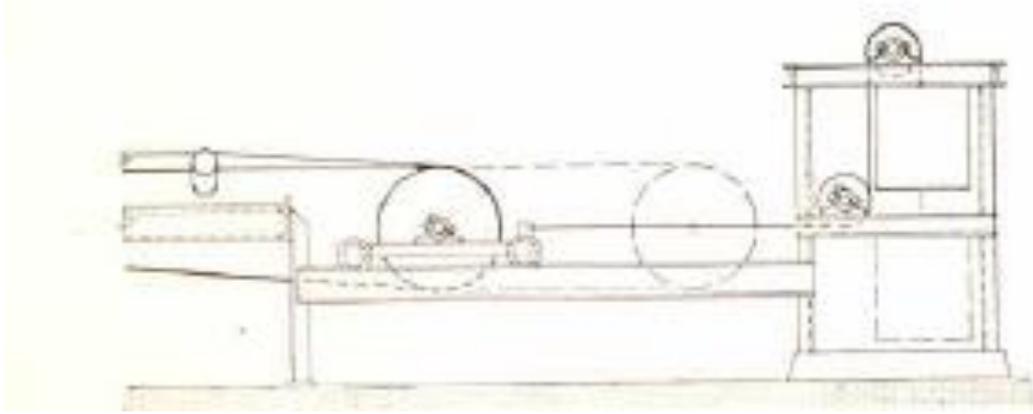


Figura 23 Terminales de Pie - Gravedad horizontal

Cálculos para la selección de faja

En este se utilizan las fajas trapezoidales de marca Optibelt, para ello teniendo una polea conductora de diámetro 212 mm:

Hallando la Potencia Teórica:

$$\text{Potencia Teorica} = \text{Potencia de la Maquina} \times \text{Factor de Carga}$$

$$\text{Potencia Teorica} = 67.2 \text{ kW} \times 1.2$$

$$\text{Potencia Teorica} = 80.64 \text{ kW}$$

Hallando la relación de transmisión:

$$i = \frac{n1}{n2}$$

$$n1 = \text{velocidad de polea conductora} = 2975 \text{ rpm}$$

$$n2 = \text{velocidad de polea conducida} = 2975 \text{ rpm}$$

$$i = \frac{2975}{2975}$$

$$i = 1$$

Hallando diámetro de polea acanalada conductora:

Teniendo una polea conductora de diámetro 212 mm entonces tenemos que:

$$d_{d2} = d_{d1} \times i$$

d_{d1} = diametro de polea conductora

d_{d2} = diametro de polea conducida

i = relación de transmisión

$$d_{d2} = 212 \text{ mm} \times 1$$

$$d_{d2} = 212 \text{ mm}$$

Hallando distancia entre ejes:

Teniendo en cuenta lo manifestado en el Manual Técnico para transmisiones por correas trapeciales Optibelt power transmission (2017, p. 79):

$$a > 0.7 (d_{dg} + d_{dk})$$

$$a < 2 (d_{dg} + d_{dk})$$

Entonces para:

$$a > 0.7 (212 + 212)$$

$$a > 296.8$$

Para:

$$a < 2 (212 + 212)$$

$$a < 848$$

En este caso para el valor de la distancia entre ejes "a", según lo recomendado por Jhonatan (2015, p. 51) se selecciona el numero entero más cercano al límite máximo calculado.

$$a = 800 \text{ mm}$$

Hallando el desarrollo de referencia de la correa (L_{dth}) :

$$L_{dth} = 2a + 1.57 (d_{dg} + d_{dk}) + \frac{(d_{dg} - d_{dk})^2}{4a}$$
$$L_{dth} = 2(800) + 1.57 (212 + 212) + \frac{(212 - 212)^2}{4(800)}$$

$$L_{dth} = 1600 + 665.68 + 0$$

$$L_{dth} = 2265.68$$

Para determinar el desarrollo estándar (L_{dst}) :

Teniendo en cuenta lo recomendado en el Manual Técnico para transmisiones por correas trapeciales Optibelt power transmission se selecciona (ver anexo 06)

$$L_{dst} = 2240$$

Hallando la velocidad y frecuencia de flexión de la correa:

Velocidad de la correa:

$$V = \frac{d_{dk} \times n_k}{19100}$$

$$V = \frac{212 \times 2975}{19100}$$

$$V = 33.021 \text{ m/s}$$

$$V = 33.021 \text{ m/s} < V_{max} = 42 \text{ m/s} \dots \dots \dots \text{ok}$$

Frecuencia de flexión de la correa:

$$f_b = \frac{2 \times 1000 \times V}{L_{dst}}$$

$$f_b = \frac{2 \times 1000 \times 33.021}{2240}$$

$$f_b = 29.48 \text{ s}^{-1} < f_{b \text{ max}} = 100 \text{ s}^{-1} \dots \dots \dots \text{ok}$$

Hallando la potencia nominal por correa PN:

Teniendo en cuenta:

$$d_{ak} = 212 \text{ mm}$$

$$i = 1$$

$$n_k = 2975 \text{ rpm}$$

Haciendo uso de la tabla ubicada en el anexo 07, se tiene que:

$$PN = 20.31 + 0.22 = 20.53 \text{ kW}$$

Hallando el número de correas:

$$Z = \frac{P \times C2}{PN \times C1 \times C3}$$

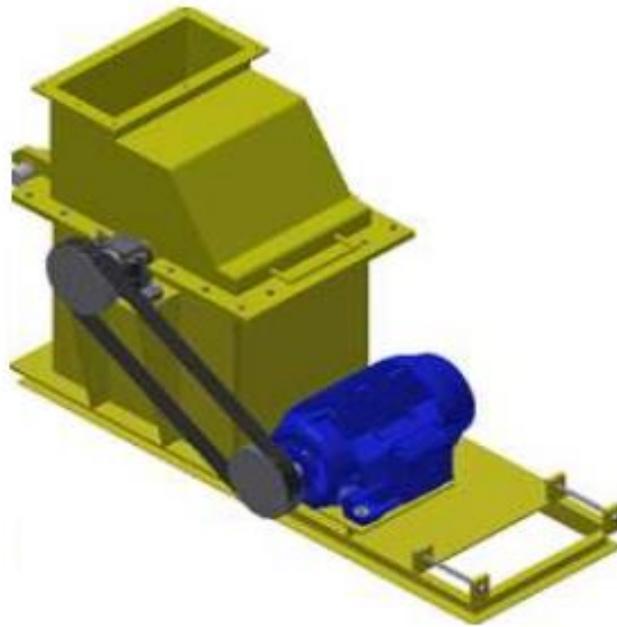
$$Z = \frac{67.2 \times 1.2}{20.53 \times 1.0 \times 1.02}$$

$$Z = 3.85$$

$\therefore Z = 4 \text{ correas trapeciales}$

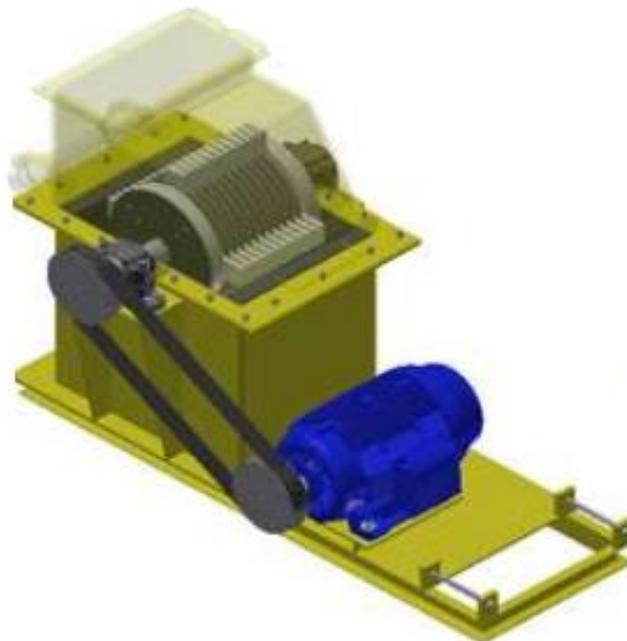
Por lo tanto se calculan 4 correas trapeciales estrechas Optibelt SK de alto rendimiento SPA 2240 mm, dos poleas de diámetro 212 mm con 4 canales.

Figura 24. Diseño de chancadora de CaO



Fuente: Elaboración Propia

Figura 25. Chancadora de CaO mostrando los martillos diseñados



Fuente: Elaboración Propia

Mejora 2: Implementación de Faja Transportadora N° 01 que conectará la chancadora con el molino de bolas.

Para la implementación de la Faja transportadora N° 01, se tuvo en cuenta el presente diseño de la faja transportadora, por ello parámetros de diseño son los siguientes:

Material a transportar: Óxido de Calcio

Longitud de la faja transportadora: $L = 30 \text{ m}$

Inclinación de la cinta: $\varphi = 18^\circ$ (ver anexo 08).

Altura de la cinta: $H = 3 \text{ m}$

Velocidad de Avance de la faja transportadora = 0.8 m/s

Ancho de la Banda: $B = 500 \text{ mm}$

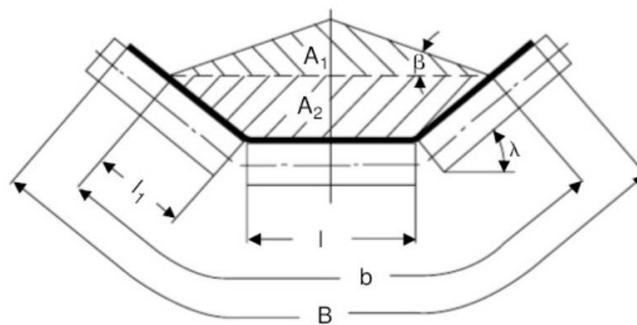
Ancho de la Banda > 5.5 x tamaño de material a transportar

Ancho de la Banda > 5.5 x 80 mm

Ancho de la Banda > 440 mm

Ancho de la Banda = 500 mm

Cálculo del área de la sección transversal del material transportado



Para lo cual se tiene que:

$$A = A1 + A2$$

Donde:

$$A1 = 0.25 \times \tan(\beta) \times [l + (B - l) \times \cos(\gamma)]^2$$

$$A2 = I1 \times \sin(\gamma) \times [I + I1 \times \cos(\gamma)]$$

Siendo:

$$b = 0.9 \times B - 0.05$$

$$I1 = 0.5 \times (b - I)$$

Donde se tiene que:

$\beta = 25^\circ$ *angulo de sobrecarga*

$\gamma = 30^\circ$ *angulo entre rodillo y cinta transportadora*

$I = 0.18$ *m longitud de rodillos*

$B = 0.5$ *m ancho de banda de la cinta transportadora*

$$b = 0.9 \times B - 0.05$$

$$b = 0.9 \times 0.5 - 0.05$$

$$b = 0.405$$

$$I1 = 0.5 \times (b - I)$$

$$I1 = 0.5 \times (0.405 - 0.18)$$

$$I1 = 0.113$$

Hallando A1

$$A1 = 0.25 \times \tan(\beta) \times [I + (b - I) \times \cos(\gamma)]^2$$

$$A1 = 0.25 \times \tan(25^\circ) \times [0.18 + (0.405 - 0.18) \times \cos(30^\circ)]^2$$

$$A1 = 0.11658 \times [0.18 + 0.225 \times 0.86603]^2$$

$$A1 = 0.0164 \text{ m}^2$$

Hallando A2

$$A2 = I1 \times \sin(\gamma) \times [I + I1 \times \cos(\gamma)]$$

$$A2 = 0.113 \times \sin(30^\circ) \times [0.18 + 0.113 \times \cos(30^\circ)]$$

$$A2 = 0.113 \times 0.5 \times [0.18 + 0.113 \times 0.87]$$

$$A2 = 0.0565 \times [0.18 + 0.113 \times 0.87]$$

$$A2 = 0.0157 \text{ m}^2$$

En tal sentido se tiene que el área de la sección transversal es:

$$A = A1 + A2$$

$$A = 0.0164 \text{ m}^2 + 0.0157 \text{ m}^2$$

$$A = 0.0321 \text{ m}^2$$

Cálculo de la capacidad de transporte de la cinta transportadora

$$Q_V = 3600 \times V \times A \times K$$

Donde:

$$V = 0.8 \text{ m/s}$$

$$A = 0.0321 \text{ m}^2$$

$K =$ *coeficiente de reducción de la capacidad de transporte por inclinación*

$$K = 1 - 1.64 \times \left(\frac{\varphi \times \pi}{180} \right)^2$$

Inclinación de la cinta: $\varphi = 18^\circ$ (ver anexo 08).

$$K = 1 - 1.64 \times \left(\frac{18 \times 3.1416}{180} \right)^2$$

$$K = 0.84$$

Entonces se tiene que:

$$Q_V = 3600 \times 0.8 \times 0.0321 \times 0.84$$

$$Q_V = 77.66 \frac{m^3}{h}$$

Cálculo de la capacidad de transporte en masa

$$Q_m = Q_V \times \rho$$

$\rho =$ peso específico del material transportado = $1.5 \frac{t}{m^3}$ (ver anexo 09)

$$Q_m = 77.66 \frac{m^3}{h} \times 1.5 \frac{t}{m^3}$$

$$Q_m = 116.49 \frac{t}{h}$$

Cálculo de la potencia de accionamiento de la cinta

$$Potencia\ Total = P1 + P2 + P3$$

Siendo P1, la potencia para poder mover en vacío la cinta transportadora y estando cargada en forma horizontal:

$$P1 = \frac{C_b \times V + Q_m}{C_l \times K_f}$$

$C_b =$ Factor de ancho de la banda = 67 (ver anexo 10)

$V = 0.8$ m/s

$C_l =$ Factor de longitud de la banda = 222 (ver anexo 10)

$K_f =$ Factor de servicio = 1 (ver anexo 10)

$$P1 = \frac{67 \times 0.8 + 116.49}{222 \times 1}$$

$$P1 = 0.77\ kW$$

Siendo P2, la potencia para poder elevar la carga a una altura determinada:

$$P2 = \frac{H \times Q_m}{367}$$

Altura de la cinta: H = 3 m

Entonces:

$$P2 = \frac{3 \times 116.49}{367}$$

$$P2 = 0.95 \text{ kW}$$

Siendo P3, la potencia para vencer rozamientos de componentes auxiliares, elementos de limpia y guías:

$$P3 = Pa + Pb + Pc$$

Pa = potencia de trippers instalados en kW

Pb = potencia en dispositivos de limpia en kW

Pc = potencia necesaria para guías y faldones en kW

Entonces se tiene que:

Hallando Pa:

Pa = 0.00 kW, esto debido a que no se instalaran trippers

Hallando Pb:

$$Pb = 0.3 \times B \times V$$

$$Pb = 0.3 \times 0.5 \times 0.8$$

$$Pb = 0.12 \text{ kW}$$

Hallando Pc:

$$Pc = 0.16 \times V \times L_f$$

$L_f = \text{longitud de los faldones a instalar} = 3.85 \text{ m}$

$$P_c = 0.16 \times 0.8 \times 3.85$$

$$P_c = 0.49 \text{ kW}$$

Hallando P3:

$$P_3 = 0.00 \text{ kW} + 0.12 \text{ kW} + 0.49 \text{ kW}$$

$$P_3 = 0.61 \text{ kW}$$

Entonces hallando la potencia total:

$$\text{Potencia Total} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$\text{Potencia Total} = 0.77 \text{ kW} + 0.95 \text{ kW} + 0.61 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia Total} = 2.33 \text{ kW}$$

Cálculo de la potencia de accionamiento de la cinta

En tal sentido la potencia en kW utilizada para accionar el tambor motriz de la transportadora

$$P_M = \frac{P_T}{n}$$

Donde:

$$n = n_m \times n_r$$

$n_m = \text{rendimiento del motor electrico} = 0.90$

$n_r = \text{rendimiento de la caja reductora} = 0.90$

$$n = 0.90 \times 090$$

$$n = 0.81$$

Entonces hallando P_M

$$P_M = \frac{2.33 \text{ kW}}{0.81}$$

$$P_M = 2.88 \text{ kW}$$

Se selecciona un motor trifásico MA132S1-2 de 5.5 HP, 2 polos, 2910 RPM y un factor de potencia de 0.89 – MEB (Maquinaria Eléctrica Bilbao) ver anexo 05.

Cálculo del esfuerzo máximo de tracción

$$F_b = \frac{P_T \times C1 \times 1000}{V}$$

Para un tambor con forro de fricción seco en un ángulo de contacto de 180° se tiene que:

$C1 = \text{factor de servicio} = 1.4$ (ver anexo 11)

$$F_b = \frac{2.33 \times 1.4 \times 1000}{0.8}$$

$$F_b = 4077.5 \text{ N}$$

Cálculo de la resistencia nominal mínima a tracción de la banda

$$R = \frac{F_b \times C_s}{B}$$

$F_b = \text{Esfuerzo maximo de tracción}$

$B = \text{ancho de banda de cinta} = 500 \text{ mm}$

$C_s = \text{coeficiente de seguridad, según banda elegida} = 10$

$$R = \frac{4077.5 \times 10}{500}$$

$$R = 81.55 \text{ N/mm}$$

Teniendo en cuenta lo estipulado en el anexo 12 resistencia nominales se selecciona una banda con resistencia nominal con un valor de 160 N/mm.

Cálculo del coeficiente de seguridad por resistencia a la tracción

$$C_{seg.} = \frac{\text{Resistencia nominal seleccionada}}{\text{Resistencia nominal calculada}}$$

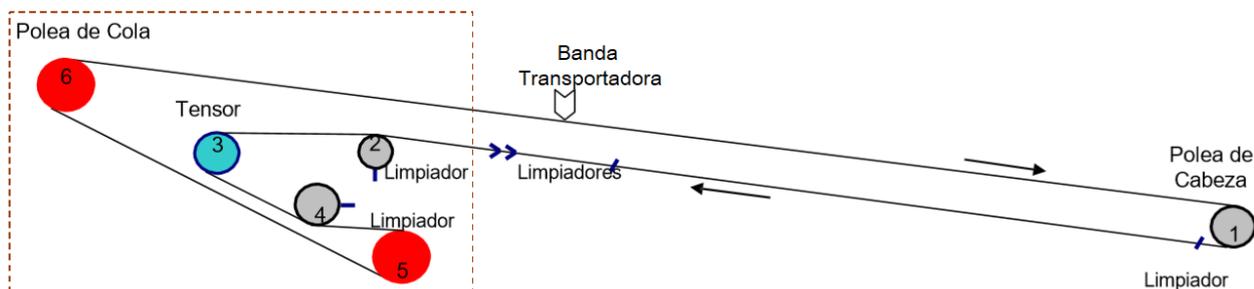
$$C_{seg.} = \frac{160 \text{ N/mm}}{81.55 \text{ N/mm}}$$

$$C_{seg.} = 1.9$$

Banda transportadora seleccionada

	30 m	500	EP	160/4	6/2	X
Largo de la banda	_____					
Anchura de la banda (mm)	_____	_____				
Material de refuerzo	_____	_____	_____			
Resistencia a la rotura de la banda (N/mm)	_____	_____	_____	_____		
Cantidad de refuerzos	_____	_____	_____	_____		
Espesor de la cubierta superior / inferior (mm)	_____	_____	_____	_____	_____	
Calidad de la goma de la cubierta	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Figura 26. Instalación de faja transportadora N° 01



Fuente: Elaboración Propia

Mejora 3: La implementación de la faja Transportadora N° 02 que conectará la descarga de la zaranda vibratoria al silo de almacenamiento.

Para la implementación de la Faja transportadora N° 02, se tuvo en cuenta el presente diseño de la faja transportadora y los siguientes parámetros de diseño:

Material a transportar: Cal Molida

Longitud de la faja transportadora: $L = 97 \text{ m}$

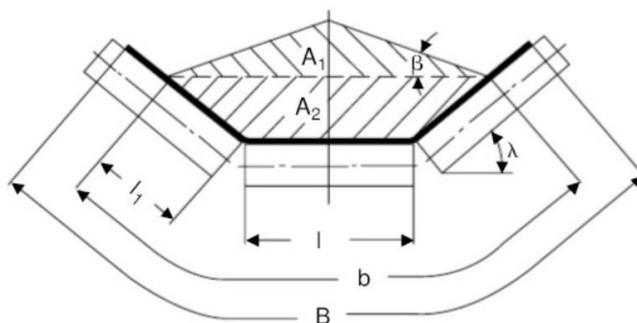
Inclinación de la cinta: $\varphi = 18^\circ$ (ver anexo 08).

Altura de la cinta: $H = 6 \text{ m}$

Velocidad de Avance de la faja transportadora = 0.8 m/s

Ancho de la Banda: $B = 0.5 \text{ m}$

Cálculo del área de la sección transversal del material transportado



Para lo cual se tiene que:

$$A = A1 + A2$$

Donde:

$$A1 = 0.25 \times \tan(\beta) \times [I + (B - I) \times \cos(\gamma)]^2$$

$$A2 = I1 \times \sin(\gamma) \times [I + I1 \times \cos(\gamma)]$$

Siendo:

$$b = 0.9 \times B - 0.05$$

$$I1 = 0.5 \times (b - I)$$

Donde se tiene que:

$\beta = 25^\circ$ *angulo de sobrecarga*

$\gamma = 30^\circ$ *angulo entre rodillo y cinta transportadora*

$I = 0.18$ m *longitud de rodillos*

$B = 0.5$ m *ancho de banda de la cinta transportadora*

$$b = 0.9 \times B - 0.05$$

$$b = 0.9 \times 0.5 - 0.05$$

$$b = 0.405$$

$$I1 = 0.5 \times (b - I)$$

$$I1 = 0.5 \times (0.405 - 0.18)$$

$$I1 = 0.113$$

Hallando A1

$$A1 = 0.25 \times \tan(\beta) \times [I + (b - I) \times \cos(\gamma)]^2$$

$$A1 = 0.25 \times \tan(25^\circ) \times [0.18 + (0.405 - 0.18) \times \cos(30^\circ)]^2$$

$$A1 = 0.11658 \times [0.18 + 0.225 \times 0.86603]^2$$

$$A1 = 0.0164 \text{ m}^2$$

Hallando A2

$$A2 = I1 \times \sin(\gamma) \times [I + I1 \times \cos(\gamma)]$$

$$A2 = 0.113 \times \sin(30^\circ) \times [0.18 + 0.113 \times \cos(30^\circ)]$$

$$A2 = 0.113 \times 0.5 \times [0.18 + 0.113 \times 0.87]$$

$$A2 = 0.0565 \times [0.18 + 0.113 \times 0.87]$$

$$A2 = 0.0157 \text{ m}^2$$

En tal sentido se tiene que el área de la sección transversal es:

$$A = A1 + A2$$

$$A = 0.0164 \text{ m}^2 + 0.0157 \text{ m}^2$$

$$A = 0.0321 \text{ m}^2$$

Cálculo de la capacidad de transporte de la cinta transportadora

$$Q_V = 3600 \times V \times A \times K$$

Donde:

$$V = 0.8 \text{ m/s}$$

$$A = 0.0321 \text{ m}^2$$

$K =$ coeficiente de reducción de la capacidad de transporte por inclinación

$$K = 1 - 1.64 \times \left(\frac{\varphi \times \pi}{180} \right)^2$$

Inclinación de la cinta: $\phi = 18^\circ$ (ver anexo 08).

$$K = 1 - 1.64 \times \left(\frac{18 \times 3.1416}{180} \right)^2$$

$$K = 0.84$$

Entonces se tiene que:

$$Q_V = 3600 \times 0.8 \times 0.0321 \times 0.84$$

$$Q_V = 77.66 \frac{m^3}{h}$$

Cálculo de la capacidad de transporte en masa

$$Q_m = Q_V \times \rho$$

$\rho =$ peso específico del material transportado $= 1.5 \frac{t}{m^3}$ (ver anexo 09)

$$Q_m = 77.66 \frac{m^3}{h} \times 1.5 \frac{t}{m^3}$$

$$Q_m = 116.49 \frac{t}{h}$$

Cálculo de la potencia de accionamiento de la cinta

$$Potencia\ Total = P1 + P2 + P3$$

Siendo P1, la potencia para poder mover en vacío la cinta transportadora y estando cargada en forma horizontal:

$$P1 = \frac{C_b \times V + Q_m}{C_l \times K_f}$$

$C_b = \text{Factor de ancho de la banda} = 76$ (ver anexo 10)

$V = 0.8 \text{ m/s}$

$C_l = \text{Factor de longitud de la banda} = 103$ (ver anexo 10)

$K_f = \text{Factor de servicio} = 1$ (ver anexo 10)

$$P1 = \frac{76 \times 0.8 + 116.49}{103 \times 1}$$

$$P1 = 1.72 \text{ kW}$$

Siendo P2, la potencia para poder elevar la carga a una altura determinada:

$$P2 = \frac{H \times Q_m}{367}$$

Altura de la cinta: $H = 6 \text{ m}$

Entonces:

$$P2 = \frac{6 \times 116.49}{367}$$

$$P2 = 1.91 \text{ kW}$$

Siendo P3, la potencia para vencer rozamientos de componentes auxiliares, elementos de limpia y guías:

$$P3 = Pa + Pb + Pc$$

$Pa = \text{potencia de trippers instalados en kW}$

$Pb = \text{potencia en dispositivos de limpia en kW}$

$Pc = \text{potencia necesaria para guías y faldones en kW}$

Entonces se tiene que:

Hallando Pa :

$P_a = 0.00 \text{ kW}$, esto debido a que no se instalaran trippers

Hallando P_b :

$$P_b = 0.3 \times B \times V$$

$$P_b = 0.3 \times 0.5 \times 0.8$$

$$P_b = 0.12 \text{ kW}$$

Hallando P_c :

$$P_c = 0.16 \times V \times L_f$$

$L_f = \text{longitud de los faldones a instalar} = 3.85 \text{ m}$

$$P_c = 0.16 \times 0.8 \times 3.85$$

$$P_c = 0.49 \text{ kW}$$

Hallando P_3 :

$$P_3 = 0.00 \text{ kW} + 0.12 \text{ kW} + 0.49 \text{ kW}$$

$$P_3 = 0.61 \text{ kW}$$

Entonces hallando la potencia total:

$$\text{Potencia Total} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$\text{Potencia Total} = 1.72 \text{ kW} + 1.91 \text{ kW} + 0.61 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia Total} = 4.24 \text{ kW}$$

Cálculo de la potencia de accionamiento de la cinta

En tal sentido la potencia en kW utilizada para accionar el tambor motriz de la transportadora

$$P_M = \frac{P_T}{n}$$

Donde:

$$n = n_m \times n_r$$

$n_m = \text{rendimiento del motor electrico} = 0.90$

$n_r = \text{rendimiento de la caja reductora} = 0.90$

$$n = 0.90 \times 0.90$$

$$n = 0.81$$

Entonces hallando P_M

$$P_M = \frac{4.24 \text{ kW}}{0.81}$$

$$P_M = 5.23 \text{ kW}$$

Se selecciona un motor trifásico MA132S2-2 de 7.5 HP, 2 polos, 2910 RPM y un factor de potencia de 0.89 – MEB (Maquinaria Eléctrica Bilbao) ver anexo 05.

Cálculo del esfuerzo máximo de tracción

$$F_b = \frac{P_T \times C1 \times 1000}{V}$$

Para un tambor con forro de fricción seco en un ángulo de contacto de 180° se tiene que:

$C1 = \text{factor de servicio} = 1.4 \text{ (ver anexo 11)}$

$$F_b = \frac{5.23 \times 1.4 \times 1000}{0.8}$$

$$F_b = 9152.5 \text{ N}$$

Cálculo de la resistencia nominal mínima a tracción de la banda

$$R = \frac{F_b \times C_s}{B}$$

F_b = Esfuerzo maximo de tracción

B = ancho de banda de cinta = 500 mm

C_s = coeficiente de seguridad, según banda elegida = 10

$$R = \frac{9152.5 \times 10}{500}$$

$$R = 183.05 \text{ N/mm}$$

Teniendo en cuenta lo estipulado en el anexo 12 resistencia nominales se selecciona una banda con resistencia nominal con un valor de 250 N/mm.

Cálculo del coeficiente de seguridad por resistencia a la tracción

$$C_{seg.} = \frac{\text{Resistencia nominal seleccionada}}{\text{Resistencia nominal calculada}}$$

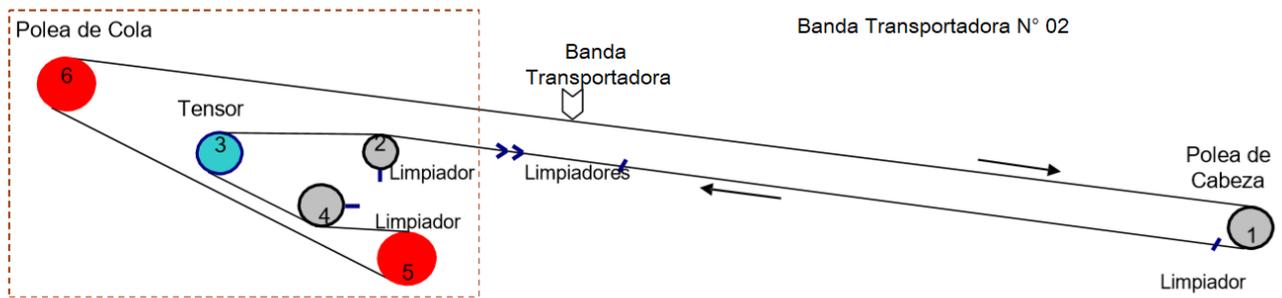
$$C_{seg.} = \frac{250 \text{ N/mm}}{183.05 \text{ N/mm}}$$

$$C_{seg.} = 1.4$$

Banda transportadora seleccionada

	97 m	500	EP	250/4	6/2	X
Largo de la banda						
Anchura de la banda (mm)						
Material de refuerzo						
Resistencia a la rotura de la banda (N/mm)						
Cantidad de refuerzos						
Espesor de la cubierta superior / inferior (mm)						
Calidad de la goma de la cubierta						

Figura 27. Instalación de Faja transportadora N° 02



Fuente: *Elaboración Propia*

En cuanto a los cálculos efectuados para la faja transportadora N° 2 , seguimos el siguiente procedimiento especificado en el manual Link Belt N° 1000

Calculo de la trayectoria de descarga de la Polea de cabeza :

19	2.80	7.8400
20	3.00	9.0000
21	3.30	10.8900
22	3.60	12.9600
23	3.90	15.2100
24	4.20	17.6400
25	4.50	20.2500

Figura 29 Coordenadas de la trayectoria de descarga

En cuanto la relación, existente entre el mínimo radio de curvatura vertical de la faja transportadora y su relación con la carga en libras /pie y la máxima tensión en libras útiles en la curva, tenemos que utilizaremos la tabla G del Catalogo Link Belt N° 1000

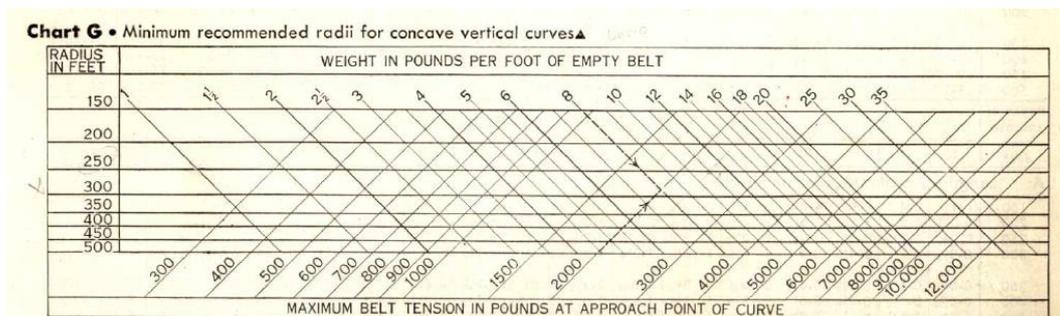


Figura 30 Relación entre Radio de Curvatura y Tensiones

Figura 31. Mejoras Propuestas en el transporte de Cal en a empresa de Servicios Múltiples LOMA EL ORO - Bambamarca



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 16 se manifiesta que se está proponiendo 3 mejoras específicas correspondientes a las 3 deficiencias ya definidas que se tienen al transporte de la cal dentro de la Empresa de Servicios Múltiples Loma de Oro – Bambamarca la Empresa de Servicios Múltiples Loma de Oro – Bambamarca.

3.3 Determinar los beneficios al implementar las mejoras en el sistema de transporte de cal determinando la reducción de costos de producción en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca.

De los beneficios al implementar las mejoras en el sistema de transporte de cal en el molino de óxido de calcio

Se determinaron 3 mejoras específicas correspondientes a las 3 deficiencias ya definidas que se tienen al transporte de la cal dentro de la Empresa de Servicios Múltiples Loma de Oro – Bambamarca la Empresa de Servicios Múltiples Loma de Oro – Bambamarca.

Mejora 1: Implementación de una Chancadora antes del molino de bolas para dar inicio a la molienda de Cal Gruesa por falta de moler.

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.

Mejora 2: Implementación de Faja Transportadora N° 01 que conectara la chancadora con el molino de bolas.

Con la implementación de la faja transportadora N°1 que conectará la chancadora a la boca del molino de 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 trasportar 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 trasportadora.

Mejora 3: La implementación de la faja Transportadora N° 02 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 trasportadora.
- Se disminuirá el personal que laboraba 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 trasportadora.

Determinación de la reducción de costos de producción en molino de óxido de calcio de la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca

Determinando los costos de producción en molino de óxido de calcio de empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO

Tabla 8. Gastos de producción de Cal por mes de producción sin la implementación de las mejoras

Mes	Producción de CaO TM	Costos por transporte S/.	Costos de personal S/.	Costo de combustible S/.	Gastos totales S/.
Julio	823	28,100.52	27,000.0	6742.45	61,842.97
Agosto	978	28,100.52	27,000.0	6332.32	61,432.84
Setiembre	865	28,100.52	27,000.0	6752.17	61852.69
Octubre	946	28,100.52	27,000.0	6546.54	61647.06
Noviembre	903	28,100.52	27,000.0	6875.32	61975.84
Diciembre	1026	28,100.52	27,000.0	8465.75	63,566.27
Costo total Julio - Diciembre					372,317.67

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 9 se evidencia el costo de producción por mes sin implementar las mejoras ya antes mencionadas. Al implementar las mejoras descritas en el punto 3.3 de este capítulo, se evidencia que la reducción del personal sería del 30%, la eficiencia de trabajo se incrementa llegando a la producción de Cal esperada ya que la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, tiene una capacidad de producción de 1500 toneladas métricas al mes y por consiguiente la producción también aumentaría mensualmente esto dependiendo de la producción de Cal no atendida.

Tabla 9. Producción de Cal real Vs Producción de Cal Programada

Mes	Producción esperada o programada de CaO TM	Producción de CaO TM	Déficit de producción de CaO TM
Julio	1500	823	677
Agosto	1500	978	522
Setiembre	1500	865	635
Octubre	1500	946	554
Noviembre	1500	903	597
Diciembre	1500	1026	474

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 10 se evidencia el déficit o demanda no atendida que se tiene de producción en la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, para lo cual se manifiesta que este déficit es debido a los tiempos muertos creados por el Llenado al molino de bolas, atascamiento en el molino de bolas y en el transporte de Oxido de Calcio molido del molino al silo de almacenamiento siendo estas las 3 deficiencias principales tenidas en la empresa LOMA EL ORO.

3.4 Evaluar económicamente el proyecto presentado teniendo en cuenta los indicadores económicos VAN y TIR.

Se determinó los costos por la implementación de las mejoras en la empresa LOMA EL ORO

Tabla 10. Costos de implementación de las mejoras a todo costo

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Costo en soles	
				unitario	Sub Total
1	Chancadora	Global	1	75,075.00	75,075.00
2	Faja 1 (abastecimiento del molino)	Global	1	26,750.00	26,750.00

3	Faja 2 (del molino al silo de almacenamiento)	Global	1	45,375.00	45,375.00
4	Instalación a todo costo	Global	1	35,500.00	35500.00
Costo total en nuevos soles incluido IGV					182,700.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 11 se evidencia que el costo total para la implementación de las mejoras establecidas en la empresa LOMA EL ORO, es de S/. 182,700.00 Soles

Determinación de la evaluación económicamente el proyecto presentado teniendo en cuenta los indicadores económicos VAN y TIR

Teniendo en cuenta que la inversión inicial en el periodo cero es de S/. 182,700.00 Soles, se calcularon los ingresos y los egresos, los cuales son los siguientes:

Ingresos:

Los ingresos se calcularon teniendo en cuenta la déficit o producción no atendida debido a las 3 deficiencias existentes en el en molino de empresa LOMA EL ORO-Bambamarca.

Sabiendo que la tonelada de Cal es comercializada en S/. 200 soles tenemos:

Tabla 11. Ingresos totales por producción no atendida

Mes	producción de CaO TM esperada	Costo por tonelada de CaO S/.	Costo total de Producción de CaO TM en S/.	Gastos de producción S/.	Ingresos totales por producción S/.
Julio	677	200	135,400.00	50,872.04	84,527.96
Agosto	522	200	104,400.00	32,789.31	71,610.69
Setiembre	635	200	127,000.00	45,406.31	81,593.69
Octubre	554	200	110,800.00	36,101.97	74,698.03
Noviembre	597	200	119,400.00	40,974.06	78,425.94
Diciembre	474	200	94,800.00	29,366.87	65,433.13
Ingresos totales Julio - Diciembre					456,289.44

Fuente: Elaboración Propia.

Egresos:

Gastos de operación y mantenimiento, para el cálculo se tomó en cuenta 2 trabajadores que trabajan realizando mantenimiento y limpieza en el horno de producción de Cal con un salario de S/. 850 mensuales.

Gastos por servicio de energía eléctrica, se tomó en cuenta los recibos de energía eléctrica emitidas por la concesionaria eléctrica.

Tabla 12. Egresos totales de producción

Descripción	Gasto por mes
Gastos Por Operación y Mantenimiento (limpieza)	S/. 1700.00
Gastos por energía eléctrica	S/. 10,500.00

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la determinación del costo ponderado de capital (en la actualidad WACC , de acuerdo a sus siglas en ingles , utilizaremos el siguiente criterio :

Se utiliza como tasa de costo efectiva anual (TCEA) la obtenida de la entidad bancaria BCP, ya que es la más baja en el mercado, la cual es 15.62%⁴². El monto a financiar en el proyecto equivale al 60% del valor total de inversión (S/. 974,549), el cual será por un periodo de 5 años.

Costo de capital

Con el uso del Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM) se calcula el Costo de Oportunidad de Capital (COK) mediante la siguiente fórmula:

$$COK = \beta \times (R_m - R_f) + R_f + R_{país}$$

Dónde:

- Beta no apalancada = 0.83 (según datos del Prof. A. Damodaran para el sector hotelero⁴³).
- R_m : Prima por riesgo de mercado = 8.63% (según datos del Prof. A. Damodaran⁴⁴)
- R_f : Tasa libre de riesgo = 3.22% (bonos del tesoro americano de 30 años⁴⁵)
- $R_{país}$: Riesgo de país = 2.88% (según datos del Prof. A. Damodaran)

Sin embargo, se debe de realizar un ajuste en el beta debido al monto a financiar con terceros, el cual corresponde al 60% total de la inversión.

$$\text{Beta apalanca} = \text{Beta no apalancada} \times (1 + (1 - T) \times (D / C))$$

Dónde:

- T: Tasa efectiva de impuesto = 30%
- D/C: Ratio deuda capital del proyecto = 1.5

En cuanto a la determinación de la tasa de interés base , producto de la interacción , base de la oferta y la demanda sería :

Tasas diarias de la curva de rendimiento del Tesoro

Obtenga actualizaciones de este contenido.

XML Estos datos también están disponibles en formato XML haciendo clic en el icono XML.

XSD El esquema para XML está disponible en formato XSD haciendo clic en el icono XSD.

Si tiene problemas para ver el XML anterior en su navegador, haga clic aquí.

Para acceder a los datos de tipos de interés en el formato XML heredado y el esquema XSD correspondiente, haga clic aquí.

Seleccione el tipo de datos de tasas de interés
 Tasas diarias de la curva de rendimiento ▼ Vamos

Seleccionar periodo de tiempo
 2020 ▼ Vamos

Fecha	1 Mes	2 Meses	3 Meses	6 Meses	1 Año	2 Años	3 Años	5 Años	7 Años	10 Años	20 Años	30 Años
01/02/20	1,53	1,55	1,54	1,57	1,56	1,58	1,59	1,67	1,79	1,88	2,19	2,33
01/03/20	1,52	1,55	1,52	1,55	1,55	1,53	1,54	1,59	1,71	1,80	2,11	2,26
01/06/20	1,54	1,54	1,56	1,56	1,54	1,54	1,56	1,61	1,72	1,81	2,13	2,28
01/07/20	1,52	1,53	1,54	1,56	1,53	1,54	1,55	1,62	1,74	1,83	2,16	2,31
01/08/20	1,50	1,53	1,54	1,56	1,55	1,58	1,61	1,67	1,78	1,87	2,21	2,35
09/01/20	1,53	1,55	1,54	1,56	1,54	1,58	1,59	1,65	1,77	1,85	2,17	2,38
10/01/20	1,52	1,55	1,54	1,55	1,53	1,56	1,59	1,63	1,74	1,83	2,14	2,28
13/01/20	1,54	1,56	1,57	1,57	1,53	1,58	1,60	1,65	1,76	1,85	2,16	2,30
14/01/20	1,53	1,56	1,57	1,57	1,53	1,58	1,59	1,63	1,74	1,82	2,12	2,27
15/01/20	1,53	1,56	1,57	1,58	1,54	1,56	1,56	1,60	1,71	1,79	2,09	2,23
16/01/20	1,54	1,56	1,55	1,56	1,54	1,58	1,58	1,63	1,73	1,81	2,11	2,26
17/01/20	1,54	1,56	1,56	1,57	1,56	1,58	1,56	1,63	1,74	1,84	2,16	2,29
21/01/20	1,52	1,54	1,56	1,57	1,54	1,53	1,53	1,57	1,69	1,78	2,10	2,23
22/01/20	1,52	1,53	1,55	1,56	1,55	1,53	1,52	1,57	1,68	1,77	2,07	2,22
23/01/20	1,55	1,57	1,55	1,56	1,55	1,51	1,51	1,55	1,65	1,74	2,03	2,18
24/01/20	1,54	1,55	1,54	1,55	1,55	1,49	1,48	1,51	1,61	1,70	2,00	2,14

Figura 32 Tasas de interés libre de riesgo

Y para la tasas de riesgo país , que se utilizaran para determinar el costo promedio ponderado de capital serán :

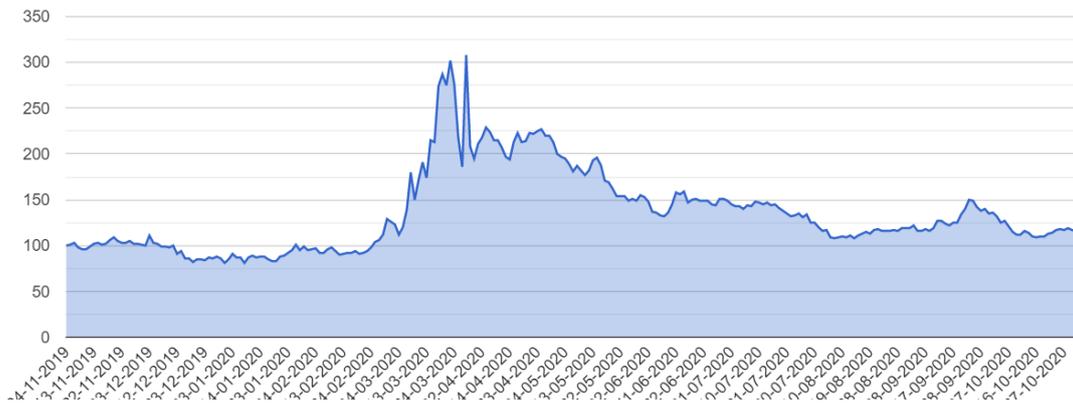


Figura 33 Tasas de interés riesgo País

De donde el WACC a considerarse sería del 10 %

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

AÑOS	0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
INGRESOS	Inversión (Costo de Proyecto)	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados
Ingresos	182700.00	84527.96	71610.69	81593.69	74698.03	78425.94
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Ingresos	182700.00	84527.96	71610.69	81593.69	74698.03	78425.94
EGRESOS						
Gastos por Operación y mantenimiento		-1700.00	-1700.00	-1700.00	-1700.00	-1700.00
Gastos por servicio de energía eléctrica		-10500.00	-10500.00	-10500.00	-10500.00	-10500.00
Total Egresos	0.00	-12200.00	-12200.00	-12200.00	-12200.00	-12200.00
INGRESO NETO	-182700.00	72327.96	59410.69	69393.69	62498.03	66225.94

Fuente: Elaboración Propia.

La determinación de los indicadores económicos VAN, TIR y B/C se realizaron en un periodo de evaluación de 5 meses

VAN S/	68,097.03
TIR	23.92%
TASA COMERCIAL	10%
B/C	1.81

Fuente: Elaboración Propia.

III. DISCUSIÓN

La producción de CaO en el molino Loma de Oro, en el periodo de julio a diciembre de 2019, se evidencia que los picos de producción de Cal han sido en agosto con 978 toneladas métricas; es decir, octubre con 946 TM y diciembre con un total de 1026 TM de CaO, siendo este último el más alto como también se evidencia que en el mes de julio se tuvo la menor producción de CaO llegando a solo 823 toneladas métricas de este producto. En la actualidad 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 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. El déficit o demanda no atendida que se tiene de producción en la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, en los últimos 6 meses es de 3459 toneladas, para lo cual se manifiesta que este déficit es debido a los tiempos muertos creados por el Llenado al molino de bolas, atascamiento en el molino de bolas y en el transporte de Oxido de Calcio molido del molino al silo de almacenamiento siendo estas las 3 deficiencias principales tenidas en la empresa LOMA EL ORO, para lo que al eliminar estas 3 deficiencias se disminuyó los gastos operativos de producción y aumento la producción cumpliendo con la producción programada, es por la cual se apoya lo manifestado por (SINALUISA, 2015) en su tesis de grado "*Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Producción de Cal Viva e Hidratada en la Parroquia San Juan*", donde manifiesta que se determinó que la capacidad de producción tomando el 6.3% de demanda insatisfecha equivalente a 14200 toneladas al año, por lo que recomienda que para el diseño de planta de producción de cal se deberá realizar un diseño de un sistema de transporte de tal forma que disminuya gastos operativos de producción en tal sentido se deber de realizar estudios de mercado para seguir disminuyendo el porcentaje de insatisfacción, y de esta forma mejorar la calidad del producto teniendo a la mano nuevas tecnologías para su fabricación (SINALUISA, 2015).

Las mejoras a implementarse han sido :

La implementación de un molino de martillos , antes del ingreso al molino de bolas , esto con el fin de mejorar el proceso de chancado a trozos mas pequeños al ingreso del molino de bolas y de esta manera mejorar su eficiencia de chancado , logrando , tamaños mas pequeños , de ingreso y con la misma relación de tamaño de salida a tamaño de ingreso , lograr una mejor molienda en las bolas y por lo tanto una mejor calidad del producto cal , incluso se lograra un ahorro energética , al ser menor la cantidad de energía y potencia eléctrica , a utilizarse en los dos molinos , es decir el molino de martillos adicional y el molino de bolas inicial , que la energía y potencia , que se utilizaba solo en molino de bolas , se logra también una mejor vida útil económica , al disminuir los gastos por desgaste , y el mantenimiento ligado a estos

En la Segunda mejora , la implementación de una faja transportadora de alma de acero y de bordes de caucho , con su soporte por polines en sección angular , con polines de conducción con carga y polines de conducción de retorno , que permiten el trasiego ordenado , limpio , ambiental y económico de la cal , con los correspondientes motores , shutes de carga y descarga , poleas conductoras y conducidas , con poleas tensoras y poleas tensadas , que han sido calculadas de acuerdo a las recomendaciones especificadas en el Manual Link Belt

En cuanto a la tercera gran mejora , que es la implementación de una faja transportadora , de la salida de la zaranda vibratoria , al silo fijo vertical de almacenamiento , debemos de indicar , que también contribuirá a la disminución de las emisiones de Particulados , así como , al correspondiente ahorro de energía Al implementar las 3 mejoras descritas se tienen diversos beneficios entre estos tenemos que la producción de cal aumento considerablemente ya que se eliminó los tiempos muertos provocados por la realización manual de las actividades de llenado a la boca del conector que conecta con el molino a bolas realizado por tres trabajadores empleando palanas y carretillas, atascamiento del molino de bolas debido a 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 y por último en el transporte de Oxido de Calcio molido del molino al silo de almacenamiento. El costo total para la implementación de las mejoras establecidas en la empresa LOMA EL ORO, es de S/. 182,700.00 Soles, teniendo

para ello un VAN de S/. 68097.03, un TIR de 23.92% con respecto a la tasa comercial del 10% y un beneficio costo de 1.81, para lo cual se manifiesta que se está de acuerdo se apoya lo que describe (AVALOS, 2016) en su trabajo denominado *“Propuesta de Mejora en la producción de cal viva mediante fajas transportadoras para reducir costos operativos en la empresa PHUYU YURQA II - Cajamarca”* manifestando que se tuvo como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora en el área de producción de cal viva mediante el diseño de un sistema de fajas transportadoras para reducir los costos operativos en la empresa Phuyu yuraq II – Cajamarca llegando a la conclusión que si se mejora el transporte y acarreo de la materia prima para la elaboración de cal se contribuye enormemente ya que no solo se reducirá el tiempo que se utiliza para la elaboración de cal, sino que aumentaría la producción del mismo teniendo egresos anuales de S/. 3 028 450 (tres millones veintiocho mil cuatrocientos cincuenta soles) y beneficios de S/. 9 585 000 (nueve millones quinientos ochenta y cinco mil soles) generando VAN de S/. 3 748691 (tres millones setecientos cuarenta y ocho mil seiscientos noventa y un soles), TIR de 148% y la relación B/C es de 2.6 (AVALOS, 2016).

En el trabajo de investigación llamado *“Diseño de una planta móvil de trituración de caliza para una capacidad de 50 Tn /h.”* se describe el diseño completo de una planta móvil de trituración de caliza, el cual incluye el diseño del proceso óptimo de trituración, la selección de equipos adecuados para el trabajo, el diseño de un sistema de transporte de materia prima para la elaboración de cal, el diseño de la estructura portante de la planta móvil y el montaje de los equipos en la estructura. La planta móvil de trituración de caliza tendrá un flujo de producción de 50 toneladas por hora y podrá ser transportada fácilmente y utilizada donde se requiera (URDAY, 2017), para lo cual se manifiesta que se apoya lo manifestado ya que en nuestro trabajo de investigación la producción de CaO en el molino Loma de Oro en el periodo de Julio 2019 a Diciembre del 2019 para lo cual se evidencia que los picos de producción de Cal han sido en agosto con 978 toneladas métricas, octubre con 946 TM y diciembre con un total de 1026 TM de CaO, siendo este último el más alto como también se evidencia que en el mes de julio se tuvo la menor producción de CaO llegando a solo 823 toneladas métricas de este producto. Al implementar las mejoras descritas en el punto 3.3 de este capítulo se evidencia que la reducción

del personal sería del 30%, la eficiencia de trabajo se incrementa llegando a la producción de Cal esperada ya que la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, tiene una capacidad de producción de 1500 toneladas métricas al mes y por consiguiente la producción también aumentaría mensualmente esto dependiendo de la producción de Cal no atendida.

Dentro del estudio de investigación *“Factibilidad económica de la explotación de roca caliza para producir óxido de calcio en la concesión minera no metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca”*, Se analizó la oferta de cal, la cual es amplia ya que existen bastantes empresas en ofrecer este producto; esto se debe a la riqueza de caliza en la región Cajamarca. Asimismo la demanda es bastante amplia ya que las grandes empresas mineras son el principal consumidor, los pedidos mensuales por empresa superan las 10000 toneladas con un consumo aparente de 8428125 toneladas, se realizó un diseño de un sistema completo para una planta de producción de cal para lo cual se demostró que el mayor gasto que se realiza en la producción de cal es en el transporte de la materia prima realizando para ello un sistema de transporte disminuyendo en un 2.5% los costos de producción de cal con respecto a los costos totales obtenidos (CORREA, R, SANTILLAN, LI, 2016), para lo que se manifiesta que se apoya con lo descrito ya que El costo total para la implementación de las mejoras establecidas en la empresa LOMA EL ORO, es de S/. 182,700.00 Soles, teniendo para ello un VAN de S/. 68097.03, un TIR de 23.92% con respecto a la tasa comercial del 10% y un beneficio costo de 1.81. El déficit o demanda no atendida que se tiene de producción en la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, en los últimos 6 meses es de 3459 toneladas, para lo cual se manifiesta que este déficit es debido a los tiempos muertos creados por el Llenado al molino de bolas, atascamiento en el molino de bolas y en el transporte de Óxido de Calcio molido del molino al silo de almacenamiento y al implementar las mejoras descritas que son: Mejora 1: Implementación de una Chancadora antes del molino de bolas para dar inicio a la molienda de Cal Gruesa por falta de moler, Mejora 2: Implementación de Faja Transportadora N° 01 que conectara la chancadora con el molino de bolas y la Mejora 3: La implementación de la faja Transportadora N° 02 que conectara la descarga de la zaranda vibratoria al silo de almacenamiento. Se evidencia que la reducción del personal sería del 30%, la

eficiencia de trabajo se incrementa llegando a la producción de Cal esperada ya que la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, tiene una capacidad de producción de 1500 toneladas métricas al mes y por consiguiente la producción también aumentaría mensualmente esto dependiendo de la producción de Cal no atendida.

IV. CONCLUSIONES

Se determinaron 3 deficiencias con respecto a la producción de óxido de calcio diario, las cuales son: Deficiencia 1: Llenado al molino de bolas, atascamiento del molino de bolas, Deficiencia 2: Atascamiento del molino de bolas y Deficiencia 3: Transporte de Óxido de Calcio molido del molino al silo de almacenamiento.

Se determinaron 3 mejoras, la cuales son: Mejora 1: Implementación de una Chancadora antes del molino de bolas para dar inicio a la molienda de Cal Gruesa por falta de moler, Mejora 2: Implementación de Faja Transportadora N° 01 que conectara la chancadora con el molino de bolas y la Mejora 3: La implementación de la faja Transportadora N° 02 que conectara la descarga de la zaranda vibratoria al silo de almacenamiento.

Al implementar las mejoras descritas en el punto 3.3 de este capítulo se evidencia que la reducción del personal sería del 30%, la eficiencia de trabajo se incrementa llegando a la producción de Cal esperada ya que la empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO, tiene una capacidad de producción de 1500 toneladas métricas al mes y por consiguiente la producción también aumentaría mensualmente esto dependiendo de la producción de Cal no atendida.

El costo total para la implementación de las mejoras establecidas en la empresa LOMA EL ORO, es de S/. 182,700.00 Soles con un VAN igual a S/. 68,097.03, un TIR igual a 23.92% siendo este superior a la tasa de descuento y un benéfico costo de 1.81

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios con respecto a la implementación de un plan de seguridad teniendo en cuenta el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST, basados en la ley 29783 y las OHSAS 18001.

Realizar estudios sobre la implementación de una gestión de mantenimiento total basados en el TPM mantenimiento total productivo teniendo en cuenta la mantención de la fiabilidad de los equipos electromecánicos sin paradas no programadas y manteniendo su capacidad máxima productora.

Debido a que los equipamientos de poleas son componentes demasiados críticos se recomienda realizar estudios con respecto a los esfuerzos generados por las cintas transportadoras teniendo en cuenta también la carga del material a transportar con el único fin de poder tener en funcionamiento un sistema viable y seguro.

Se recomienda la terminación de la formalización de las actividades mineras no metálicas , mediante el correspondiente IGAFOM , preventivo y correctivo , dentro de los alcances de la planta de beneficio , inscrita en el Reinfo , que permite trabajar con mas respecto a las consideraciones ambientales , de acuerdo a los nuevos reglamentos ambientales , tal como el DS N° 014 – 2019 - EM

REFERENCIAS

- ACEVEDO, H, GUERRA, R. 2017.** *Factibilidad Técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en I Región Metropolitana.* Santiago de Chile : s.n., 2017. pág. 153.
- ARIAS, Fidias. 2012.** *El Proyecto de Investigación - Introducción a la Metodología Científica.* 6ta Edición. Caracas - Republica Bolivariana de Venezuela : Editorial Episteme, C.A., 2012. pág. 143. ISBN: 980 - 07 - 8529 - 9.
- AVALOS, Luis. 2016.** *Propuesta de Mejora en la producción de cal viva mediante fajas transportadoras para reducir costos operativos en la empresa PHUYU YURAQ II - Cajamarca.* Trujillo -Perú : s.n., 2016. pág. 151.
- BARBOZA, Edwin. 2017.** *Sistemas de acarreo en trabajos mineros y sistemas de transportes.* Cajamarca : s.n., 2017. pág. 171.
- BURGOS, Edithson. 2012.** *Calculo de niveles de acarreo y distribución de sistemas de transporte en empresas chancadoras.* Huambos : s.n., 2012. pág. 241.
- CAMARA DE COMERCIO CAJAMARCA. 2016.** *La Industria de la Minería y la Producción de CAL en Cajamarca.* Cajamarca : s.n., 2016. pág. 76.
- CASTILLO, Miguel. 2014.** *Comparación de funcionamiento entre sistemas de transportes convencional y sistemas por fajas para reducir los costos de operación en la empresa Rio Blanco de la Ciudad de Cajamarca.* Cajamarca : s.n., 2014. pág. 231.
- CIEZA, Francisco. 2014.** *Mejoramiento del sistema de acarreo de material excedente en trabajos de saneamiento minero y sistemas de transporte.* Venezuela : s.n., 2014. pág. 214.
- CORREA, R, SANTILLAN, LI. 2016.** *Factibilidad Económica de la Explotación de roca caliza para producir óxido de calcio en la concesión minera no metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca.* Cajamarca : s.n., 2016. pág. 236.
- HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C. & BATISTA, P. 2014.** *Metodología de la Investigación.* México : Editorial Mc Graw Hill, 2014. pág. 497.
- HERRERA, David. 2012.** *Diseño del Proceso de Elaboración de un Producto para Acabado de Paredes, a partir del Hidróxido de Calcio Resultante de la Combustión de la Piedra Caliza.* Riobamba - Ecuador : s.n., 2012. pág. 140.

- INCIO, José. 2015.** *Mejoramiento del sistema de acarreo en procesos mineros.* Lima : s.n., 2015. pág. 76.
- PIEROLA, Demetrio. 2017.** *Optimización del Plan de Minado de Cantera de Caliza la Unión Distrito de Baños del Inca - Cajamarca.* Puno : s.n., 2017. pág. 189.
- ROJAS, Thiago. 2015.** *Sistemas de trituración de material para la producción de cal transportados por sistema de fajas transportadoras.* Lima : s.n., 2015. pág. 62.
- SANDOVAL, Juan. 2018.** *Reducción de costos operativos en empresas de producción de CAL, mediante la optimización de sistemas de producción.* Huanuco : s.n., 2018. pág. 125.
- SANTIESTEBAN, Karol. 2015.** *Diseño de sistemas de transporte de piedra en chancadoras en la ciudad de Chiclayo.* Trujillo : s.n., 2015. pág. 156.
- SINALUISA, Marco. 2015.** *Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Producción de Cal Viva e Hidratada en la Parroquia San Juan. Riobamba - Ecuador :* s.n., 2015. pág. 161.
- SOTO, Javier. 2017.** *Diseño del Proceso de Producto a partir del Hidróxido de Calcio Proveniente de la Combustión del CAL.* Ecuador : s.n., 2017. pág. 178.
- URDAY, Peña. 2017.** *Diseño de una Planta móvil de Trituración de Caliza para una Capacidad de 50 Tn/h.* Perú : s.n., 2017. pág. 187.
- VALDIVIA, Hester. 2015.** *Transporte de material mediante sistemas de fajas transportadoras en empresas dedicadas al acarreo de materiales para mejorar la eficiencia de producción e incremento de la producción.* Lima : s.n., 2015. pág. 215.
- VILCHEZ, Rodolfo. 2019.** *Acarreos de material para producción de CAL en mineras transportadas por fajas transportadoras.* Tumbes : s.n., 2019. pág. 152.

ANEXOS.

ANEXO N° 01

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	UNIDAD DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<p><u>Variable Independiente:</u> Sistema de transporte de cal.</p>	<p>Es el proceso mediante el cual se disminuyen los tiempos de transporte de cal (INCIO, 2015).</p>	<p>Con el uso de nuevas tecnologías y el mejoramiento de los materiales esto mejora el sistema de transporte de cal reduciendo el tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potencia. ➤ Tiempo de Trabajo. ➤ Capacidad 	<p>Watts Horas Kg/Tn</p>	<p>Wattmetro Cronometro Balanza Electrónica</p>
<p><u>Variable Dependiente:</u> Costos de producción en molino de óxido de calcio de empresa de servicios múltiples LOMA EL ORO-Bambamarca.</p>	<p>Costos de ejecución en producción de cal teniendo en cuenta las paradas no programadas tanto en equipamiento como en personal (SANDOVAL, 2018).</p>	<p>Disminución de costos en transporte de cal mejorando el procedimiento y aumentando rentabilidad a empresa de servicios múltiples Loma el Oro-Bambamarca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potencia. ➤ Tiempo de Trabajo. ➤ Capacidad 	<p>Watts Horas Kg/Tn</p>	<p>Wattmetro Cronometro Balanza Electrónica</p>

ANEXO 02

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	FICHA DE REVISIÓN DOCUMENTARIA				
	Tipo de Fuente	Libro <input type="checkbox"/>	Revista <input type="checkbox"/>	Manual <input type="checkbox"/>	Norma <input type="checkbox"/>
Nombre de la Fuente					
Nombre del Documento					
Título / Asunto					
Volumen					
Tomo / Legajo					
Folio / Página					
Lugar y Fecha del Doc					
Autor					
Ubicación de la Fuente					
CONTENIDO					

ANEXO 03

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MOTORES ELÉCTRICOS

INFORMACIÓN TÉCNICA de los motores IE1 e IE2

MOTORES DE 2 POLOS (3000 RPM/50Hz, 3600 RPM/60Hz) 400 V

	POTENCIA		RPM	A	Eff %	Cosφ	Par Arr/Par Nom	Corr Arr/Corr Nom	Par Máx/Par Nom	Nivel SonoroLwdB(A)	Peso kg
	KW	CV									
TA561-2	0,09	0,12	2830	0,27	62,0	0,77	2,2	5,2	2,1	58	5,0
TA562-2	0,12	0,16	2830	0,35	64,0	0,78	2,2	5,2	2,1	58	5,2
TA631-2	0,18	0,25	2840	0,5	65,0	0,80	2,3	5,5	2,3	60	5,4
TA632-2	0,25	0,33	2840	0,65	68,0	0,81	2,3	5,5	2,3	60	5,5
TA711-2	0,37	0,50	2840	0,96	69,0	0,81	2,2	6,1	2,3	61	7,8
TA712-2	0,55	0,75	2840	1,3	74,0	0,82	2,3	6,1	2,3	62	8,0
MA801-2	0,75	1,0	2850	1,7	77,4	0,83	2,3	6,8	2,3	62	10,0
MA802-2	1,1	1,5	2870	2,4	79,6	0,83	2,3	7,3	2,3	62	11,0
MA90S-2	1,5	2,0	2880	3,2	81,3	0,84	2,3	7,6	2,3	67	17,5
MA90L-2	2,2	3,0	2880	4,5	83,2	0,85	2,3	7,8	2,3	67	18,5
MA100L1-2	3	4,0	2880	5,9	84,6	0,87	2,3	8,1	2,3	74	28,3
MA112M-2	4	5,5	2900	7,6	85,8	0,88	2,3	8,3	2,3	77	33,0
MA132S1-2	5,5	7,5	2910	10,4	87,0	0,88	2,2	8,0	2,3	79	58,0
MA132S2-2	7,5	10	2910	13,8	88,1	0,89	2,2	7,8	2,3	79	60,2
MG160M1-2	11	15	2940	20,0	89,4	0,89	2,2	7,9	2,3	81	103
MG160M2-2	15	20	2940	26,9	90,3	0,89	2,2	8,0	2,3	81	111
MG160L-2	18,5	25	2940	33,0	90,9	0,89	2,2	8,1	2,3	81	133
MG180M-2	22	30	2950	39,1	91,3	0,89	2,2	8,2	2,3	83	160
MG200L1-2	30	40	2960	52,9	92,0	0,89	2,2	7,5	2,3	84	210
MG200L2-2	37	50	2960	64,9	92,5	0,89	2,2	7,5	2,3	84	225
MG225M-2	45	60	2960	78,6	92,9	0,89	2,2	7,6	2,3	86	269
MG250M-2	55	75	2970	96,0	93,2	0,89	2,2	7,6	2,3	89	353
MG280S-2	75	100	2975	130	93,8	0,89	2	6,9	2,3	91	474
MG280M-2	90	125	2975	155	94,1	0,89	2	7,0	2,3	91	550
MG315S-2	110	150	2975	187	94,3	0,90	2	7,1	2,2	92	810
MG315M-2	132	180	2975	224	94,6	0,90	2	7,1	2,2	92	990
MG315L1-2	160	220	2975	268	94,8	0,91	2	7,1	2,2	92	1070
MG315L2-2	200	270	2975	334	95,0	0,91	2	7,1	2,2	92	1160
MG355M-2	250	340	2980	418	95,0	0,91	2	7,1	2,2	100	1945
MG355L-2	315	430	2980	526	95,0	0,91	2	7,1	2,2	100	2470



ANEXO 04



Programa estándar optibelt 5K Correas trapeciales estrechas de alto rendimiento DIN 7753 parte 1 / ISO



Perfil SPZ			Perfil SPA				Perfil SPB	Perfil SPC	
Desarrollo de referencia ISO (mm) l_d			Desarrollo de referencia ISO (mm) l_d				Desarrollo de referencia ISO (mm) l_d	Desarrollo de referencia ISO (mm) l_d	
487	1037	1637	732	1382	2120	3350	1250	2000	
512	1047	1662	757	1400	2132	3382	1320	2120	
562	1060	1687	782	1407	2182	3550	1400	2240	
587	1077	1700	800	1432	2207	3750	1500	2360	
612	1087	1737	807	1457	2232	4000	1600	2500	
630	1112	1762	832	1482	2240	4250	1700	2650	
637	1120	1787	850	1500	2282	4500	1800	2800	
662	1137	1800	857	1507	2300		1900	3000	
670	1162	1812	882	1532	2307		2000	3150	
687	1180	1837	900	1557	2332		2120	3350	
710	1187	1862	907	1582	2360		2240	3550	
722	1202	1887	932	1600	2382		2360	3750	
737	1212	1900	950	1607	2432		2500	4000	
750	1237	1937	957	1632	2482		2650	4250	
762	1250	1987	982	1657	2500		2800	4500	
772	1262	2000	1000	1682	2532		3000	4750	
787	1287	2037	1007	1700	2582		3150	5000	
800	1312	2120	1032	1707	2607		3250	5300	
812	1320	2137	1060	1732	2632		3350	5600	
825	1337	2187	1082	1757	2650		3550	6000	
837	1347	2240	1107	1782	2682		3750	6300	
850	1362	2287	1120	1800	2732		4000	6700	
862	1387	2360	1132	1807	2782		4250	7100	
875	1400	2500	1157	1832	2800		4500	7500	
887	1412	2650	1180	1857	2832		4750	8000	
900	1437	2800	1207	1882	2847		5000	8500	
912	1462	3000	1232	1900	2882		5300	9000	
925	1487	3150	1250	1907	2932		5600	9500	
937	1500	3350	1257	1932	2982		6000	10000	
950	1512	3550	1272	1957	3000		6300	10600	
962	1537		1282	1982	3032		6700	11200	
987	1562		1307	2000	3082		7100	12500	
1000	1587		1320	2032	3150		7500		
1012	1600		1332	2057	3182		8000		
1024	1612		1357	2082	3282				
Desarrollo máximo de fabricación: 4 500 mm Cantidad mínima a pedir: Más de 1800 mm = 20 unidades para desarrollos intermedios 60 unidades para determinadas ejecuciones especiales Peso: = 0,074 kg/m			Desarrollo máximo de fabricación: 4 500 mm Cantidad mínima a pedir: Más de 1800 mm = 31 unidades para desarrollos intermedios 93 unidades para determinadas ejecuciones especiales Peso: = 0,123 kg/m				Desarrollo máximo de fabricación: 1 000 mm Cantidad mínima a pedir: Más de 1800 mm = 25 unidades para desarrollos intermedios 75 unidades para determinadas ejecuciones especiales Peso: = 0,195 kg/m		Desarrollo máximo de fabricación: 18 000 mm Cantidad mínima a pedir: Más de 2000 mm = 16 unidades para desarrollos intermedios 48 unidades para determinadas ejecuciones especiales Peso: = 0,377 kg/m
Desarrollo de referencia = desarrollo primitivo									

ANEXO 05



Potencias nominales Perfiles SPB, 5V/15N, 5V/15J Potencia nominal P_N (kW) for β = 180° y L_d = 3550 mm

Tabla 28

Poleas v (m/s)	n ₁ (min ⁻¹)	Diámetro de referencia de la polea pequeña d _a (mm)														Suplemento de potencia (kW) por correa para i				
		140	150	160	180	190	200	212	224	236	250	280	315	355	375	400	1,01 hasta 1,05	1,06 hasta 1,26	1,27 hasta 1,57	>1,57
Equilibradas estáticamente	700	3,46	4,04	4,62	5,77	6,34	6,91	7,59	8,26	8,92	9,70	11,33	13,21	15,30	16,33	17,59	0,05	0,33	0,47	0,58
	950	4,42	5,19	5,95	7,46	8,20	8,94	9,82	10,69	11,56	12,56	14,66	17,04	19,67	20,94	22,50	0,07	0,45	0,64	0,78
	1450	6,09	7,20	8,29	10,44	11,49	12,53	13,76	14,96	16,15	17,50	20,30	23,36	26,59	28,08	29,83	0,11	0,69	0,97	1,20
	2850	9,07	10,83	12,53	15,71	17,18	18,57	20,13	21,57	22,87	24,21	26,40	27,68				0,21	1,38	1,92	2,35
	100	0,66	0,76	0,85	1,04	1,14	1,23	1,35	1,46	1,57	1,70	1,98	2,30	2,66	2,84	3,07	0,01	0,05	0,07	0,08
	200	1,21	1,39	1,57	1,94	2,12	2,30	2,51	2,73	2,94	3,19	3,72	4,33	5,02	5,36	5,79	0,01	0,09	0,13	0,16
	300	1,71	1,97	2,24	2,77	3,03	3,29	3,61	3,92	4,23	4,59	5,36	6,24	7,25	7,74	8,36	0,02	0,14	0,20	0,25
	400	2,17	2,52	2,87	3,56	3,91	4,25	4,66	5,06	5,47	5,94	6,93	8,08	9,38	10,03	10,82	0,03	0,19	0,27	0,33
	500	2,62	3,05	3,48	4,32	4,75	5,16	5,66	6,16	6,66	7,23	8,45	9,85	11,43	12,22	13,18	0,04	0,24	0,34	0,41
	600	3,05	3,55	4,06	5,06	5,56	6,05	6,64	7,23	7,81	8,48	9,92	11,56	13,41	14,32	15,44	0,04	0,28	0,40	0,49
	700	3,46	4,04	4,62	5,77	6,34	6,91	7,59	8,26	8,92	9,70	11,33	13,21	15,30	16,33	17,59	0,05	0,33	0,47	0,58
	800	3,85	4,51	5,17	6,46	7,10	7,74	8,50	9,26	10,00	10,87	12,70	14,79	17,11	18,25	19,64	0,06	0,38	0,54	0,66
	900	4,23	4,96	5,69	7,13	7,84	8,55	9,39	10,22	11,05	12,00	14,02	16,30	18,84	20,07	21,57	0,07	0,43	0,61	0,74
	1000	4,60	5,40	6,20	7,78	8,56	9,33	10,25	11,16	12,06	13,10	15,28	17,75	20,47	21,79	23,39	0,07	0,47	0,67	0,82
	1100	4,95	5,83	6,69	8,41	9,25	10,09	11,08	12,06	13,03	14,15	16,50	19,13	22,01	23,40	25,07	0,08	0,52	0,74	0,91
1200	5,29	6,24	7,17	9,01	9,92	10,82	11,88	12,93	13,97	15,16	17,65	20,44	23,46	24,89	26,62	0,09	0,57	0,81	0,99	
1300	5,62	6,63	7,63	9,60	10,57	11,52	12,65	13,77	14,87	16,13	18,76	21,67	24,79	26,26	28,02	0,10	0,62	0,87	1,07	
1400	5,94	7,01	8,08	10,16	11,19	12,20	13,40	14,57	15,73	17,06	19,80	22,82	26,02	27,51	29,27	0,10	0,66	0,94	1,15	
1500	6,24	7,38	8,51	10,71	11,79	12,85	14,11	15,34	16,55	17,93	20,78	23,88	27,12	28,62	30,35	0,11	0,71	1,01	1,24	
1600	6,54	7,73	8,92	11,23	12,36	13,48	14,79	16,07	17,33	18,76	21,69	24,86	28,11	29,58	31,26	0,12	0,76	1,08	1,32	
1700	6,82	8,07	9,31	11,73	12,91	14,07	15,44	16,77	18,07	19,54	22,54	25,74	28,96	30,39	31,99	0,12	0,81	1,14	1,40	
1800	7,08	8,40	9,69	12,21	13,44	14,64	16,05	17,42	18,76	20,27	23,31	26,52	29,68	31,04	32,53	0,13	0,85	1,21	1,48	
1900	7,34	8,71	10,05	12,67	13,93	15,18	16,63	18,04	19,40	20,94	24,02	27,20	30,25	31,53	32,86	0,14	0,90	1,28	1,57	
2000	7,58	9,00	10,39	13,10	14,41	15,68	17,17	18,61	20,00	21,56	24,64	27,77	30,68	31,84	32,99	0,15	0,95	1,34	1,65	
2100	7,81	9,28	10,72	13,51	14,85	16,15	17,67	19,14	20,55	22,11	25,19	28,24	30,94	31,96	32,89	0,15	0,99	1,41	1,73	
2200	8,02	9,54	11,03	13,99	15,26	16,59	18,14	19,62	21,04	22,61	25,65	28,58	31,05	31,90	32,57	0,16	1,04	1,48	1,81	
2300	8,22	9,79	11,31	14,24	15,64	17,00	18,57	20,06	21,48	23,05	26,03	28,81	30,98	31,63		0,17	1,09	1,55	1,90	
2400	8,41	10,02	11,58	14,57	16,00	17,37	18,95	20,45	21,87	23,41	26,31	28,91	30,74	31,16		0,18	1,14	1,61	1,98	
2500	8,58	10,23	11,83	14,88	16,32	17,70	19,29	20,79	22,20	23,72	26,50	28,88	30,31			0,18	1,18	1,68	2,06	
2600	8,74	10,42	12,06	15,15	16,61	18,00	19,59	21,08	22,47	23,95	26,60	28,71				0,19	1,23	1,75	2,14	
2700	8,88	10,60	12,26	15,39	16,86	18,26	19,84	21,31	22,67	24,11	26,60	28,41				0,20	1,28	1,82	2,23	
2800	9,01	10,76	12,45	15,61	17,08	18,48	20,05	21,50	22,82	24,19	26,49	27,96				0,21	1,33	1,88	2,31	
2900	9,12	10,90	12,61	15,79	17,27	18,66	20,20	21,62	22,90	24,20	26,28	27,36				0,21	1,37	1,95	2,39	
3000	9,22	11,02	12,75	15,95	17,42	18,79	20,31	21,69	22,91	24,13	25,96					0,22	1,42	2,02	2,47	
3100	9,30	11,12	12,86	16,07	17,53	18,88	20,37	21,70	22,85	23,98						0,23	1,47	2,08	2,56	
3200	9,36	11,21	12,96	16,16	17,60	18,93	20,38	21,64	22,72	23,74						0,23	1,52	2,15	2,64	
3300	9,41	11,27	13,02	16,21	17,63	18,93	20,33	21,53	22,52	23,42						0,24	1,56	2,22	2,72	
3400	9,44	11,31	13,07	16,23	17,63	18,89	20,22	21,35	22,25	23,01						0,25	1,61	2,29	2,80	
3500	9,45	11,33	13,08	16,22	17,58	18,80	20,06	21,10	21,90	22,51						0,26	1,66	2,35	2,89	
3600	9,45	11,33	13,08	16,17	17,49	18,66	19,84	20,78								0,26	1,71	2,42	2,97	
3700	9,42	11,30	13,04	16,08	17,36	18,47	19,57	20,40								0,27	1,75	2,49	3,05	
3800	9,38	11,25	12,98	15,95	17,18	18,22	19,23	19,94								0,28	1,80	2,55	3,13	
3900	9,31	11,18	12,89	15,78	16,95	17,93	18,83	19,41								0,29	1,85	2,62	3,21	
4000	9,23	11,09	12,77	15,58	16,68	17,58	18,36	18,81								0,29	1,89	2,69	3,30	
4100	9,13	10,97	12,62	15,33	16,36	17,17										0,30	1,94	2,76	3,38	
4200	9,01	10,82	12,44	15,04	16,00	16,71										0,31	1,99	2,82	3,46	
4300	8,86	10,65	12,23	14,71	15,58	16,19										0,32	2,04	2,89	3,54	
4400	8,70	10,46	11,99	14,33	15,11	15,62										0,32	2,08	2,96	3,63	
4500	8,51	10,24	11,72	13,92	14,60	14,98										0,33	2,13	3,03	3,71	
4600	8,30	9,99	11,42	13,45												0,34	2,18	3,09	3,79	
4700	8,07	9,72	11,08	12,94												0,34	2,23	3,16	3,87	
4800	7,82	9,41	10,72	12,38												0,35	2,27	3,23	3,96	
4900	7,54	9,08	10,31	11,78												0,36	2,32	3,29	4,04	
5000	7,24	8,72	9,87	11,13												0,37	2,37	3,36	4,12	
5100	6,92	8,33	9,40													0,37	2,42	3,43	4,20	
5200	6,57	7,91	8,89													0,38	2,46	3,50	4,29	
5300	6,19	7,46	8,34													0,39	2,51	3,56	4,37	
5400	5,79	6,98	7,76													0,40	2,56	3,63	4,45	
5500	5,37	6,47	7,14													0,40	2,61	3,70	4,53	

Si v > 42 m/s
diríjase a nuestro
departamento de
aplicaciones

Equilibradas dinámicamente (para más detalles vea DIN 2211)

v (m/s)

Poleas

ANEXO 06

ÁNGULO DE LA MÁXIMA INCLINACIÓN DE UNA CINTA TRANSPORTADORA

Material	Inclinación máxima de la cinta
Arcilla fina	15°
Arena seca	16° - 18°
Asfalto	16° - 18°
Basalto	18°
Caliza	18°
Cemento	18° - 20°
Cenizas de carbón	20°
Cobre	20°
Coque	18°
Cuarzo	18°

ANEXO 07

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES (PESO ESPECÍFICO, ÁNGULO DE REPOSO Y ABRASIDAD)

Material	Peso específico (t/m ³)	Ángulo de reposo (°)	Abrasividad
Arcilla fina	1,0 - 1,6	-	Muy abrasiva
Arena seca	1,5 - 1,8	35	Muy abrasiva
Asfalto	0,75	30 - 45	Abrasivo
Basalto	1,4 - 1,7	27 - 35	Abrasivo
Caliza	1,3 - 1,5	38	Abrasivo
Cemento	1,3 - 1,5	30 - 40	Muy abrasivo
Cenizas de carbón	0,7 - 0,8	45	Poco abrasivo
Cobre	1,9 - 2,2	20	Muy abrasivo
Coque	0,5 - 1	30 - 45	Muy abrasivo
Cuarzo	1,3 - 1,45	20 - 29	No abrasivo
Granito	1,4 - 1,5	35	Muy abrasivo
Grava	1,5 - 1,7	32	Muy abrasiva
Harina	0,6 - 0,9	0 - 10	No abrasiva
Fosfatos	1	26	Abrasivo
Lignito	0,7 - 1	40	Abrasivo
Tierra	1,2 - 1,3	35	-
Trigo	0,75	25	No abrasivo
Cebada	0,65	25	No abrasivo
Avena	0,45	30	No abrasivo

ANEXO 08

FACTOR DE ANCHO DE BANDA C_b

Peso específico γ (t/m ³)	Ancho de banda (mm)							
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma \leq 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

FACTOR DE LONGITUD DE BANDA C_l

Longitud de banda (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
C_l	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

FACTOR DEL SERVICIO K_f

Condiciones de trabajo	K_f
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

ANEXO 09

Factor de Servicio, C_1						
Recubrimiento de la cara inferior de la banda	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
Ángulo de contacto, α (en grados)	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0
Tambor con forro de fricción						
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9
Recubrimiento de la cara inferior de la banda	0, U0, NOVO, E0, A0, T, P			TX0 (AmpMiser)		
Ángulo de contacto, α (en grados)	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso						
Seco	2,1	1,9	1,7	2,9	2,6	2,3
Mojado	No Recomendable			No Recomendable		
Tambor con forro de fricción						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	2,1	1,9	1,7	No Recomendable		

ANEXO 10

Resistencias nominales (R_M) de las bandas textiles (N/mm)									
126	160	200	250	315	400	500	630	800	1000

ANEXO 11. PROCEDIMIENTO DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE BENEFICIO PARA MINERÍA ARTESANAL O MODIFICACIONES Y DE OTORGAMIENTO DE CONCESIÓN DE BENEFICIO Y AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO PARA PEQUEÑA MINERÍA, MEDIANA MINERÍA Y GRAN MINERÍA O MODIFICACIONES

Para la presentación de la solicitud de autorización de beneficio, así como de concesión de beneficio y autorización de funcionamiento de las mismas, los titulares de la Minería Artesanal, Pequeña Minería, Mediana Minería y Gran Minería deberán acceder vía internet a la página web <http://extranet.minem.gob.pe> (mediante el portal o página web del Ministerio de Energía y Minas o del gobierno regional correspondiente , en este caso al Gobierno Regional de Cajamarca), para lo cual tendrán acceso con un nombre de usuario y clave secreta (password). El nombre de usuario y clave secreta (password) servirán para todos los trámites de evaluación y otorgamiento de autorización de beneficio, concesión de beneficio y autorización de funcionamiento de las mismas, según sea el caso, vía internet ante el MINEM o los gobiernos regionales respectivos. Este nombre de usuario y clave secreta son los que los titulares de la Minería Artesanal, Pequeña Minería, Mediana Minería y Gran Minería utilizan para los fines de la Declaración Anual Consolidada (DAC) y Declaración Mensual de Estadística Minera (ESTAMIN), formularios que se vienen presentando vía internet desde el año 2005 y 2006, respectivamente.

Procedimiento para obtener nombre de usuario y clave secreta Los titulares mineros de la Minería Artesanal y Pequeña Minería que no cuenten con nombre de usuario y clave secreta deberán obtenerlos de la siguiente manera: registrarse en el gobierno regional correspondiente, por intermedio de la Dirección Regional de Energía y Minas (o la que haga sus veces) de su región, presentando copia del Documento Nacional de Identidad (DNI) del titular minero o de su representante y copia de la resolución del título de la concesión, inscrita a su favor en la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP o copia de la resolución de formación de la Unidad Económica Administrativa - UEA o copia del contrato de cesión u otros contratos mineros. Los titulares mineros de la Mediana y Gran Minería que no cuenten con nombre de usuario y clave secreta deberán obtenerlos de la siguiente manera: registrarse en la Dirección General de Minería, presentando copia del Documento Nacional de Identidad (DNI) del titular minero o

de su representante y copia de la resolución del título de la concesión, inscrita a su favor en la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP o copia de la resolución de formación de la Unidad Económica Administrativa - UEA o copia del contrato de cesión u otros contratos mineros.

Así mismo el manual de procedimientos mineros nos indica , los siguientes importantes artículos :

Artículo 82.- Presentación de la solicitud de la concesión de beneficio

El solicitante de una concesión de beneficio debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, con los requisitos exigidos en los literales a), b), c), e) y f) del numeral 30.1 y los literales a) y f) del numeral 30.2 del artículo 30 del presente Reglamento, indicando la capacidad instalada de tratamiento del proyecto.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Memoria descriptiva de la planta de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes accesorios y auxiliares de acuerdo al Anexo I del presente Reglamento.
3. Copia del cargo de presentación del instrumento de gestión ambiental que sustente el proyecto; o, el número de la resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
4. Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de beneficio, para lo cual debe presentar lo siguiente:
 - a) Para terrenos superficiales que se encuentren inscritos en la SUNARP:
 - i. Número de la partida registral y oficina registral donde conste inscrito el derecho de propiedad sobre el terreno superficial.
 - ii. En caso que el solicitante no sea el propietario del terreno superficial, además del requisito anterior, debe presentar copia del testimonio de escritura pública mediante la cual el propietario autoriza al solicitante el uso del terreno superficial donde se desarrollará el proyecto.

iii. En caso que el solicitante sea el propietario de un terreno superficial que se encuentra inscrito en SUNARP, y su derecho de propiedad aún no se encuentre inscrito, además del requisito i), debe presentar copia del testimonio de escritura pública donde acredite el tracto sucesivo que corresponda.

b) Para terrenos superficiales que no se encuentren inscritos en la SUNARP:

i. Certificado de búsqueda catastral emitido por la SUNARP del área donde se desarrollará el proyecto, en el que conste que no existe superposición parcial o total a predios de terceros.

ii. Copia del título de propiedad que acredite la calidad de propietario de quien afirme que lo es, acompañada de la declaración jurada acerca de su autenticidad suscrita por el propietario.

iii. En caso el solicitante no sea el propietario del terreno superficial, debe presentar copia del testimonio de escritura pública que autoriza al solicitante el uso del terreno superficial donde se desarrollará el proyecto, otorgado por quien acredita tener título de propiedad.

c) En caso de terrenos superficiales de Comunidades Campesinas o Nativas, el solicitante debe indicar, además, el número de la partida registral y la oficina registral donde conste inscrita la Comunidad Campesina o Nativa como persona jurídica.

d) En caso, que el proyecto minero se ubique en terrenos de dominio del Estado, el solicitante debe acreditar tener la autorización de uso de dichos terrenos, otorgado por la Superintendencia Nacional de Bienes Estatales – SBN, Gobierno Regional o entidad pública correspondiente, de conformidad a las normas legales del Sector competente.

Evaluado el cumplimiento de los requisitos, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, en el plazo de quince (15) días hábiles contados a partir de la presentación de la solicitud, o cumplidos los plazos de absolución de observaciones y/o cumplimiento de requerimientos a que se refiere el numeral 79.1 del artículo 79 del presente Reglamento, emite el acto administrativo que dispone se expidan los avisos de solicitud de concesión de beneficio a favor del solicitante para su publicación.

Artículo 83.- Publicación de avisos, oposición y obras preliminares

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional entrega al solicitante los avisos de solicitud de concesión de beneficio dentro de los cinco (5) días hábiles de expedidos los avisos, para su publicación dentro de los diez (10) días hábiles siguientes de su entrega, en el Diario Oficial "El Peruano" y en el diario encargado de la publicación de los avisos judiciales de la capital del departamento donde se encuentre ubicada el área del proyecto, bajo apercibimiento de declarar el abandono de la solicitud.

Las publicaciones deben contener la siguiente información: Nombre del derecho, titular, extensión, un resumen del(los) proceso(s) minero(s) metalúrgico(s) a desarrollar, identificando el depósito de relaves y/o pad de lixiviación y su denominación, capacidad instalada de tratamiento en TM/día, coordenadas UTM WGS84 de los vértices de la poligonal cerrada y zona, departamento, provincia y distrito donde se ubica, y el plano de ubicación del proyecto de la concesión de beneficio solicitada.

El solicitante debe entregar las páginas enteras en las que conste la publicación de los avisos a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, según corresponda, dentro del plazo de los quince (15) días hábiles siguientes a la fecha de la publicación, bajo apercibimiento de declarar el abandono de la solicitud.

La oposición puede ser interpuesta, únicamente, en un plazo máximo de quince (15) días hábiles, contado a partir de la última publicación de los avisos mencionados en el numeral 83.1 del presente artículo. La oposición se tramita con arreglo a las normas sobre la materia, contenidas en la LGM y el presente Reglamento.

Si vencido el plazo señalado en el numeral 83.4, no se ha interpuesto oposición al procedimiento, el solicitante puede iniciar obras preliminares, comunicando previamente a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, y señalando el número de la Resolución que aprobó el instrumento de gestión ambiental; asimismo, las obras preliminares deben encontrarse incluidas en el instrumento de gestión ambiental aprobado y contar con las autorizaciones de las autoridades sectoriales competentes cuando corresponda. En caso la Dirección General de Minería o Gobierno Regional tome conocimiento de alguna denuncia respecto al inicio de obras que no califican como obras preliminares, debe comunicar la referida denuncia a las Autoridades de fiscalización minera.

Son obras preliminares: movimientos de tierra, preparación de terrenos para módulos y edificaciones auxiliares, oficinas administrativas, campamentos, accesos, preparación de material de cantera, talleres de mantenimiento, laboratorio, garitas de control, almacenes para la etapa de construcción, estacionamientos, canales o cunetas para obras de instalaciones auxiliares, muros para aislar áreas de trabajo, instalaciones eléctricas preliminares, excavaciones para cimentación y depósito temporal de material excedente y orgánico; el Ministerio de Energía y Minas puede ampliar el listado de obras preliminares mediante Resolución Ministerial, incorporándolo como anexo del presente Reglamento.

En caso el solicitante haya iniciado obras preliminares y no obtenga la autorización de construcción respectiva, se encuentra obligado a ejecutar el cierre de las referidas obras preliminares, conforme al instrumento ambiental aprobado.

No procede la ejecución de obras preliminares en caso se determine que el ámbito geográfico del proyecto se encuentra dentro de los alcances de la Ley N° 29785, Ley del derecho a la consulta previa a los pueblos indígenas u originarios, reconocido en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Artículo 84.- Aprobación del proyecto, otorgamiento del título de concesión de beneficio y autorización de construcción

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional, luego de recibidas las publicaciones de los avisos conforme lo dispone el artículo anterior, y en caso de no mediar oposición, evalúa los aspectos técnicos de la solicitud de concesión de beneficio, y en un plazo máximo de veinte (20) días hábiles, o cumplidos los plazos de absolución de observaciones y/o cumplimiento de requerimientos a que se refiere el inciso 79.1 del artículo 79 del presente Reglamento, emite el informe técnico favorable que aprueba el proyecto de concesión de beneficio, y mediante acto administrativo:

- a. Otorga el título de concesión de beneficio;
- b. Autoriza la construcción de la planta de beneficio y sus demás componentes, tales como, depósitos de relaves y/o plataformas o pads de lixiviación, otros sistemas de lixiviación, pozas de soluciones y de contingencia, depósitos de ripios, depósitos de residuos sólidos y sus componentes auxiliares, de acuerdo con el proyecto aprobado.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional puede autorizar la construcción por etapas, en caso así sea requerido por el solicitante.

El acto administrativo que otorga el título de concesión de beneficio y autoriza la construcción de la planta de beneficio y sus demás componentes se emite previa presentación y evaluación de:

1. La copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos - CIRA o plan de monitoreo arqueológico – PMA del área del proyecto.
2. La copia de la autorización de la autoridad competente, en caso el proyecto a ejecutarse afecte carreteras u otro derecho de vía, o la declaración jurada del titular de actividad de no afectación.
3. El número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

La autorización comprende la ejecución de pruebas pre operativas/comisionamiento que no deben exceder de un mes, las cuales deben estar incluidas en el cronograma de obra y deben culminar antes de la inspección de verificación de la construcción referida en el artículo 85 del presente Reglamento.

En los casos en que el proyecto requiera de la explotación de canteras para extracción de material del préstamo con fines de relleno y construcción, estas pueden ser consideradas como componentes de la concesión de beneficio, para lo cual deben presentar la información técnica establecida en el procedimiento de autorización de actividades de explotación, contenida en el Anexo VII del presente Reglamento; además, deben estar contenidas en el instrumento de gestión ambiental respectivo, a fin de que la referida actividad esté sujeta a la fiscalización correspondiente.

La Resolución que otorga el título de la concesión de beneficio debe contener el nombre del derecho, titular minero, hectáreas otorgadas, Coordenadas UTM WGS84, capacidad instalada de tratamiento, identificar el o los procesos de beneficio, los componentes accesorios y la demarcación política (distrito, provincia, departamento). La autorización de construcción de la planta de beneficio y sus componentes, debe establecer la obligación de respeto contemplada en el artículo 36 del presente Reglamento y disponer se remita copia a las Autoridades de fiscalización minera y SENACE.

El procedimiento de solicitud de concesión de beneficio es de evaluación previa, tiene un plazo máximo de evaluación de noventa (90) días hábiles, sujeto al silencio administrativo negativo.

Artículo 85.- Solicitud de Autorización de funcionamiento de la concesión de beneficio y de su modificación

El titular de una concesión de beneficio solicita a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional la autorización de funcionamiento de la concesión de beneficio, comunicando la culminación de las obras de construcción e instalación de los componentes de la concesión de beneficio otorgada o de la modificación aprobada, así también la ejecución de pruebas pre operativas/comisionamiento, y solicita la realización de la inspección de verificación, a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, con los requisitos exigidos en los literales a) del numeral 30.1 del presente Reglamento.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Informe final de obra y/o instalaciones
3. Certificado de Aseguramiento de la Calidad de la Construcción y/o instalaciones (CQA), suscrito por su supervisor de obra o quien haga sus veces (en caso de PPM).
4. Planos de obra terminada (as built).
5. Número de la Resolución que aprueba el plan de cierre de minas e informe que la sustenta o el cargo de presentación del referido plan, adjuntando la garantía preliminar

Revisada la solicitud, se designa al inspector y se ordena la realización de la diligencia de inspección de verificación de la culminación de las obras de construcción e instalación de los componentes de la concesión de beneficio, que se realiza dentro de los quince (15) días hábiles siguientes a la fecha de la solicitud, conforme a los términos de referencia aprobados por Resolución Ministerial N° 183-2015-MEM-DM o el dispositivo que la sustituya.

La diligencia de inspección tiene por finalidad verificar que la construcción e instalación de la planta de beneficio y de sus componentes, se ejecutaron conforme al proyecto aprobado, en la resolución de título de la concesión de beneficio, por la Dirección General de Minería o Gobierno Regional; o que cumpla con las

condiciones técnicas para iniciar operaciones y con los aspectos técnicos y normativos referidos a la seguridad y salud ocupacional minera, e impacto ambiental.

Si durante la inspección se determinan diferencias/cambios significativos/ajustes entre la ingeniería aprobada en la autorización de construcción y lo construido, que no hayan sido comunicados con posterioridad a la autorización de construcción, el inspector incluye en el acta de inspección las observaciones y/o recomendaciones, que deben ser absueltas y/o cumplidas por el titular de actividad minera en el plazo otorgado, el cual no puede exceder de 20 días, previo a la autorización de funcionamiento.

Culminada la diligencia de inspección de verificación de la construcción de obras e instalaciones del proyecto aprobado, conforme lo establece el inciso 85.3 del presente artículo, los inspectores de la Dirección General de Minería o Gobierno Regional y el solicitante o sus representantes suscriben el acta de inspección. El acta de inspección favorable constituye el informe con el que el administrado solicita ante la autoridad competente la licencia de uso de agua y la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, en caso corresponda.

Cuando la construcción del proyecto se ejecute por etapas, el administrado solicita la inspección correspondiente a cada etapa, para lo cual resulta de aplicación lo dispuesto en el primer párrafo del presente artículo, debiendo presentar adicionalmente el cronograma estimado de construcción de las siguientes etapas.

Artículo 86.- Aprobación de la diligencia de inspección de verificación y autorización de funcionamiento

Cumplida la diligencia de inspección de verificación, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, previo informe favorable, emite el acto administrativo en el cual resuelve:

1. Aprobar la Inspección de Verificación de la construcción de obras e instalaciones del proyecto aprobado;
2. Autorizar funcionamiento de la concesión de beneficio otorgada o de la modificación aprobada, conforme a la inspección favorable.

El citado acto administrativo se expide dentro de los quince (15) días hábiles siguientes de concluida la inspección, previa presentación de la siguiente información:

1. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua para fines mineros, en caso el instrumento de gestión ambiental presentado no cuente con la opinión técnica favorable de disponibilidad hídrica; y,
2. Copia de la Resolución que otorga la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas vigente, otorgada por la Autoridad Nacional del Agua. Cuando en el instrumento de gestión ambiental se contemple la recirculación, reutilización o reúso para el mismo fin para el cual le fue otorgado el derecho de uso de agua no se requiere la presentación de la Resolución de autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, ni de documento adicional alguno vinculado con la recirculación, reutilización o reúso de dichas aguas.

En el caso de la autorización de funcionamiento por modificación de la concesión de beneficio, que no requiere de una nueva licencia de uso de aguas, ni de una nueva autorización de vertimiento o modificar las existentes, el titular de actividad minera puede iniciar operaciones desde la fecha en que solicita la inspección a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional correspondiente, siempre que no se trate de depósitos de relaves y/o plataformas o pads de lixiviación, pozas de operación (grandes eventos), PLS, barren y sedimentación; y, haya previamente cumplido con lo establecido el numeral 85.1 del presente Reglamento.

En caso la Dirección General de Minería o Gobierno Regional determine que la información presentada para solicitar la inspección es incompleta, notifica al titular de actividad minera para que paralice las actividades que haya iniciado como consecuencia de la aplicación del supuesto del numeral 86.3 del presente artículo. Cuando el proyecto se ejecute por etapas, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional autoriza el funcionamiento de la etapa con inspección favorable. El procedimiento de autorización de funcionamiento de concesión de beneficio es de evaluación previa, tiene un plazo máximo de evaluación de treinta (30) días hábiles, sujeto al silencio administrativo positivo.

Artículo 87.- Modificación de la concesión de beneficio

El titular de la actividad minera puede iniciar un procedimiento de modificación de concesión de beneficio en los siguientes casos:

1. Para la instalación y/o construcción de instalaciones adicionales, que incluyen depósitos de relaves y/o plataformas o pads de lixiviación y sus recrecimientos, con

ampliación de la capacidad instalada y la ampliación de área de la concesión de beneficio;

2. Para la instalación y/o construcción de instalaciones adicionales, que incluyen depósitos de relaves y/o plataformas o pads de lixiviación y sus recrecimientos, y/o mejora de procesos con ampliación de la capacidad instalada y sin ampliación de área aprobada;

3. Para la instalación y/o construcción de instalaciones adicionales, que incluyan depósitos de relaves y/o plataformas o pads de lixiviación y sus recrecimientos, y/o mejoras de procesos sin modificar la capacidad instalada aprobada y sin ampliación de área de la concesión de beneficio.

El procedimiento de modificación de concesión de beneficio es de evaluación previa, tiene un plazo máximo de evaluación de noventa (90) días hábiles, sujeto al silencio administrativo negativo para el procedimiento de modificación con ampliación de área, como el punto 1 del numeral 87.1; y, sujeto al silencio administrativo positivo para el procedimiento de modificación sin ampliación de área, como los puntos 2 y 3 del numeral 87.1 del presente artículo.

Si la solicitud de modificación implica la ampliación de la capacidad instalada y la ampliación del área de la concesión de beneficio, según el caso 1 del inciso 87.1 del presente artículo, el titular de la actividad minera debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, con los requisitos exigidos en los literales a), c), e) y f) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, e indicar, de ser el caso, la ampliación de la capacidad instalada de tratamiento de la concesión de beneficio.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Copia de la constancia de pago del derecho de vigencia, en caso de ampliación de capacidad instalada.
3. Memoria descriptiva de la planta de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de acuerdo al Anexo II del presente Reglamento.

4. Copia del cargo de presentación del instrumento de gestión ambiental que sustente el proyecto; o, el número de la resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

5. Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de beneficio, conforme a los documentos requeridos en el punto 4 del numeral 82.1 del artículo 82 del presente Reglamento.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional, luego de evaluar el cumplimiento de los requisitos señalados anteriormente emite el acto administrativo que dispone se expidan los avisos para su publicación, dentro de los plazos señalados en el inciso 82.2 del artículo 82. Posteriormente, el titular de la actividad minera publica los avisos y entrega las publicaciones del aviso, conforme a los plazos dispuestos en el artículo 83 del Reglamento, y de no mediar oposición, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional evalúa los aspectos técnicos del proyecto de modificación de la concesión de beneficio, previa presentación de:

a. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos - CIRA o plan de monitoreo arqueológico – PMA del área del proyecto.

b. Copia de la autorización de la autoridad competente, en caso el proyecto a ejecutarse afecte carreteras u otro derecho de vía, o la declaración jurada del titular de actividad de no afectación.

c. Número de Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

Cumplida la evaluación técnica y considerando los plazos establecidos en el numeral 84.1 del artículo 84 del Reglamento, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, emite, previo informe técnico favorable, el acto administrativo que resuelve:

1. Aprobar el proyecto de modificación de concesión de beneficio,

2. Aprueba la modificación de área de la concesión de beneficio, indicando las coordenadas UTM correspondientes.

3. Aprueba la ampliación de la capacidad instalada, de ser el caso.

4. Autoriza la construcción y/o instalación del proyecto de modificación y sus demás componentes.

Si la solicitud de modificación comprende la ampliación de la capacidad instalada aprobada, sin ampliación de área de la concesión de beneficio, según el caso 2 del numeral 87.1 del presente artículo, el titular de la actividad minera debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, con los requisitos exigidos en los literales a) y c) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento e indicar la ampliación de la capacidad instalada de tratamiento de la concesión de beneficio.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Copia de la constancia de pago del derecho de vigencia.
3. Memoria descriptiva de la planta de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales, y auxiliares de acuerdo al Anexo II del presente Reglamento.
4. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

Si la solicitud de modificación es sin modificar la capacidad instalada aprobada y sin ampliación de área de la concesión de beneficio, según el caso 3 del numeral 87.1 del presente artículo, el titular de la actividad minera debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, con los requisitos exigidos en los literales a) y c) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Memoria descriptiva de la planta de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales, y auxiliares de acuerdo al Anexo II del presente Reglamento.
3. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional luego de evaluar el cumplimiento de los requisitos del proyecto de modificación de la concesión de beneficio señalados en los numerales 87.4 y 87.5, y considerando para estos

efectos los plazos establecidos en el numeral 84.1 del artículo 84 del Reglamento, emite previo informe técnico favorable, el acto administrativo que resuelve:

1. Aprobar el proyecto de modificación de concesión de beneficio.
2. Aprueba la ampliación de la capacidad instalada, de ser el caso.
3. Autoriza la construcción y/o instalación del proyecto de modificación y sus demás componentes.

En la evaluación de los procedimientos de modificación de concesión de beneficio, se debe tener en cuenta, de ser el caso, las siguientes disposiciones:

1. Es de aplicación lo dispuesto en los artículos 82 al 84 y el Anexo II del presente Reglamento.
2. Excepcionalmente, el titular minero puede realizar obras preliminares desde la fecha de presentación de la solicitud, siempre que se encuentre en los supuestos de modificación de la concesión de beneficio sin ampliación de área, referidos en los supuestos 2 y 3 del numeral 87.1 del artículo 87.
- 3 La Dirección General de Minería o Gobierno Regional puede autorizar la construcción en más de una etapa, en caso el titular de la actividad minera así lo solicite.

Las modificaciones de la concesión de beneficio dispuestas en el artículo 87 deberán seguir el procedimiento señalado en los artículos 85 y 86 para su funcionamiento.

Artículo 88.- Informe Técnico Minero – ITM para concesión de beneficio

El titular de la actividad minera no requiere iniciar un procedimiento de modificación de concesión de beneficio, siempre que el proyecto de modificación cuente íntegramente con la conformidad del informe técnico sustentatorio, otorgada por la autoridad ambiental, conforme al artículo 131 del Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, aprobado por Decreto Supremo N° 040-2014-EM o el que haga sus veces, correspondiendo para estos efectos la presentación del Informe Técnico Minero, y solo es aplicable en los siguientes casos:

1. Modificar la capacidad instalada para instalaciones adicionales y/o mejora tecnológica de procesos sin ampliación de área;

2. Instalaciones adicionales sin modificación de la capacidad instalada y sin ampliación de área.

88.2 El titular de la actividad minera debe presentar ante la Dirección General de Minería o Gobierno Regional una solicitud a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, debiendo consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite

Artículo 88.- Informe Técnico Minero – ITM para concesión de beneficio

El titular de la actividad minera no requiere iniciar un procedimiento de modificación de concesión de beneficio, siempre que el proyecto de modificación cuente íntegramente con la conformidad del informe técnico sustentatorio, otorgada por la autoridad ambiental, conforme al artículo 131 del Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, aprobado por Decreto Supremo N° 040-2014-EM o el que haga sus veces, correspondiendo para estos efectos la presentación del Informe Técnico Minero, y solo es aplicable en los siguientes casos:

1. Modificar la capacidad instalada para instalaciones adicionales y/o mejora tecnológica de procesos sin ampliación de área;

2. Instalaciones adicionales sin modificación de la capacidad instalada y sin ampliación de área.

88.2 El titular de la actividad minera debe presentar ante la Dirección General de Minería o Gobierno Regional una solicitud a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, debiendo consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.

2. Fecha y número de la constancia de pago del derecho de vigencia, en caso de ampliación de la capacidad instalada.

3. Número de Resolución que da conformidad al informe técnico sustentatorio y del informe que la sustenta.

4. Memoria descriptiva conforme el Anexo III del presente Reglamento.

5. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua que cubra el requerimiento de la ampliación, expedida por la autoridad competente, de lo

contrario, sino se requiere la licencia de uso de aguas, debe presentar el balance de agua como sustento.

6. Copia de la Resolución de autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas vigente, otorgada por la Autoridad Nacional del Agua, en caso corresponda de acuerdo a lo señalado en el punto 2 del inciso 86.2 del artículo 86 del presente Reglamento.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional, luego de verificar el cumplimiento de los requisitos y evaluados los aspectos técnicos del proyecto presentado, emite el informe técnico favorable y el acto administrativo correspondiente, de ser el caso, en el plazo máximo de veinte (20) días hábiles de presentado el Informe Técnico Minero, resolviendo lo siguiente:

1. Dar la conformidad del Informe Técnico Minero.
2. Aprueba la modificación de la capacidad instalada de la concesión de beneficio, de ser el caso.
3. Autoriza la construcción y el funcionamiento del proyecto de modificación de la concesión de beneficio y demás componentes.
4. Dispone remitir copia a las Autoridades de fiscalización minera y al SENACE.

El titular de la actividad minera debe comunicar a la Dirección General de Minería y a las Autoridades de fiscalización minera; o, al Gobierno Regional, la culminación de la construcción del proyecto de modificación de la concesión de beneficio, dentro de los tres (3) días hábiles siguientes a la finalización. Dicha comunicación tiene carácter de Declaración Jurada.

El titular de actividad minera debe contar con el Certificado de Aseguramiento de la Calidad de la Construcción y/o Instalaciones (CQA), suscrito por su supervisor de obra o quien haga sus veces, el informe final de obra y los planos de obra terminados (as built).

En los casos que OSINERGMIN verifique que la construcción se ha efectuado con cambios significativos respecto del proyecto de ingeniería aprobado, procede a paralizar las operaciones y comunica este hecho a la Dirección General de Minería. La misma regla se aplica para los proyectos con conformidad de Informe Técnico Minero de competencia de los Gobiernos Regionales.

88.7 El procedimiento de modificación de la concesión de beneficio vía Informe Técnico Minero es de evaluación previa sujeto a silencio administrativo positivo, y

en caso de vencimiento del plazo máximo, se tiene por aprobada la solicitud, sin perjuicio que la Dirección General de Minería o Gobierno Regional emita el respectivo acto administrativo conforme al numeral 88.3.

Artículo 89.- Excepción a la modificación de la concesión de beneficio

El titular de actividad minera se encuentra exceptuado de la obligación de iniciar un procedimiento de modificación de concesión de beneficio o de solicitar la conformidad de un Informe Técnico Minero, siempre que el proyecto de modificación:

1. Comprenda los supuestos listados en el Anexo IV del presente Reglamento, que se ubican dentro del área del instrumento de gestión ambiental vigente y dentro del área de la concesión de beneficio; el Ministerio de Energía y Minas puede incorporar y/o modificar supuestos de excepción mediante Resolución Ministerial; y,

2. Cuenten con alguno de los instrumentos de gestión ambiental aprobado: estudio de impacto ambiental (EIA), informe técnico sustentatorio (ITS), modificación del estudio de impacto ambiental (MEIA), estudio de impacto ambiental semi detallado (EIASd), memorias técnicas detalladas (MTD) o plan ambiental detallado (PAD).

Dichas modificaciones, son aprobadas por el Gerente General del titular de actividad minera o el órgano que haga sus veces para aquellos casos que no cuenten con Gerente General, dentro de la Unidad Minera o Unidad de Producción. En los casos señalados en el numeral 89.1 del presente artículo, el titular de la actividad minera, a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, comunica a la Dirección General de Minería o al Gobierno Regional el inicio de las obras en el plazo de cinco (5) días hábiles, debiendo consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Memoria descriptiva, especificaciones técnicas y planos de ubicación en coordenadas UTM WGS84 de los componentes auxiliares y/o instalaciones adicionales de la concesión de beneficio, correspondientes al proyecto de modificación.

2. Número de Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental dentro del cual se encuentra el proyecto de modificación y los componentes auxiliares y/o instalaciones adicionales de la concesión de beneficio materia de comunicación; o

número de Resolución que da conformidad a la memoria técnica detallada (MTD), en su caso.

3. Acta del Gerente General o el órgano que haga sus veces para aquellos casos que no cuenten con Gerente General, que aprueba la modificación de la concesión de beneficio, materia de la comunicación. Asimismo, el titular de la actividad minera debe poner en conocimiento a las Autoridades de Fiscalización Minera, el Acta que aprueba la modificación de la concesión de beneficio adjuntando los documentos 1 y 2 del presente inciso.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional, luego de revisar la comunicación y la información presentada, tiene por presentada dicha comunicación.

Artículo 90.- Acumulación de concesiones de beneficio

La acumulación de concesiones de beneficio es un procedimiento de evaluación previa sujeto a silencio administrativo positivo.

La acumulación de concesiones de beneficio, debe ser solicitada por el titular de la actividad minera, mediante una solicitud a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en los literales a), b), c), e) y f) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento; además, debe indicar la capacidad instalada de tratamiento del proyecto de acumulación, que resulta de la sumatoria de las capacidades instaladas de las concesiones de beneficio a acumular. Las concesiones de beneficio a acumular deben ser de un mismo titular minero y sus áreas deben ser colindantes por lo menos, por un lado. Asimismo, debe consignar y/o adjuntar, según corresponda, los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Relación de concesiones de beneficio a acumular.
3. Información de la partida electrónica registral y la Oficina Registral en la cual se encuentra inscrita cada una de las concesiones de beneficio a acumular.
4. Copia del certificado negativo de cargas y gravámenes de cada una de las concesiones de beneficio o la autorización de sus acreedores.
5. Memoria descriptiva del proyecto de acumulación que contenga un inventario detallado de los componentes de las concesiones de beneficio que se acumulan.

Verificado el cumplimiento de los requisitos de presentación de las solicitudes de acumulación de concesión de beneficio, así como el pago por derecho de vigencia, correspondiente, la Dirección General de Minería o el Gobierno Regional, emite en el plazo de treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud, la Resolución de aprobación de la acumulación que otorga un nuevo título de concesión de beneficio, anteponiendo al nombre de la nueva concesión el término "Acumulación", disponiendo la cancelación y archivo de las concesiones de beneficio que fueron acumuladas. Consentida dicha Resolución se comunica al INGEMMET para su incorporación al Catastro Minero Nacional. La resolución indicada únicamente surte efecto, a partir de la fecha en que quede consentida o ejecutoriada.

Artículo 91.- División de concesión de beneficio

La división de la concesión de beneficio es un procedimiento de evaluación previa sujeto a silencio administrativo positivo.

La división de la concesión de beneficio debe ser solicitada por el concesionario de beneficio a la Dirección General de Minería o al Gobierno Regional, adjuntando los requisitos exigidos en los literales a), b), c), e) y f) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento; además, debe indicar la capacidad de tratamiento de la nueva concesión de beneficio que se restará de la capacidad instalada de la concesión de beneficio matriz.

El titular minero debe presentar la solicitud de la división de la concesión de beneficio con título inscrito, consignando y/o adjuntando según corresponda los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Indicar el nombre, la extensión, ubicación y coordenadas UTM WGS84 de las áreas divididas.
3. Información de la partida electrónica registral y la Oficina Registral en la cual se encuentra inscrita la concesión de beneficio a dividir.
4. Memoria descriptiva y estudio técnico por cada una de las áreas del proyecto de división, incluyendo la memoria descriptiva, el estudio técnico de la concesión de beneficio a dividir, que comprenda un inventario detallado de las instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de la concesión de beneficio a dividir y de la(s) nueva(s) concesión(es) de beneficio a constituirse.

5. Indicar el número de la resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental.

6. Copia del certificado negativo de cargas y gravámenes de la concesión de beneficio a dividir o la autorización de sus acreedores.

Verificado el cumplimiento de los requisitos de presentación de la solicitud de división de concesión de beneficio, así como el pago por derecho de vigencia, correspondiente, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, en un solo acto emite, en el plazo de treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud, la Resolución que aprueba la división de área, la reducción del área de la concesión de beneficio matriz y aprueba el nuevo título de concesión de beneficio del área dividida, señalando para cada caso, la nuevas capacidades instaladas correspondientes a cada una de las concesiones de beneficio. Consentida dicha Resolución se comunica al INGEMMET para su incorporación al Catastro Minero Nacional. La Resolución indicada sólo surte efecto, a partir de la fecha en que quede consentida o ejecutoriada.

La hipoteca, cesión, contrato de opción, cargas, gravámenes o medidas judiciales anotadas en los registros públicos respecto a la concesión de beneficio dividida, recae en cada uno de los títulos.

Las nuevas concesiones producto de la división tienen la antigüedad del título de la concesión original, para fines del cumplimiento de sus obligaciones.

La formación de los expedientes divididos se rige por las disposiciones del procedimiento de fraccionamiento.

Artículo 92.- Autorización de beneficio de minerales para productores mineros artesanales

El productor minero artesanal debe presentar una solicitud de autorización para beneficio de minerales a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en los literales a), c) e) y f) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, y debe indicar la capacidad de tratamiento del proyecto, conforme al artículo 91 de la LGM.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.

2. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
3. Memoria descriptiva de la planta de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de acuerdo al Anexo V del presente Reglamento.
4. Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de beneficio, conforme al punto 4 del numeral 82.1 del artículo 82 del presente Reglamento.
5. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos – CIRA o el plan de monitoreo arqueológico – PMA, según corresponda.
6. Número de la Resolución que aprueba el plan de cierre de minas e informe que la sustenta, o el cargo de presentación del referido plan, adjuntando la garantía preliminar.
7. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua y/o de la Resolución que otorga la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, sólo cuando corresponda.

Verificado el cumplimiento de los requisitos establecidos en el inciso 92.1, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, autoriza el beneficio de minerales, en un plazo que no exceda los treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud.

El procedimiento de autorización de beneficio de minerales para productores mineros artesanales es de evaluación previa sujeto a silencio administrativo negativo.

Artículo 93.- Modificación de la autorización de beneficio de minerales para productores mineros artesanales

El productor minero artesanal debe presentar una solicitud de modificación de la autorización de beneficio de minerales a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en los literales a), c), e) y f) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, y debe indicar la capacidad de tratamiento del proyecto a modificar, conforme el artículo 91 de la LGM.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

Para ampliar la capacidad instalada o instalación y/o construcción de componentes, que impliquen nuevas áreas (incluye depósitos de relaves y/o plataformas (PAD) de lixiviación):

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
3. Memoria descriptiva del proyecto de modificación de la autorización de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de acuerdo al Anexo V del presente Reglamento, sólo en los aspectos que corresponda.
4. Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de beneficio, conforme al punto 4 del numeral 82.1 del artículo 82 del presente Reglamento.
5. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos – CIRA o el plan de monitoreo arqueológico – PMA, según corresponda.
6. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua y/o la Resolución que otorga la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, sólo cuando corresponda.

Para ampliar la capacidad instalada (instalaciones y/o construcción de componentes adicionales y/o mejora de procesos) sin ampliación de área; o, para adicionar instalaciones sin modificar la capacidad instalada aprobada y sin ampliación de área:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
3. Memoria descriptiva del proyecto de modificación de la autorización de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de acuerdo al Anexo V del presente Reglamento, sólo en los aspectos que corresponda.
4. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua y/o la Resolución que otorga la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, sólo cuando corresponda.

Verificado el cumplimiento de los requisitos establecidos en los párrafos anteriores, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, autoriza la modificación de la autorización de beneficio de minerales.

El procedimiento de modificación de autorización de beneficio de minerales para productores mineros artesanales es de evaluación previa, tiene un plazo máximo de evaluación de treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud, sujeto a silencio administrativo negativo para la modificación con ampliación de área, como el punto 93.1.1 del numeral 93.1; y, sujeto a silencio administrativo positivo para la modificación sin ampliación de área, como el punto 93.1.2 del numeral 93.1 del presente artículo.

Artículo 93.- Modificación de la autorización de beneficio de minerales para productores mineros artesanales

El productor minero artesanal debe presentar una solicitud de modificación de la autorización de beneficio de minerales a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en los literales a), c), e) y f) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, y debe indicar la capacidad de tratamiento del proyecto a modificar, conforme el artículo 91 de la LGM.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

Para ampliar la capacidad instalada o instalación y/o construcción de componentes, que impliquen nuevas áreas (incluye depósitos de relaves y/o plataformas (PAD) de lixiviación):

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
3. Memoria descriptiva del proyecto de modificación de la autorización de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de acuerdo al Anexo V del presente Reglamento, sólo en los aspectos que corresponda.
4. Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar

el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de beneficio, conforme al punto 4 del numeral 82.1 del artículo 82 del presente Reglamento.

5. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos – CIRA o el plan de monitoreo arqueológico – PMA, según corresponda.

6. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua y/o la Resolución que otorga la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, sólo cuando corresponda.

Para ampliar la capacidad instalada (instalaciones y/o construcción de componentes adicionales y/o mejora de procesos) sin ampliación de área; o, para adicionar instalaciones sin modificar la capacidad instalada aprobada y sin ampliación de área:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.

2. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

3. Memoria descriptiva del proyecto de modificación de la autorización de beneficio y de sus instalaciones y/o componentes principales y auxiliares de acuerdo al Anexo V del presente Reglamento, sólo en los aspectos que corresponda.

4. Copia de la Resolución que otorga la licencia de uso de agua y/o la Resolución que otorga la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, sólo cuando corresponda.

Verificado el cumplimiento de los requisitos establecidos en los párrafos anteriores, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, autoriza la modificación de la autorización de beneficio de minerales.

El procedimiento de modificación de autorización de beneficio de minerales para productores mineros artesanales es de evaluación previa, tiene un plazo máximo de evaluación de treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud, sujeto a silencio administrativo negativo para la modificación con ampliación de área, como el punto 93.1.1 del numeral 93.1; y, sujeto a silencio administrativo positivo para la modificación sin ampliación de área, como el punto 93.1.2 del numeral 93.1 del presente artículo.

Artículo 94.- Otorgamiento de concesión de labor general

El solicitante de una concesión de labor general debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en

los literales a), b), c) y f) del inciso 30.1 y los literales a) y f) del numeral 30.2 del artículo 30 del presente Reglamento, con tantas copias como titulares vayan a ser beneficiados.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Memoria descriptiva, que indique la longitud de la labor general, área de influencia, plazo y calendario de ejecución de la obra, el o los servicios a prestar, condiciones de aprovechamiento de los minerales en las concesiones que atraviesa, relación entre el concesionario y los de la zona de influencia, régimen de mantenimiento, régimen de utilización de la labor por el y/o los distintos concesionarios, disposición de las sustancias minerales en las aguas que se alumbran, limpieza de desmonte, sistema de ventilación, desagüe, iluminación y forma como se almacena el desmonte en la superficie.
3. Plano en coordenadas UTM WGS84 a escala 1/500 y a curva de nivel, con indicación de las concesiones mineras que atraviere, nombre de ellas y de sus titulares, domicilio de ellos, con la proyección horizontal de las obras a ejecutarse.
4. Planos de cortes longitudinales y transversales necesarios para la interpretación de las características de la obra y de las rocas que la socaven.

Dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la fecha de presentada la solicitud, la Dirección General de Minería o Gobierno Regional notifica a los titulares de las concesiones mineras en favor de los cuales se solicita la labor general, para la realización de una Junta de Concesionarios, la que tiene lugar, en primera citación, dentro de un plazo no mayor de quince (15) días hábiles de efectuada la citación y, en segunda citación, de un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles.

La Junta es presidida por la Dirección General de Minería o el Gobierno Regional, y en ella se adoptan los acuerdos concernientes a la ejecución de la obra y el aprovechamiento de los servicios. Para decidir sobre la ejecución de la obra, es necesaria la concurrencia y el voto favorable de por lo menos las dos terceras (2/3) partes de los concesionarios mineros de la zona de influencia, calculando cada voto por hectárea concedida. Los demás acuerdos se toman por mayoría simple.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional, previa aprobación de la ejecución de obras por la Junta de Concesionarios, otorga el título de concesión de

labor general, en un plazo que no exceda los quince (15) días hábiles contados desde la aprobación de la ejecución de obras por la Junta de Concesionarios. La citada resolución es puesta en conocimiento a las Autoridades de fiscalización minera para los fines de sus competencias.

El procedimiento de otorgamiento de concesión de labor general es de evaluación previa, tiene un plazo máximo de evaluación de noventa (90) días hábiles, sujeto a silencio administrativo positivo.

Artículo 95.- Otorgamiento de concesión de transporte minero

95.1 El solicitante de una concesión de transporte minero debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en los literales a), b), c), e) y f) del numeral 30.1 y los literales a) y f) del numeral 30.2 del artículo 30 del presente Reglamento.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Número de recibo de pago del derecho de trámite.
2. Número de la resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
3. Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de transporte minero, conforme el punto 4 del numeral 82.1 del artículo 82 del presente Reglamento.
4. Memoria descriptiva del sistema de transporte minero, longitud, diámetro, capacidad y velocidad de transporte en caso corresponda, así como el presupuesto y cronograma respectivo.
5. Plano de ubicación detallado indicando coordenadas UTM WGS84 de los vértices del área superficial del proyecto.
6. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos - CIRA o el plan de monitoreo arqueológico - PMA, según corresponda.
7. Ingeniería detallada de las obras civiles del sistema de transporte minero y de las instalaciones electromecánicas, conforme el Anexo VI del presente Reglamento.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional luego de evaluar los aspectos técnicos legales de la solicitud, expide el acto administrativo que aprueba el proyecto de la concesión de transporte minero, autoriza la construcción del sistema de transporte, otorga la concesión de transporte y autoriza su funcionamiento, dentro de los noventa (90) días hábiles siguientes a la fecha de su presentación; además, el referido acto administrativo se debe poner en conocimiento de las Autoridades de fiscalización minera.

Sin perjuicio del procedimiento establecido, el informe final de obra, las condiciones de seguridad y ambientales de la construcción del sistema de transporte y componentes del proyecto son materia de fiscalización por las Autoridades de fiscalización minera.

El procedimiento de otorgamiento de concesión de transporte minero, es de evaluación previa sujeto a silencio administrativo negativo.

Artículo 96.- Modificación de la concesión de transporte minero

El solicitante de una modificación de la concesión de transporte minero debe presentar una solicitud a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, con los requisitos exigidos en los literales a), b), c), e) y f) del numeral 30.1 y el literal f) del numeral 30.2 del artículo 30 del presente Reglamento; y, consignar y/o adjuntar, según corresponda, los siguientes documentos:

1. Con ampliación de área:

- a) Número del recibo de pago por derecho de trámite.
- b) Constancia de pago del derecho de vigencia, correspondiente al área ampliada.
- c) Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
- d) Documento que acredite que el solicitante es propietario o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) correspondiente al área ampliada donde se realizará la actividad de transporte, conforme al punto 4 del numeral 82.1 del artículo 82 del presente Reglamento.
- e) Memoria descriptiva del proyecto de modificación de la concesión de transporte minero, indicando la longitud ampliada del sistema de transporte, cronograma y presupuesto correspondiente al área ampliada.

f) Plano de ubicación detallado indicando coordenadas UTM WGS84 del área superficial del proyecto y del área ampliada.

g) Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos - CIRA o el plan de monitoreo arqueológico - PMA según corresponda, del área ampliada.

2. Sin ampliación de área:

a) Número del recibo de pago por derecho de trámite.

b) Plano de ubicación detallado indicando coordenadas UTM WGS84 del área superficial del proyecto.

c) Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

d) Memoria descriptiva que indique el sistema de transporte y su longitud, cronograma y presupuesto correspondiente a la modificación.

La Dirección General de Minería o Gobierno Regional luego de evaluados los aspectos técnicos legales de la solicitud de modificación, previo informe técnico favorable, expide el acto administrativo que aprueba el proyecto de modificación de la concesión de transporte minero, aprueba la ampliación de área de la concesión de transporte minero, de ser el caso y autoriza su funcionamiento, dentro de los cuarenta y cinco (45) días hábiles siguientes a la fecha de su presentación; además, el referido acto administrativo se debe poner en conocimiento de las Autoridades de fiscalización minera.

Para efecto de los procedimientos de modificación de la concesión de transporte minero, es de aplicación lo dispuesto en el numeral 95.3 del artículo 95 del presente Reglamento.

El procedimiento de modificación de la concesión de transporte minero es de evaluación previa, sujeto a silencio administrativo negativo para el procedimiento de modificación con ampliación de área como el punto 1 del numeral 96.1; y, sujeto a silencio administrativo positivo para el procedimiento de modificación sin ampliación de área, como el punto 2 del numeral 96.1 del presente artículo.

Artículo 97.- Autorización de actividades de exploración

El solicitante de una autorización de actividades de exploración debe presentar una solicitud a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, correspondiente.

La autorización de actividad de exploración es de aprobación automática o de evaluación previa, en mérito a las conclusiones que se encuentren contenidas en el informe que determina el área del proyecto comprendido en la Ley N° 29785.

Artículo 98.- Informe que determina el área del proyecto comprendido en la Ley N° 29785

Previo al inicio del trámite de autorización de actividades de exploración, el solicitante debe presentar ante la Dirección General de Minería o Gobierno Regional una solicitud indicando las coordenadas UTM WGS84 de los vértices que encierran el área de influencia directa del proyecto de exploración, contenido en su instrumento de gestión ambiental aprobado, a efecto que la autoridad emita el informe que determine preliminarmente si el ámbito geográfico de la actividad de exploración a ejecutarse se encuentra dentro de los alcances de la Ley N° 29785, Ley del derecho a la consulta previa a los pueblos indígenas u originarios, reconocido en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 001-2012-MC. La solicitud es atendida en un plazo no mayor a diez (10) días hábiles.

Artículo 99.- Autorización de actividades de exploración de aprobación automática

La autorización de las actividades de exploración está sujeta a un procedimiento de aprobación automática, en caso que la Dirección General de Minería o Gobierno Regional determine mediante el informe preliminar que el ámbito geográfico que abarca el área de influencia directa del proyecto de exploración, no se encuentra dentro de los alcances de la Ley N° 29785 y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 001-2012-MC.

El solicitante debe presentar su solicitud conforme está prescrito en el numeral 97.1 del artículo 97 del presente Reglamento, y conjuntamente con su solicitud los requisitos exigidos en los literales a) y c) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda, los siguientes documentos:

1. Número del recibo de pago por derecho de trámite.
2. Nombre y código de la(s) concesión(es) minera(s) donde se desarrollará el proyecto.

3. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.
4. Ubicación en coordenadas UTM WGS84 de los vértices del área superficial del proyecto de exploración.
5. Programa de trabajo.
6. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos – CIRA o el plan de monitoreo arqueológico – PMA, según corresponda.
7. Declaración Jurada del titular de actividad minera donde conste que es propietario del predio o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de exploración.

La Dirección General de Minería o el Gobierno Regional emite una constancia de aprobación automática en el plazo máximo de cinco (5) días hábiles.

Artículo 100.- Autorización de actividades de exploración de evaluación previa

En caso que la Dirección General de Minería o Gobierno Regional determine preliminarmente que el ámbito geográfico que abarca el área de influencia directa del proyecto de exploración se encuentra dentro de los alcances de la Ley N° 29785 y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 001-2012-MC, la autorización de actividades de exploración está sujeta a un procedimiento de evaluación previa. El plazo máximo de evaluación del presente procedimiento es de treinta (30) días hábiles sujeto a silencio administrativo negativo.

El solicitante debe presentar una solicitud a través del formulario electrónico vía extranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas, a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional, debiendo presentar, los requisitos exigidos en los literales a) y c) del numeral 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento.

Asimismo, debe consignar y/o adjuntar según corresponda los siguientes documentos:

1. Número del recibo de pago por derecho de trámite.
2. Nombre y código de la(s) concesión(es) minera(s) donde se desarrollará el proyecto.
3. Número de la Resolución que aprueba el instrumento de gestión ambiental y del informe que la sustenta.

4. Ubicación en coordenadas UTM WGS84 de los vértices del área superficial del proyecto de exploración.
5. Programa de trabajo.
6. Copia del certificado de inexistencia de restos arqueológicos – CIRA o el plan de monitoreo arqueológico – PMA, según corresponda.
7. Declaración Jurada del titular de actividad minera donde conste que es propietario del predio o que está autorizado por el(los) propietario(s) del 100% de las acciones y derechos del predio para utilizar el(los) terreno(s) superficial(es) donde se realizará la actividad de exploración.

La Dirección General de Minería o el Gobierno Regional, previo informe técnico favorable, emite el acto administrativo que autoriza el inicio de las actividades de exploración, señalando el nombre y código de las concesiones mineras donde se desarrollará el proyecto; además, el referido acto administrativo se pone en conocimiento de las Autoridades de fiscalización minera.

Artículo 101.- Excepciones a la autorización de actividades de exploración

El titular de actividad minera se encuentra exceptuado de la obligación de iniciar un procedimiento de autorización de actividades de exploración minera, en los casos que:

1. El proyecto de modificación de la actividad de exploración, se ubique en la misma área efectiva de la actividad de exploración que cuenta con autorización o que dicha actividad de exploración hubiere iniciado antes del Decreto Supremo N° 020-2012-EM; y cuente con la declaración de impacto ambiental (DIA) o estudio de impacto ambiental semidetallado (EIASd) o ficha técnica ambiental (FTA) aprobados.
2. El proyecto de exploración esté ubicado en el área efectiva de un proyecto minero de explotación, que tengan certificación ambiental, autorización de inicio o reinicio de actividades y plan de minado o para el caso de actividades continuas, la aprobación del plan de minado esté aprobado por el Gerente General de la empresa minera o quien haga sus veces en aquellos casos que no cuenten con Gerente General.
3. El proyecto de exploración, se sustente en la modificación de la declaración de impacto ambiental (DIA) y/o estudio de impacto ambiental semidetallado (EIASd) vía informe técnico sustentatorio – ITS; y se encuentre ubicado dentro del área efectiva del proyecto y cuente con autorización de actividad de exploración.

En los supuestos mencionados en el presente artículo, el titular de actividad minera debe comunicar a la Dirección General de Minería o Gobierno Regional según corresponda, y a las autoridades de fiscalización ambiental, respecto al inicio de las actividades de exploración, dentro del plazo de tres (3) días hábiles contado desde el inicio de las mismas, precisando la excepción aplicable. La Dirección General de Minería o Gobierno Regional tiene por presentada dicha comunicación; y anexa la comunicación de corresponder, al expediente que autorizó el inicio de actividades de exploración.