

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO, TÉCNICA Y ECONÓMICA
DEL PROCESO DE TRITURACIÓN DE DIABASA CON TRITURADORA MÓVIL
EN EL VALLE DEL CAUCA

MAIRA ALEJANDRA CADENA BASTIDAS

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LUMEN GENTIUM
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI

2023

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO, TÉCNICA Y ECONÓMICA
DEL PROCESO DE TRITURACIÓN DE DIABASA CON TRITURADORA MÓVIL
EN EL VALLE DEL CAUCA

MAIRA ALEJANDRA CADENA BASTIDAS

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Industrial

Director
NESTOR MAURICIO CASTAÑEDA
Ingeniero Mecánico
Magister en Ingeniería Industrial

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LUMEN GENTIUM
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2023

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Fundación Universitaria Lumen Gentium para optar al título de:

Jurado

Jurado

Santiago de Cali, día de mes de año

DEDICATORIA

A mi madre María Graciela Bastidas de Cadena por creer en mí, por respetar mis tiempos, por apoyarme en mis aciertos y desaciertos.

A mi padre Pedro Alfonso Cadena por su apoyo incondicional, paciencia y consejos, te extraño demasiado, sabía que mi vida no iba a ser la misma sin ti pero agradezco a Dios por esos lindos momentos compartidos que me permitieron no renunciar a este sueño, aunque ya no estás en este plano terrenal me acompañas siempre, el cielo es afortunado de tenerte.

Los amo, llevo su corazón en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ingeniero Néstor Mauricio Castañeda por su orientación, confianza, acompañamiento, buena energía, disposición, por darme aliento en momentos difíciles y ser empático lo cual fue determinante para seguir adelante y culminar este proceso.

A los docentes Carlos William Sánchez, Héctor Brown Puerta y Rafael Salinas por sus aportes al mejoramiento y fortalecimiento del trabajo.

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	13
RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.2 SISTEMATIZACIÓN	24
2. JUSTIFICACIÓN	25
2.1 ALCANCE	25
2.2 LIMITACIONES.....	25
2.3 IMPACTO SOCIAL	25
2.4 IMPACTO AMBIENTAL	26
2.5 IMPACTO ECONÓMICO	27
3. OBJETIVOS	28
3.1 GENERAL.....	28
3.2 ESPECÍFICOS.....	28
4. ESTADO DEL ARTE.....	29
5. MARCO REFERENCIAL	33
5.1 MARCO TEÓRICO	33
5.1.1 INGENIERÍA DE LOS MÉTODOS.....	33
5.1.2 INGENIERÍA ECONÓMICA	33
5.1.2.2 VALOR PRESENTE NETO	34
5.1.3 MARKETING MIX	36
5.2 MARCO CONCEPTUAL	36
5.3 MARCO CONTEXTUAL	37
5.4 MARCO LEGAL	38
6. METODOLOGÍA	40

6.1 TIPO DE ESTUDIO.....	40
6.2 METODO DE INVESTIGACIÓN	40
6.3 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	41
6.3.1 ENTREVISTAS.....	41
SE DISEÑÓ LA ENTREVISTA PARA EL DISEÑO DE IDÉNTICAS PREGUNTAS CLAVE PARA LOGRAR SU OBJETIVIDAD COMO LO SON: ¿CÓMO ES EL PROCESO LOGÍSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA?¿CÓMO ES EL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL DE LA EMPRESA?. SE APLICÓ Y SE ANALIZARON LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.	41
6.3.2 VISITAS TÉCNICAS.....	41
6.4 ENTREGABLES DEL PROYECTO	41
7. ESTUDIO DEL MERCADO PIEDRA DIABASA.....	43
7.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO.....	43
7.1.1 PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PIEDRA DIABASA	45
7.1.2 CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO.....	46
LA PIEDRA DIABASA ES UN PRODUCTO DE CONSUMO DE TIPO INDUSTRIAL, HACE PARTE DEL GRUPO MATERIALES Y REFACCIONES EL CUAL RELACIONA LAS MATERIAS PRIMAS, MATERIALES Y COMPONENTES MANUFACTURADOS.....	46
7.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	46
7.2.1 CARACTERÍSTICA DE LA DEMANDA	46
7.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA.....	48
7.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	49
7.3.1 CARACTERÍSTICAS	49
7.3.2 OFERTA EXISTENTE	50
7.3.3 BENCHMARKING.....	51
7.3.4 PRONÓSTICO.....	51
7.4 PRECIO	52
7.4.1 MODELO DE PRECIOS	52
7.4.2 RANGO DE PRECIOS.....	52

7.5 PLAZA.....	52
7.6 ESTUDIO DE MERCADO TRITURADORAS MÓVILES	53
7.6.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO.....	53
7.6.2 CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO.....	54
7.7 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	56
7.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA.....	56
7.7.2 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA.....	56
7.7.3 DEMANDA.....	56
7.8 ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	56
7.8.1 CARACTERÍSTICAS	56
7.8.2 OFERTA EXISTENTE	57
7.9 PRECIO	57
7.9.1 MODELO DE PRECIOS	57
7.10 PLAZA.....	58
7.11 ANÁLISIS FINAL.....	61
8. ESTUDIO TÉCNICO	63
8.1 ANÁLISIS DEL PROCESO CON TRITURADORA FIJA	63
8.1.1 DIAGRAMA BPMN ACTUAL	63
8.1.2 MATRIZ DE MÁQUINA.....	64
8.1.3 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.....	64
8.2 ANÁLISIS DEL PROCESO CON TRITURADORA MÓVIL.....	67
8.2.1 DIAGRAMA BPMN PROPUESTO.....	67
8.2.2 MATRIZ DE MÁQUINA PROPUESTO	68
8.2.3 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.....	69
8.2.4 ANÁLISIS TÉCNICO DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	71
8.2.5 VENTAJAS DE LA TRITURADORA MÓVIL.....	73
8.2.6 COMPARACIÓN DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	74
8.3 NIVEL DE PRODUCCIÓN	74
8.4 ANÁLISIS FINAL.....	75
9. ESTUDIO ECONÓMICO	76

9.1 COSTOS FIJOS POR METODO DE TRITURACIÓN	76
9.1.1 COSTO POR TRITURACIÓN FIJA	76
9.1.2 COSTO POR TRITURACIÓN MÓVIL.....	77
9.2 COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS DE TRITURACIÓN.....	78
9.3 AHORRO ENTRE MÉTODOS DE TRITURACIÓN	79
9.4 POSIBLE AUMENTO DE PRODUCCIÓN.....	80
9.5 INVERSIÓN INICIAL.....	81
9.6 VALOR PRESENTE NETO	81
9.7 TASA INTERNA DE RETORNO.....	83
10. CONCLUSIONES	84
11. RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	96

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Espina de pescado problema	23
Figura 2 Piedra diabasa.....	43
Figura 3 Unidades de viviendas vendidas por departamentos I semestre (2020- 2022).....	47
Figura 4 Distribución de la producción de concreto premezclado por departamentos.....	49

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1 Explotación de minas y canteras *Tasas de crecimiento en volumen *	
Primer trimestre 2022	21
Tabla 2 Marco Legal	39
Tabla 3 Propiedades físicas y mecánicas.....	44
Tabla 4 Derivados de la piedra diabasa	45
Tabla 5 Unidades de viviendas vendidas Valle del cauca en el área de conurbanización por municipio	47
Tabla 6 Oferta	49
Tabla 7 Inversión inicial	81

LISTA DE ANEXOS

pág.

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

GLOSARIO

DEMANDA: Es la cantidad de bienes o servicios son adquiridos por los consumidores a distintos precios.(Gonzales, 2022).

FACTIBILIDAD: Se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para desarrollar los objetivos o metas señaladas, para así evaluar si es posible llevar a cabo un proyecto basándose en los recursos disponibles que tiene para su ejecución.(Sistema CRM Impulsa, 2020).

MERCADO: Es el encargado de relacionar individuos en busca de bienes, productos o servicios con quien lo ofrece.(Significados.com, 2022).

PREFACTIBILIDAD: se refiere a un estudio preliminar de una idea la cual determina las oportunidades y analiza si es favorable desarrollarse, las alternativas y condiciones. (Euroinnova, 2022).

RESUMEN

La trituración es una alternativa para responder al incremento de consumo de materia prima del sector de la construcción. Desde este estudio se pretende estudiar la prefactibilidad del uso de una trituradora móvil como alternativa en el proceso de trituración de las empresas de triturado del Valle del Cauca. Su análisis se realizó por medio de la metodología cuantitativa se evaluó en términos de mercado, técnico y económico. Se determinó un ahorro en el cambio del método de trituración fija a móvil en vista de que éste permite un ahorro en el costo de mano de obra y en el transporte interno.

Palabras clave: Cuantitativa, prefactibilidad, trituración.

ABSTRACT

Crushing is an alternative to respond to the increase in consumption of raw materials in the construction sector. From this study it is intended to study the pre-feasibility of the use of a mobile crusher as an alternative in the crushing process of the crushing companies of Valle del Cauca. Its analysis was carried out by means of the quantitative methodology, it was evaluated in terms of market, technical and economic. A saving was determined in the change from the fixed to mobile crushing method in view of the fact that this allows savings in the cost of labor and internal transport.

Keywords: Crushing, pre-feasibility, quantitative

INTRODUCCIÓN

La industria minera en Colombia tiene gran potencial para desarrollar proyectos que impulsen la reactivación sostenible y diversificación en la producción de minerales, para ello es necesario la realización de estudios previos al desarrollo de estudios enfocados en inversiones relacionadas a la mejora de procesos productivos sostenibles. Desde esta perspectiva (López Suares, 2021) enfatiza en las oportunidades que el gobierno ofrece para el sector minero por medio de incentivos que promuevan el fortalecimiento de empresas que desarrollen proyectos mineros sostenibles. Los cuales buscan fomentar la investigación, la gestión eficaz y la competitividad en la producción minera como ventajas en el desarrollo de estudios de extracción y exploración minera beneficiando así a las empresas.

En los últimos años se ha percibido un incremento de consumo en el sector de construcción, desde el punto de vista de (Grupo Bancolombia, 2021) se considera que la construcción residencial y el segmento informal continuará impulsando la demanda de materiales de construcción en el país, y se ha observado un incremento del 6,7% del consumo de productos para concreto y un 2% de incremento en los despachos de cemento entre 2020 y 2021 dando así un panorama prometedor el cual obliga a las empresas a buscar alternativas para aumentar su capacidad para estar en condiciones de satisfacer el mercado. Cada día este, está en busca de desarrollar nuevas metodologías que no solo les permitan aumentar la capacidad, calidad y eficiencia en los procesos sino también se ha intensificado la importancia de la percepción de los clientes en la eficacia de los tiempos de entrega oportunos generando oportunidades financieras, competitivas y comerciales para las empresas.

Tal como lo plantea (Valora Analitik, 2020) la demanda de minerales industriales va en aumento debido al desarrollo de la infraestructura en el país y el apetito por los bienes de lujo, la innovación es una parte fundamental de la industria minera, hoy

en día las organizaciones se han visto en la necesidad de intensificar sus esfuerzos para alcanzar este objetivo. Esto incluye la implementación de nuevas prácticas de trabajo remoto y nuevas formas de descarbonizar, entre otras.

Las trituradoras móviles ofrecen una ventaja económica concreta e inmediata desde este punto de vista (MB Crusher, 2014) considera que no solo es beneficioso en la disminución de transportes también genera beneficios ambientales, su uso mínimo los costos relacionados con los movimientos; su transporte es fácil, los costos por mantenimiento son bajos y permite ahorro de combustible o energía a diferencia de una trituradora fija.

Desde la perspectiva energética (Neumática del Caribe S.A, 2015) indica que la acertada gestión de la energía y combustibles hace que las empresas sean más productivas y rentables ya que al tener conocimiento del consumo en los procesos productivos incide positivamente en los costos de producción para ello es necesario saber usar, gestionar los recursos y contemplar medidas tecnológicas, seguimientos constante y análisis de alternativas de mejora.

Según (QuimiNet, 2012) la trituración móvil es una alternativa para responder al incremento de consumo de materia prima del sector de la construcción, así mismo fija un nuevo diseño productivo mejorando tiempo y costos dependiendo si se realiza la trituración en el área de explotación, en cuyo caso no se requiere transportar la materia prima hasta la planta de trituración, y el proceso de transporte se puede llevar a cabo únicamente de la cantera a los patios de almacenamiento o hacia el lugar que lo indique el cliente.

La implementación de trituradoras móviles en los procesos de triturado propone un elevado potencial de desarrollo. De acuerdo con (Rubble Master, 2022) su uso en la explotación de material a triturar en el aeropuerto de Salzburgo en Austria; un proyecto difícil puesto que su tiempo de ejecución era limitado, para ello fue necesario el uso de equipo de trituración móvil el cual permitió que fuera

desarrollado en el tiempo estipulado y con un mayor rendimiento. De la misma manera estas trituradoras son más amigables con el medio ambiente y generan un ciclo en el cual se ahorran costos y tiempos.

Otro caso de implementación el que describe (Gourley, 2020) realizado en la cantera del Condado de Oconee en Walhalla, EE. UU en respuesta al aumento de la demanda y paradas no programadas de una planta de trituración antigua; para ello se tomó en cuenta varias posibilidades para mejorar la capacidad de producción de material triturado, entre ellas plantas de trituración estacionarias y móviles. La cantera adquirió una planta de trituración móvil en la que permitió que el proceso fuese más flexible al proporcionar la posibilidad de ser reubicada donde se requiera como también una alternativa que se adaptara al futuro del sector minero duplicando su producción y mejorando la calidad de los materiales.

En el país (Escobar, 2011) menciona que su uso se da en las principales constructoras encargadas del desarrollo de las vías, su importancia en el desarrollo del proyecto de doble calzada Cisneros- Loboguerrero la Constructora Concreto S.A. radica en que el proyecto requiere explotar y aprovechar los recursos naturales y materiales que se encuentran en el área, generando ahorro en los costos y mayor eficiencia.

Este estudio de prefactibilidad, es una fase previa para el uso de trituradoras móviles, donde se determina la prefactibilidad de su uso y se determinan las posibles mejoras del proceso productivo y su impacto económico. La prefactibilidad de este estudio está compuesta por un análisis de la oferta y la demanda, métodos y tiempos, análisis de los costos y ahorros que abarcan el estudio.

Las empresas deben reestructurar y repensar los procesos para que puedan adoptar y beneficiarse de estos cambios, dejando atrás el enfoque tradicional; por ello se realizó el presente estudio de prefactibilidad donde se evaluó desde el punto de vista técnico y económico. Una alternativa sobre el uso de trituradoras móviles que podría permitir a las empresas de triturados del valle del Cauca responder a las

necesidades del mercado optimizando la capacidad, los tiempos de producción y nuevos métodos de producción de fijos a móviles; buscando evaluar variables que intervienen en el proceso de producción con el fin de determinar su prefactibilidad y rentabilidad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la extracción minera de insumos pétreos para la construcción ha aumentado un 40%, comparado con el mismo periodo del año 2021. Esto es debido a la dinámica del sector de infraestructura y la expansión de vivienda y edificación considerando la emergencia sanitaria a causa de la pandemia, lo que se podría decir que prácticamente la industria tuvo que parar sus actividades en el mes de abril 2021, y se reinstauró paulatinamente en mayo y junio. (Semana, 2022).

“En el primer trimestre de 2022, el valor agregado de explotación de minas y canteras crece 1,0% en su serie original, respecto al mismo periodo de 2021. Esta dinámica se explica en la siguiente en la tabla 1. (PIB, 2022).

La explotación y comercialización de productos pétreos para la construcción representa alrededor de \$3,5 billones anuales, de los cuales \$700.000 millones son destinados para pagar impuestos. Además, en términos de producción, para el 2021 hubo una extracción de 144 millones de toneladas (T), volumen que superó el reportado en el 2020 que fue de 130 millones/T, y con una proyección para el año en curso de 165 millones/T. (Semana, 2022).

Tabla 1 Explotación de minas y canteras *tasas de crecimiento en volumen * primer trimestre 2022

Actividad económica	Tasa de crecimiento (5)	
	Anual	Semestral
	2022 pr – I/ 2021 pr – I	2022 pr – I/ 2021 pr – IV
Extracción de carbón de piedra y lignito	-0,2	-0,2
Extracción de petróleo crudo y gas natural	0,0	0,7
Extracción de minerales metálicos	-1,9	-2,7
Extracción de otras minas y canteras	5,1	1,2
Actividades de apoyo para otras actividades de explotación de minas y canteras	0,0	0,2
Explotación de minas y canteras	1,0	-1,

Fuente:(PIB, 2022).

Con base en las cifras de la Tabla 1, en cuanto al trimestre anterior en su serie ajustada por causa estacional y calendario, el valor agregado de explotación de minas y canteras se reduce al 1,0%. (PIB, 2022).

Sin embargo, lo anterior, augura un panorama prometedor el cual obliga a las empresas a buscar alternativas para aumentar su capacidad para estar en condiciones de satisfacer el mercado, debido a que diariamente se deben desarrollar nuevas metodologías, que no solo le permitan aumentar la capacidad, calidad y eficiencia en los procesos, sino que también se ha intensificado la importancia de la percepción de los clientes, en la eficacia de los tiempos de entrega oportunos generando oportunidades económicas, competitivas y comerciales para las empresas.

El mercado ofrece alternativas de producción sostenibles para el sector minero, por ejemplo, se plantea la sustitución de plantas de triturado fijas por móviles, sin embargo, estos cambios requieren que las empresas analicen desde el punto de vista económico, financiero, procesos y ambiental su adaptación a las nuevas tecnologías en el proceso de triturados sin poner en riesgo el capital de la empresa, sin realizar importación de máquinas, sin un conocimiento previo; apresurando la toma de decisiones sin tener en cuenta un factor técnico, logístico y económico que pueda ocasionar pérdida de dinero o riesgos altos.

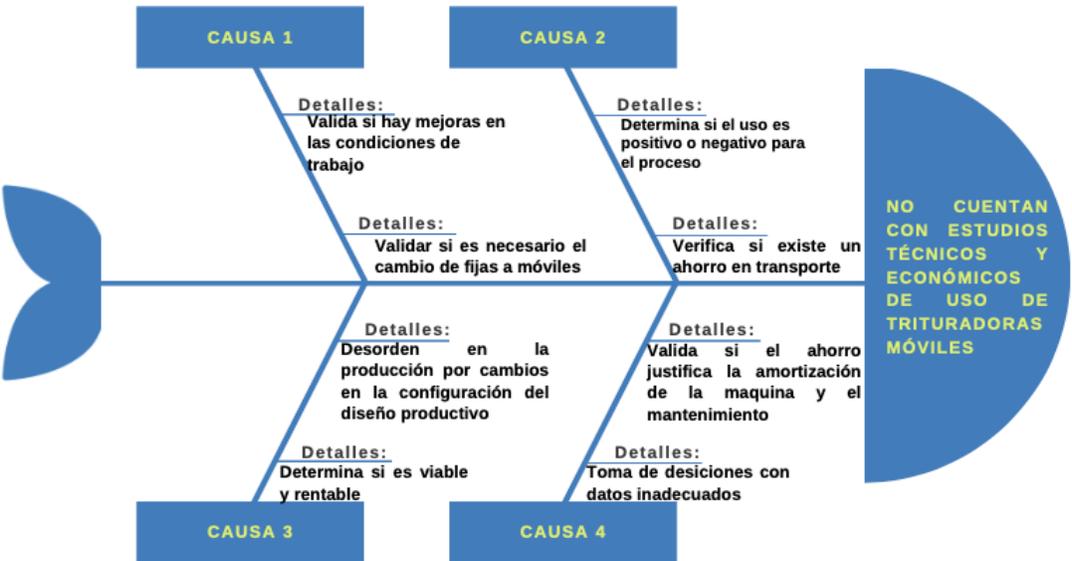
Según (Talero Urrego, 2014), la innovación no se puede dar únicamente en las características tangibles de los bienes, sino por el contrario dar una orientación a aquellas cualidades intangibles y diferenciadoras de la empresa, y en oportunidades de mejora en el diseño de los procesos productivos.

Las empresas del sector minero están siendo incentivadas por la implementación e investigación de nuevas formas de producción en términos de mejora y eficiencia de procesos como también por mejora en la sostenibilidad y en la capacidad de producción. La trituración móvil es un proceso innovador en vista de que en el país no es tan común el uso de estas ni tampoco su documentación, su uso se destaca en las principales constructoras de vías del país.

En consecuencia, se observó que las empresas de triturados del Valle del Cauca no cuentan con un estudio de prefactibilidad técnico, logístico y económico de uso de trituradoras móviles por tanto antes de que la empresa invierta en hacer un estudio de factibilidad primero debe analizar si es necesario entrar o no en esa discusión por esto requiere el estudio de prefactibilidad el cual puede tomar decisiones con datos adecuados, verificar si el ahorro en transportes justifica la amortización de la máquina; y si realmente los costos por transporte son altos o no. Identificar que cambios en sus procesos son necesarios y que pueden generarse en la empresa al realizar el cambio en la configuración del diseño del proceso productivo, si es necesario la actualización de equipos fijos a móviles, si se generan

mejoras, eliminación de trabajo excesivo y reprocesos en la cadena logística y/o productiva, esto se muestra en la Figura 1, las causas obedecen a los hechos o situaciones que se observan al analizar el objeto de estudio, los efectos son reflejo de los hechos y situaciones que se producen por la existencia de los síntomas de las causas.

Figura 1 Espina de pescado problema



Fuente: (Elaboración propia).

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es prefactible desde el punto de vista de mercado, técnico y económico para las empresas de triturados del Valle del Cauca usar una máquina trituradora móvil, como alternativa en el proceso de trituración de piedra diabasa?

1.2 SISTEMATIZACIÓN

¿Cuáles son las oportunidades en el mercado que tienen las trituradoras móviles para la extracción de piedra diabasa en el Valle del Cauca?

¿Cuál es la prefactibilidad técnica del funcionamiento de una trituradora móvil en los procesos de piedra diabasa en una empresa de triturados del Valle del Cauca?

¿Qué tan rentable es para las empresas de triturados del Valle del Cauca el uso de una máquina trituradora móvil en el proceso de trituración?

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 ALCANCE

En este trabajo de grado se realizó un estudio de prefactibilidad en el ámbito de mercado, técnico y económico del uso de equipos móviles en el proceso de trituración en Triturados en las empresas del Valle del Cauca. (Bermúdez Jiménez & Muñoz Moreno, 2021) define el estudio de prefactibilidad como la etapa preliminar para el desarrollo y gestión de un proyecto por ello en este estudio se evaluó la demanda, la oferta, el marketing mix y los procesos de producción, además, se realizó un estudio económico para determinar la prefactibilidad económica, vale aclarar, que no se tuvo como objetivo una implementación, adecuación, ni cambios en el diseño productivo actual de las empresas.

2.2 LIMITACIONES

Como limitaciones para este estudio de prefactibilidad se encuentra el acceso a la información debido a que es un proceso que no es tan común su implementación en las empresas en Colombia. Según (Semana, 2022) se emplea generalmente en proyectos de vivienda, comercio e industria, los límites de este trabajo de grado son un diagnóstico en el que se documentó el proceso actual de las empresas y un análisis del proceso si se tiene en cuenta el uso de trituradoras móviles, así como un estudio económico, todo esto comprende el estudio de prefactibilidad.

2.3 IMPACTO SOCIAL

Este estudio puede demostrar que la implementación de una máquina trituradora móvil en los procesos de extracción de piedra diabasa puede generar una mejora en las condiciones operativas de los empleados ya que estos deben hacer menos esfuerzos para realizar las mismas operaciones; además cuando se adquiere este tipo de maquinaria se deben generar espacios para capacitaciones que les permita

a los colaboradores mejorar sus competencias y aprender mejores técnicas y métodos más seguros de trabajo. Es una oportunidad de generar empleo. El cambio de proceso de trituración fijo a móvil implica especializar y/o capacitar a los colaboradores hacia las nuevas condiciones y configuración de la actividad.

De igual forma la disminución de tráfico por las vías principales del sector ya que de ser prefactible su uso y la empresa empieza a implementar las trituradoras móviles, el flujo vehicular de las volquetas puede disminuir y así mismo los posibles accidentes que se puedan generar por la presencia de volquetas sobre algunas vías cercanas a las canteras.

2.4 IMPACTO AMBIENTAL

Desde este estudio de prefactibilidad se analizó el uso de equipos móviles para trituración de piedra diabasa y se determinó gracias a las experiencias de otros países que se puede generar una mejora en el proceso de trituración tal como lo afirma (Gourley, 2020) el uso de estas, genera ahorro en combustible, el ajuste o cambio en el diseño de la planta deberá ser flexible debido a que no es necesario su rediseño ya que ésta tiene la capacidad de ser reubicada en el terreno que se requiera.

La implementación de máquina trituradora móvil puede generar una disminución de viajes de material en volquetas lo cual propone un ahorro en el consumo de combustible, igualmente incurriendo en la reducción de los costos por adecuación de vías. También evidenciar si es posible reducir la contaminación acústica y disminuir la emisión de gases; asimismo como derrames de aceite o productos no biodegradables en el medio ambiente los cuales generan costos adicionales en recuperación de áreas ambientales.

Para (Jimenez Prieto, 2019), es muy importante que la empresa identifique aquellos riesgos ambientales que se generan dentro de este subproceso, su impacto y prevención, al igual que el control y disposición de residuos. Esto permitirá mantener el reconocimiento y compromiso con la protección del medio ambiente.

2.5 IMPACTO ECONÓMICO

Este estudio de prefactibilidad al tratarse del uso de una trituradora móvil podría ser un primer paso para la empresa en un futuro pueda minimizar los costos de adecuación de espacio, al no ser una máquina fija puede permitir realizar el proceso de trituración en el lugar de explotación con posibles efectos positivos como la disminución de costos en transporte y mayor volumen de distribución en volquetas. Además, (López Suares, 2021) destaca que los proyectos o estudios sostenibles permiten a las empresas tener acceso a los incentivos económicos planteados por el gobierno.

De la misma manera (Escobar, 2011) destaca la importancia del uso de trituradoras móviles dentro de los proyectos ya que al ser versátiles disminuyen tiempos considerables durante el desarrollo de los proyectos.

El estudio de prefactibilidad es un primer paso para acercar este tipo de tecnología a la empresa sin la necesidad de arriesgar grandes capitales al tomar decisiones apresuradas y sin fundamentos.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Determinar la prefactibilidad del uso de trituradoras móviles en las empresas de triturado del Valle del Cauca como alternativa en el proceso de trituración de piedra diabasa desde el punto de vista del mercado, técnico y económico.

3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las oportunidades que tienen en el mercado las trituradoras móviles para la producción de piedra diabasa en el Valle del Cauca evaluando la oferta, demanda y el marketing mix.
- Evaluar desde el punto de vista técnico el funcionamiento de una trituradora móvil en el proceso de producción de piedra diabasa, mediante un estudio de métodos y tiempos que permita la comparación entre las trituradoras fijas y móviles.
- Evaluar en términos económicos las diferencias del uso de trituradoras fijas y trituradoras móviles en el proceso productivo de piedra diabasa mediante el VPN y TIR.

4. ESTADO DEL ARTE

Para llevar a cabo los antecedentes del presente trabajo se tienen en cuenta proyectos realizados aplicados a diferentes empresas tanto nacionales como internacionales que permitan identificar los vacíos de conocimiento en el tema de investigación.

En el campo internacional, el trabajo de (Zeballos Bustamante, 2018) realizado en Arequipa, tiene como objetivo establecer la factibilidad para producir baldosas de piedra pórfido empleando cizallas hidráulicas. A través de un análisis cualitativo cuantitativo, se concluyó que la propuesta es viable para utilizar este tipo de maquinaria, las cuales aplican la Ley de Pascal en fluidos. Del mismo modo, se determinó que la tasa interna de retorno (TIR) es de 43.90%, superando el costo de oportunidad de capital sugerido por los inversores (7.8%), lo que conlleva a deducir que el proyecto producirá rentabilidad a los inversionistas.

El trabajo de Zeballos, reviste importancia para este proyecto toda vez que se enmarca como un referente en la iniciativa para llevar a cabo el mejoramiento de los procesos productivos con la implementación de nuevas máquinas para la producción, en este caso de una trituradora móvil para piedra diabasa en la empresa Triturados El Chocho S.A.S, identificando sus falencias a través de las técnicas metodológicas como lo son la entrevista y la observación.

(Ortega Rondón, 2019), realizado en Perú, titulado: "Prefactibilidad para la instalación de una planta de molienda de carbón mineral", tiene como objetivo evidenciar que, a partir de la implementación de una planta de acopio de carbón mineral, se logra producir un material homogéneo y, por ende, satisfacer la necesidad del cliente. Como metodología se utilizó un estudio descriptivo sobre el origen del precio de compra del carbón mineral, todo según las propiedades del carbón examinado por el cliente en su laboratorio, lo cual establece el modo de cómo se lleva cabo la mezcla para obtener la máxima utilidad posible, mediante la

implementación de la planta de acopio, además de emplear la mayor cantidad de carbón posible mitigando así el desmonte no útil el cual tiene el potencial de impactar en el medio ambiente. La conclusión es que se debió realizar tal inversión, la cual tendría un período de recuperación de un año y cuatro meses, lo que la hace atractiva para la empresa.

El trabajo de Ortega, es importante para el proyecto porque al ser un estudio de prefactibilidad técnica y financiera sirve como base metodológica para su desarrollo. Asimismo, criterios de cómo evaluar técnicas de medición del trabajo, métodos para la eliminación de tiempos improductivos, recuperación de la inversión.

En el contexto nacional se cita el proyecto (Gómez Morales et al., 2016), “Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de agregados pétreos producidos a partir de residuos sólidos de construcción y demolición para la región de Bogotá”, el cual se llevó a cabo con el objetivo de hacer un aporte al sector de la construcción, creando valor a un residuo catalogado desecho, convirtiéndolo en una materia prima reutilizable, aminorando los costos en la producción de los agregados pétreos (grava y arena) y fomentando una posibilidad que reduce los impactos ambientales. El hallazgo fue que la propuesta de implementación de la planta es rentable, factible y meritoria desde el punto de vista económico. Los resultados de los lineamientos de evaluación encontrados en el análisis, demostraron que el proyecto genera valor para los inversores a un vínculo beneficio costo de 1,63. Se concluye, que las fluctuaciones en los precios de la materia influyen cuantiosamente en la rentabilidad del proyecto, debido a que en este panorama el máximo VPN proyectado a lograr estaría en 1.796 millones de pesos, en tanto que con variaciones en la demanda el VPN más alto se encuentra en 2.084 millones de pesos.

La importancia del trabajo de Gómez, radica en la adquisición de nuevas máquinas trituradoras, la cual sirve como un punto de partida y ejemplo como estudiante de ingeniería industrial. Los autores realizan una encuesta con la que logran

diagnosticar la problemática que se configura en la necesidad de adquirir dichas máquinas para el correcto proceso de molienda.

En el trabajo de (Hernandez Patiño, 2017), llevado a cabo en Bogotá, la finalidad fue proponer a la empresa MacroAcero Ltda., la implementación de una nueva línea de trituración portátil para roca a partir de la adecuación de plantas fijas de trituración y clasificación de producto mineral, donde se lleva a cabo el proceso de triturado de arena, gravilla o piedras; de acuerdo a su granulometría, dirigido al sector de la construcción. Como instrumento metodológico se utilizó la encuesta. Los resultados arrojaron que los costos de inversión resultan inferiores a las plantas estáticas de triturado, y más aún cuando éstas deben ser desplazadas a otras áreas. Se concluye, que el planteamiento de la selección de maquinaria a integrar para el ensamble de la nueva línea de trituración, tiene un gran impacto en la industria, debido a que representa más utilidades a menor costo.

De acuerdo a los resultados del trabajo de Hernández, vale la pena tomarlo como punto de referencia porque da hincapié para continuar con este proyecto con la finalidad de mejorar los procesos productivos de la empresa Triturados El Chocho, tomando como referencia la metodología desarrollada en el estudio técnico, los aspectos administrativos y legales a tener en cuenta, y el estudio y análisis, evaluación económica y financiera.

(Escobar, 2011), el objetivo del proyecto se enfocó en el Overhaul de una planta de trituración móvil, para la construcción de la doble calzada Cisneros-Loboguerrero desarrollada por la Constructora Concreto S.A., la obra propone el aprovechamiento de los recursos naturales que pueden ser usados como materia prima para el desarrollo de ésta, para ello es necesaria la planta de trituración móvil la cual permite el aprovechamiento de los recursos disponibles, generando un ahorro en los costos y mayor eficiencia.

Este trabajo aporta una visión más real de los procesos, la mano de obra involucrada, los costos y rentabilidad económica base de un proyecto de trituración de piedra.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 Ingeniería de los métodos

La ingeniería de métodos comprende el estudio del proceso de fabricación o prestación del servicio, el estudio de movimientos y el cálculo de tiempos, posibilita la medición del trabajo teniendo en cuenta el aprovechamiento de equipos, espacio y/o condiciones de trabajo y los recursos humanos en el estudio. (Palacios Acero, 2016).

La ingeniería de método está basada en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada usada para el desarrollo de un trabajo u operación. Su objetivo principal dentro del estudio es la aplicación de nuevos métodos sencillos y eficientes para así aumentar la productividad en un sistema productivo. (Palacios Acero, 2016).

5.1.2 Ingeniería económica

Esta se fundamenta en el desarrollo de procesos que permitan obtener beneficios a menor costo en lo que se refiere a las actividades y/o insumos relacionados estrechamente con la ingeniería. Estos elementos son la base fundamental en el estudio estratégico de la mayoría de las actividades de ingeniería.

La ingeniería económica es importante para el progreso de este estudio ya que su estructura consiste en diseñar, cifrar e identificar costos o inversiones innecesarias. (Mi carrera universitaria, 2022).

5.1.2.1 Diagrama de flujo

Es una herramienta la cual será usada para representar la secuencia de los procesos e interrelación por medio de símbolos gráficos. indicando las actividades necesarias para llevar a cabo la realización de las actividades demostrando las interrelaciones entre las actividades, como también facilita detectar fallas y cambios en el proceso. (Meire, 2018).

5.1.2.2 Valor presente neto

Su objetivo es comparar los resultados obtenidos de los periodos. Es utilizado para evaluar el rendimiento de posibles inversiones.

Su ecuación es:

Ecuación 1 Valor presente neto

$$VPN = Inversión\ inicial \sum \frac{Flujo\ de\ efectivo}{(1 + tasa\ de\ descuentos)^{número\ de\ periodos}}$$

Fuente: (Gasbarrino, 2022).

Para la toma de decisiones se deben tener en cuenta lo siguiente si $VPN > 0$ se puede aceptar el proyecto, si $VPN = 0$ se es indiferente el avance del proyecto y si $VPN < 0$ el proyecto no es viable y se debe rechazar. (Gasbarrino, 2022).

5.1.2.3 Tasa interna de retorno

Esta demuestra la rentabilidad que puede ofrecer una inversión y el beneficio porcentual o pérdida que tendrá dicha inversión. Es la tasa que iguala la sumatoria

de los gastos y la suma del valor actual de los ingresos. (Fernandez de la Cigona, 2021).

Su ecuación es la siguiente:

Ecuación 2 Tasa interna de retorno

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

Fuente: (Fernandez de la Cigona, 2021).

Donde:

Io= Inversión inicial

Cn= Flujo de Caja

N= Número total de periodos

N (n) =Año en el que se van obteniendo beneficios de cada periodo.

r=TIR

5.1.2.4 Flujo de caja

El objetivo del flujo de caja a partir de los datos generados por la operación diaria, es permitir inspeccionar a detalle la información de los flujos de efectivo en un lapso de tiempo (diario, semanal, mensual), para que los encargados de las empresas cuenten con un mejor análisis de la información, un orden financiero, un control del efectivo y un apoyo en la toma de decisiones sobre aspectos económicos de la compañía. (Rocha, 2008).

5.1.3 Marketing mix

El marketing mix está compuesto por cuatro pilares los cuales permiten el análisis de la forma en que se lanza un producto o servicio al mercado. Estos cuatro pilares son el producto, el precio, la distribución y la promoción estos determinan de qué manera se está ofreciendo un producto o servicio y su comportamiento en el mercado para así analizar de qué manera se puede ganar y mantener las ventajas competitivas en el mercado. (North, 2022).

5.2 MARCO CONCEPTUAL

- Piedra diabasa: La diabasa o dolerita, generalmente conocida como granito negro; es una roca ígnea intrusiva de granulado fino a medio, con muchos cristales de color gris oscuro o negro. Su composición mineralógica es casi idéntica a la del gabro, pero habiendo superado una situación filoniana o subvolcánica. (Armonísimo, 2022).
- Trituradora: Es una máquina usada para el procesamiento de materiales con la finalidad de obtener fragmentos de menor tamaño de los mismos. (QuimiNet, 2022).
- Trituración: Es el proceso en el cual se usan las trituradoras. Consiste en la reducción y desmenuzando del tamaño de las partículas del material a moler con diferentes técnicas como lo son la molienda, el impacto, abrasión o desgaste. (Estanda, 2022).
- Trituradora móvil: Es una máquina móvil que se puede instalar en diferentes ubicaciones, es una solución más flexible que permite triturar piedra y rocas muy duras. (Constmach, 2022).

5.3 MARCO CONTEXTUAL

Por motivos del desarrollo económico y el aumento demográfico que se observa anualmente en cada uno de los departamentos de Colombia, surge el requerimiento de poner en marcha “nuevas obras de infraestructura como viviendas, edificios, carreteras, centros comerciales, parques” (Gómez, 2021, p.12), entre otras, y de este modo poder satisfacer las necesidades de la población.

Las compañías que se dedican a dicha actividad requieren de piedra, arena, arenisca, grava, gravilla, recebo, materiales que se sustraen de ríos y canteras, que en gran parte, son utilizados para un proceso de transformación a través del triturado de piedra, con la finalidad de “comercializarlos como insumos de producción de asfalto, concreto, como, también, para bases y sub-bases para construcción de vías” (Rivera y Pajajoy, 2018, p.10).

Quedando claro lo anterior, García y Giraldo (2013), afirman que el sector de la producción de agregados pétreos triturados para la construcción en la ciudad de Cali y sus alrededores (Yumbo, Palmira y Jamundí), se podría catalogar como un oligopolio de oferta porque está controlada por seis compañías en la región: Agregados y Mezclas Cachibí S.A., INGEOCC S.A., Triturados el Chocho S.A.S. Perea y Cía. Ltda., Rocales y Concretos S.A.S. y Adecuaciones y Agregados S.A.

Por otra parte, este mercado se constituye totalmente por la demanda según los períodos económicos regionales y el desarrollo de las obras civiles y edificadoras de la ciudad. De acuerdo a las cifras del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2021), se calcula, que la capacidad instalada a nivel país es de 150 millones de toneladas anuales, lo que se promedia en 100 millones de m³ cada año. La capacidad instalada para Santiago de Cali y su área de influencia es alrededor de un millón quinientos mil m³ anualmente, esto es, el 1,5 por ciento de la capacidad nacional.

Según el informe de Camacol (2020), los clientes primordiales de las compañías de agregados pétreos son personas jurídicas que llevan a cabo sus pagos mediante crédito, el 45% del mercado respecta a trabajos de infraestructura lo que quiere decir que, las compañías de productos pétreos deben contar con la capacidad financiera para operar, en tanto recuperan la cartera. Sin embargo, las ventas de contado no constituyen más del 16% del total, establecen un buen nivel de flujo de caja.

La competencia entre las compañías de agregados pétreos en la ciudad de Cali y zonas aledañas, se determina cuando presentan condiciones semejantes con respecto a productividad, tamaño, capacidad instalada, equipos, tecnología y mercado meta. Debido a los requerimientos del mercado algunas compañías han diversificado sus productos, a través de integraciones verticales y horizontales, estableciéndose en competencia para sus mismos clientes. (García y Giraldo, 2013).

Con su desarrollo industrial la Empresa inició un ambicioso programa de recuperación ecológica de la desértica y erosionada ladera occidental del Cerro de las Tres Cruces. Cerca de 70 hectáreas de bosques dentro del área constituyen uno de los mayores programas de reforestación en los cerros tutelares de la ciudad, desérticos por siglos por su explotación excesiva en el suministro de madera, leña, quemas y pastoreo de ganado. (Triturados El Chocho S.A.S, 2018b).

5.4 MARCO LEGAL

A continuación, en la siguiente tabla 2 se relacionan las normas legales las cuales se deben darles cumplimiento.

Tabla 2 Marco Legal

Norma	Tema	Objeto
Artículo 80	Medio ambiente	El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.
Artículo 330	Medio ambiente	La explotación de los recursos naturales en los territorios indígenas se hará sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas. En las decisiones que se adopten respecto de dicha explotación, el Gobierno propiciará la participación de los representantes de las respectivas comunidades.
Ley 99 de 1993	Medio ambiente	Esta se enfoca en las licencias ambientales que se deben tener en ejecución de actividades, establecimiento y/o gestión de cualquier actividad que pueda causar deterioro grave al medio ambiente y recursos naturales.
CONPES 4090	Política Nacional de Economía naranja: Estrategias para impulsar la economía de la cultura y la creatividad	Mejorar las condiciones y capacidades de derechos culturales, desarrollo económico y social que fomenta la tecnología y la ciencia.
Ley 685 de 2001	Fiscalización y supervisión de la actividad	El presente código fomenta la exploración técnica y explotación de los recursos mineros de propiedad pública y privada, estimulando esta actividad con el fin de cumplir con la demanda interna y externa.
Ley 1753 de 2015	Inversión social	Esta se fomenta que en los contratos suscritos por la Autoridad Minera se deben incluir las obligaciones del concesionario de la elaboración y ejecución de planes de gestión social.

Fuente: (Lucía Ramírez Blanco et al., n.d.), (*Marco Normativo Del Sector Minero - EITI COLOMBIA*, n.d.), (Constitución Política de Colombia, 2022b), (Constitución Política de Colombia, 2022a; Legislativa, 2022) .

6. METODOLOGÍA

6.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio es de tipo cuantitativo, la investigación cuantitativa es la encargada de la recolección y análisis de datos cuantitativos donde se observa la generalización, el enfoque y la relación entre ellos.

6.2 METODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación que se va a usar es de tipo observacional, el cual se enfoca en el uso de técnicas que permiten al investigador obtener información por medio de la observación directa y registro de fenómenos, pero sin ejercer ninguna intervención (dejando libres a los observados). (Müggenburg Rodríguez & Perez Cabrera, 2007). Se realizaron visitas a las instalaciones; para ello, se estructuró el diseño de una entrevista con anterioridad; se analizaron preguntas clave, se aplicó la entrevista y se determinó el proceso global desde el punto de vista logístico y el funcionamiento del proceso.

6.3 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN

6.3.1 Entrevistas

Se diseñó la entrevista para el diseño de idénticas preguntas clave para lograr su objetividad como lo son: ¿Cómo es el proceso logístico actual de la empresa? ¿Cómo es el proceso productivo actual de la empresa? Se aplicó y se analizaron los resultados de la entrevista.

6.3.2 Visitas técnicas

Se realizaron visitas técnicas a las afueras de la empresa con el objetivo de tener un panorama real del proceso productivo y logístico de la empresa como también aplicar entrevistas a personas relacionadas con la empresa.

6.4 ENTREGABLES DEL PROYECTO

En el primer objetivo se va a realizar un estudio del mercado de la piedra diabasa, donde se estudió la definición del producto y sus productos derivados, su clasificación, análisis de la demanda, características, distribución; análisis de la oferta, características, oferta existente benchmarking, pronóstico; el precio modelo y rango; y la plaza. También se realizó un estudio del mercado de las trituradoras móviles; se investigó la definición del producto, su clasificación; análisis de la demanda sus características, distribución y demanda; análisis de la oferta, características, oferta existente; precio el modelo, la plaza y análisis final de los estudios de mercado.

En el segundo objetivo se realizó un estudio técnico en el que se desarrolló un análisis de los procesos productivos con trituración fija realizó un diagrama bpmn actual, la matriz de máquinas y equipos necesarios, diagrama de actividades donde

se analizaron los tiempos y las distancias; se analizó la trituración móvil se desarrolló el diagrama bpmn propuesto, matriz de maquina propuesta y diagrama de actividades que tendrá en cuenta el tiempo y la distancia; también análisis técnico de la implementación, las ventajas de la trituradora móvil, comparación de requerimientos técnicos, nivel de producción y un análisis final.

En el tercer objetivo se realizó un estudio económico para determinar la prefactibilidad del proceso con trituradora móvil. Se estudiaron los costos fijos por método de trituración, los costos por trituración fija y móvil, la comparación entre métodos de trituración, su ahorro y el posible aumento de la producción en diferentes escenarios, el costo de la producción por escenarios; se determinó la inversión inicial, se calculó el valor presente neto y se analizó la tasa interna de retorno.

7. ESTUDIO DEL MERCADO PIEDRA DIABASA

7.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El producto que se extrae de las canteras y que es objeto de estudio de este trabajo de grado es la piedra diabasa, la cual se puede utilizar en diferentes actividades económicas tales como la arquitectura donde se emplea para la construcción de interiores como lo son encimeras, casas, decoración de interiores, áridos decorativos y las cocinas. En el uso de exteriores se usa como decoración de jardín, piedra de construcción, piedra pavimentadas .

En la figura 2 se observa la piedra diabasa.

Figura 2 Piedra diabasa



Fuente: (Armonísimo, 2022).

En la industria se utiliza para la construcción de casas, para la fabricación de cemento y carreteras, en antigüedades como lo son esculturas, monumentos y artefactos. (Comprenature, 2022).

Las propiedades físicas y mecánicas se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Propiedades físicas y mecánicas

Propiedades	
Físicas	Químicas
Alta resistencia a la compresión (dentro de 500 MPa). tiene una resistencia de 90-250 MPa. Excelente resistencia a las heladas (hasta 300 ciclos). Dureza (en la escala de Mohs) igual a 7 puntos. Microdureza de 7 a 10 GPa. Abrasión Constituyendo 0,07 g / cm ² . Alto (2,79-3,3 g / cm ³) densidad. Gravedad específica alrededor de 3 g / cm ³ . Coeficiente porosidad total de 0,8-12. Estructura de ofita formado por cristales de plagioclasa alargados ubicados caóticamente, los huecos entre los cuales están llenos de augita. Una ruptura desigual. Punto de fusión, fluctuando entre 1000-1250 grados. Insignificante coeficiente de expansión uniforme cuando se calienta. Conductividad térmica dentro de 1,71-2,90 W / (m · K). Capacidad calorífica, que asciende a 783-929 J / (kg K). Bajo (no más del 0,1%) por el nivel de absorción de agua. La piedra prácticamente no absorbe agua. Radiactividad específica superior a 74 Bq / kg. Gama de colores limitada representado en negro, verde y gris.	La composición química aproximada es de: 49% SiO ₂ ; 15,7% Al ₂ O ₃ ; 9,3% de CaO; 7,7% de FeO; 5,9% de MgO; 4% Fe O ₃ ; 2,8% de Na ₂ O; 1,5% de TiO ₂ ; 0,3% P ₂ O ₅ ; 0,3% de MnO; 0,9% K ₂ O.

Fuente: (Armonísimo, 2022).

7.1.1 Productos derivados de la piedra diabasa

A continuación, en la tabla 4 se muestran los siguientes productos que se derivan de la piedra diabasa.

Tabla 4 Derivados de la piedra diabasa

Producto		Características y usos
Grava 3/8		Se conoce como gravilla de calidad superior. Se utiliza en aplicación de sello asfáltico en carreteras.
Grava de 1/2"		Es un agregado grueso se usa para la rellenos, concreto y espacios confinados.
Grava de 3/4"-1"-2" o Balasto ferroviario		Estas se utilizan para la fijación de vías de ferrocarril o de fijar traviesas, cemento para contener los railes o tablonos de madera.
Arena triturada		Arena triturada
Base granular tipo invias		Usada para la construcción de las estructuras de pavimentos y urbanismo.
Sub-base granular tipo invias		Esta es usada como sabe granular a la capa granular ubicada entre la subrasante y la sabe granular en los pavimentos asfálticos.

Fuente:(Junco, 2022),(Y, 2022),(Colombia, 2022),(Mercantil, 2022).

7.1.2 Clasificación del producto

La piedra diabasa es un producto de consumo de tipo industrial, hace parte del grupo materiales y refacciones el cual relaciona las materias primas, materiales y componentes manufacturados.

7.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

7.2.1 Característica de la demanda

Según (Grupo Bancolombia, 2021) en 2021 la perspectiva de consumo fue alentadora debido a la reiniciación de obras que estaban paradas y también por los incentivos ofrecidos para vivienda nueva. La construcción y el desarrollo de la infraestructura regional de viviendas, vías y otras obras de otro tipo las cuales han impulsado la explotación de las canteras. La piedra diabasa tiene una demanda inelástica ya que independiente de que varíe el precio, las obras y proyectos de vivienda ya están vendidos por tanto la disminución del consumo con respecto a la alza del costo de los productos de construcción es leve.

El sector de la construcción registró un consumo de arena ,diabasa y gravas para el 2021 registró una producción de en arena 219.908 m³ , la diabasa 324.702 m³ y en gravas registró una producción de 169.224 m³. En 2022 del primer trimestre registró una producción de 12.050 m³ de diabasa. (Upme, 2022b).

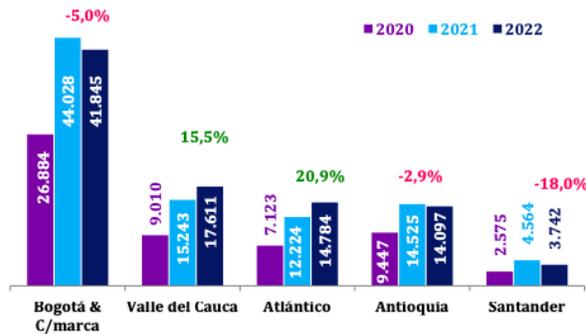
(Michelle Chavaco, 2022) destaca que la economía en el valle del cauca presenta un crecimiento del 12% del cual el 9% representa en el sector de la construcción.

El ritmo de las viviendas vendidas en el sector de la construcción tiene un consumo positivo. Teniendo en cuenta el informe de la (Camara de Comercio Cali, 2022) en

Colombia en el primer semestre de 2022 fueron vendidas 127.225 unidades de vivienda, el cual indica un incremento anual del 2,8%.

En la figura 3 se observa las ventas realizadas de unidades por vivienda entre 2020, 2021 y 2022 por departamentos y el crecimiento anual.

Figura 3 Unidades de viviendas vendidas por departamentos I semestre (2020-2022)



Fuente: (Cámara de Comercio Cali, 2022).

En el valle del cauca las viviendas vendidas fueron de 17.611 unidades de enero a junio de 2022 presentando un incremento anual del 15,5 %.

En la tabla 5 se observan las unidades de vivienda vendidas del Valle del Cauca en el área de conurbación por municipio.

Tabla 5 Unidades de viviendas vendidas Valle del cauca en el área de conurbanización por municipio

Municipio	2020	2021	2022	Var. (%) 2022 Vs.	Part. (%) 2022
Cali	3807	4228	6740	59,4	39,2
Candelaria	940	3560	4390	23,3	25,5
Jamundí	2398	4519	3650	-19,2	21,2
Palmira	512	1399	1236	-11,7	7,2
Yumbo	962	1010	1187	17,5	6,9
Total AAC	10639	14716	17203	16,9	100

Fuente : (Cámara de Comercio Cali, 2022).

En Cali entre Enero y Junio del 2022 fueron vendidas 6.740 unidades de viviendas, presentando un 59,4% más comparado con el periodo de 2021.

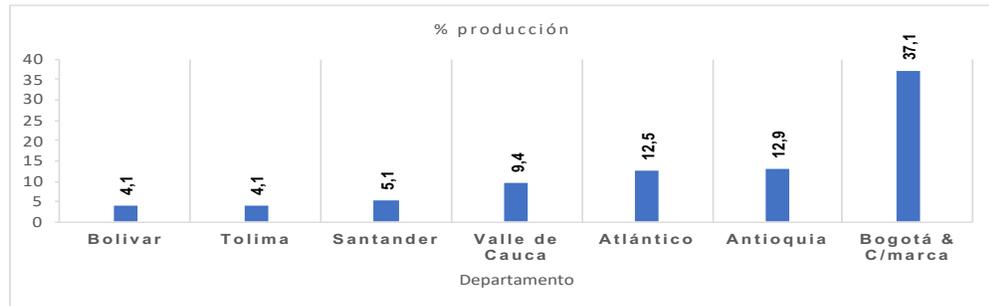
El principal producto de consumo de las viviendas vendidas es el concreto, el concreto es una mezcla que está compuesta por cemento, agua, grava, arena y/o agregados, el cual representa un consumo de piedra diabasa. Como señala (Construyendo Seguro, 2022) , la mezcla está compuesta el 75% de arena y piedra triturada (diabasa y/o productos derivados) y el 25% cemento y agua.

En Colombia en 2022 fueron requeridos 3.330 metros cúbicos en el primer semestre el cual representa 18,5% más que en 2021, del cual el 13,8% es diabasa y/o derivados el cual equivale a un consumo aproximado de 2.497,5 metros cúbicos de diabasa y/o derivados. Teniendo en cuenta la información anterior se puede decir que el consumo de piedra diabasa tiene una tendencia de consumo creciente en vista de que el sector de construcción representa un consumo positivo para la industria minera de piedra.

7.2.2 Distribución de la demanda

En la actualidad la distribución de la producción de concreto premezclado en Colombia por departamentos se puede observar en la siguiente figura 4.

Figura 4 Distribución de la producción de concreto premezclado por departamentos



Fuente:(Cámara de Comercio Cali, 2022).

Durante el primer semestre de 2022 el Valle del Cauca tuvo una participación de 9,4% en la producción de concreto premezclado.

7.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA

7.3.1 Características

Como afirma (Upme, 2022a), la oferta de producción de diabasa en Valle del Cauca en 2021 se observa en la tabla 6 a nivel departamental y local en m³.

Tabla 6 Oferta

Producción 2021	Valle del Cauca	Cali
I Trimestre	100785	67120
II Trimestre	119046	23423
III Trimestre	66321	37508

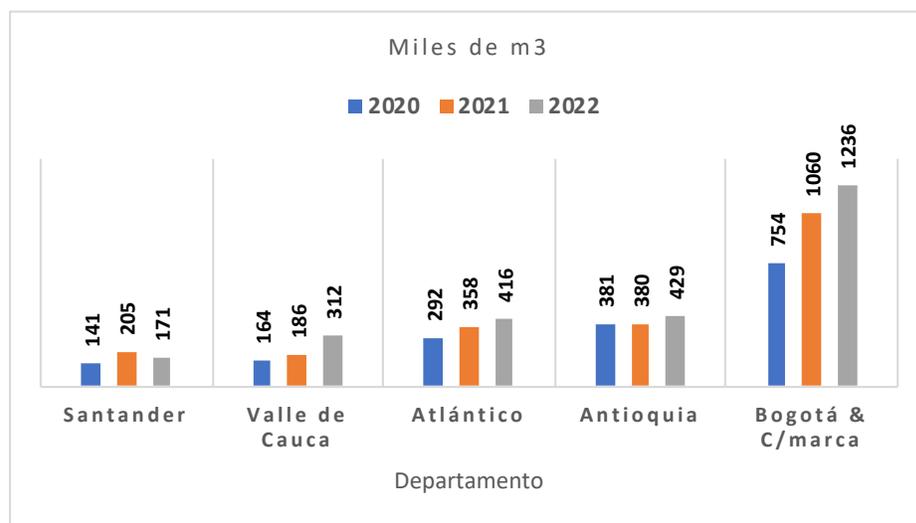
Fuente: (Upme, 2022a).

El cual establece un panorama positivo de consumo de piedra diabasa para las empresas productoras de material para construcción.

7.3.2 Oferta existente

Como lo hace notar (Cámara de Comercio Cali, 2022) en Colombia la producción de concreto premezclado que se llevó a cabo durante los primeros semestres de 2020-2022 se representa en la figura 5. A continuación, se observa la producción realizada por los principales departamentos.

Figura 5 Producción de concreto premezclado por departamentos I semestre 2020-2022*(miles de m3)



Fuente: (Cámara de Comercio Cali, 2022).

El crecimiento de la producción de 2022 de enero a junio registró un aumento de 67,5% anual pasando de una producción de 186 metros cúbicos a 312 mil metros cúbicos.

7.3.3 Benchmarking

En función del alcance de este estudio de prefactibilidad se realizó el análisis en el Valle del Cauca. El análisis está enfocado en 6 canteras las cuales producen agregados pétreos para construcción en la ciudad de Cali y Yumbo.

Según (Garcia Arias & Giraldo Giraldo, 2013) La producción de diabasa y agregados pétreos está conformada por 6 canteras, las cuales son :

- Triturados el Chocho y Cía.. Ltda.: Creada en 1945, tiene una capacidad instalada de 400.000 m³/año.
- Agregados y mezclas Cachibi S.A: Creada en 1997, tiene una capacidad instalada de 300.000 m³/año.
- Ingeniería y Minería de Occidente S.A – INGEOCC S.A.: Creada en 2002, tiene una capacidad instalada de 300.000 m³/año.
- Perea y Cía.. S.A.S: Triturados Arroyohondo: Creado en 1997 cuenta con una capacidad instalada de 180.000 m³/año.
- Rocales y Concretos S.A.S: Creada en 1993, tiene una capacidad instalada de 1800.000 m³/año.
- Adecuaciones y Agregados S.A – AYA S.A : Creada en 1997, tiene una capacidad instalada de 300.000 m³/año.

7.3.4 Pronóstico

Camacol Valle del Cauca estima un aumento del 7% en ventas de viviendas. La tendencia del consumo de piedra diabasa es creciente, ya que este es uno de los productos de consumo principal para las constructoras y desarrollo de vías.

7.4 PRECIO

7.4.1 Modelo de precios

El modelo de precio de la piedra diabasa está establecido con base al porcentaje de ganancias y por el mercado ya que el consumo y la inflación anual influye en la comercialización del producto.

7.4.2 Rango de precios

Se estudió que los precios aproximados para mayoristas de piedra diabasa para construcción y material para vías, estos fueron tomados de una cantera de la ciudad de Cali:

Tabla 7 Precio grava

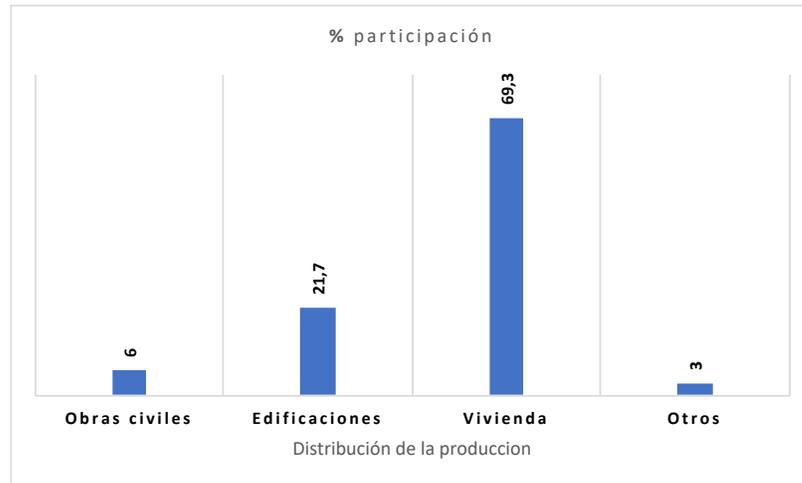
Material	Precio/m ³
Grava 3/8"	\$ 62.700
Grava 1/2"	\$ 58.500
Grava 3/4"-1"-2"	\$ 51.000
Piedra azul	\$ 43.000
Arena Triturada	\$ 43.000
Base Granular Tipo invias	\$ 47.500
Sub-base Granular Tipo invias	\$ 43.000

Fuente: (Elaboración propia).

7.5 PLAZA

La distribución de la producción del concreto premezclado en el Valle del Cauca está distribuido de la siguiente manera; vivienda, edificaciones, obras civiles y otros. A continuación, en la ilustración 6 se observa la participación porcentual de cada una de las áreas de distribución mencionadas anteriormente. (Cámara de Comercio Cali, 2022).

Figura 6 Distribución de la producción de concreto premezclado en Valle del Cauca I semestre 2022



Fuente: (Cámara de Comercio Cali, 2022).

La distribución y comercialización de piedra diabasa en las empresas se realiza según el tipo de cliente ya sea minorista o mayorista , actualmente las ventas son llevadas a cabo en las empresas. La distribución es de acuerdo a la producción bajo pedido se distribuye a mayorista y/o minorista. Por la naturaleza del negocio son productores y distribuidores.

7.6 ESTUDIO DE MERCADO TRITURADORAS MÓVILES

7.6.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

De acuerdo con (Sanme, 2022), las máquinas trituradoras móviles son eficientes, rentables y flexibles debido a que se pueden trasladar a diferentes sitios permitiendo así triturar el material en el lugar de extracción. Las trituradoras móviles están compuestas por trituradoras de impacto, de mandíbula, de cono, zarabanda vibratoria y circuito cerrado. Éstas son usadas para triturar piedra de río, rocas como

la diabasa, caliza, basalto entre otros. Las áreas de ampliación son en minería, carreteras, conservación de agua y metalurgia.

A continuación, en la figura 7 se observa una máquina trituradora móvil.

Figura 7 Trituradora móvil



Fuente: (Kefid, 2022).

7.6.2 Clasificación del producto

Con base en (Muento, 2019), las trituradoras móviles son bienes de capital de larga duración, ya que estas al ser adquiridas hacen parte de los activos. Se considera como bien capital al ser un equipo industrial y fundamental en el proceso productivo de las canteras.

En la siguiente tabla 8 se puede observar algunos de los modelos de trituradoras móviles que se encuentran en el mercado.

Tabla 8 Trituradoras móviles y características

Producto	Características
<p>Sandvik QJ341 Trituradora de mandíbula</p> 	<p>Marca : Sandvik Modelo : QJ341 Tipo : trituradora de mandíbula Año de fabricación : 2015 Horas de trabajo : 4169 m/h Ubicación : Polonia, Poznań Fecha de publicación : sep. 02, 2022 Machinery Line ID : VQ29406 Venta de Sandvik QJ341 de segunda mano. Horas del motor: 5704 Horas de trituración: 4169 Capacidad: hasta 400 tph Alimentador: Grizzly Ancho del transportador de descarga: 1000 mm Ancho de vía: 500 mm Transportador lateral Imán Motor CAT C9 marcado CE</p>
<p>Trituradora móvil planta, trituradora de piedra móvil trituradora de mandíbula de agregados</p> 	<p>Industrias aplicables: Obras de construcción, Energía y Minería Exposición de ubicación: Viet Nam, Filipinas, Arabia Saudita, Indonesia. Rusia. África del Sur. Kazajistán. Ucrania. Kirguistán. Condición: Nuevo Tipo: Móvil Trituradora Uso: La minería de construcción, etc. Tipo de motor: Motor AC Capacidad (t/h):90-600 t/h Lugar del origen: Henan, China Marca: LIMING Dimensión (L*W*H):12150*2600*3950(mm) Peso:43000 KG Garantía:1 año Garantía de los componentes principales.:1 año Los componentes principales.: Equipo, Motor, Motor, Rodamiento, Clave de puntos de venta: Precio competitivo Después de servicio de ventas se: Ingenieros disponibles al servicio de máquinas en el extranjero, Video de apoyo técnico, Apoyo en línea, La instalación de campo y puesta en marcha de la formación, Campo de mantenimiento y servicio de reparación Color: Gris con azul o gris con rojo Max alimentación tamaño: 500-930 mm Respetuoso del medio ambiente: Sí Calidad: Bueno Rendimiento: Perfecto Mantenimiento: Conveniente Visita a la fábrica: En cualquier momento Suministro de piezas de repuesto: Sí Servicio de Tecnología: Podemos suministrar Servicio Local ubicación: Filipinas, Indonesia, Rusia, Kenya, Kazajistán Certificación: ISO9001:2000 Capacidad de suministro Capacidad de suministro: 100 Set/s per Month.</p>

Fuente: (Machineryline, 2022b), (Alibaba, 2022).

Sandvik QJ341 Trituradora de mandíbula de (Machineryline, 2022b) y Trituradora móvil planta, trituradora de piedra móvil trituradora de mandíbula de agregados de (Alibaba, 2022) son equipos de trituración capacitados para la trituración de piedra diabasa y cualquier material de roca.

7.7 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

7.7.1 Características de la demanda

Las trituradoras móviles tienen una demanda latente puesto que son equipos especializados y deben ser importados. Los principales consumidores de este tipo de maquinaria son las canteras, constructoras entre otras.

7.7.2 Distribución de la demanda

La distribución de las trituradoras de piedra diabasa se realiza de forma programada en vista de que estas son importadas y previo a su distribución, por lo general la empresa comercializadora ha acordado con el cliente su destino final. Su distribución se realiza a nivel departamental ya que las empresas que venden trituradoras móviles analizadas se encuentran en Bogotá y tiendas online.

7.7.3 Demanda

En Cali se analiza la demanda de 6 canteras las cuales son objeto de estudio.

7.8 ANÁLISIS DE LA OFERTA

7.8.1 Características

Los proveedores que son objeto de estudio comparten una particularidad la cual es, que por lo general, importan y venden trituradoras móviles. La oferta de trituradoras móviles en Colombia hace parte del grupo de tecnologías óptimas ya que su funcionalidad permite el mejoramiento del proceso productivo, disminución en el costo de producción, automatización de los procesos productivos y mayor eficiencia en la producción.

7.8.2 Oferta existente

Las empresas que se mencionan a continuación son enfocadas en metalmecánica, en la venta y desarrollo de montajes y soluciones para empresas mineras, las cuales ofrecen trituradoras móviles. Estas empresas son :

- Talleres Mamutt ubicado en Bogotá desde 1994, es una empresa que ofrece múltiples servicios venta, alquiler, reparación, alquiler, desarrollo de soluciones a empresas mineras y canteras.(Talleres Mamutt, 2022).
- Riorion S.A, ubicada en Bogotá desde 1958 esta empresa se dedica al diseño, montaje y fabricación de líneas de trituración.(Riorion, 2022).
- Machinery Line se enfoca en el mercado en línea de maquinaria industrial, equipo de manipulación de materiales, piezas de repuesto y equipos de construcción.(Machineryline, 2022a).
- Alibaba es una compañía dedicada al comercio electrónico en la que lo componen empresas chinas o internacionales las cuales requieren fabricantes o stock. (Lazizzera, n.d.).

Las empresas extranjeras son pioneras en cuanto a la importación de estas máquinas, pero actualmente en el país se encuentran 3 empresas en la capacidad de ofrecer trituradoras móviles.

7.9 PRECIO

7.9.1 Modelo de precios

El modelo de precio está basado en los costos debido a que los costos de importación elevan el precio del producto y la materia prima disponible en el país .

En la siguiente tabla se muestra el rango de precio aproximado de trituradoras sin importación.

Tabla 9 Precio trituradoras móvil

Trituradoras	Precio (COP)
Sandvik QJ341 Trituradora de mandíbula	\$738.000.000
Trituradora móvil planta, trituradora de piedra móvil trituradora de mandíbula de agregados	\$595.044.736

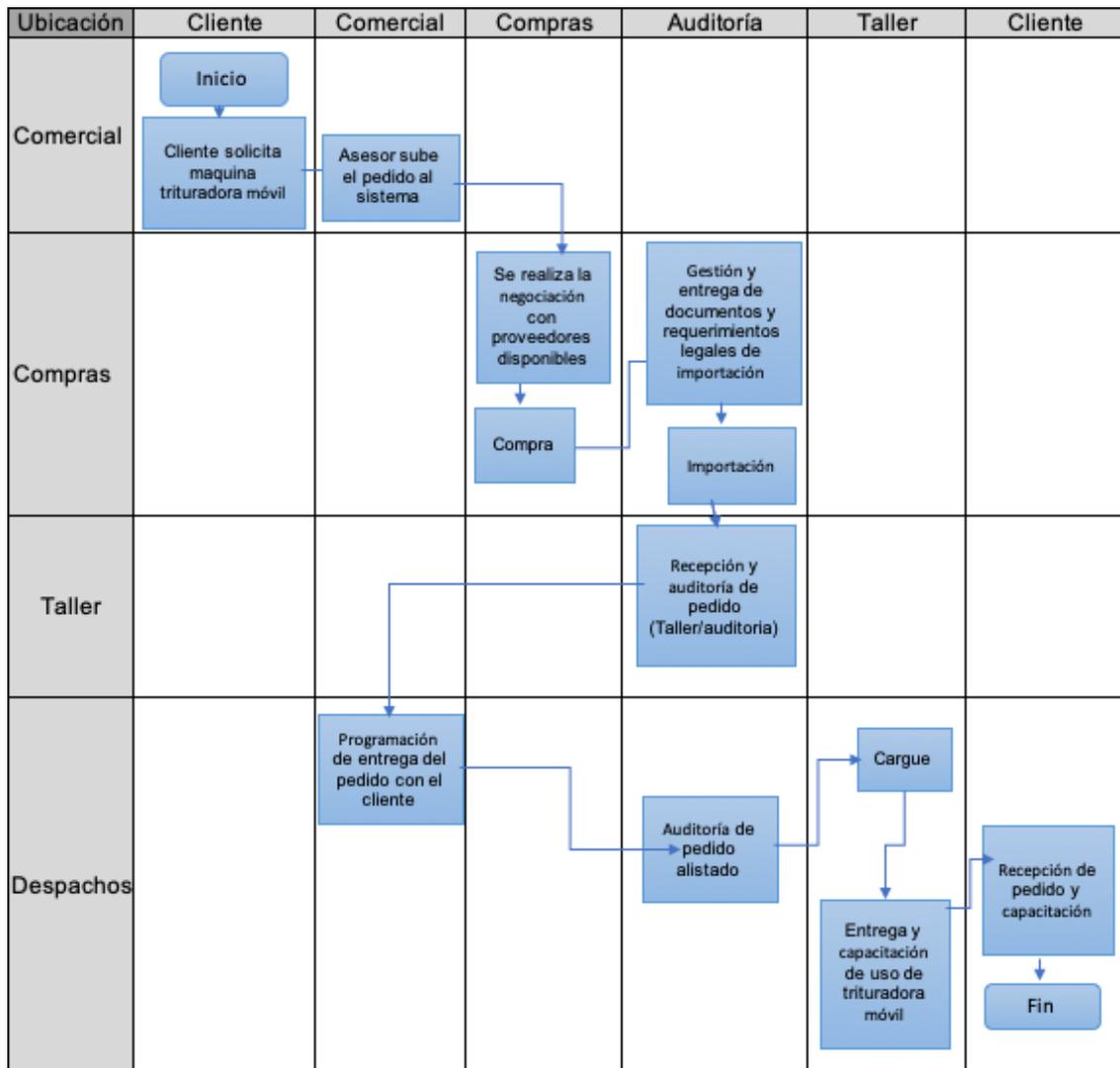
Fuente: (Elaboración propia).

7.10 PLAZA

La distribución de las trituradoras por lo general se realizan inicialmente con el pedido del cliente, luego se procede a la importación de esta cuando la trituradora llega al país, esta es inspeccionada por la empresa se verifica que haya llegado en buen estado y luego se procede al despacho hacia el cliente final, previo al envío la empresa encargada de la exportación se ha puesto de acuerdo con el cliente para su entrega, instalación y capacitación de la nueva trituradora móvil.

A continuación en la tabla 10 se describe el proceso de compra y distribución de una trituradora móvil.

Tabla 10 Diagrama de compra y distribución trituradora móvil



Fuente:(Elaboración propia).

Las áreas destacadas para la gestión de venta y distribución de trituradoras móviles son las siguientes:

Cliente: El cliente realiza cotización y pedido de la trituradora que requiere.

Comercial: El asesor de ventas realiza solicitud de pedido, luego de atender los requerimientos del cliente el asesor de ventas sube el pedido al sistema.

Compras: El área de compras se encarga de la gestión y negociación de la máquina trituradora.

Auditoría: Se encarga de la gestión y documentación requerida para realizar la importación de la máquina, así mismo se encarga de hacer seguimiento del producto a importar. También se encarga de auditar el producto al ingresar al taller así como al momento de despachar al cliente.

Taller: Recibe el producto, verifica que sea lo solicitado, se verifica la calidad y/o ficha técnica del producto vs físico, se encarga de apoyar el alistamiento del producto, hace entrega del producto al cliente y realiza capacitación y asesoramiento de uso y mantenimiento de la máquina.

Despachos: Es el área donde se realiza el despacho del producto hacia el cliente para esta operación, se hace trazabilidad con comercial para verificar el cliente, fecha de entrega y lugar de donde se debe entregar el producto, realiza en alistamiento del producto a transportar el cual es verificado por auditoría, cuando auditoría da el aval se realiza el cargue el producto, se transporta a su destino y se realiza la entrega al cliente.

La compra y distribución de las trituradoras móviles son posibles gracias a los clientes los cuales se interesan por adquirir un producto amigable con el medio ambiente y rentable para sus negocios, es por eso que es tan importante tener una orden secuencial de la distribución para así lograr que la sinergia de las áreas involucradas haga que sea posible. Se analizó que el mercado para las trituradoras móviles en el Valle del Cauca es pequeño debido a que en el municipio solo se

encuentran 6 empresas principales certificadas para realizar el proceso de extracción y producción de piedra diabasa.

7.11 ANÁLISIS FINAL

El desarrollo infraestructural regional es alentador ya que en el Valle del Cauca se están realizando obras y mejoras en la vías, el consumo con respecto a los materiales se mantiene en vista de que muchas constructoras se encuentran en el desarrollo de proyectos los cuales han sido previamente vendidos, por lo tanto la demanda de materiales e insumos de la construcción se mantiene, entre los principales insumos de consumo de la construcción se encuentra el concreto el cual se compone del 75% de diabasa y derivados de ésta. La distribución de concreto a nivel nacional tiene una participación del 9,4%. La oferta producción de diabasa a nivel regional es positiva para las empresas productoras de agregados para construcción el incremento de producción de concreto tiene un crecimiento del 67,5% anual. Se puede concluir que para las canteras productoras el panorama es positivo en vista de que se tiene un consumo asegurado por parte de las constructoras de la región las cuales tienen proyectos en desarrollo y un crecimiento de venta de nuevos proyectos para construcción de viviendas y vías.

La flexibilidad de las trituradoras móviles hacen que sea un bien capital con larga duración para las canteras; sus características a diferencia de las trituradoras fijas destaca por ser amigables con el medio ambiente así mismo ofrecen producción de buena calidad y un excelente rendimiento comparadas con las fijas tradicionales. Éstas presentan una demanda de tipo latente al ser un equipo especializado e importado, su distribución es de manera programada; en Cali tiene una demanda de 6 canteras las cuales han sido tenidas en cuenta como objeto de estudio, los proveedores de este tipo de maquinaria comparten la misma modalidad de distribución que es la importación y la venta de trituradoras móviles, es una oferta la cual está relacionado con tecnologías óptimas por su funcionalidad y mejora en

los procesos productivos, reducción de los costos, aumento en la eficiencia y automatización del proceso productivo. El precio está sujeto a los costos de importación y disponibilidad en el país; su distribución se da a partir de la solicitud de pedido, seguido de la gestión de permisos de importación previo a esta, se realiza la importación y recepción de la máquina, se realiza la verificación del pedido y lo recibido, se realiza el transporte hacia el cliente final seguido de la entrega, instalación, capacitación y se valida su funcionamiento . El mercado para las trituradoras móviles en el valle del Cauca es pequeño debido a que en el municipio se encuentran 6 empresas certificadas para la extracción y producción de piedra diabasa.

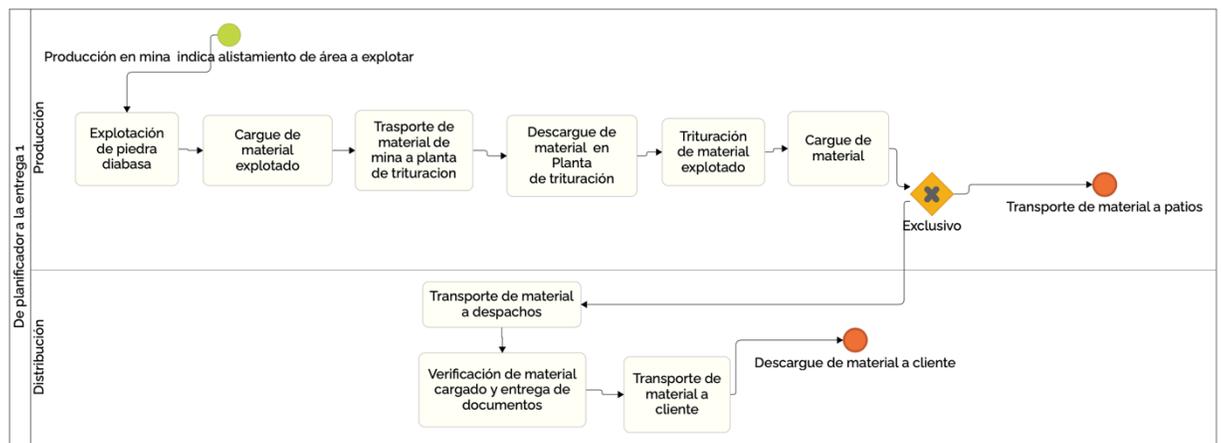
8. ESTUDIO TÉCNICO

8.1 ANÁLISIS DEL PROCESO CON TRITURADORA FIJA

8.1.1 Diagrama BPMN actual

A Continuación, en la figura 8 se muestra el flujo de actividades actual del proceso de trituración de piedra diabasa de las empresas de triturados del Valle del Cauca con una planta de trituración fija.

Figura 8 Diagrama BPMN actual de las empresas de triturados del Valle del cauca



Fuente: (Elaboración propia).

El proceso de trituración que actualmente desarrollan las empresas de triturados del Valle del Cauca requiere varios desplazamientos, en este caso, se observa que inicialmente el material explotado debe ser transportado hacia la planta de trituración, otro transporte es el que se realiza desde la planta de trituración hacia los patios de almacenamiento el cual la mitad del recorrido lo hace por las vías principales.

8.1.2 Matriz de máquina

Del proceso anterior se generó la siguiente tabla donde se encuentra la matriz de máquinas y equipos requeridos en el proceso de trituración.

Tabla 11 Matriz de máquina actual

N°	Procesos	Maquina /equipo	Capacidad	Espacio	N° de máquinas	N° de operarios
1	Alistamiento de área a explotar	Equipos de perforación	-	-	1	2
		Carro para transporte de equipos	-	-	1	1
2	Explotacion de piedra diabasa	Pólvora	-	-	0	1
3	Cargue de material explotado	Cargador frontal 950 GC	3.10-3.30m³	8.24m x 2.75m x	1	1
4	Transporte de material de mina a planta de trituración	Volqueta tipo cantera caterpillar 770 G	25.2 m³	8.8m	1	1
5	Descargue de material en planta de trituración	Volqueta tipo cantera caterpillar 770 G	25.2 m³	8.8m		
6	Trituración de material explotado	Planta de trituración	12-1000 t / h	1730×1730×1760 mm	1	8
7	Cargue de material triturado	Cargador frontal 950 GC	3.10-3.30m³	8.24m x 2.75m x	1	1
8	Transporte de material a patios	Volqueta asociado			1	
9	Transporte de material a	Volqueta asociado	28.500 kg	2,3mx2,3mx9m	1	0
10	Verificación de material cargado	Computador, lapicero, impresora y hojas para	-	13"	2	2
11	Despacho	Hojas para impresión (Documentos)	-	11 x 8,5 "	0	1

Fuente:(Elaboración propia).

En la tabla 11 se observa un listado de máquinas y equipos necesarios para llevar a cabo la trituración de piedra diabasa de cual requiere 9 máquinas y 18 operarios para ser realizada.

8.1.3 Diagrama de actividades

Con los datos anteriores y para el desarrollo y análisis de los métodos y tiempos se tuvo como referencia el trabajo de (Ortega Fernández et al., 2019) ya que está relaciona toda la información disponible y establece por medio de ella un diagrama de métodos y tiempos. En este caso para la recolección de los tiempos y distancias se tuvo en cuenta una empresa de la región y la información se obtuvo por medio de entrevistas realizadas a colaboradores del área de triturado y a administrativos, también se realizó el recorrido en un carro y se midió la distancia desde los patios

hasta la trituradora por medio de una app. A continuación, en la Tabla 12 se observa el diagnóstico actual por medio de un diagrama de métodos y tiempos.

Con los datos anteriores se construyó el siguiente cursograma analítico donde se analizan las actividades actuales, el tiempo que toma realizar cada actividad y su respectivo desplazamiento.

Tabla 12 Diagrama de métodos y tiempos Actual

Manual de Procesos							Código	1	
							Versión	1	
Diagrama de métodos y tiempos							Fecha	27-abr-22	
Fecha de realización							Página	1	
27/4/2022									
Diagrama	N 1	Página 1 de 1			Resumen				
Proceso	Producción de piedra diabasa	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro				
Actividad		Operación	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Tiempo (min)	
	Trituración de piedra diabasa	Operación	96	3270					
		Transporte	329	52					
Tipo de diagrama	Material	Espera							
	Operario	Inspección	1	10					
Método	Actual	Almacenamiento							
	Propuesto	Distancia total	426						
Número de operarios	18	Tiempo total	3332						
Elaborado por	Maira Cadena	Aprobado por							
Descripción		●	➔	◐	■	▼	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Observaciones
Alistamiento de área a explotar							0	30	
Explotación de piedra diabasa							40	180	
Cargue de material explotado							20	10	
Transporte de material de mina a planta de trituración							50	15	
Descargue de material en planta de trituración							0	10	
Trituración de material explotado							15	3000	
Cargue de material triturado							5	10	
Transporte de material a patios							272	17	
Transporte de material a despachos							7	20	
Verificación de material cargado							1	10	
Despacho							16	30	

Fuente : (Elaboración propia).

A continuación, se describen las actividades del proceso de trituración de piedra diabasa.

Alistamiento del área a explotar : Se realiza el alistamiento de los equipos e insumos para la explotación de la piedra diabasa y se instala los equipos de perforación en el área de explotación.

Explotación de piedra diabasa: Se procede a la explotación del material en la cantera.

Cargue de material explotado: Se realiza el cargue del material explotado en la cantera en volquetas tipo cantera.

Transporte de material de mina a planta de trituración: Luego del cargue se realiza el desplazamiento del material a la planta de triturado.

Descargue de material en planta de trituración: Se descarga el material explotado directamente en la planta de triturado.

Trituración de material explotado: se procede con la trituración del material explotado.

Cargue de material triturado: Se realiza el cargue del material triturado en volquetas del proveedor asociado lo cual facilita el transporte tanto interno como externo en la empresa para esta actividad la volqueta transporta el material hacia los patios de almacenamiento.

Transporte de material a patios:

Transporte de material a despachos: Se desplaza el material y se deposita el material en el área asignada según su calibre.

Verificación del material cargado: Se realiza una verificación por parte del área de despachos y auditoría y control.

Despacho: Se despacha el pedido al cliente.

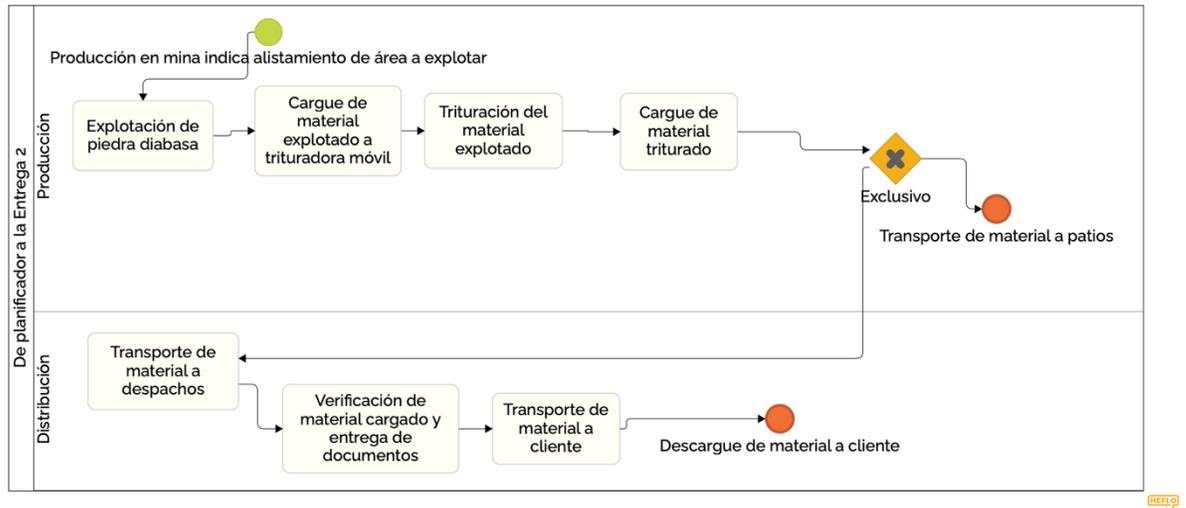
Del estudio anterior se realiza un análisis detallado al proceso de triturado ya que es el que será reemplazado por una trituradora móvil, ésta hace que el proceso se vuelva más dinámico ya que al ser móvil ésta permite que el proceso de trituración de inicie después la explotación y no como actualmente se maneja que primero la materia prima debe ser cargada a una volqueta el cargue que se demora aproximadamente 10 minutos, después es transportada desde la mina hasta la planta de trituración eso implica un recorrido de 50 metros y el descargue.

8.2 ANÁLISIS DEL PROCESO CON TRITURADORA MÓVIL

8.2.1 Diagrama BPMN propuesto

A Continuación, en la figura 9 se observa el flujo de actividades actual del proceso de trituración de piedra diabasa usando una trituradora móvil.

Figura 9 Diagrama BPMN para las empresas de triturados del Valle del cauca



Fuente: (Elaboración propia).

El proceso de trituración móvil minimiza dos procesos que se usan, entre ellos están:

El cargue del material a la volqueta puesto que estará ubicada en la mina y otro proceso es el del transporte del material de la mina a la planta de trituración. Se propone triturar directamente en la mina, por lo tanto, no es necesario el transporte hacia la planta de trituración, con lo anterior, se puede afirmar que es factible usar la trituradora móvil como sustituta de una fija en el proceso de las empresas en el Valle del Cauca.

8.2.2 Matriz de máquina propuesto

Del diagrama anterior se identificaron los siguientes equipos y herramientas necesarias para el uso de la trituradora en el proceso de producción de piedra diabasa.

Tabla 13 Matriz de máquina propuesta

N°	Procesos	Maquina /equipo	Capacidad	Espacio	N° de máquinas	N° operarios
1	Alistamiento de área a explotar	Equipos de perforación	-	-	1	2
		Carro para transporte de equipos	-	-	1	1
2	Explotación de piedra diabasa	Pólvora	-	-	0	1
3	Cargue de material triturado a trituradora móvil	Cargador frontal 950 GC	3.10-3.30m³	8.24m x 2.75m x 3.59m	1	1
4	Trituración de material explotado	Trituradora móvil	90-600 t/h	12150*2600*39	1	2
5	Cargue de material triturado	Cargador frontal 950 GC	3.10-3.30m³	8.24m x 2.75m x 3.59m	1	1
6	Transporte de material a patios	Volqueta tipo cantera caterpillar 770 G	25.2 m³	8.8m	1	1
7	Transporte de material a	Volqueta asociado	-	-	1	0
8	Verificación de material cargado	Computador,lapicero, impresora y hojas para	-	13"	2	1
9	Despacho	Hojas para impresión (Documentos)	-	11 x 8,5 "	0	1

Fuente: (Elaboración propia).

En la tabla 13 se observa un listado de los requerimientos necesarios de maquinarias y equipos para llevar a cabo el proceso productivo de piedra diabasa, la diferencia con el modelo actual implica pasar de 9 máquinas y 18 operarios a 9 máquinas y 10 operarios.

8.2.3 Diagrama de actividades

Con los datos anteriores se construyó el siguiente cursograma analítico donde se analizan las actividades propuestas, el tiempo que toma realizar cada actividad y su respectivo desplazamiento.

Tabla 14 Diagrama de métodos y tiempos propuesto

Manual de Procesos							Código	1
Diagrama de métodos y tiempos							Versión	1
27/4/2022							Fecha	27-abr-22
Página 1 de 1							Página	1
Diagrama	N 2	Página 1 de 1		Resumen				
Proceso	Actividad	Actual		Propuesto		Ahorro		
Producción de piedra diabasa	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Tiempo (min)	
	Operación	96	3270	68	3270	28	0	
	Transporte	323	52	239	37	84	15	
Tipo de diagrama	Material	Espera						
	Operario	Inspección	7	10	1			
Método	Actual	Almacenamiento						
	Propuesto	Distancia total	426	307		119		
Número de operarios	10	Tiempo total	3332	3307		25		
Elaborado por	Maira Cadena	Aprobado por						
Descripción	●	➔	◐	■	▼	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Observaciones
Alistamiento de área a explotar						0	30	
Explotación de piedra diabasa						40	180	
Cargue de material triturado a trituradora móvil						10	10	
Trituración de material explotado						0	3000	
Cargue de material triturado						2	10	
Transporte de material a patios						232	17	
Transporte de material a despachos						7	20	
Verificación de material cargado						1	10	
Despacho						16	30	

Fuente: (Elaboración propia).

A continuación, se describen las actividades del proceso de trituración móvil de piedra diabasa.

Alistamiento del área a explotar : Se realiza el alistamiento de los equipo e insumos para la explotación de la piedra diabasa y se instala los equipos de perforación en el área de explotación.

Explotación de piedra diabasa: Se procede a la explotación del material en la cantera.

Cargue de material a trituradora móvil: se carga el material explotado a la trituradora con un cargador frontal para su trituración.

Trituración de material explotado: se procede con la trituración del material explotado.

Cargue de material triturado: Se realiza el cargue del material triturado en volquetas del proveedor asociado lo cual facilita el transporte tanto interno como externo en la empresa para esta actividad la volqueta transporta el material hacia los patios de almacenamiento.

Transporte de material a patios: Se desplaza el material y se deposita el material en el área asignada según su calibre.

Transporte de material a despachos: Se desplaza la volqueta cargada a despachos,

Verificación del material cargado: Se realiza una verificación por parte del área de despachos y auditoría y control.

Despacho: Se despacha el pedido al cliente.

Con lo anterior, se puede afirmar que desde el punto de vista técnico el proceso con trituradora disminuye las operaciones para la producción de piedra Diabasa.

8.2.4 Análisis técnico de la implementación

Para poner a funcionar la trituradora móvil se requiere realizar un proceso de alistamiento el cual se compone del transporte de la mina, se realiza la programación y sincronización, para esto es necesario un ingeniero de máquina capacitado para el funcionamiento de ésta, este proceso se lleva a cabo en 120 minutos, también se requiere un cargador frontal que se encargue de cargar el material explotado a la máquina y de depurar el área donde se descarga el material

procesado, la depuración se realiza a partir del cargue del material en la volqueta para su respectiva distribución ya sea a patios o para verificación de producto a despachar o se arrastra el material con el fin de tener despejado el área de material producido.

Así mismo, se determinó que para su uso se requiere realizar un proceso de alistamiento y ubicación para su análisis de realizado el siguiente diagrama.

Tabla 15 Diagrama de métodos y tiempos de alistamiento de trituradora móvil

Manual de Procesos							Código	1
Diagrama de métodos y tiempos							Versión	1
Fecha de realización							Fecha	27-abr-22
29/10/2022							Página	1
Diagrama	N 3	Página 1 de 1		Resumen				
Proceso	Producción de piedra diabasa	Actividad	Actual	Propuesto		Ahorro		
Actividad	Operación	Operación	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Distancia (metros)	
Trituración de piedra diabasa	Transporte	Transporte			323	30		
Tipo de diagrama	Material	Material						
	Operario	Operario						
Método	Actual	Actual						
	Propuesto	Propuesto						
Número de operarios	10	Número de operarios			326			
Elaborado por	Maira Cadena	Elaborado por			120			
Descripción		Aprobado por				Distancia (metros)	Tiempo (min)	Observaciones
Preparación de máquina para cargue						3	20	
Cargue de trituradora móvil						0	25	
Transporte de trituradora móvil						323	30	
Descargue de trituradora móvil						0	20	
Sincronización y programación						0	15	
Arranque de máquina						0	10	

Fuente: (Elaboración propia).

A continuación, se describen las actividades requeridas para el alistamiento de la trituradora móvil.

Preparación de trituradora móvil para cargue: Se realiza el despeje de la zona donde se encuentra almacenada la trituradora con el fin de darle paso al tractocamión y quede listo para el cargue de la trituradora.

Cargue de trituradora móvil: Se realiza el cargue de la trituradora móvil al tractocamión para su traslado.

Transporte de trituradora móvil a mina: Se realiza el traslado de la trituradora móvil hacia la planta.

Descargue de trituradora móvil: Se hace el respectivo descargue de la trituradora y se la deja en el área escogida para su ubicación y producción.

Sincronización y programación de la trituradora: Se enciende la trituradora y se realiza la programación y sincronización para iniciar su funcionamiento.

Arranque de máquina: Se realiza el cargue del material a la trituradora y se inicia el proceso de trituración.

Con los datos anteriores se identificó que el proceso de alistamiento de la máquina es de 120 minutos para instalarla en el punto de extracción.

8.2.5 Ventajas de la trituradora móvil

Para este estudio se tuvo en cuenta la segunda máquina propuesta en la tabla 8 Trituradora móvil planta, trituradora de piedra móvil trituradora de mandíbula de agregados produce 600 toneladas por hora; para este estudio teniendo en cuenta los diferentes calibres se consideraron 300 toneladas por horas de producción comparada con la trituradora fija actual produce 137 toneladas por hora, también por su características la móvil hace que el proceso productivo sea más sencillo y menos contaminante, ya que de acuerdo con (Sistema CRM Impulsa, 2020) ésta tiene como característica adicional que es amigable con el medio ambiente.

8.2.6 Comparación de requerimientos técnicos

Para el funcionamiento de la trituradora móvil, se requiere de una conexión eléctrica, sin embargo, teniendo en cuenta los catálogos en donde se indica que su eficiencia es mayor y que el consumo de potencia es menor que las trituradoras convencionales que se están usando actualmente, se puede concluir desde el punto técnico, que si la empresa cuenta con un trituradora fija, tiene las condiciones para instalar una móvil.

8.3 NIVEL DE PRODUCCIÓN

De acuerdo con los datos suministrados en una entrevista por un colaborador la máquina fija se opera una vez por semana y en la actualidad tienen una producción de 584 toneladas por mes, revisando la ficha técnica de la móvil se encontró que tiene una capacidad máxima de 1200 toneladas por mes, con una producción por hora mayor a la trituración fija. A continuación, en la tabla 16 se observan los niveles de producción con la planta de trituración y la trituradora móvil.

Tabla 16 Niveles de producción

Nivel de producción			
Trituración fija		Trituradora móvil	
Cantidad	Um	Cantidad	Um
1	Veces por semana	1	Veces por semana
4	Veces por mes	4	Veces por mes
137	Ton/h	300	Ton/h
548	Ton/mes	1200	Ton/mes

Fuente: (Elaboración propia):

Analizando la tabla 16 se observó que la trituradora móvil produce 652 ton / mes más que la planta de trituración que se usa actualmente.

8.4 ANÁLISIS FINAL

Se analizaron los tiempos de cada actividad el proceso de trituración fijo tiene un tiempo total de operación de 3332 minutos y un recorrido total de 426 metros. Está compuesto por 11 actividades de las cuales 7 son operaciones, 3 transportes y 1 inspección. Mientras que el proceso con trituradora móvil tiene un tiempo total de 3307 minutos y 307 metros de recorrido compuesta por 9 actividades de las cuales son 6 procesos, 1 inspección y 2 transportes.

Desde el punto de vista técnico la disminución de actividades y de transporte puede generar mejoras, en vista de que el ahorro del tiempo en el proceso productivo de 25 minutos y 119 metros de distancia el cual establece que es factible la reconfiguración el proceso trituración tradicional (fijo) a móvil, el cual requiere inversión en tiempo para pruebas y curva de aprendizaje, capacitación de mano de obra.

Actualmente la planta de trituración fija produce 137 toneladas por hora al mes serian 548 toneladas por mes para producir esta cantidad mensual se requieren de 4,21 días en producción mientras que la trituradora móvil tiene una capacidad de 300 toneladas por hora para producir 548 toneladas por hora se demora 1,8 días. Es decir, la trituradora móvil puede llegar a producir 163 toneladas por hora más de lo que se produce una fija; con una diferencia de 2,41 días menos de trabajo aumentando la capacidad de producción.

9. ESTUDIO ECONÓMICO

9.1 COSTOS FIJOS POR METODO DE TRITURACIÓN

Para el análisis de los métodos de trituración se tendrá en cuenta el costo por mano de obra y el costo de los transportes internos en el proceso de trituración de piedra diabasa.

9.1.1 Costo por trituración fija

En la tabla 17 se relacionan los requerimientos necesarios para el desarrollo de la operación para el método de trituración fija. Los requerimientos que se analizaron fueron la maquinaria y equipo y el número de operarios.

Tabla 17 Costo de mano de obra

Mano de obra	N° Operarios	Costo unitario	Costo total
Equipo de perforación	2	\$ 1.171.720	\$ 2.343.440
Conductor carro equipos de perforación	1	\$ 1.171.720	\$ 1.171.720
Operario pólvora	1	\$ 1.171.720	\$ 1.171.720
Conductor cargador frontal	1	\$ 1.255.000	\$ 1.255.000
Conductor volqueta tipo cantera	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
Ingeniero de máquina	1	\$ 2.612.152	\$ 2.612.152
Auxiliar de maquina	7	\$ 914.342	\$ 6.400.394
Conductor cargador frontal	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
Auxiliar de despachos y auditoría	2	\$ 1.171.720	\$ 2.343.440
Total	17	\$ 11.968.374	\$ 19.797.866

Fuente: (Elaboración propia).

En la tabla 17 se observa que el proceso de trituración está compuesto por conductores, operadores de maquinaria, ingeniero de máquina, auxiliares de maquinaria y despacho; el desarrollo del proceso tiene un costo total de \$19.797.866 de pesos al mes.

En la tabla 18 se observa el costo de viajes internos de la planta de trituración a patios de almacenamiento.

Tabla 18 Costos maquinaria /equipo

Máquina/equipo	Nº de viajes ida	Viajes totales/día	Costo Unitario	Costo viajes /día
Cantidad viajes internos transagregados / día	13	52	\$ 40.000	\$ 2.080.000
Cantidad viajes internos transagregados / mes	-	1144	\$ 40.000	\$ 45.760.000

Fuente: (Elaboración propia).

Para los viajes internos de la planta a patios se encontró que se realizan 52 viajes de material triturado a patios el costo total de los transportes internos es de \$2.080.000 de pesos diarios y un costo total de \$45.760.000 de pesos al mes.

9.1.2 Costo por trituración móvil

El análisis del proceso se relaciona en la tabla 19 los requerimientos necesarios para el desarrollo de la operación para el método de trituración móvil. Los requerimientos que se analizaron fueron la maquinaria y equipo y el número de operarios.

Tabla 19 Costos de mano de obra

Máquina/equipo	Nº Operarios	Costo unitario	Costo total
Equipo de perforación	2	\$ 1.171.720	\$ 2.343.440
Conductor carro equipos de perforación	1	\$ 1.171.720	\$ 1.171.720
Operario pólvora	1	\$ 1.171.720	\$ 1.171.720
Conductor cargador frontal	1	\$ 1.255.000	\$ 1.255.000
Conductor volqueta tipo cantera	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
Ingeniero de máquina	1	\$ 2.612.152	\$ 2.612.152
Auxiliar de maquina	1	\$ 914.342	\$ 914.342
Conductor cargador frontal	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
Auxiliar de despachos y auditoría	2	\$ 1.171.720	\$ 2.343.440
Total	11	\$ 11.968.374	\$ 14.311.814

Fuente: (Elaboración propia).

Para el costo de mano de obra se observó que tiene un costo de \$14.311.814 de pesos.

Para el análisis de los costos de maquinaria y equipo se tuvieron en cuenta la misma cantidad de viajes que en la anterior con el fin de mantener el mismo nivel de inventario. A continuación, en la tabla 20 se observa los costos de maquinaria y equipo.

Tabla 20 Costos maquinaria /equipo

Máquina/equipo	Nº de viajes ida	Viajes totales	Costo Unitario	Costo viajes
Cantidad viajes internos transagregados / día	13	26	\$ 40.000	\$ 1.040.000
Cantidad viajes internos transagregados / mes	-	572	\$ 40.000	\$ 22.880.000

Fuente: (Elaboración propia).

Para los viajes internos de la planta a patios se encontró que se realizan 26 viajes de material triturado a patios el costo total de los transportes internos es de \$1.040.000 de pesos diarios y un costo total de \$22.880.000 de pesos al mes.

9.2 COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS DE TRITURACIÓN

En la tabla 21 se observa el consolidado de los costos fijos del método de trituración fija en el cual se tuvo en cuenta la mano de obra y los viajes internos.

Tabla 21 Costos fijos trituración fija

Costos fijos trituracion fija		
Descripcion	Cantidad (Mes)	Costo (Mes)
Mano de obra	17	\$ 19.797.866
Viajes internos	1144	\$ 45.760.000
Total		\$ 65.557.866

Fuente: (Elaboración propia).

Se analizó que la mano de obra tiene un costo de \$19.797.866 de pesos para los viajes internos se estimó un costo de \$45.760.00 lo cual indica que el costo total del método de trituración fija es de \$65.577.866 de pesos al mes.

En la tabla 22 se realizó el consolidado del costo del método de trituración móvil en el cual se tuvieron en cuenta la mano de obra y los viajes internos.

Tabla 22 Costos fijos trituración móvil

Costos fijos trituración móvil		
Descripción	Cantidad (Mes)	Costo (Mes)
Mano de obra	11	\$ 14.311.814
Viajes internos	572	\$ 22.880.000
Total		\$ 37.191.814

Fuente: (Elaboración propia).

Se analizó que la mano de obra tiene un costo de \$14.311.814 de pesos para los viajes internos se estimó un costo de \$22.880.00, lo cual indica que el costo total del método de trituración fija es de \$37.191.814 de pesos al mes.

9.3 AHORRO ENTRE MÉTODOS DE TRITURACIÓN

Para la determinación del ahorro se compararon los costos de los métodos de trituración y se encontraron los siguientes resultados.

Tabla 23 Ahorros

Ahorros		
Descripción	Cantidad (Mes)	Costo (Mes)
Mano de obra	6	\$ 5.486.052
Viajes internos	572	\$ 22.880.000
Total		\$ 28.366.052

Fuente: (Elaboración propia).

Se determinó un nivel de producción nuevo de 300 toneladas por hora lo cual representa 167 toneladas por hora adicionales para el proceso.

El proceso productivo de piedra diabasa con trituración fija tiene un costo de \$65.577.866 de pesos al mes mientras que con la trituradora móvil es de \$37.191.814 de pesos al mes. Comparado con el costo de operación se obtuvo un ahorro de \$28.366.052 de pesos al mes.

9.4 POSIBLE AUMENTO DE PRODUCCIÓN

Para el análisis de la producción se tuvo en cuenta el valor de la producción de trituración fija de 548 toneladas por mes y con base a esa producción se propone el posible aumento de la producción del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% con respecto al que maneja el método de trituración fija. Los resultados obtenidos se observan en la tabla 24, se tendrá en cuenta como utilidad el 60% del precio de la producción.

Tabla 24 Posible aumento de la producción

Posible aumento de producción			
Aumento de producción	M3/mes	Precio	Utilidad (60% precio)
10%	54,8	\$ 1.272.578	\$ 763.547
20%	109,6	\$ 6.871.920	\$ 4.123.152
30%	164,4	\$ 10.307.880	\$ 6.184.728
40%	219,2	\$ 13.743.840	\$ 8.246.304
50%	274	\$ 17.179.800	\$ 10.307.880

Fuente: (Elaboración propia).

Para el nivel posible de producción propuesto en la tabla 24 se estima que, con el aumento del 10% de la producción se incrementan 54,8 m3 por mes y un ingreso

de \$763.547 pesos al mes, para el 20% se estimó que, la producción aumenta 109,6 m³ por mes los cuales representan un incremento de \$4.123.152 de pesos al mes, para el 30% se estimó una producción de 164,4 m³ por mes con una utilidad de \$6.184.728 de pesos al mes, para el aumento posible de la producción del 40% se estimaron 219,2 m³ por mes con una utilidad de \$8.246.304 de pesos y para el 50% del aumento posible de producción 274 m³ por mes generando una utilidad de \$10.307.880 de pesos.

9.5 INVERSIÓN INICIAL

En la tabla 17 se observa el costo total de la inversión inicial teniendo en cuenta toda la maquinaria, equipos y personal requerido para poner en marcha el proceso de trituración de diabasa.

Tabla 25 Inversión inicial

Inversión inicial	Costo (COP)
Maquinaria	\$595.044.736
Costo fijo trituración móvil	\$ 37.191.814
Curva de aprendizaje	\$74.383.628
Total	\$706.620.178

Fuente: (Elaboración propia).

Para el análisis de los costos de la inversión total se tuvo en cuenta el costo de maquinaria, el costo fijo de trituración móvil y el valor de la curva de aprendizaje de los cuales tienen un costo total de \$706.620 de pesos.

9.6 VALOR PRESENTE NETO

Teniendo en cuenta los datos anteriores por el cambio de método de trituración se tuvo en cuenta el ahorro posible de \$28.366052 de pesos mensual; para el análisis del valor presente neto se tendrá en cuenta una tasa del 2% mensual vencida. Se

van a manejar escenarios basados en el posible aumento de producción los cuales serán del 0%, 10%, 20%, 30%.

Tabla 26 Valor presente neto

Mes	Nivel aumentado de producción							
	0%	VP	10%	VP	20%	VP	30%	VP
0	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178
1	\$28.366.052	\$27.725.114	\$29.129.599	\$28.471.408	\$32.489.204	\$31.755.103	\$34.550.780	\$33.770.096,95
2	\$28.366.052	\$27.098.659	\$29.129.599	\$27.828.090	\$32.489.204	\$62.792.691	\$34.550.780	\$66.777.150,58
3	\$28.366.052	\$26.486.358	\$29.129.599	\$27.199.308	\$32.489.204	\$93.128.978	\$34.550.780	\$99.038.402,01
4	\$28.366.052	\$25.887.893	\$29.129.599	\$26.584.733	\$32.489.204	\$122.779.810	\$34.550.780	\$130.570.702,84
5	\$28.366.052	\$25.302.950	\$29.129.599	\$25.984.045	\$32.489.204	\$151.760.674	\$34.550.780	\$161.390.523,88
6	\$28.366.052	\$24.731.223	\$29.129.599	\$25.396.929	\$32.489.204	\$180.086.708	\$34.550.780	\$191.513.963,77
7	\$28.366.052	\$24.172.416	\$29.129.599	\$24.823.080	\$32.489.204	\$207.772.709	\$34.550.780	\$220.956.757,40
8	\$28.366.052	\$23.626.234	\$29.129.599	\$24.262.196	\$32.489.204	\$234.833.138	\$34.550.780	\$249.734.284,15
9	\$28.366.052	\$23.092.394	\$29.129.599	\$23.713.986	\$32.489.204	\$261.282.131	\$34.550.780	\$277.861.575,88
10	\$28.366.052	\$22.570.616	\$29.129.599	\$23.178.163	\$32.489.204	\$287.133.502	\$34.550.780	\$305.353.324,79
11	\$28.366.052	\$22.060.627	\$29.129.599	\$22.654.447	\$32.489.204	\$312.400.755	\$34.550.780	\$332.223.891,14
12	\$28.366.052	\$21.562.162	\$29.129.599	\$22.142.564	\$32.489.204	\$337.097.089	\$34.550.780	\$358.487.310,68
13	\$28.366.052	\$21.074.960	\$29.129.599	\$21.642.248	\$32.489.204	\$361.235.403	\$34.550.780	\$384.157.302,04
14	\$28.366.052	\$20.598.766	\$29.129.599	\$21.153.236	\$32.489.204	\$384.828.307	\$34.550.780	\$409.247.273,88
15	\$28.366.052	\$20.133.332	\$29.129.599	\$20.675.274	\$32.489.204	\$407.888.123	\$34.550.780	\$433.770.331,86
16	\$28.366.052	\$19.678.415	\$29.129.599	\$20.208.111	\$32.489.204	\$430.426.897	\$34.550.780	\$457.739.285,56
17	\$28.366.052	\$19.233.777	\$29.129.599	\$19.751.504	\$32.489.204	\$452.456.402	\$34.550.780	\$481.166.655,07
18	\$28.366.052	\$18.799.185	\$29.129.599	\$19.305.214	\$32.489.204	\$473.988.146	\$34.550.780	\$504.064.677,62
19	\$28.366.052	\$18.374.413	\$29.129.599	\$18.869.008	\$32.489.204	\$495.033.374	\$34.550.780	\$526.445.313,94
20	\$28.366.052	\$17.959.239	\$29.129.599	\$18.442.659	\$32.489.204	\$515.603.081	\$34.550.780	\$548.320.254,49
21	\$28.366.052	\$17.553.445	\$29.129.599	\$18.025.942	\$32.489.204	\$535.708.010	\$34.550.780	\$569.700.925,58
22	\$28.366.052	\$17.156.821	\$29.129.599	\$17.618.642	\$32.489.204	\$555.358.663	\$34.550.780	\$590.598.495,35
23	\$28.366.052	\$16.769.159	\$29.129.599	\$17.220.545	\$32.489.204	\$574.565.306	\$34.550.780	\$611.023.879,59
24	\$28.366.052	\$16.390.256	\$29.129.599	\$16.831.442	\$32.489.204	\$593.337.969	\$34.550.780	\$630.987.747,44
25	\$28.366.052	\$16.019.914	\$29.129.599	\$16.451.132	\$32.489.204	\$611.686.460	\$34.550.780	\$650.500.526,97
26	\$28.366.052	\$15.657.940	\$29.129.599	\$16.079.415	\$32.489.204	\$629.620.363	\$34.550.780	\$669.572.410,63
27	\$28.366.052	\$15.304.145	\$29.129.599	\$15.716.096	\$32.489.204	\$647.149.045	\$34.550.780	\$688.213.360,57
28	\$28.366.052	\$14.958.344	\$29.129.599	\$15.360.988	\$32.489.204	\$664.281.662	\$34.550.780	\$706.433.113,84
29	\$28.366.052	\$14.620.357	\$29.129.599	\$15.013.902	\$32.489.204	\$681.027.163	\$34.550.780	\$724.241.187,47
30	\$28.366.052	\$14.290.007	\$29.129.599	\$14.674.660	\$32.489.204	\$697.394.296	\$34.550.780	\$741.646.883,47
31	\$28.366.052	\$13.967.121	\$29.129.599	\$14.343.082	\$32.489.204	\$713.391.610	\$34.550.780	\$758.659.293,64
32	\$28.366.052	\$13.651.530	\$29.129.599	\$14.018.997	\$32.489.204	\$729.027.460	\$34.550.780	\$775.287.304,39
33	\$28.366.052	\$13.343.071	\$29.129.599	\$13.702.234	\$32.489.204	\$744.310.015	\$34.550.780	\$791.539.601,29
34	\$28.366.052	\$13.041.581	\$29.129.599	\$13.392.629	\$32.489.204	\$759.247.257	\$34.550.780	\$807.424.673,71
35	\$28.366.052	\$12.746.903	\$29.129.599	\$13.090.020	\$32.489.204	\$773.846.988	\$34.550.780	\$822.950.819,15
36	\$28.366.052	\$12.458.884	\$29.129.599	\$12.794.247	\$32.489.204	\$788.116.835	\$34.550.780	\$838.126.147,67
VPN		-\$18.521.968		\$0		\$15.795.731.947		\$16.842.875.271

Fuente: (Elaboración propia).

En el escenario del 0% manteniendo en volumen que normalmente se maneja sin ningún aumento en la producción se observa un valor presente neto negativo el cual corresponde a -\$18.521.968 de pesos.

En el escenario de un aumento 10% en la producción con respecto a la producción normal se observa un valor presente neto igual a cero alcanza el punto de equilibrio, a partir de este porcentaje de aumento en la producción se puede afirmar que es rentable el uso de trituradoras móviles en las canteras del Valle del Cauca.

En el escenario de un aumento 20% en la producción el incremento posible de la producción el valor presente neto tiene un valor de \$ 15.795.731.947 de pesos el cual indica que el proyecto no solo es rentable sino que es conveniente realizarlo.

En el escenario de un aumento 30% en el incremento posible de la producción el valor presente neto tiene un valor de \$16.842.875.271 de pesos lo cual sigue evidenciando que es rentable y conveniente. Con respecto al escenario del 20% donde el proyecto supera el punto de equilibrio tiene una rentabilidad de \$1.047.143.324 de pesos.

9.7 TASA INTERNA DE RETORNO

Teniendo en cuenta que el valor presente neto dio cero en el escenario del 10%; significa que la tasa que hace que el valor presente neto sea cero el proyecto en este escenario es la misma tasa que está ofreciendo el mercado, por lo tanto, un aumento de producción va a generar una TIR mayor a esa tasa por consiguiente el proyecto es rentable.

10. CONCLUSIONES

OBJETIVO 1

El crecimiento infraestructural regional para el consumo de piedra diabasa es positivo haciendo que el mercado cree y proponga nuevos escenarios de consumo lo cual exige que las canteras del Valle del Cauca establezcan nuevos métodos que permitan ofrecer producción de calidad, menores costos y eficiencia en la producción, lo cual hace que estas consideren nuevos recursos tecnológicos que sean sostenibles como lo son las trituradoras generando ahorro y mayor rentabilidad.

OBJETIVO 2

El estudio técnico determina que la implementación de las trituradoras móviles en los procesos productivos de piedra diabasa generen ahorros en tiempos y distancias aproximados de 119 metros y 25 minutos; así mismo, reducción en actividades y mano de obra.

La reconfiguración del uso de trituradoras fijas a móviles permite el aumento de la capacidad de producción en este caso el aumento de la producción es de 163 toneladas por hora adicional y con una disminución de 2,41 días de trabajo.

OBJETIVO 3

El estudio económico propone incrementos en el nivel de la producción basándose en la demanda actual del mercado y no en la capacidad de los recursos tecnológicos ya que es importante considerar inversiones a partir del comportamiento del consumo del mercado, así mismo, el análisis en el ahorro que se puede generar

internamente en los procesos permite que la inversión se evalúe bajo la demanda y no la oferta evitando sobre costos operacionales . Por lo tanto, para este estudio de prefactibilidad se encontraron ahorros operacionales de un costo de \$28.366.052 de pesos y aumentos posibles en un escenario del 30% en los costos de producción de \$16.842.785.271 de pesos de rentabilidad.

11. RECOMENDACIONES

Antes de considerar la implementación de nuevos recursos tecnológicos se debe estudiar el comportamiento del mercado para así evitar caer en malas inversiones.

Para la reconfiguración de los procesos y la implementación de nuevas tecnologías de trituración es importante analizar los métodos y tiempos, la capacidad y la mano de obra necesaria para el desarrollo de las actividades.

Es importante que las canteras del Valle del Cauca consideren antes de realizar una inversión de maquinaria para procesos de trituración analicen si la inversión al menor incremento de la producción establece un punto de equilibrio el cual indique que la inversión es favorable y rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Alibaba. (2022). *Trituradora Móvil Planta, Trituradora De Piedra Móvil Trituradora De Mandíbula De Agregados - Buy Mobile Crusher, Mobile Jaw Crusher For Aggregates, Mobile Stone Crusher Plant Product on Alibaba.com.* <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Mobile-crusher-mobile-stone-crusher-plant-60623609628.html>
- Armonísimo. (2022). *Piedra diabasa - origen, propiedades, variedades y campo de aplicación - Armonissimo.* <https://armonissimo.com/es/stones/organic/камень-диабаз/>
- Bermúdez Jiménez, L. M., & Muñoz Moreno, J. F. (2021). *Estudio de prefactibilidad ambiental, legal y económica de proyectos de construcción con acabados en guadua para viviendas de interés social en la localidad de usme sector gran yomasa.* <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26583/1/TG.pdf>
- Camara de Comercio Cali. (2022). *Ritmo constructor #25.* <https://www.ccc.org.co/inc/uploads/2022/08/Ritmo-Constructor-25.pdf>
- Colombia, C. (2022). *Sub Base Granular | CEMEX Colombia.* <https://www.cemexcolombia.com/productos/agregados/sub-base-granular>
- Comparenature, R. (2022). *Diabase Usos | Usos del Diabase.* <https://rocks.comparenature.com/es/diabase-usos/model-82-7>
- Constitución Política de Colombia. (2022a). *Artículo 80 de la Constitución Política de Colombia.* <https://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>

Constitución Política de Colombia. (2022b). *Artículo 330 de la Constitución Política de Colombia*. <https://www.constitucioncolombia.com/titulo-11/capitulo-4/articulo-330>

Constmach. (2022). *Mobile Hard Stone Crushers*. <https://www.constmach.com/es/trituradoras-moviles-de-piedra-dura.html>

Construyendo Seguro. (2022). *¿Cómo preparar el concreto correctamente? - Construyendo Seguro*. <https://www.construyendoseguro.com/como-preparar-el-concreto-correctamente/>

Escobar, M. (2011). *Overhaul de una planta de trituración móvil*.

Estanda. (2022). *Definición de Trituración - Fundiciones Estanda*. <http://www.estanda.com/es/glosario/trituracion>

Euroinnova. (2022). *Que es la prefactibilidad y factibilidad de un proyecto*. <https://www.euroinnova.co/blog/que-es-la-prefactibilidad-y-factibilidad-de-un-proyecto>

Fernandez de la Cigona, J. R. (2021). *Tasa interna de retorno (TIR): ¿Qué es y cómo se calcula? | Sage Advice*. <https://www.sage.com/es-es/blog/tasa-interna-de-retorno-tir-que-es-y-como-se-calcula/>

Garcia Arias, J. A., & Giraldo Giraldo, D. (2013). *CARACTERIZACIÓN DE LAS CANTERAS PRODUCTORAS DE AGREGADOS PÉTREOS EN CALI Y YUMBO*. <https://doi.org/10.1190/segam2013-0137.1>

Gasbarrino, S. (2022). *Valor presente neto: qué es y cómo se calcula (incluye ejemplos)*. <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-valor-presente-neto>

Gómez Morales, M. A., Sandoval Gómez, L. A., & Ávila Suárez, J. A. (2016). *ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE AGREGADOS PÉTREOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA REGIÓN DE BOGOTÁ*. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/356/G%c3%b3mez%20Morales%2c%20Mar%c3%ada%20Alejandra%20-%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales, P. (2022). *¿Qué es la Demanda? Definición - Glosario Billin*. <https://www.billin.net/glosario/definicion-demanda/>

Gourley, E. (2020). *Un futuro flexible - Solid Ground: Solid Ground*. <https://solidground.sandvik/es/a-flexible-future/>

Grupo Bancolombia. (2021, September 30). *Consumo de materiales de construcción crecieron en julio 2021*. <https://www.bancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/sector-cemento/sector-construccion-colombia-julio-2021>

Hernandez Patiño, M. A. (2017). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA INCORPORACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE TRITURACIÓN PORTÁTIL PARA PIEDRA, DIRIGIDA A LA EMPRESA MACROACERO LTDA. MANUEL ANDRÉS HERNÁNDEZ PATIÑO*. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4197/Hernandezmanuel2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jimenez Prieto, L. E. (2019). *DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA TRITURADORA MÓVIL 1012T DE LA EMPRESA DISMET S.A.S., BOGOTÁ*.

Junco, T. el. (2022). *El Junco - Pedrera, grava de 1/2, grava de 3/4, grava de 3/8, arena triturada, despolve, balastros, piedras de voladura, Pedrera en Guanajuato.* <http://www.trituradoraeljunco.com.mx/>

Kefid. (2022). *Planta móvil de trituradora para piedra dura_Kefid Machinery Co.,Ltd.* <https://es.kefid.com/news/company/Planta-movil-de-trituradora-para-piedra-dura.html>

Lazazzera, R. (n.d.). *8 pasos para saber cómo comprar en Alibaba con éxito - Shopify Colombia.* 2022. Retrieved September 27, 2022, from <https://www.shopify.com/co/blog/16702592-como-obtener-productos-de-manera-segura-de-alibaba-el-proveedor-mas-grande-del-mundo>

Legislativa, R. (2022). *PODER PÚBLICO-RAMA LEGISLATIVA.*

López Suarez, A. (2021, October 25). *Exploración minera en Colombia: nueva hoja de ruta que prepara la Nación | Infraestructura | Economía | Portafolio.* <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/exploracion-minera-en-colombia-nueva-hoja-de-ruta-que-prepara-la-nacion-557716>

Lucía Ramírez Blanco, M., Palacios Martínez, D., Lucía Ramírez Blanco Ministra de Relaciones Exteriores José Manuel Restrepo Abondano, M., Ruíz Orejuela, W., Andrés Molano Aponte Ministro de Defensa Nacional Rodolfo Enrique Zea Navarro, D., Ruíz Gómez, F., Custodio Cabrera Báez Ministro del Trabajo Diego Mesa Puyo, Á., Ximena Lombana Villalba, M., Victoria Angulo González Ministra de Educación Nacional Carlos Eduardo Correa Escaf, M., Correa Borrero, S., Ligia Valderrama Rojas, C., Antonio Herrera Castaño, G., José Crissien Borrero, T., Carolina Botero Barco, A., Milena Pabón Alvarado, L., García Montaña, A., Parra Vera, Y., & Garnica

De La Espriella, L. (n.d.). *CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES Iván Duque Márquez Presidente de la República*.

Machineryline. (2022a). *Quiénes somos*. <https://machineryline.com.co/about.php>

Machineryline. (2022b). *Venta de Sandvik QJ341 trituradora de mandíbula Polonia Poznań, VQ29406*. <https://machineryline.com.co/-/venta/trituradoras-de-mandibula/Sandvik/QJ341--22052714133111310700>

Marco Normativo del Sector Minero - EITI COLOMBIA. (n.d.). Retrieved July 24, 2022, from <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2077/marco-legal-y-regimen-fiscal/marco-normativo-del-sector-minero/>

MB Crusher. (2014). *Gracias al la trituradora MB tenemos ventaja económica concreta e inmediata - MB S.p.A*. <https://www.mbcruiser.com/es/pe/testimonios/la-cuchara-trituradora-mb-trabajando-en-colombia-entrevista-con-el-ing.-jorge-mario-ospina-parra>

Meire. (2018). *Diagrama de Flujo (Flujograma) de Proceso - Blogdelacalidad*. <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/>

Mercantil, B. (2022). *DOCUMENTO DE CONDICIONES ESPECIALES Nombre del Producto (SIBOL)*. https://mcp.bolsamercantil.com.co/ArchivosPublicados//PDF/PubId=4344_DCE SUB-BASE Neiva 010218 provisional.pdf

Mi carrera universitaria. (2022). *ingeniería económica: Concepto, aplicaciones, carrera y más*. <https://micarrerauniversitaria.com/c-ingenieria/ingenieria-economica/>

Michelle Chavaco. (2022). *Economía del Valle registró crecimiento del 12,1% en el segundo trimestre del año*.
<https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/75894/economia-del-valle-registro-crecimiento-del-121-en-el-segundo-trimestre-del-ano/>

Muente, G. (2019). *Tipos de productos: ¿cómo se clasifican y qué características tienen?*
<https://rockcontent.com/es/blog/tipos-de-productos/>

Müggenburg Rodríguez, M. C., & Pérez Cabrera, I. (2007). Los maestros escriben Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Revista Enfermería Universitaria ENEO-UNAM*, 4(1), 35–38.
<http://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>

Neumática del Caribe S.A. (2015, October 30). *Factores que afectan la eficiencia en procesos de trituración*.
[http://proyectos.andi.com.co/Expometalica/Documents/Memorias evento/viernes 30 de octubre/neucaribe.pdf](http://proyectos.andi.com.co/Expometalica/Documents/Memorias%20evento/viernes%2030%20de%20octubre/neucaribe.pdf)

North, P. (2022, March 23). ▷ *Marketing mix: Qué es y cuáles son sus variables - InboundCycle*.
<https://www.inboundcycle.com/blog-de-inbound-marketing/las-variables-del-marketing-mix-que-debes-conocer>

Ortega Fernández, N., Montoya, A. Felipe, & Castañeda, N. M. (2019). *ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE USAR DOBLADORA 3D*.

Ortega Rondón, L. A. (2019). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de molienda de carbón mineral*. <https://doi.org/10.19083/tesis/625470>

Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos* - Luis Carlos, Palacios Acero - Google Libros. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=S6YwDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=m%C3%A9todos+y+tiempos+producci%C3%B3n&ots=86ThlzLq5m&sig=eZEN A5sqJguyCC-9esh_dcu9TI8#v=onepage&q=m%C3%A9todos%20y%20tiempos%20producci%C3%B3n%20&f=false

PIB. (2022). *Boletín Técnico Producto Interno Bruto de Bogotá (PIB) I trimestre 2022 pr.*

QuimiNet. (2012). *Aproveche las ventajas de las plantas de trituración móvil* | QuimiNet.com. <https://www.quiminet.com/articulos/aproveche-las-ventajas-de-las-plantas-de-trituracion-movil-2735371.htm>

QuimiNet. (2022). *Funcionamiento y características de la trituradora de mandíbula* | QuimiNet. <https://www.quiminet.com/articulos/funcionamiento-y-caracteristicas-de-la-trituradora-de-mandibula-2653608.htm>

Riorion. (2022). *.:RIORION:.* <http://www.riorion.com.co/>

Rocha, J. F. R. (2008). Flujo de caja. Herramienta clave para la toma de decisiones en la microempresa. *Panorama*, 2(4). <https://doi.org/10.15765/PNRM.V2I4.259>

Rubble Master. (2022). *Trituradora móvil en el aeropuerto SBG - RUBBLE MASTER.* <https://www.rubblemaster.com/es/informes-de-aplicacion/reciclaje/hormigon/trituradora-movil-en-el-aeropuerto-sbg/>

Sanme. (2022). *Planta móviles de trituración-SHANGHAI SANME MINING MACHINERY CORP., LTD.* <http://es.sanmecrusher.com/products/mobile->

crusher/?gclid=Cj0KCQjwsrWZBhC4ARIsAGGUJupmNIVmn2JTh6acYypDXUjwQ
7gZNMTKLLqKb5Qu0Fh75lfB-sHNepsaAlngEALw_wcB

Semana. (2022). *Carestía de los materiales para la construcción amenaza a la vivienda*.
[https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/carestia-de-los-
materiales-para-la-construccion-amenaza-a-la-vivienda/202254/](https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/carestia-de-los-materiales-para-la-construccion-amenaza-a-la-vivienda/202254/)

Significados.com. (2022). *Mercado: qué es, tipos - Significados*.
<https://www.significados.com/mercado/>

Sistema CRM Impulsa. (2020). *Qué es la factibilidad y por qué es importante para evaluar un proyecto -*. [https://www.sistemaimpulsa.com/blog/que-es-la-factibilidad-
y-por-que-es-importante-para-evaluar-un-proyecto/](https://www.sistemaimpulsa.com/blog/que-es-la-factibilidad-y-por-que-es-importante-para-evaluar-un-proyecto/)

Talero Urrego, D. C. (2014). *Servicio Al Cliente, Una Estrategia Para Crear Ventajas Competitivas En El Sector De La Construcción En Colombia*. 39.
[http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13286/1/SERVICIO AL CLIENTE
COMO ESTRATEGIA PARA CREAR VENTAJAS COMPETITIVAS EN EL SECTOR
CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13286/1/SERVICIO%20AL%20CLIENTE%20COMO%20ESTRATEGIA%20PARA%20CREAR%20VENTAJAS%20COMPETITIVAS%20EN%20EL%20SECTOR%20CONSTRUCCION%20EN%20COLOMBIA.pdf)

Talleres Mamutt. (2022). *Talleres Mamutt de Bogotá, Colombia*. 2022.
<https://www.mamutt.co/>

Triturados El Chocho S.A.S. (2018). *Sostenibilidad – Triturados El Chocho S.A.S*.
<https://www.trituradoselchocho.com.co/sostenibilidad/>

Upme. (2022a). *Materiales de construcción*. [https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-
Sectoriales/Paginas/materialesdeconstruccion.aspx](https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/materialesdeconstruccion.aspx)

Upme. (2022b). *Producción desde 2012*. <https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/materialesdeconstruccion.aspx>

Valora Analitik. (2020, April 2). *Reactivación económica mundial impulsó la minería en Colombia en 2021*. <https://www.valoraanalitik.com/2022/02/04/reactivacion-economica-mineria-colombia-2021/>

Y, C. G. G. (2022). *GRAVAS 1/2 y 1 PULGADA*. <https://gravicon.com.co/productos/87-gravas>

Zeballos Bustamante, D. (2018). *“Estudio de Factibilidad para la producción de baldosas de Piedra Pórfido utilizando cizallas hidráulicas para la Industria de la Construcción” Para Optar por el Título Profesional de: INGENIERÍA INDUSTRIAL.*

ANEXOS

Mes	0%	Nivel aumentado de producción											
		VP	10%	VP	20%	VP	30%	VP	40%	VP	50%	VP	
0	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178	-\$706.620.178
1	\$28.366.052	\$27.725.114	\$29.129.599	\$28.471.408	\$32.489.204	\$31.755.103	\$34.550.780	\$33.770.096.95	\$36.612.356	\$35.785.091.16	\$38.673.932	\$37.800.085.36	\$37.800.085.36
2	\$28.366.052	\$27.098.659	\$29.129.599	\$27.828.090	\$32.489.204	\$32.792.691	\$34.550.780	\$36.777.150.58	\$36.612.356	\$70.761.609.71	\$38.673.932	\$74.746.069.84	\$74.746.069.84
3	\$28.366.052	\$26.486.358	\$29.129.599	\$27.199.308	\$32.489.204	\$93.128.978	\$34.550.780	\$99.038.402.01	\$36.612.356	\$104.947.825.53	\$38.673.932	\$110.857.249.09	\$110.857.249.09
4	\$28.366.052	\$25.887.893	\$29.129.599	\$26.584.733	\$32.489.204	\$122.779.810	\$34.550.780	\$130.570.702.84	\$36.612.356	\$138.361.595.76	\$38.673.932	\$146.152.488.68	\$146.152.488.68
5	\$28.366.052	\$25.302.950	\$29.129.599	\$25.984.045	\$32.489.204	\$151.760.674	\$34.550.780	\$161.390.523.88	\$36.612.356	\$171.020.373.93	\$38.673.932	\$180.650.223.99	\$180.650.223.99
6	\$28.366.052	\$24.731.223	\$29.129.599	\$25.396.929	\$32.489.204	\$180.086.708	\$34.550.780	\$191.513.963.77	\$36.612.356	\$202.941.219.28	\$38.673.932	\$214.368.474.80	\$214.368.474.80
7	\$28.366.052	\$24.172.416	\$29.129.599	\$24.823.080	\$32.489.204	\$207.772.709	\$34.550.780	\$220.956.757.40	\$36.612.356	\$234.140.805.58	\$38.673.932	\$247.324.853.76	\$247.324.853.76
8	\$28.366.052	\$23.626.234	\$29.129.599	\$24.262.196	\$32.489.204	\$234.833.138	\$34.550.780	\$249.734.284.15	\$36.612.356	\$264.635.429.84	\$38.673.932	\$279.536.575.54	\$279.536.575.54
9	\$28.366.052	\$23.092.394	\$29.129.599	\$23.713.986	\$32.489.204	\$261.282.131	\$34.550.780	\$277.861.575.88	\$36.612.356	\$294.441.020.86	\$38.673.932	\$311.020.465.84	\$311.020.465.84
10	\$28.366.052	\$22.570.616	\$29.129.599	\$23.178.163	\$32.489.204	\$287.133.602	\$34.550.780	\$305.353.324.79	\$36.612.356	\$323.573.147.50	\$38.673.932	\$344.792.970.20	\$344.792.970.20
11	\$28.366.052	\$22.060.627	\$29.129.599	\$22.654.447	\$32.489.204	\$312.400.755	\$34.550.780	\$332.223.891.14	\$36.612.356	\$352.047.026.84	\$38.673.932	\$371.870.162.54	\$371.870.162.54
12	\$28.366.052	\$21.562.162	\$29.129.599	\$22.142.564	\$32.489.204	\$337.097.089	\$34.550.780	\$358.487.310.68	\$36.612.356	\$379.877.532.14	\$38.673.932	\$401.267.753.61	\$401.267.753.61
13	\$28.366.052	\$21.074.960	\$29.129.599	\$21.642.248	\$32.489.204	\$361.235.403	\$34.550.780	\$384.157.302.04	\$36.612.356	\$407.079.200.59	\$38.673.932	\$430.001.099.15	\$430.001.099.15
14	\$28.366.052	\$20.598.766	\$29.129.599	\$21.153.236	\$32.489.204	\$384.828.307	\$34.550.780	\$409.247.273.88	\$36.612.356	\$433.666.240.91	\$38.673.932	\$458.085.207.95	\$458.085.207.95
15	\$28.366.052	\$20.133.332	\$29.129.599	\$20.675.274	\$32.489.204	\$407.888.123	\$34.550.780	\$433.770.331.86	\$36.612.356	\$459.652.540.77	\$38.673.932	\$485.534.749.67	\$485.534.749.67
16	\$28.366.052	\$19.678.415	\$29.129.599	\$20.208.111	\$32.489.204	\$430.426.897	\$34.550.780	\$457.739.285.56	\$36.612.356	\$485.051.674.03	\$38.673.932	\$512.364.062.50	\$512.364.062.50
17	\$28.366.052	\$19.233.777	\$29.129.599	\$19.751.504	\$32.489.204	\$452.456.402	\$34.550.780	\$481.166.655.07	\$36.612.356	\$509.876.907.86	\$38.673.932	\$538.587.160.66	\$538.587.160.66
18	\$28.366.052	\$18.799.185	\$29.129.599	\$19.305.214	\$32.489.204	\$37.988.146	\$34.550.780	\$504.064.677.62	\$36.612.356	\$534.141.209.67	\$38.673.932	\$564.217.741.71	\$564.217.741.71
19	\$28.366.052	\$18.374.413	\$29.129.599	\$18.869.008	\$32.489.204	\$495.033.374	\$34.550.780	\$526.445.313.94	\$36.612.356	\$557.857.253.83	\$38.673.932	\$589.269.193.72	\$589.269.193.72
20	\$28.366.052	\$17.959.239	\$29.129.599	\$18.442.659	\$32.489.204	\$515.603.081	\$34.550.780	\$548.320.254.49	\$36.612.356	\$581.037.428.37	\$38.673.932	\$613.754.602.25	\$613.754.602.25
21	\$28.366.052	\$17.553.445	\$29.129.599	\$18.025.942	\$32.489.204	\$535.708.010	\$34.550.780	\$569.700.925.58	\$36.612.356	\$603.693.841.38	\$38.673.932	\$637.686.757.18	\$637.686.757.18
22	\$28.366.052	\$17.156.821	\$29.129.599	\$17.618.642	\$32.489.204	\$555.358.663	\$34.550.780	\$590.598.495.35	\$36.612.356	\$625.838.327.38	\$38.673.932	\$661.078.159.41	\$661.078.159.41
23	\$28.366.052	\$16.769.159	\$29.129.599	\$17.220.545	\$32.489.204	\$574.565.306	\$34.550.780	\$611.023.879.59	\$36.612.356	\$647.482.453.48	\$38.673.932	\$683.941.027.37	\$683.941.027.37
24	\$28.366.052	\$16.390.256	\$29.129.599	\$16.831.442	\$32.489.204	\$593.337.969	\$34.550.780	\$630.987.747.44	\$36.612.356	\$668.637.525.43	\$38.673.932	\$706.287.303.42	\$706.287.303.42
25	\$28.366.052	\$16.019.914	\$29.129.599	\$16.451.132	\$32.489.204	\$611.686.460	\$34.550.780	\$650.500.526.97	\$36.612.356	\$689.314.593.53	\$38.673.932	\$728.128.660.08	\$728.128.660.08
26	\$28.366.052	\$15.657.940	\$29.129.599	\$16.079.415	\$32.489.204	\$629.620.363	\$34.550.780	\$669.572.410.63	\$36.612.356	\$709.524.458.37	\$38.673.932	\$749.476.506.12	\$749.476.506.12
27	\$28.366.052	\$15.304.145	\$29.129.599	\$15.716.096	\$32.489.204	\$647.149.045	\$34.550.780	\$688.213.360.57	\$36.612.356	\$729.277.676.55	\$38.673.932	\$770.341.992.52	\$770.341.992.52
28	\$28.366.052	\$14.958.344	\$29.129.599	\$15.360.988	\$32.489.204	\$664.281.662	\$34.550.780	\$706.433.113.84	\$36.612.356	\$748.584.566.08	\$38.673.932	\$790.736.018.32	\$790.736.018.32
29	\$28.366.052	\$14.620.357	\$29.129.599	\$15.013.902	\$32.489.204	\$681.027.163	\$34.550.780	\$724.241.187.47	\$36.612.356	\$767.455.211.88	\$38.673.932	\$810.669.236.29	\$810.669.236.29
30	\$28.366.052	\$14.290.007	\$29.129.599	\$14.674.660	\$32.489.204	\$697.394.296	\$34.550.780	\$741.646.883.47	\$36.612.356	\$785.899.470.97	\$38.673.932	\$830.152.058.48	\$830.152.058.48
31	\$28.366.052	\$13.967.121	\$29.129.599	\$14.343.082	\$32.489.204	\$713.391.610	\$34.550.780	\$758.659.293.64	\$36.612.356	\$803.926.977.67	\$38.673.932	\$849.194.661.70	\$849.194.661.70
32	\$28.366.052	\$13.651.530	\$29.129.599	\$14.018.997	\$32.489.204	\$729.027.460	\$34.550.780	\$775.287.304.39	\$36.612.356	\$821.547.148.59	\$38.673.932	\$867.806.992.79	\$867.806.992.79
33	\$28.366.052	\$13.343.071	\$29.129.599	\$13.702.234	\$32.489.204	\$744.310.015	\$34.550.780	\$791.539.601.29	\$36.612.356	\$838.769.187.57	\$38.673.932	\$885.998.773.86	\$885.998.773.86
34	\$28.366.052	\$13.041.581	\$29.129.599	\$13.392.629	\$32.489.204	\$759.247.257	\$34.550.780	\$807.424.873.71	\$36.612.356	\$856.602.090.52	\$38.673.932	\$903.779.507.33	\$903.779.507.33
35	\$28.366.052	\$12.746.903	\$29.129.599	\$13.090.020	\$32.489.204	\$773.846.968	\$34.550.780	\$822.950.819.15	\$36.612.356	\$872.054.650.05	\$38.673.932	\$921.158.480.92	\$921.158.480.92
36	\$28.366.052	\$12.458.884	\$29.129.599	\$12.794.247	\$32.489.204	\$788.116.835	\$34.550.780	\$838.126.147.67	\$36.612.356	\$888.135.460.08	\$38.673.932	\$938.144.772.49	\$938.144.772.49
VPN		-\$18.521.968			\$0	\$15.795.731.947		\$16.842.875.271		\$17.890.018.596		\$18.937.161.920	