



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“APROVECHAMIENTO DEL RIPIO DE CARBÓN ANTRACITA GENERADO EN LA CALERA ÍTALO, PARA LA FABRICACIÓN DE BRIQUETAS, EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Manuel Oswaldo Julcamoro Saldaña
Bach. Manuel Romero García

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca – Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Víctor Eduardo Álvarez León, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Manuel Oswaldo Julcamoro Saldaña
- Manuel Romero García

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *Aprovechamiento del Ripio de Carbón Antracita Generado en la Calera Ítalo, para la Fabricación de Briquetas, en el Departamento de Cajamarca, 2018* para aspirar al título profesional de: Ingeniero de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Julcamoro Saldaña, Manuel Oswaldo y Romero García, Manuel para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Aprovechamiento del Ripio de Carbón Antracita Generado en la Calera Ítalo, para la Fabricación de Briquetas, en el Departamento de Cajamarca, 2018*

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Óscar Arturo Vásquez Mendoza
Jurado
Presidente

Rafael Napoleón Ocas Boñón
Jurado

Ing. Alex Patricio Marinovic Pulido
Jurado

DEDICATORIA

A mis padres Vicente y Rosa quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanas Alicia y Judith por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar en todo momento gracias. A toda mi familia por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Manuel Julcamoro.

Con todo mi amor y cariño a mi amada esposa Charo Margot Miranda Abanto y a mis dos preciados tesoros Salma Guadalupe Romero Miranda y Kennya Jennifer Silvana Romero Miranda, por su paciencia y permanente apoyo durante el tiempo que sacrifiqué para culminar una nueva carrera, con la esperanza de emprender un futuro mejor.

A mi querida madre, hermanos y sobrinos por su apoyo incondicional y las palabras de aliento constante durante el proceso de este nuevo objetivo, a pesar de las adversidades.

Manuel Romero.

AGRADECIMIENTO

Nuestro profundo y sincero agradecimiento a todos los ingenieros de la carrera profesional de Ingeniería de Minas, pero en especial al ingeniero Víctor Eduardo Álvarez León, porque siempre nos orientó con las inquietudes durante nuestro proceso de formación y nos apoyó brindándonos sus aprendizajes y experiencias; asimismo agradecer al ingeniero José Alfredo Siveroni Morales, por facilitarnos su empresa para poder realizar esta tesis y por brindarnos la información oportuna y necesaria desde un inicio hasta la culminación de este proyecto y a todas las demás personas que de una forma desinteresada aportaron para concluir nuestra carrera profesional.

Manuel Julcamoro y Manuel Romero.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	16
1.4. Hipótesis	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	19
2.1. Tipo de investigación.....	19
2.2. Población.....	19
2.3. Muestra	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	19
2.5. Procedimiento	20
CAPÍTULO III. RESULTADOS	24
3.1. Aspectos Generales:.....	24
3.2. Generación de ripio de carbón antracita	26

	Pág.
3.3. Diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita.....	32
3.4. Rentabilidad económica de la fabricación de briquetas.....	46
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	59
4.1. Discusión.....	59
4.2. Conclusiones	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	63
ANEXO n.º 1. Matriz de consistencia	64
ANEXO n.º 2. Fotografías	65
ANEXO n.º 3. Instrumentos	69

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables.	18
Tabla 2 Coordenadas de la calera Ítalo.	24
Tabla 3 Producción de ripio mensual.	32
Tabla 4 Proporciones de insumos para la elaboración de una briqueta.	36
Tabla 5 Medidas de la briqueta seca.	40
Tabla 6 Resultados de presión axial simple.	42
Tabla 7 Valores de poder calorífico de combustible.	44
Tabla 8 Cotización de la máquina briquetera.	52
Tabla 9 Cotización de materiales.	53
Tabla 10 Costos de acondicionamiento.	54
Tabla 11 Costos de acondicionamiento.	55
Tabla 12 Costo total de la inversión fija.	55
Tabla 13 Costos salientes anuales.	56
Tabla 14 Flujo de caja.	58
Tabla 15 Ficha de producción de ripio mensual.	69
Tabla 17 Fichas de medidas de la briqueta seca.	72
Tabla 18 Fichas de proporciones para la elaboración de briquetas.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Máquina briquetera.	21
Figura 2. Visualización espacial de la cantera Ítalo.	25
Figura 3. Zona de chancado de carbón antracita.	26
Figura 4. Perforación de la roca caliza.	27
Figura 5. Malla de voladura de la cantera.	27
Figura 6. Zona de chancado de caliza.	28
Figura 7. Chancado de carbón antracita.	28
Figura 8. Horno con carbón y caliza.	29
Figura 9. Recojo de caliza quemada.	29
Figura 10. Uso de carbón en la calera Ítalo.	31
Figura 11. Arcilla usada en las briquetas.	32
Figura 12. Carbón antracita utilizado en las briquetas.	33
Figura 13. Agua utilizada en las briquetas.	33
Figura 14. Cantidad de arcilla.	34
Figura 15. Medición de carbón.	35
Figura 16. Adicionamiento de agua.	36
Figura 17. Diagrama de tamizado de carbón.	37
Figura 18. Mezcla para briquetas.	38
Figura 19. Llenado de mezcla en los moldes de la briquetera.	38
Figura 20. Modelamiento de briquetas.	39
Figura 21. Extracción del molde.	39
Figura 22. Secado de briquetas.	40
Figura 23. Prueba de compresión uniaxial de la briqueta.	41
Figura 24. Resultados de compresión uniaxial de la briqueta.	41
Figura 25. Cocinas apropiadas para las briquetas.	45
Figura 26. Inicio de quemado de la briqueta con carbón vegetal.	45
Figura 27. Finalizado de quemado de la briqueta.	46
Figura 28. Uso de combustible para preparar los alimentos.	47
Figura 29. Combustible adecuado para preparar los alimentos.	48

	Pág.
Figura 30. Usar briquetas es adecuado para preparar los alimentos.....	49
Figura 31. Conocimiento de la fabricación de briquetas en Cajamarca.	50
Figura 32. Conocimiento de la venta de briquetas en Cajamarca.	50
Figura 33. Utilizaría briquetas en Cajamarca.	51
Figura 34. Medición de arcilla para briquetas.	65
Figura 35. Mezcla para fabricar briquetas.	65
Figura 36. Prueba calorífica de las briquetas.....	66
Figura 37. Toma de tiempos de hervido de agua con uso de briquetas.....	66
Figura 38. Inicio del quemado de briquetas.	67
Figura 39. Quemado de briquetas.....	67
Figura 40. Dimensiones de las briquetas.	68

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue aprovechar el ripio de carbón antracita generado en la calera Ítalo, para la fabricación de briquetas. Mediante los objetivos específicos que son determinar la cantidad de ripio de carbón antracita generado mensualmente, luego realizar el diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita y evaluar la rentabilidad económica de la fabricación de briquetas. La investigación desarrollada fue cuantitativa, en esta tesis el proceso consistió en observar y analizar el ripio de carbón antracita para luego proponer la fabricación de briquetas usándolo como materia prima. En la calera Ítalo, se produce Oxido de Calcio, para este proceso es necesario calcinar las calizas con carbón antracita, la empresa P^hhuyu Yuraq actualmente abastece a Minera Yanacocha entre 1800 hasta 2200 toneladas mensuales. Se genera en promedio 20 a 29 toneladas mensuales de carbón cisco también llamado ripio de carbón. Se fabricaron varias briquetas, pero la briqueta que se tomó como muestra tiene las siguientes proporciones: 0.6 kilos de arcilla más 4 kilos de carbón de antracita más 0.62 litros de agua. Las briquetas tienen 14.5 cm de altura y 14.5 cm de diámetro. La resistencia a la compresión uniaxial de las briquetas es 3.1 KN y MPa. 0.17, esto quiere decir que se pueden apilar de 20 briquetas. Las briquetas tienen una duración de encendido de 12 horas 40 minutos. La inversión fija es de 9 097.20 soles y los costos anuales de producción son 34 472.00 soles, las ganancias anuales son 63 960 soles. Por lo tanto, el flujo de caja es de 610 150.80 soles en 21 años. El Payback o la recuperación de la inversión utilizada es de 0.68 años. Eso quiere decir que las inversiones si serían recuperadas.

Palabras clave: Carbón antracita, calcinación, briqueta, arcilla.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, la tecnología de briquetas se desarrolla en países desarrollados y en vías de desarrollo. El carbón se utiliza como combustible desde el siglo XII y fue la energía básica de la revolución industrial. Hoy en día el 40% de la energía mundial se produce a partir del carbón igualmente, los desechos de carbón antracita impactan en la atmósfera en un 40% más de lo normal. Ya sea como contaminación visual, al aire, al suelo y al agua, porque las partículas de carbón se dispersan en el ambiente.

Es claro que el polvillo del carbón afecta la salud pues produce neumoconiosis y cáncer pulmonar, lo cual es conocido desde la antigüedad. Por ello es necesario realizar proyectos para darle un mejor uso a esos desechos.

Actualmente la empresa P^huyu Yuraq II E.I.R.L., que es dueña de la calera Ítalo, busca la manera de aprovechar el ripio de carbón generado, en el año 2017 se empezó a vender este ripio a las ladrilleras de la zona, pero el costo no cubría los gastos de transporte, por ello se consideró como desmonte para ser tratado como pasivo ambiental.

En la calera Ítalo, se produce 20 - 29 toneladas de desmonte de carbón antracita mensuales, producto de la generación de óxido de calcio, al cual se le llama ripio de carbón que es menor a ½". Lo cual genera impactos ambientales negativos afectando también a la salud de los pobladores. El tamaño de este ripio de carbón está por debajo de la medida requerida para la utilización en los hornos verticales que actualmente

cuenta la calera. Se busca darle un aprovechamiento a ese desmonte mediante la fabricación de briquetas lo cual generará más puestos de trabajo, para el cual se contratará a personal de la misma localidad, buscando la evolución de relaciones comunitarias. Mediante esta propuesta se contribuirá a mitigar los impactos ambientales en la zona generados por el ripio de carbón.

- Da Silva, (2013), realizó su Tesis en la Universidad Tecnológica Intercontinental, titulada: “*Proyecto de Creación de una Fábrica de Briquetas de Aserrín en Santa Rosa del Aguaray*”, en Paraguay. El proyecto de inversión planteado corresponde al área empresarial, concretamente en producción de briquetas de aserrín para ser utilizado como insumo generador de calor en empresas que utilicen proceso de secado con gran poder calorífico. El estudio económico arroja un VAN de 721.100.310 guaraníes; una TIR de 42,40% y una relación costo beneficio de 1,92. Esto refleja que existen las condiciones favorables en todos los aspectos y la recuperación de la inversión se hace en dos años y un mes, por lo que es altamente recomendable.

- Villarroel y Amigo, (2013), realizó su Tesis en la Universidad de Magallanes, titulada: “*Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de una Planta Briqueteadora en el Aserradero de la Empresa Salfa de Punta Arenas*”, en Chile. La utilización de briquetas como combustible no dista de ser una buena alternativa, tanto medio ambiental como económica para grandes consumos. El poder calorífico de este combustible es de alrededor de 4.500 kcal/kg lo que la hace mucho mejor que la leña, la que es muy usada en la región de la Araucanía, para calefacción.

- Vera, (2014), realizó su Tesis en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, titulada: “*Diseño de Briquetas Ecológicas para la Generación de Energía Calórica y Mejoramiento de Ecosistemas en el Corregimiento de Nabusimake, Municipio de Pueblo Bello-Cesar*”, en Colombia. Se determinaron variables relacionadas con las propiedades fisicoquímicas de 3 briquetas, arrojando como resultado la estandarizaron de 2 tipos de briquetas ecológicas que presentan mayor generación de energía calórica frente a la leña utilizada en la cocción de alimentos en el Corregimiento de Nabusimake. La briqueta que presento un mayor poder calorífico fue la que se utilizó 60% de cascarilla de Café, 20% Cisco de Arroz y un 20 % de Bagazo de Caña, acompañada con 50 g de aglomerante.

- Vargas, (2017), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima, titulada: “*Estudio de la influencia del porcentaje de arcilla en la calidad de las briquetas de hojas de caña de azúcar mediante ensayos físicos y térmicos*”. Se disminuyó el porcentaje de azufre, reduciendo de esta manera las emisiones de óxidos de azufre; el contenido de ceniza, reduciendo la cantidad de residuos generados luego de la combustión; y aumentando el poder calorífico de la HCA. Los tratamientos realizados a la HCA de azúcar, permitieron aumentar su densidad aparente de 15 kg/ m³ a 275 kg/m³ de las HCA (X < M50) y a 219 kg/m³ de las HCA (M50 < X < M30). Además, el proceso de densificado a bajas presiones, elevó la densidad de la briqueta hasta 350 kg/m³ aproximadamente. El rendimiento total de todos los procesos de fabricación del densificado de HCA, es de 35% aproximadamente.

- Samamé, (2017), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, en la Universidad César Vallejo de Chiclayo, titulada: “*Determinación del Poder Calorífico de Briquetas de Carbón Utilizando Cantidades de Residuos de Biomasa*”. Como los residuos de recursos biológicos hemos tratado de volver a darle un uso comercial creando una fuente de energía limpia y ecológica y nada más como introduciéndolas como materia prima en la elaboración de “briquetas de carbón”, ya que reemplazará en todos sus aspectos al carbón comercial es por ello que acompañamos la palabra “carbón” al nuevo producto ecológico que son las briquetas y que desde ahora llamaremos briquetas de carbón.

- García, (2014), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero industrial y de sistemas, en la Universidad Nacional de Piura, titulada: “*Diseño de Proceso y de Planta Piloto para Fabricación de Briquetas de Aserrín*”, Piura - Perú. Las briquetas de aserrín son un biocombustible 100% ecológico, que brinda energía calorífica al quemarse y que se obtiene de la compactación de los residuos maderables tales como aserrín, trozos de madera, viruta y astillas. Los análisis realizados a las briquetas en el laboratorio del departamento académico de industrias forestales de la UNALM nos indican una ventaja energética de la briqueta de aserrín con un poder calorífico de 4 728 kcal/kg respecto a la leña de algarrobo que llegó a un valor de 4 618 kcal/kg.

1.2. Formulación del problema

¿Se puede aprovechar el ripio de carbón antracita generado en la Calera Ítalo, para la fabricación de briquetas, en el departamento de Cajamarca, 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aprovechar el ripio de carbón antracita generado en la calera Ítalo, para la fabricación de briquetas, en el departamento de Cajamarca, 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de ripio de carbón antracita generado mensualmente en la producción de óxido de calcio, en la calera Ítalo, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.
- Realizar el diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.
- Evaluar la rentabilidad económica de la fabricación de briquetas a partir del ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El ripio de carbón antracita generado en la calera Ítalo, se puede aprovechar en la fabricación de briquetas, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La cantidad de ripio de carbón antracita generado mensualmente en la producción de óxido de calcio, en la calera Ítalo, es suficientemente alta para generar briquetas, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.
- El diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, interviene en el quemado de las mismas.
- La fabricación de briquetas a partir del ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, es rentable.

1.4.3. Variables

- Independiente: Fabricación de briquetas.
- Dependiente: Aprovechamiento del ripio de carbón antracita.

1.4.4. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de las variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
Fabricación de briquetas	Independiente	Cantidad de ripio generado	Toneladas de carbón cisco mensuales
		Diseño de briqueta	Proporciones de mezcla para briqueta
			Resistencia a la compresión uniaxial
			Dimensiones de la briqueta
		Rentabilidad de la fabricación de briquetas	Precio de arcilla
			Precio del carbón cisco
Precio de la briqueta			
Aprovechamiento del ripio de carbón antracita	Dependiente	Generación de cisco	Toneladas mensuales
		Producción actual de CaO	Toneladas/mensuales
		Producción aprovechada en briquetas	Toneladas/mensuales

Fuente: Elaboración propia, (2018).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación desarrollada es cuantitativa, ya que se siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso), que usa datos o reportes numéricos, en esta tesis se utilizaron estos datos para determinar la cantidad de producción de carbón cisco, de briquetas y el tiempo de quemado (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

2.2. Población

Todas las caleras de la región Cajamarca dedicadas a la producción de óxido de calcio.

2.3. Muestra

Calera Ítalo dedicada a la producción de óxido de calcio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas

- **Observación sistemática directa.** Se empleó esta técnica con el propósito de recabar la información necesaria para el logro de los objetivos de nuestra investigación. Esta recolección de datos de información se hizo a través de: La observación directamente de las pruebas que se realice tanto en el laboratorio, en la fabricación de las briquetas, así como también en las pruebas del poder calorífico realizadas en cocinas artesanales expresado en un litro de agua en ebullición.

- **Observación sistemática indirecta.** Mediante esta técnica se pudo analizar, estudiar y comparar la dureza, además el contenido calorífico de la antracita en su estado natural y como briqueta previamente fabricada.

2.4.2. Instrumentos

Se utilizó los siguientes instrumentos de trabajo:

- Ficha de reportes de generación de ripio mensual.
- Ficha de toma de medidas de la briqueta.
- Ficha de toma de proporciones para la elaboración de briquetas.

2.5. Procedimiento

Primero: Identificar los insumos a utilizarse en la fabricación de briquetas

Para una mejor identificación, se viajó a la ciudad de Trujillo, específicamente al mercado La Hermelinda y algunas fábricas de briquetas ubicadas en los alrededores de la ciudad de Trujillo, específicamente en el distrito de Huanchaco y en el centro poblado El Milagro, para recaudar datos de los insumos que se usan en la fabricación de briquetas, asimismo se averiguó las proporciones que se usan y el procedimiento que se sigue.

Segundo: Determinar la generación de carbón cisco (ripio)

Se determinó que aproximadamente se produce de 20 a 25 toneladas mensuales de carbón cisco, lo cual al no aprovecharse se convierte en pasivo ambiental. Al usar el carbón en las briquetas, se disminuirá los efectos contaminantes que provoca al convertirse en desmonte.

Tercero: Fabricación de la máquina briquetera

Luego de indagar y obtener información sobre costos en la ciudad de Trujillo para la confección de una máquina briquetera, regresamos a Cajamarca y encontramos un taller especializado, “Inversiones Generales INFSAN E.I.R.L”, en el cuál se envió a hacer la máquina briquetera, para moldear las briquetas. A continuación, se muestra dicha máquina:



Figura 1. Máquina briquetera.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Características y descripción general de la máquina briquetera

Máquina compuesta (hidráulico y mecánico)

- Gato hidráulico (20 toneladas)
- Volante
- Poleas
- Moldes de acero
- Moldes de PVC
- Soporte de moldes (mesa)

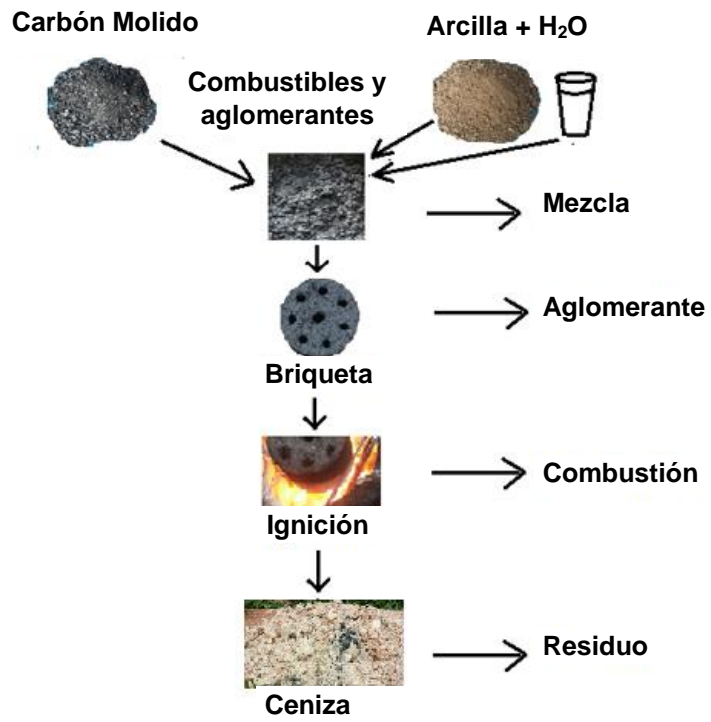
- Armazón
- Transmisión
- Varilla de acero
- Garganta
- Eje
- Rodajes
- Resortes
- Uñas

Cuarto: Fabricación de briquetas

Se procedió a seguir los pasos brindados por los briqueteros de la ciudad de Trujillo.

En la fabricación de las briquetas en la calera Ítalo se consideran la materia prima (Cisco de antracita) y los aditivos (arcilla y agua) para obtener una mezcla, que luego de pasar por la máquina briquetera (prensado) se transforma en un sólido compacto de forma cilíndrica con orificios en forma vertical para una mejor combustión, cuya característica principal es dar una llama azul y sin radiación notable de humo, pero con un alto poder calorífico. Generalmente la elaboración de esta briqueta está pensada en el uso doméstico.

Esquema de fabricación de las briquetas



CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Aspectos Generales:

3.1.1. Ubicación:

La explotación actual de la calera Ítalo se desarrolla en un área de trabajo de aproximadamente de 13859.98 m² de extensión, cuyas coordenadas UTM PSAD 56 son:

Tabla 2
Coordenadas de la calera Ítalo.

PUNTO	ESTE	NORTE
P1	767257.48	9202310.03
P2	767299.98	9202313.47
P3	767326.94	9202331.60
P4	767333.06	9202347.69
P5	767303.29	9202409.80
P6	767166.89	9202434.25
P7	767233.27	9202321.99

Fuente: Elaboración propia, (2018).

La calera Ítalo está compuesta de estratos potentes de roca caliza de la formación geológica Cajamarca, donde los bancos se consideran de 3 metros cada uno, actualmente aún no se les da forma a los bancos, ya que existe un solo talud general; de acuerdo al avance de explotación se irá dando forma y medidas a los bancos.

La calera Ítalo está ubicada en el sector Pungurume, Caserío Ventanillas, distrito Magdalena, provincia Cajamarca y departamento Cajamarca. A 45 minutos de la ciudad de Cajamarca por la carretera a Cumbemayo.



Figura 2. Visualización espacial de la cantera Ítalo.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.2. Almacén de carbón granado y cisco.

Almacén de carbón granado y cisco con un área de 110 metros cuadrados que sirve para la calcinación de la roca caliza ubicado cerca los hornos de producción.

Coordenadas:

ESTE : 767 257
NORTE : 9 202 318
COTA : 3 425
AREA : 110 m².



Figura 3. Zona de chancado de carbón antracita.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2. Generación de ripio de carbón antracita

3.2.1. Actividades que se realizan en la cantera Ítalo

Actualmente la empresa P^huyu Yuraq II E.I.R.L., no tiene un cronograma adecuado de actividades a realizar por tanto a continuación se describe la forma de realizar estas actividades:

- **Ingreso del personal a la cantera donde se extrae la roca caliza.**
Preparación de perforación y voladura.



Figura 4. Perforación de la roca caliza.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 5. Malla de voladura de la cantera.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Chancado de roca caliza en la zona de chancado.**

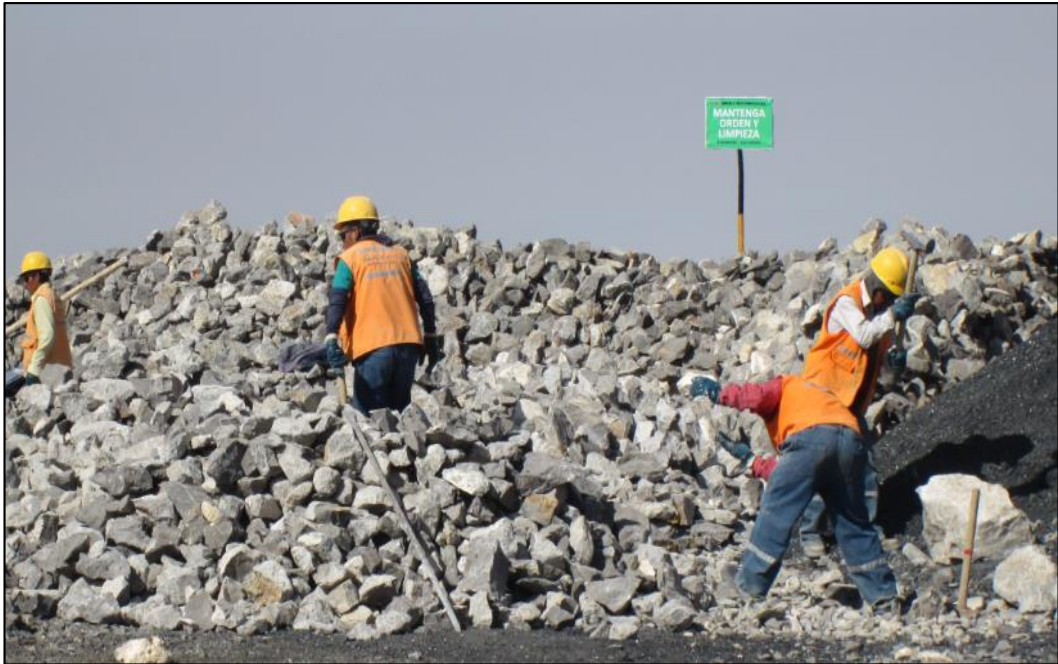


Figura 6. Zona de chancado de caliza.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Chancado de carbón tipo antracita.**



Figura 7. Chancado de carbón antracita.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Intercalación de capas de carbón con roca caliza dentro del horno.**



Figura 8. Horno con carbón y caliza.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Recojo, Almacenamiento y selección de la roca caliza quemada.**

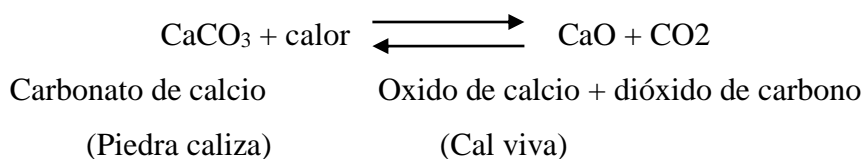


Figura 9. Recojo de caliza quemada.

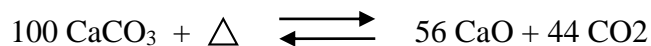
Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2.2. Uso del carbón antracita

De acuerdo a la relación estequiométrica de la reacción por cada 100 TM de piedra caliza (carbonato de calcio), se produce 56 TM de óxido de calcio. La química esencial de la calcinación de calizas es la más simple. Cuando el carbonato de calcio es calentado se disocia para formar oxido de calcio (cal viva) y gas de dióxido de carbono.



Los pesos moleculares aproximados para esta reacción son:



Así, en términos redondos, el carbonato de calcio produce aproximadamente la mitad de su propio peso como cal viva.

El carbón antracita sirve como combustible en la calcinación de roca caliza para producir óxido de calcio.



Figura 10. Uso de carbón en la calera Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2.3. Producción de ripio de carbón antracita

Luego de haber realizado el chancado manual de la roca antracita se pasará por una zaranda artesanal para poder separar el carbón cuya medida sea mayor o igual a $\frac{1}{2}$ ", el cual será utilizado en los hornos verticales para la producción de óxido de calcio.

Del otro lado de la zaranda podemos observar residuos de roca caliza cuya medida es menor a $\frac{1}{2}$ ", estos residuos de roca por el tamaño que tienen ya no serán utilizados en los hornos verticales de la calera para quemar la roca caliza.

A estos residuos se llama el ripio de carbón antracita y es la materia prima para la elaboración de briquetas.

Los residuos de roca antracita que se genera mensualmente en la calera Ítalo está entre 20 a 29 toneladas mensuales.

Tabla 3
Producción de ripio mensual.

Mes	Producción de Oxido de calcio	Uso de carbón antracita	Generación de ripio de carbón antracita
Marzo	2 000 toneladas	880 toneladas	26.40 toneladas
Abril	1 800 toneladas	792 toneladas	23.76 toneladas
Mayo	2 000 toneladas	880 toneladas	26.40 toneladas
Junio	1 800 toneladas	792 toneladas	23.76 toneladas
Julio	2 000 toneladas	880 toneladas	26.40 toneladas
Agosto	2 200 toneladas	968 toneladas	29.04 toneladas
Setiembre	2 000 toneladas	880 toneladas	26.40 toneladas
Promedio			26.02 toneladas

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.3. Diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita

3.3.1. Componentes de la briqueta

Los componentes de la briqueta que se elaboraron fueron:

Arcilla:



Figura 11. Arcilla usada en las briquetas.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Carbón Cisco:



Figura 12. Carbón antracita utilizado en las briquetas.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Agua: Nos sirvió para hacer una masa sólida.



Figura 13. Agua utilizada en las briquetas.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.3.2. Proporciones de la briqueta

Se utiliza una mezcla con las proporciones indicadas para la fabricación de 5 briquetas, que nos sirva como muestra para realizar las pruebas necesarias, tanto en el laboratorio como en las cocinas artesanales.

- a. Arcilla: Para la elaboración de 5 briquetas, se utilizaron 3 potes de un kilogramo de arcilla.



Figura 14. Cantidad de arcilla.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- b. Cisco: Para realizar la mezcla para cinco briquetas se utilizaron 20 potes de un kilogramo de carbón cisco antracita.



Figura 15. Medición de carbón.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- c. Agua: Para la elaboración de cinco briquetas se utilizó 6 potes de medio litro aproximadamente.



Figura 16. Adicionamiento de agua.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 4
Proporciones de insumos para la elaboración de una briqueta

INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BRIQUETA			
INSUMOS	MALLA	CANTIDAD (Kg)	%
CARBÓN ANTRACITA	4	2	76.63
	10	2	
ARCILLA		0.6	11.49
H ₂ O (L)		0.62	11.88



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Interpretación.

En la tabla 4, se especifica las proporciones de los insumos que se utilizó para la elaboración de una briqueta. El 76.63 % de la briqueta es carbón antracita, el 11.49 % es arcilla y el 11,88% es agua.

3.3.3. Proceso de fabricación de briquetas

- a. Compra de arcilla.
- b. Llevar los insumos y materiales a la calera Ítalo que es el lugar de trabajo.
- c. Acondicionar el lugar de trabajo junto a la briquetera.
- d. Medir los tres potes de arcilla y vaciarlo en la tina, disolver en agua con las proporciones indicadas.
- e. Tamizar el carbón antracita para la preparación o elaboración de las briquetas.

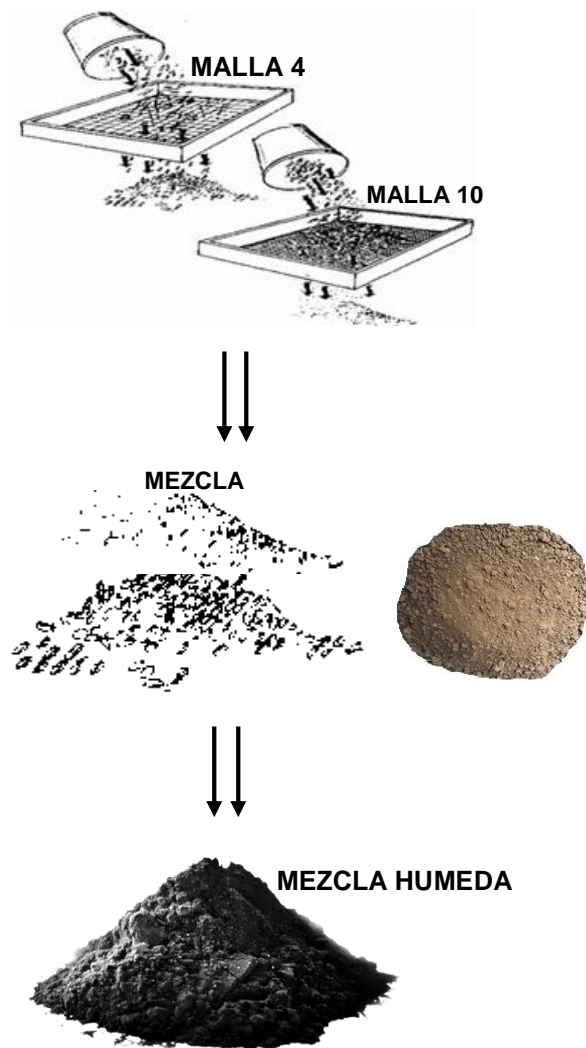


Figura 17. Diagrama de tamizado de carbón.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- f. Una vez disuelta la arcilla, agregar el carbón antracita con las proporciones indicadas anteriormente, mezclar hasta hacer una masa uniforme.



Figura 18. Mezcla para briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- g. Llenar la mezcla en la briquetera, se usaron dos potes de 750 g. para cada molde.



Figura 19. Llenado de mezcla en los moldes de la briquetera.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- h. Una vez llenados los moldes presionar suavemente la briquetera para darle forma.



Figura 20. Modelamiento de briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- i. Sacar las briquetas de los moldes.



Figura 21. Extracción del molde.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- j. Secar las briquetas durante 15 días bajo techo para evitar que se moje con la lluvia.



Figura 22. Secado de briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.3.4. Características físicas de las briquetas

- Color de la briqueta: Negro oscuro.
- Raya: Negra
- Medidas: Se tomaron las siguientes medidas porque son las más comerciales y son las adecuadas para las cocinas artesanales de briquetas que se venden en el mercado de la Hermelinda en la ciudad de Trujillo.

Tabla 5
Medidas de la briqueta seca.

Muestra de briqueta	Altura	Diámetro
M1	14.5 cm	14.5 cm
M2	14.5 cm	14.5 cm
M3	14.5 cm	14.5 cm
M4	14.5 cm	14.5 cm
M5	14.5 cm	14.5 cm

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.3.5. Resistencia a la compresión uniaxial

Se realizó ensayos de compresión uniaxial en el laboratorio de rocas de la Universidad Privada del Norte, Estabilidad de un margen de error de un 20%. Como resultado de la resistencia a la compresión uniaxial es 3.1 KN y MPa. 0.17.



Figura 23. Prueba de compresión uniaxial de la briqueta.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 24. Resultados de compresión uniaxial de la briqueta.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Con estos resultados se dedujo, que aproximadamente podemos apilar 20 briquetas, por lo tanto, se puede trasladar las briquetas sin ningún inconveniente.

Tabla 6
Resultados de presión axial simple.

RESULTADOS DE RESISTENCIA						
MUESTRA	MASA	DIMENSIONES		FUERZA	RESISTENCIA	TIEMPO
N°	kg	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	kN	MPa	S
1	3.8	14.5	14.5	3.1	0.17	50
2	3.8	14.5	14.5	5.6	0.32	50
3	3.8	14.5	14.5	9.3	0.52	50
4	3.8	14.5	14.5	3.7	0.21	50
5	3.8	14.5	14.5	3.0	0.17	50
6	3.8	14.5	14.5	3.1	0.18	50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la tabla 5, podemos visualizar de manera general los resultados obtenidos en el laboratorio de rocas de la Universidad Privada del Norte, para ello se utilizaron 6 pruebas con briquetas que tenían un mismo diámetro y una misma altura, pero debemos especificar que dichas muestras tenían diferentes proporciones de ripio de antracita y arcilla.

Observando los resultados de las muestras 1; 4; 5 y 6 tienen un promedio de 3,23 kN, pero las muestras 2 y 3 tienen diferente fuerza (kN), esto debido a las diferentes proporciones de cisco de antracita y arcilla.

Hacemos la observación que las muestras que tienen mayor compresión uniaxial, tienen en su fabricación mayor cantidad de arcilla y mayor compactación, pero lo desfavorable de estas briquetas es que no se queman totalmente.

El objetivo de estas pruebas es encontrar datos importantes como la cantidad mínima de briquetas que podríamos apilar para poder transportarlas desde la Calera Ítalo hasta la ciudad de Cajamarca y, en un futuro próximo a algunas provincias y distritos donde sean requeridos, para ser utilizados como nueva fuente de energía.

3.3.6. Determinación del poder calorífico

El poder calorífico de las briquetas de carbón de antracita es de 7 800 kcal/kg de carbono, muy superior al poder calorífico de la briqueta de aserrín (4 512 kcal/kg), la leña de algarrobo (4 618kcal/kg) y leña de eucalipto (4 667 kcal/kg).

Estos resultados de las briquetas de aserrín, leña de algarrobo y leña de eucalipto fueron obtenidos en el laboratorio de la Universidad Agraria de La Molina – Lima, según manifiesta en su tesis el Ingeniero Industrial GARCÍA ALAMA, Marcos Eduardo. En su tesis titulada “Diseño de Procesos y de Planta Piloto para fabricación de briquetas de Aserrín”.

En cuanto a nuestra comparación, en esta tesis podemos mencionar que el poder calorífico de mi briqueta de ripio de carbón antracita me arroja la eficiencia que es de 9,32 minutos; muy superior a la de aserrín cuya eficiencia es de 13,19 minutos y al carbón de algarrobo que es de 17,5 minutos expresado en un litro de agua en ebullición; según conclusión hecha por el Ingeniero Ambiental Samamé Guzmán, Wálter Enrique. En su tesis titulada

“Determinación del Poder Calorífico de Briquetas de Carbón Utilizando Cantidades de Residuos de Biomasa”.

Para calcular el poder calorífico de las briquetas, se

Tabla 7
Valores de poder calorífico de combustible.

VALORES DE PODER CALORÍFICO DE COMBUSTIBLES COMUNES			
Combustible	kJ/g	kcal/g	BTU/lb
Hidrógeno	141.9	33.9	61 000
Gasolina	47.0	11.3	20 000
Diesel	45.0	10.7	19 300
Etanol	29.7	7.1	12 000
Propano	49.9	11.9	21 000
Butano	49.2	11.8	21 200
Madera	15.0	3.6	6 000
Carbón (Lignito)	15.0	4.4	8 000
Carbón (Antracita)	27.0	7.8	14 000
Natural Gas	54.0	13	23 000

Fuente: Rentería, (2014).

Interpretación.

En la tabla 7, se observa que el carbón de antracita (95% de carbono) tiene un poder calorífico de 7.8 kcal/g (7 800 calorías por kg de carbono).

3.3.7. Prueba de duración de la briqueta

Una vez secada la briqueta, se procede a quemarla en cocinas apropiadas para evaluar su duración.

La prueba de duración se realizó en la ciudad de Cajamarca el día 09 de Octubre del 2018 inició a las 8:00 p.m., la briqueta finalizó su quemado a las 8:40 a.m, por tanto su duración es de 12 horas 40 minutos.



Figura 25. Cocinas apropiadas para las briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 26. Inicio de quemado de la briqueta con carbón vegetal.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 27. Finalizado de quemado de la briqueta.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4. Rentabilidad económica de la fabricación de briquetas

3.4.1. Evaluación de demanda

Para el análisis de la demanda se ha realizado una encuesta a 80 madres de la zona rural de la ciudad de Cajamarca, que en su mayoría cocinan con leña.

- **Pregunta 1: ¿Qué tipo de combustible utiliza para preparar sus alimentos?**

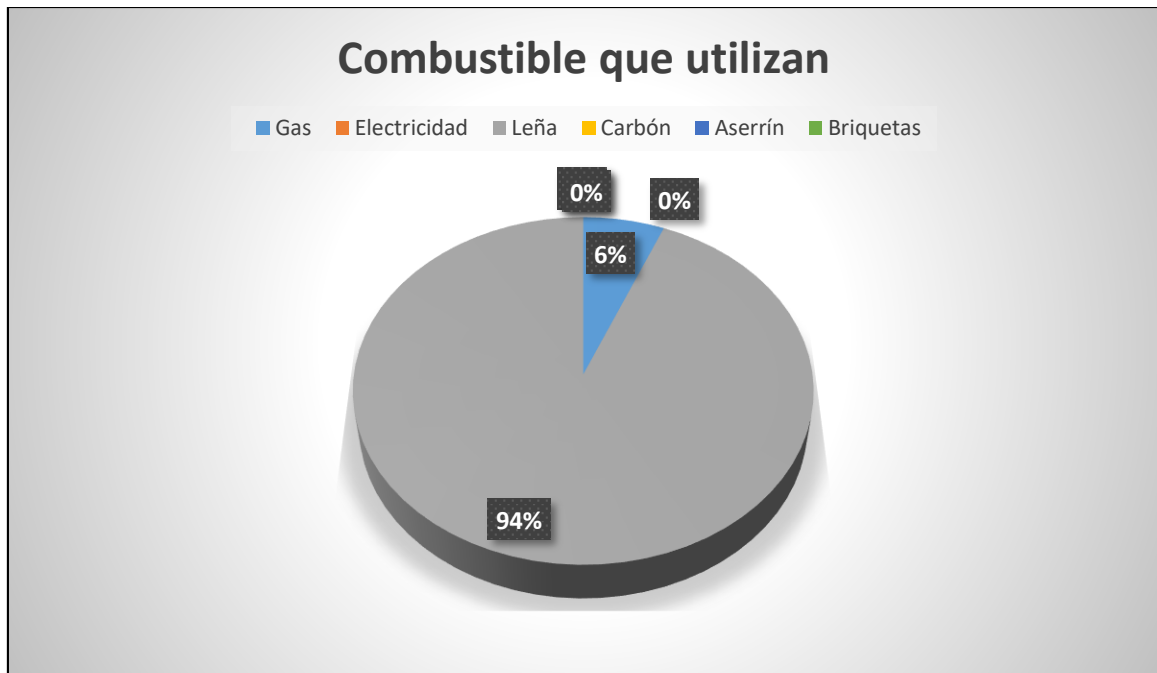


Figura 28. Uso de combustible para preparar los alimentos.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las madres en las zonas rurales de Cajamarca solo el 6% usan gas, y el 94% usan leña.

- **Pregunta 2: ¿Qué combustible cree que es el más adecuado para preparar alimentos?**

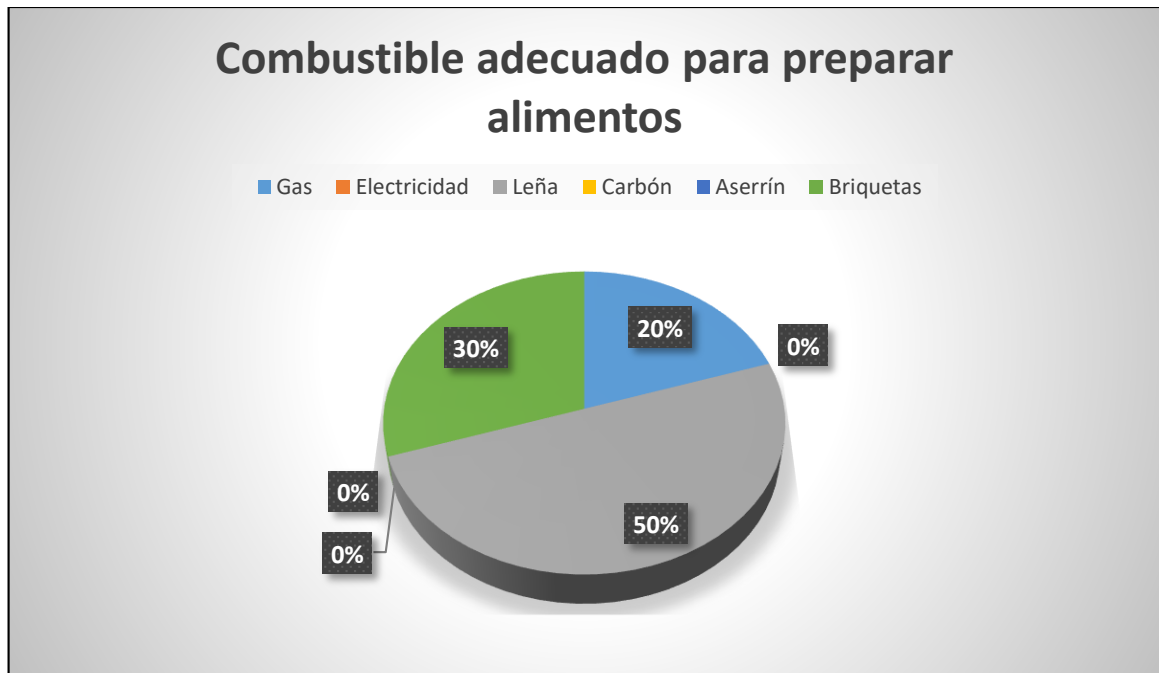


Figura 29. Combustible adecuado para preparar los alimentos.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las madres en las zonas rurales de Cajamarca, en un 50% creen que el mejor combustible para utilizar es la leña por su bajo costo, el 20% de las madres creen que el gas es una buena opción porque no emiten humos contaminantes, al explicarle a las madres el uso de las briquetas, el 30% de las madres creyeron que es uno de los más adecuados por su amplia duración.

- **Pregunta 3: ¿Cree que las briquetas son una buena opción para usarse en la preparación de alimentos?**

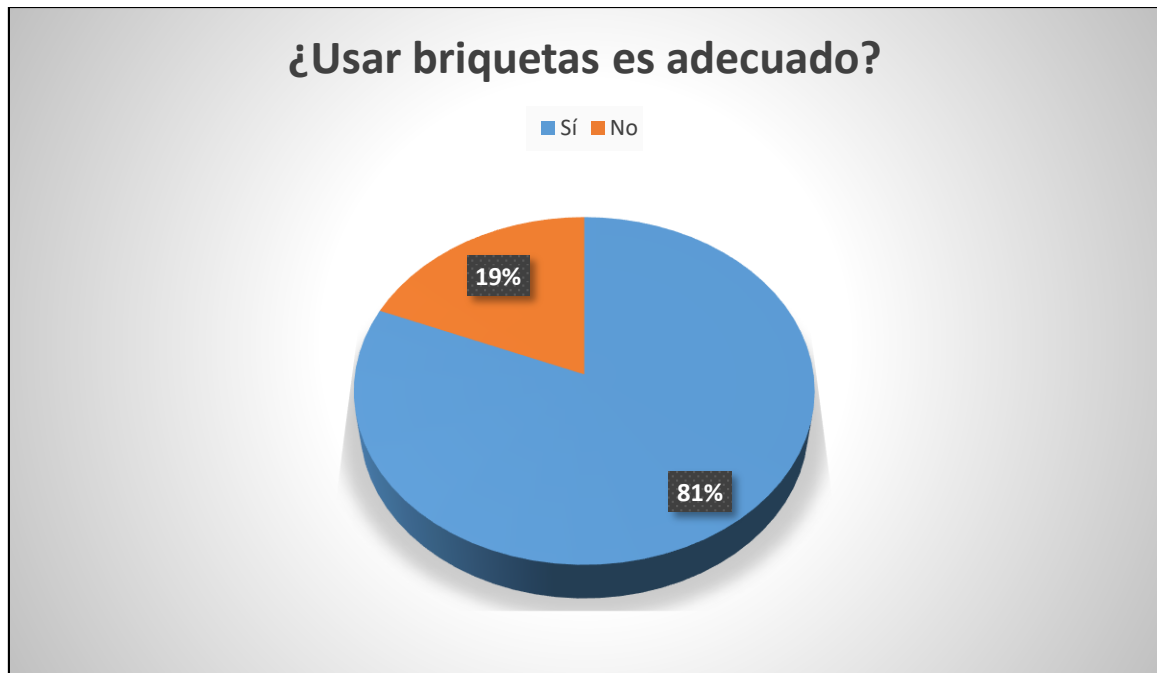


Figura 30. Usar briquetas es adecuado para preparar los alimentos.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las madres en las zonas rurales de Cajamarca, en un 81% creen que usar briquetas en la preparación de alimentos es una buena opción por su alta duración, mientras que el 19% del total de madres encuestadas creen que no lo es.

- **Pregunta 4: ¿Sabe usted si se fabrican briquetas en Cajamarca?**

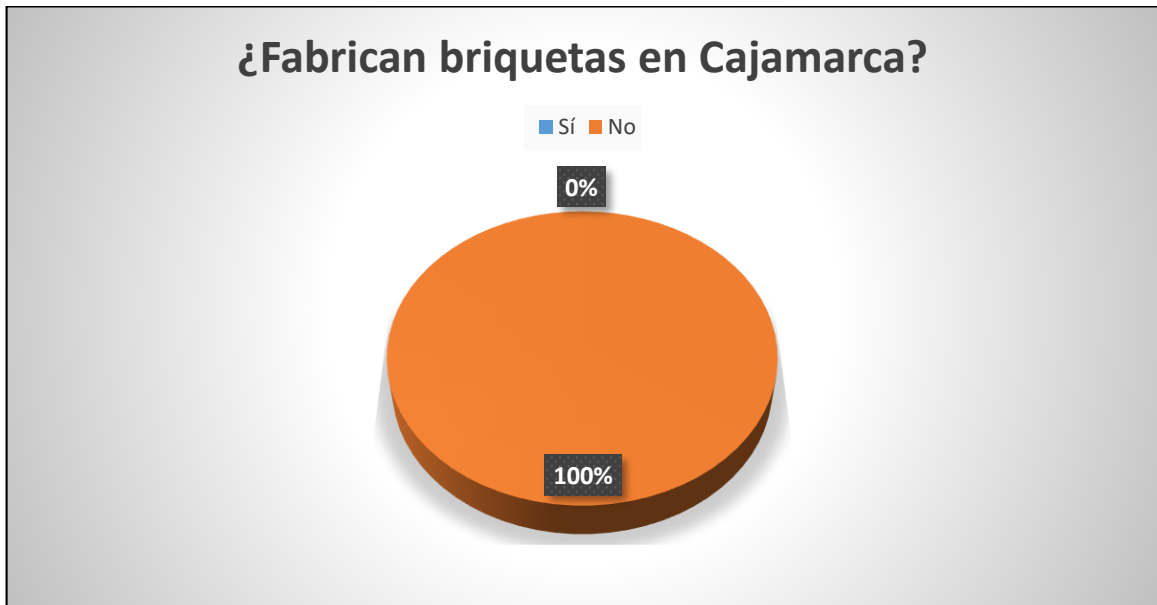


Figura 31. Conocimiento de la fabricación de briquetas en Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las madres en las zonas rurales de Cajamarca, en un 100% no tienen conocimiento si se fabrican briquetas en Cajamarca o no.

- **Pregunta 6: ¿Sabe usted si se venden briquetas en la ciudad de Cajamarca?**

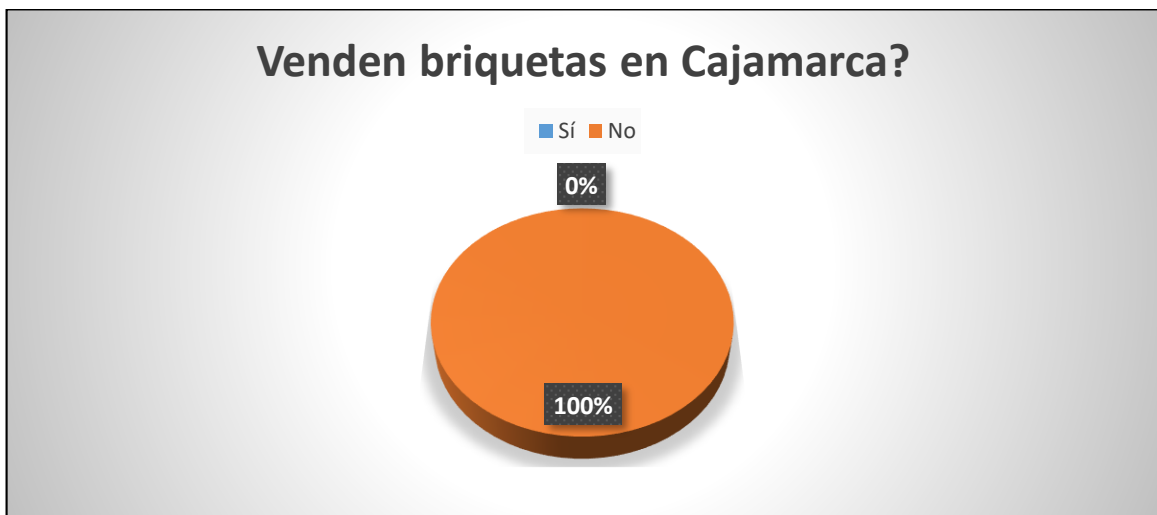


Figura 32. Conocimiento de la venta de briquetas en Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las madres en las zonas rurales de Cajamarca, en un 100% no tienen conocimiento si se venden briquetas en Cajamarca o no.

- ¿Si es que se vendieran briquetas en Cajamarca, usted las utilizaría?

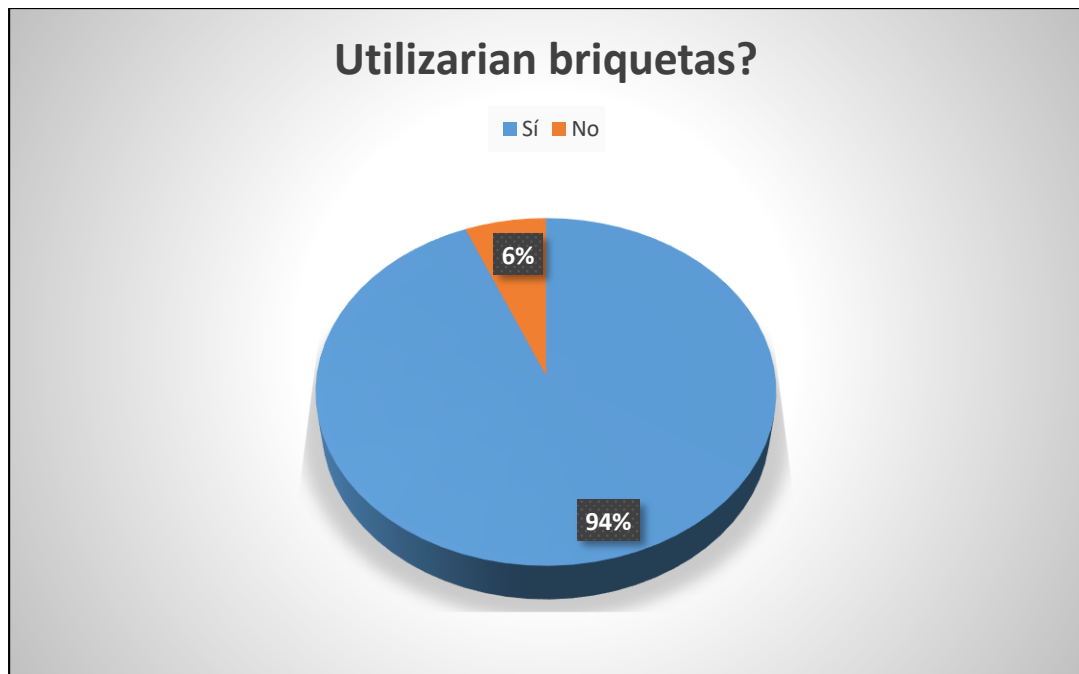


Figura 33. Utilizaría briquetas en Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las madres en las zonas rurales de Cajamarca, en un 94% utilizarían briquetas si las vendieran en Cajamarca, pero el 6% dijeron que no.

Con esta encuesta podemos concluir que, si vendemos briquetas, las madres están dispuestas a comprarlas para preparar sus alimentos, por lo tanto, el proyecto es viable en demanda.

3.4.2. Inversión fija

- Compra de briquetera

El modelo de la briquetera ha sido diseñado por los testistas. La máquina briquetera se cotizó en cinco talleres mecánicos.

Tabla 8
Cotización de la máquina briquetera.

Empresa	Máquina preparada	Precio de cotización
Jorge Román Servicios Generales S.A.C.	Briquetera de tres moldes	3 500 soles
Servicios Generales Rafacler E.I.R.L.	Briquetera de tres moldes	4 500 soles
Factoría Industrial	Briquetera de tres moldes	4 200 soles
Inversiones Generales INFSAN E.I.R.L.	Briquetera de tres moldes	3 000 soles
Full Metal E.I.R.L.	Briquetera de tres moldes	4 000 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Por lo tanto, se eligió a la empresa Inversiones Generales INFSAN E.I.R.L., para elaborar la máquina briquetera a un costo de 3 000 soles (tres mil soles).

- Compra de materiales

Se compraron tinajas, baldes, jarras, para ser utilizados en la fabricación de briquetas. Se cotizaron en tres lugares de venta.

Tabla 9
Cotización de materiales.

Material	Marca	Lugar de venta	Precio Unidad (en soles)	Cantidad	Precio total (en soles)
Tina de 50 litros	Rey	Promart	39.90 soles	3	115.50 soles
	Rey	Sodimac	38.90 soles		
	Rey	Tienda Rodantes	38.50 soles		
Balde de 18 litros	Rey	Promart	23.90 soles	3	76.50 soles
	Rey	Sodimac	25.90 soles		
	Rey	Tienda Rodantes	25.50 soles		
Jarras de 5 litros	Rey	Promart	12.90 soles	3	28.50 soles
	Rey	Sodimac	13.90 soles		
	Rey	Tienda Rodantes	9.50 soles		
Jarras de 1 litro	Rey	Promart	3.90 soles	3	10.50 soles
	Rey	Sodimac	4.90 soles		
	Rey	Tienda Rodantes	3.50 soles		
Picos	Werken	Maestro	24.90 soles	3	71.70 soles
	Werken	Sodimac	23.90 soles		
	Werken	Promart	24.90 soles		
Palanas	Werken	Maestro	27.90 soles	3	80.70 soles
	Werken	Sodimac	26.90 soles		
	Werken	Promart	27.90 soles		
Cinzel	Hechiza	Taller	25	2	50.00 soles
Comba	Werken	Maestro	30.90 soles	2	61.80 soles
	Werken	Sodimac	30.90 soles		
	Werken	Promart	30.90 soles		
Costo Total = 295.20 soles					

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Acondicionamiento de lugar de trabajo

En la calera Ítalo, se acondicionará una plataforma de 60 metros cuadrados.

Las zonas que se van a implementar son:

- a) **Almacén de materia prima.** Este almacén cuenta con un espacio apropiado y a una distancia de 15 metros aproximadamente de las áreas que son utilizadas en la Calera Ítalo como depósito de la materia prima que se utiliza para la producción de óxido de calcio.

- b) **Zona de fabricación.** Este ambiente cuenta con un área de 60 m² que ha sido acondicionado utilizando madera que sirven como pilares y en la parte del techo se colocó geo-membrana, es un ambiente abierto, esta zona se aprovechará para la preparación de la mezcla y secado de las briquetas.
- c) **Zona de almacén de producto terminado.** Esta zona es de suma importancia mantenerla totalmente cerrada para evitar el deterioro de las briquetas. La distribución del producto dentro de esta zona debe ser separado de las paredes, puesto que el frío y la humedad que pueda contener facilite el deterioro de las briquetas. También, se debe mantener el ambiente fresco y seco y evitar las conexiones eléctricas peligrosas.

El costo por las zonas que se van a implementar son:

Tabla 10
Costos de acondicionamiento.

Actividad	Descripción	Cantidad	Precio por unidad (soles)	Precio total (en soles)
Nivelación de terreno	Alquiler de excavadora máquina operada	5 horas	300 soles la hora	1 500 soles
Techada de plataforma	Compra de geomembrana	70 metros	12 soles el metro cuadrado	840 soles
	Compra de madera	15 vigas de 5 metros	40 soles cada viga	600 soles
	Alambre y clavos		20 soles	
Mano de obra	3 trabajador	7 días de trabajo	35 soles por día	735 soles
Costo total = 3 675.00 soles				

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Compra de EPP para iniciar labores

En la calera Ítalo, para la fabricación de briquetas se contará con dos trabajadores, los cuales tienen que usar EPP y se tienen que cambiar anualmente. Se tendrá dos EPP más para los visitantes.

Tabla 11
Costos de acondicionamiento.

Descripción	Cantidad	Precio por unidad (soles)	Precio total (en soles)
Casco	4	25 soles	100 soles
Chaleco	4	25 soles	100 soles
Lentes de seguridad	4	8 soles	32 soles
Zapatos de seguridad	2	50 soles	100 soles
Guantes	2	20 soles	40 soles
Respirador	2	20 soles	40 soles
Costo total = 412 soles			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Formación de la empresa

La empresa se va a formar con un capital de 1 000.00 soles; el costo de la escritura son 300.00 soles, en Sunarp se asumirá los costos de búsqueda de nombre y escritura pública son 415.00 soles. En total asumimos un gasto de 1 715.00 soles.

- Inversión fija total:

Tabla 12
Costo total de la inversión fija.

Descripción	Costo (soles)
Compra de la briquetera	3 000.00
Costo de materiales	295.20
Acondicionamiento del lugar	3 675.00
Compra de EPP	412.00
Formación de empresa	1 715.00
Inversión Fija Total	9 097.20

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4.3. Flujo saliente anual

Los flujos salientes, son el pago de los trabajadores, y de los insumos, considerando que la fabricación es en Cumbemayo, se tiene que trasladar hasta la ciudad de Cajamarca.

Tabla 13
Costos salientes anuales.

Descripción	Tipo	Costo unitario (soles)	Cantidad	Costo total anual (soles)
Costo de insumos	Arcilla (puesto en cantera, 3.9 toneladas mensuales, pero se redondeó a 4 ton.)	69 soles/ton	48 toneladas anuales	3 312 soles
	Agua	2.00 por mes	12 meses	24 soles
Sueldos de personal	Maestro briquetero	1 500 soles/mes	12 meses	18 000 soles
	Vendedor	1000 soles/mes	12 meses	12 000 soles
Costos de transporte de briquetas desde calera hasta Cajamarca	Alquiler de volquete para 1 viaje por semana (el viaje ida y vuelta demora tres horas)	70 soles/hora	12 horas	840 soles
Costo de renovación anual de EPP	Casco + chaleco + zapatos + guantes + lentes + respirador	148.00 soles	2	296.00 soles
Costos del local de venta	Se almacenará en el mismo almacén de la empresa P ^h yuy Yuraq, por tanto no se representa como un gasto			
Carbón antracita	El carbón cisco es desmonte para la calera Ítalo, por lo tanto se va a usar 26 toneladas mensuales, sin ningún costo.			
Costo total anual = 34 472 soles				

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4.4. Flujos entrantes

Los flujos entrantes se obtienen de las ganancias al vender cada briqueta. El costo de cada briqueta será 1.00 sol en la ciudad de Cajamarca, vamos a producir 6 500 briquetas mensual. Quiere decir que vamos a ganar 78 000.00 soles al año. Considerando el IGV al 18%, 63 960.00 soles son nuestras ganancias netas.

3.4.5. Cash flow (Flujo de caja)

$$\text{Flujo de caja} = \text{Flujo entrante} - \text{Flujo saliente}$$

$$\text{Flujo de Caja} = \text{Ventas} - (\text{Costo de inversión} + \text{Flujo saliente anual})$$

$$\text{Flujo de Caja} = (63\,960.00 \text{ soles} * 21) - (9\,097.20 \text{ soles} + (34\,472.00 \text{ soles} * 21))$$

$$\text{Flujo de Caja} = 1\,343\,160 \text{ soles} - (9\,097.20 + 723\,912 \text{ soles})$$

$$\text{Flujo de Caja} = 1\,343\,160 \text{ soles} - (733\,009.20)$$

$$\text{Flujo de Caja} = 610\,150.80 \text{ soles.}$$

El tiempo de vida de la calera Ítalo es de 21 años de operación, por lo tanto, se fabricarán briquetas por 21 años.

Tabla 14
Flujo de caja.

AÑO	0	1	2	...	...	...	21	TOTAL
Inversión Fija	- 9 097.20							
Ingreso Anual		63 960.00	63 960.00	...	...	...	63 960.00	1 343 160
Costo de operaciones		34 472.00	34 472.00	...	...	...	34 472.00	723 912
FLUJO DE CAJA	- 9 097.20	29 488.00	29 488.00	...	...	...	29 488.00	610 150.80

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4.6. Payback

Según vemos el flujo de caja, la inversión fija será recuperada en el primer año de fabricación de briquetas.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Costo anual} + \text{inversión fija}}{\text{Ganancia Anual}}$$

$$\text{Payback} = \frac{34\,472.00 + 9\,097.20}{63\,960.00} = 0.68 \text{ Años}$$

$$= 8.16 \text{ meses (8 meses + 5 días)}$$

Por lo tanto, la recuperación de la inversión utilizada es de 0.68 años. Eso quiere decir que las inversiones si serían recuperadas.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Da Silva, en su Tesis: “Proyecto de Creación de una Fábrica de Briquetas de Aserrín en Santa Rosa del Aguaray”; plantea un proyecto de inversión, igual que en esta tesis. En el caso de este antecedente las briquetas son elaboradas con aserrín que se genera en un aserradero, en el caso de esta tesis se elaboran las briquetas con el ripio de carbón antracita utilizado en la producción de óxido de calcio; en ambos casos se busca dar un uso adicional al desmote. En cuanto a inversión para la fabricación de briquetas de aserrín se necesita 786 363 847 guaraníes (440 191.22 soles), en nuestra tesis para la fabricación de briquetas de carbón antracita se necesita una inversión de 9 097.20 soles, mucho más cómodo que las briquetas de aserrín. El estudio económico para briquetas de aserrín arroja un VAN de 721 100 310 guaraníes (403 657.96 soles); una TIR de 42,40% y una relación costo beneficio de 1,92. En esta tesis se considera que el tiempo de recuperación de la inversión es de 8.16 meses; por tanto, ambos estudios tienen las condiciones favorables para su inicio de fabricación, y ambos son altamente recomendables.

4.2. Conclusiones

- En la calera Ítalo, se produce Oxido de Calcio, para este proceso es necesario calcinar las calizas con carbón antracita, la empresa P^huyu Yuraq actualmente abastece a Minera Yanacocha entre 1 800 hasta 2200 toneladas mensuales. Se genera en promedio 26.02 toneladas de carbón cisco también llamado ripio de carbón.
- Se realizaron las briquetas utilizando una mezcla de 0.6 kilo de arcilla más 4 kilos de carbón más 0.62 litros de agua. Las briquetas tienen 14.5 cm de altura y 14.5 cm de diámetro. La resistencia a la compresión uniaxial de las briquetas es 3.1 KN y MPa. 0.17, esto quiere decir que se pueden apilar de 20 briquetas. Las briquetas tienen una duración de encendido de 12 horas 40 minutos.
- La inversión fija es de 9 097.20 soles y los costos anuales de producción son 34 472.00 soles, las ganancias anuales son 63 960.00 soles. Por lo tanto, el flujo de caja es de 610 150.80 soles en los 21 años. El Payback o la recuperación de la inversión utilizada es de 0.68 años. Eso quiere decir que las inversiones si serían recuperadas.

REFERENCIAS

- Da Silva, D. (2013). Proyecto de Creación de una Fábrica de Briquetas de Aserrín en Santa Rosa del Aguaray. (*Tesis*). Santa Rosa del Aguaray, Paraguay: Universidad Tecnológica Intercontinental. Obtenido de <http://www.utic.edu.py/v6attachments>
- García, M. (2014). Diseño de Proceso y de Planta Piloto para Fabricación de Briquetas de Aserrín. (*Tesis de pregrado*). Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1829/ING_535.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. (*libro en internet*). D.F., México: MCGRAW-HILL. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20
- Piérola, D. (2017). Optimización del Plan de Minado de Cantera de Caliza la Unión Distrito de Baños del Inca – Cajamarca. (*Tesis de pregrado*). Baños del Inca, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%C3%A9rola>.
- Rentería, C. (2014). Combustión, Combustibles y Poder Calorífico. (*curso*). Tijuana, México: Instituto Tecnológico de Tijuana. Obtenido de <https://es.slideshare.net/CesarRenteria2/combustibles-y-poder-calorifico>
- Samamé, W. (2017). Determinación del Poder Calorífico de Briquetas de Carbón Utilizando Cantidades de Residuos de Biomasa. (*Tesis de pregrado*). Chiclayo, Lambayeque, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10893/samame_gw.pdf
- Vera, A. (2014). Diseño de Briquetas Ecológicas para la Generación de Energía Calórica y Mejoramiento de Ecosistemas en el Corregimiento de Nabusimake, Municipio de

Pueblo Bello-Cesar. (*Tesis de pregrado*). Valledupar, Cesar, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596.pdf>

Vicente, J. (2017). Estudio de la influencia del porcentaje de arcilla en la calidad de las briquetas de hojas de caña de azúcar mediante ensayos físicos y térmicos. (*tesis de pregrado*). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de tesis.pucp.edu.pe/.../VICENTE_JAN_ARCILLA_BRIQUETAS.pdf.

Villarroel, G., & Amigo, P. (2013). Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de una Planta Briquetadora en el Aserradero de la Empresa Salfa de Punta Arenas. (*Tesis de pregrado*). Punta Arenas, Magallanes, Chile: Universidad de Magallanes. Obtenido de http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/amigo_borgeau_2011.pdf

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿Se puede aprovechar el ripio de carbón antracita generado en la calera Ítalo, para la fabricar de briquetas, en el departamento de Cajamarca, 2018?</p>	<p>Objetivo general: Aprovechar el ripio de carbón antracita generado en la calera Ítalo, para la fabricación de briquetas, en el departamento de Cajamarca, 2018.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la cantidad de ripio de carbón antracita generado mensualmente en la producción de óxido de calcio, en la calera Ítalo, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018. - Realizar el diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018. - Evaluar la rentabilidad económica de la fabricación de briquetas a partir del ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018. 	<p>Hipótesis general: El ripio de carbón antracita generado en la calera Ítalo, es aprovechable para la fabricación de briquetas, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018.</p> <p>Hipótesis secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La cantidad de ripio de carbón antracita generado mensualmente en la producción de óxido de calcio, en la calera Ítalo, es la suficientemente alta para generar briquetas, en el departamento de Cajamarca, durante el año 2018. - El diseño de briquetas usando el ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, interviene en el quemado de las mismas. - La fabricación de briquetas a partir del ripio de carbón antracita generado en la producción de óxido de calcio en la calera Ítalo, es rentable. 	<p>- Variable Independiente:</p> <p>Fabricación de briquetas.</p> <p>- Dependiente:</p> <p>Aprovechamiento del ripio de carbón antracita.</p>	<p>Tipo de investigación La investigación desarrollada es cuantitativa, Hernández, Fernández y Baptista (2014), ya que se siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso). Por lo tanto, en esta tesis el proceso consistió en observar y analizar el ripio de carbón antracita para luego proponer la fabricación de briquetas usándolo como materia prima.</p> <p>Población Todas las caleras pertenecientes a la región Cajamarca.</p> <p>Muestra Calera de producción de óxido de calcio Ítalo.</p> <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación sistemática directa - Observación sistemática Indirecta. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficha de reportes de generación de ripio mensual. - Ficha de toma de tiempos del quemado de la briqueta.

ANEXO n.º 2. Fotografías



Figura 34. Medición de arcilla para briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 35. Mezcla para fabricar briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 36. Prueba calorífica de las briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 37. Toma de tiempos de hervido de agua con uso de briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 38. Inicio del quemado de briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 39. Quemado de briquetas.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

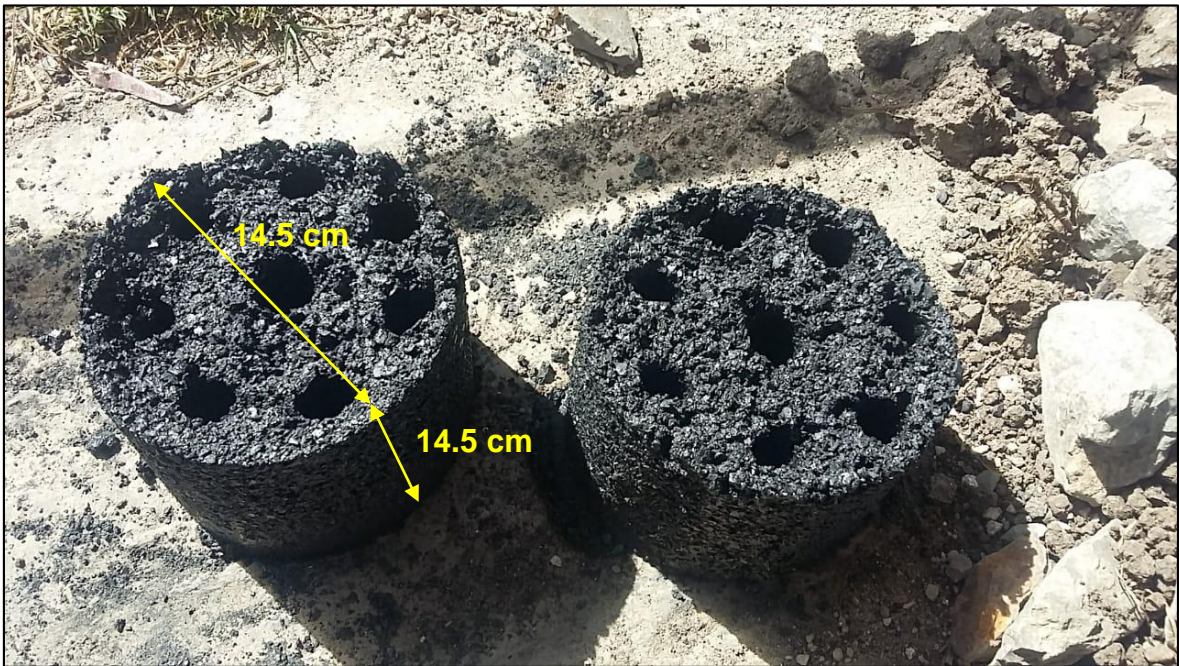


Figura 40. Dimensiones de las briquetas.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Encuesta

Encuesta realizada para la fabricación de briquetas en la ciudad de Cajamarca

Tesis: “Aprovechamiento del Ripio de Carbón Antracita Generado en la Calera Ítalo, para la Fabricación de Briquetas, en el Departamento de Cajamarca, 2018”.

Encuestadores:

- Bach. Manuel Oswaldo Julcamoro Saldaña
- Bach. Manuel Romero García

Lea atentamente y marca la respuesta correcta.

1. ¿Qué tipo de combustible utiliza para preparar sus alimentos?

- Gas ()
- Electricidad ()
- Leña ()
- Carbón ()
- Aserrín ()
- Briquetas ()

2. ¿Qué combustible cree que es el más adecuado para preparar alimentos?

- Gas ()
- Electricidad ()
- Leña ()
- Carbón ()
- Aserrín ()
- Briquetas ()

3. ¿Cree que las briquetas son una buena opción para usarse en la preparación de alimentos?
- SI ()
- NO ()
4. ¿Sabe usted si se fabrican briquetas en Cajamarca?
- SI ()
- NO ()
5. ¿Sabe usted si se venden briquetas en la ciudad de Cajamarca?
- SI ()
- NO ()
6. ¿Si es que se vendieran briquetas en Cajamarca, usted las utilizaría?
- SI ()
- NO ()

MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.

- Ficha de toma de medidas de la briqueta.

Tabla 16

Fichas de medidas de la briqueta seca.

Muestra de briqueta	Altura	Diámetro

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Ficha de toma de proporciones para la elaboración de briquetas.

Tabla 17

Fichas de proporciones para la elaboración de briquetas.

INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BRIQUETA			
INSUMOS	MALLA	CANTIDAD (Kg)	%
CARBÓN ANTRACITA	_____		
ARCILLA			
H2O (L)			

Fuente: Elaboración propia, (2018).