



**Facultad de Ingeniería y Computación**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**“Proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017”**

Presentado por:

**María Alejandra Tejada Fernández  
Erick Gianfranco Loayza Palazuelos**

Para optar por el Título Profesional de:

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Orientador: “Fredy Alberto Huamán Mamani”

Arequipa, Diciembre del 2017

La presente tesis fue realizada como parte del proyecto “Fabricación y caracterización estructural, microestructural y mecánica de hormigones geopoliméricos a partir de relaves mineros” con convenio 097-PNICP-BRI-2015, INNOVATE PERÚ, Ministerio de la producción.

**AUTORES**

Bach. Ing. Industrial María Alejandra Tejada Fernández

Bach. Ing. Industrial Erick Gianfranco Loayza Palazuelos

## DEDICATORIA

*Dedico el desarrollo de este proyecto de tesis primero a Dios, por haberme permitido llegar a este punto tan importante en mi vida.*

*A mis padres Luis Alberto y María del Pilar quienes son mi principal fuente de motivación para siempre salir adelante, por acompañarme y apoyarme en las decisiones que tomo y sobre todo por todo el amor que me dan.*

*A mis hermanos María José y Walter, mis primos Santiago y Sebastián; para que vean en mí un ejemplo a seguir, a mi abuela Teresa, mis tíos y demás familiares, por sus palabras, compañía y consejos.*

*A mis profesores y principalmente a mis asesores Fredy Huamán y Cecilia Farfán por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.*

*A mis buenos amigos y a mi compañero de tesis, por compartir los buenos y malos momentos, y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!*

- María Alejandra

*Dedico el desarrollo de este proyecto a mis padres, por su amor incondicional y su constante compañía.*

*Franco; amigo; también va para ti allá en el cielo.*

- Erick Gianfranco

### **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecemos a nuestros asesores y amigos Cecilia Farfán y Fredy Huamán por su constante guía y su voto de confianza desde el primer día. Agradecemos a nuestros hermanos y amigos por su constante apoyo a lo largo de este camino.*

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito determinar la viabilidad de la puesta en marcha de una fábrica productora de adoquines en la ciudad de Arequipa, usando como materia prima fundamental relaves mineros, reemplazando así al clásico cemento Portland.

Actualmente en la provincia de Arequipa, se tiene 8.04 km<sup>2</sup> de vías urbanas clasificadas en estado grave. Así mismo, se ha comprobado que en la fabricación de cemento Portland se emite hasta el 5% total de CO<sub>2</sub> del planeta (Singh, Ishwarya, Gupta, & Bhattacharyya, 2015). Y por otro lado, la acumulación de grandes cantidades de relaves como consecuencia de la explotación minera constituye una de las principales problemáticas medioambientales de la región Arequipa y del Perú en general.

Ante lo ya mencionado se plantea el actual proyecto de producción y comercialización de adoquines ecoamigables; obteniendo como resultados que el mercado potencial al cual nos dirigimos (Municipalidades distritales de la provincia de Arequipa) estaría dispuesto a utilizar los adoquines eco amigables en sus obras de construcción y mantenimiento vial urbano. El estudio técnico demuestra que la elaboración de adoquines a partir de relaves mineros cumple holgadamente con todos los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 399.6 en términos de resistencia a la compresión, teniendo picos de resistencia mecánica a la compresión de 60 MPa. Y en cuanto al estudio de la viabilidad económica y financiera, se obtuvo un VANE de S/.522,996.47 y un VANF de S/. 2, 619,533.32, TIRE de 28% y un TIRF 52%, un PRI de 05 años, cifras que estiman la viabilidad y factibilidad del proyecto.

## ABSTRACT

The sought of this project is to determine the viability of the start-up of a paving stones factory in the city of Arequipa, which will use mining tailings as a fundamental raw material, thus replacing the classic Portland cement.

At present in the province of Arequipa there are 8.04 km<sup>2</sup> of urban roads classified in serious condition. Likewise, it has been proven that in the manufacture of Portland cement, up to 5% of the world's CO<sub>2</sub> is emitted (Singh, Ishwarya, Gupta, & Bhattacharyya, 2015). And on the other hand, the accumulation of large amounts of tailings as a consequence of mining is one of the main environmental problems of the Arequipa region and Peru in general.

In view of the aforementioned, the current project for the production and commercialization of eco-friendly paving stones is being considered. After the market studies we found that the potential market of our interest (District Municipalities of the province of Arequipa) would be willing to use the eco-friendly paving stones in their urban road construction and maintenance works.

El estudio técnico demuestra que la fabricación de adoquines a partir de relaves mineros cuenta sin problemas con todos los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 399.6 en términos de resistencia a la compresión, teniendo picos de resistencia mecánica a la compresión de 60 MPa. Y en cuanto al estudio de la viabilidad económica y financiera, se obtuvo un VANE de S/.522,996.47 y un VANF de S/. 2, 619,533.32, TIRE de 28% y un TIRF 52%, un PRI de 05 años, cifras que estiman la viabilidad y factibilidad del proyecto.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú se tiene un déficit en cuando al estado de vías urbanas en las diferentes regiones, hay muchos factores causantes del deterioro siendo los principales los fenómenos fluviales y la temperatura, sumado a esto la mala calidad de materiales que se utiliza para su construcción y mantenimiento. Por otro lado uno de los materiales principales que se utiliza para la construcción de las vías urbanas, es el cemento Portland, el cual en su fabricación genera grandes impactos ambientales, por lo que en la actualidad se busca reemplazar este material y así poder aminorar la contaminación progresivamente.

En el Perú una de las principales actividades económicas es la minería, mediante la cual se obtienen los principales minerales metálicos como el cobre, oro, plata, hierro, etc. Según el tipo de extracción o ubicación de los minerales, se emplean una serie de procesos o etapas, siendo una de ellas la que da origen a los relaves, constituidos por una serie de elementos y/o compuestos químicos que resultan ser perjudiciales para el medio ambiente. Actualmente existen pocas alternativas en nuestro país para reutilizar, disminuir o confinar estos desechos.

Por lo que se plantea el actual proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa.

Y de esta forma ofertar al mercado los adoquines ecoamigables que se presentan como un producto sustituto para la construcción y mantenimiento de las vías urbanas. Estos adoquines utilizaran los relaves mineros como materia prima, los cuales serán la base para la preparación del hormigón geopolimérico, compuesto que reemplazará al cemento portland en la fabricación de los adoquines.

**PALABRAS CLAVE**

Relaves mineros, cemento Portland, Arequipa, adoquines, vías urbanas.

## INDICE GENERAL

TÍTULO .....	21
CAPITULO I .....	22
1.1.    Antecedentes .....	22
1.2.    Planteamiento del problema.....	23
1.2.1.    Descripción del problema .....	23
1.2.2.    Formulación del problema .....	25
1.2.3.    Sistematización del problema .....	25
1.3.    Objetivos de la investigación .....	26
1.3.1.    Objetivo general.....	26
1.3.2.    Objetivos específicos .....	26
1.3.3.    Matriz de marco lógico .....	26
1.4.    Justificación .....	32
1.4.1.    Práctica.....	32
1.4.2.    Política, económica, social y/o ambiental .....	32
1.4.3.    Profesional, académica y/o social .....	34
1.5.    Delimitaciones .....	34
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIAS TEÓRICO .....	36
2.1.    Antecedentes del tema de investigación .....	36
2.2.    Marco de referencia teórico .....	39
2.2.1.    Producción de adoquines ecoamigables.....	39
2.2.1.1.    Materia prima .....	39
2.2.1.2.    Maquinaria y equipos.....	41
2.2.1.3.    Geopolímero.....	42
2.2.1.4.    Adoquín.....	45
2.2.2.    Estructura del proyecto .....	46
2.2.2.1.    Investigación de mercado.....	46
2.2.2.2.    Diseño y distribución de planta.....	48
2.2.2.3.    Estudio económico y financiero.....	49
2.2.2.4.    Estudio de impacto ambiental .....	50
2.3.    Análisis crítico .....	50
CAPITULO III: INVESTIGACIÓN DE MERCADO .....	51
3.1.    Definición del problema y objetivo de investigación .....	51
3.2.    Desarrollo del plan de investigación .....	53
3.2.1.    Obtención de la información general del mercado en estudio .....	54

3.2.1.1.	Búsqueda de fuentes de información para identificar a las empresas instaladas en la ciudad o región de interés .....	54
3.2.1.2.	Población objetivo de estudio o designación del marco muestral.....	55
3.2.2.	Diseño de la muestra .....	56
3.2.2.1.	Método de la selección de las empresas que formarán la muestra.....	56
3.2.2.2.	Método de estimación para inferir conclusiones de la muestra o población.....	57
3.2.3.	Diseño del instrumento para el acopio de información.....	57
3.2.3.2.	Determina la información que se desea obtener.....	57
3.2.3.3.	Selección del tipo de cuestionario a diseñar.....	58
3.2.3.4.	Selección del tipo de preguntas.....	58
3.2.3.5.	Redacción de los cuestionamientos.....	59
3.2.3.6.	Validación de la encuesta.....	60
3.2.4.	Ejecución del plan de investigación.....	60
3.2.4.2.	Trabajo de campo.....	60
3.2.5.	Tabulación de la información .....	62
3.2.6.	Interpretación y reporte de resultados.....	63
3.2.7.	Identificación del producto o servicio.....	64
3.2.7.2.	Clasificación por su uso .....	64
3.2.8.	Análisis de la demanda .....	64
3.2.8.2.	Segmentación de mercado.....	64
3.2.8.3.	Factores que afectan la demanda.....	68
3.2.8.4.	Demanda actual.....	71
3.2.8.4.1.	Metodología de la investigación .....	71
3.2.8.4.2.	Demanda actual del servicio .....	72
3.2.8.4.3.	Proyección de la demanda.....	76
3.2.9.	Análisis de la oferta.....	80
3.2.9.2.	Clasificación de la oferta.....	80
3.2.9.3.	Factores que afectan la oferta.....	80
3.2.9.3.1.	Tamaño de mercado .....	81
3.2.9.3.2.	Nivel tecnológico incorporado a las empresas.....	81
3.2.9.4.	Oferta actual .....	82
3.2.9.5.	Proyecciones de la oferta .....	83
3.2.10.	Determinación de la demanda insatisfecha .....	84
3.2.11.	Canales de distribución .....	85
3.2.11.2.	Cadena de distribución Ecoquines .....	85

3.2.12.	Análisis de precios .....	86
3.2.13.	Comercialización .....	87
3.2.13.2.	Estrategia de producto.....	87
3.2.13.3.	Estrategia de precio.....	91
3.2.13.4.	Estrategia de plaza .....	92
3.2.13.5.	Estrategia de promoción.....	92
CAPITULO IV: ESTUDIO TÉCNICO .....		94
4.1.	Tamaño del proyecto.....	94
4.1.1.	Capacidad de producción .....	94
4.1.2.	Disponibilidad de materia prima.....	95
4.1.3.	Tecnología de la línea de producción.....	96
4.2.	Localización del proyecto .....	96
4.2.1.	Microlocalización.....	96
4.2.2.	Alternativas de Microlocalización .....	97
4.2.3.	Análisis de factores locacionales .....	97
4.2.4.	Análisis cualitativo.....	99
4.3.	Ingeniería del producto .....	100
4.3.1.	Proceso Productivo .....	101
4.3.1.1.	Materias primas.....	101
4.3.1.2.	Obtención y preparación de materias primas .....	105
4.3.1.3.	Caracterización de materias primas .....	107
4.3.1.4.	Diseño experimental .....	111
4.3.1.5.	Metodología de fabricación de materiales .....	117
4.3.1.6.	Fabricación de probetas .....	120
4.3.1.7.	Caracterización de materiales fabricados.....	123
4.3.1.8.	Caracterización mecánica.....	127
4.3.1.9.	Caracterización de probetas fracturadas.....	132
4.3.2.	Procesos productivos industriales .....	134
4.3.2.1.	Diagrama de operaciones del proceso.....	135
4.3.2.2.	Diagrama de análisis del proceso.....	136
4.3.3.	Balance de materia .....	137
4.3.4.	Requerimientos de mano de obra y equipos .....	139
4.3.5.	Diseño y distribución de planta.....	142
CAPITULO V: ESTUDIO ORGANIZACIONAL.....		147
5.1.	Nombre o razón social .....	147

5.2.	Tipo de empresa.....	147
5.2.1.	Estructura Orgánica.....	148
5.2.2.	Organigrama estructural propuesto .....	149
5.2.3.	Descripción de funciones de los órganos estructurales .....	149
5.2.4.	Tipo de sociedad mercantil .....	150
5.2.5.	Ley general de industrias .....	150
5.3.	Base filosófica de la empresa.....	151
5.3.1.	Misión y visión .....	151
5.3.2.	Objetivos estratégicos .....	151
5.3.3.	Principios y valores .....	152
CAPITULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO .....		153
6.1.	Ingresos y gastos .....	153
6.1.1.	Estimación y proyección de ingresos.....	153
6.1.2.	Estimación y proyección de costos .....	153
6.1.2.1.	Costos en función al producto.....	156
6.1.2.2.	Costos en función a la producción .....	156
6.1.2.3.	Punto de equilibrio .....	157
6.2.	Inversión .....	158
6.2.1.	Modalidades de inversión .....	158
6.2.1.1.	Inversión fija .....	158
6.2.1.2.	Inversión intangible.....	159
6.2.1.3.	Capital de trabajo .....	159
6.2.2.	Estructura de la inversión.....	161
6.3.	Financiamiento.....	161
6.3.1.	Fuentes de financiamiento .....	161
6.3.1.1.	Aporte propio .....	161
6.3.1.2.	Préstamos .....	161
6.4.	Estructura de financiamiento .....	162
6.5.	Plan de financiamiento.....	163
6.6.	Costo de oportunidad de capital.....	164
6.7.	Costo ponderado de capital .....	165
6.8.	Estados financieros .....	166
6.9.	Evaluación.....	174
6.9.1.	Evaluación empresarial .....	174
6.9.1.1.	Evaluación económica .....	174

6.9.1.2.	Evaluación financiera.....	175
6.9.1.3.	Análisis de indicadores de rentabilidad.....	176
6.9.1.4.	Análisis de sensibilidad.....	177
6.9.1.4.1.	Sensibilidad de precio .....	177
6.9.1.4.2.	Sensibilidad de demanda.....	177
CAPITULO VII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....		179
7.1.	Objetivos del EIA .....	179
7.2.	Base legal .....	179
7.3.	Metodología.....	179
7.4.	Caracterización del ambiente .....	180
7.4.1.	Medio físico .....	180
7.4.2.	Medio biótico .....	181
7.4.3.	Aspectos sociales y culturales.....	182
7.4.4.	Aspectos económicos.....	183
7.5.	Identificación y evaluación de impactos .....	183
7.5.1.	Identificación de impactos .....	183
7.6.	Evaluación de impactos .....	185
7.7.	Matriz de evaluación de impacto rápida (RIAM) .....	189
7.8.	Plan de manejo ambiental .....	192
7.8.1.	Medidas de mitigación .....	192
7.8.1.1.	Mitigación de impactos - aspecto físico.....	192
7.8.1.2.	Mitigación de impactos - aspecto biótico.....	193
7.8.1.3.	Mitigación de impactos - socio cultural .....	193
7.8.2.	Programa de monitoreo.....	194
7.9.	Plan de contingencias.....	196
7.10.	Plan de abandono de área.....	199
CONCLUSIONES .....		200
RECOMENDACIONES.....		202
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		204
ANEXOS .....		207

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Matriz de involucrados</i> .....	27
<i>Tabla 2 Matriz de alternativas</i> .....	30
<i>Tabla 3 Matriz de marco lógico</i> .....	31
<i>Tabla 4 Fuentes de información para identificar a los usuarios potenciales instalados en la ciudad o región de interés</i> .....	54
<i>Tabla 5 Distritos pertenecientes a la provincia de Arequipa</i> .....	55
<i>Tabla 6 Estimadores estadísticos para el muestreo aleatorio simple</i> .....	57
<i>Tabla 7 Clasificación de los adoquines por la C.I.I.U.</i> .....	64
<i>Tabla 8 Tabla de fuentes de información secundaria</i> .....	71
<i>Tabla 9 Distancia total de vías urbanas en las Provincias de Arequipa</i> .....	74
<i>Tabla 10 Distancia total de vías urbanas construidas en la Provincia de Arequipa (2010-2014)</i> .....	77
<i>Tabla 11 Proyección de vías urbanas en la Provincia de Arequipa (2016-2026)</i> .....	77
<i>Tabla 12 Proyección de vías urbanas en estado grave total y con acciones de mantenimiento en la Provincia de Arequipa (2016-2026)</i> .....	78
<i>Tabla 13 Proyección de demanda (2016-2026)</i> .....	79
<i>Tabla 14 Empresas comercializadoras de adoquines en la Provincia de Arequipa</i> .....	81
<i>Tabla 15 Empresas comercializadoras de adoquines en la Provincia de Arequipa</i> .....	83
<i>Tabla 16 Cálculo de la demanda insatisfecha (2016-2026)</i> .....	84
<i>Tabla 17 Precios de adoquines (soles por unidad)</i> .....	86
<i>Tabla 18 Adoquines - Requisitos</i> .....	89
<i>Tabla 19 Resistencia a la Compresión</i> .....	90
<i>Tabla 20 Producción de las industrias de minerales no metálicos y metales comunes, 2013-2014</i> ....	90
<i>Tabla 21 Demanda potencial</i> .....	94
<i>Tabla 22 Capacidad de producción</i> .....	95
<i>Tabla 23 Matriz de enfrentamiento</i> .....	99
<i>Tabla 24 Puntuación de factores</i> .....	99
<i>Tabla 25 Tabla de ranking de factores</i> .....	100
<i>Tabla 26 Variables independientes</i> .....	112
<i>Tabla 27 Variables dependientes</i> .....	112
<i>Tabla 28 Límites de componentes</i> .....	112
<i>Tabla 29 Diseño de mezclas</i> .....	112
<i>Tabla 30 Codificación de muestras- Probeta tipo 1</i> .....	113
<i>Tabla 31 Variables independientes</i> .....	114
<i>Tabla 32 Variables dependientes</i> .....	114

<i>Tabla 33 Límites de Componentes</i> .....	115
<i>Tabla 34 Diseño de Mezclas</i> .....	115
<i>Tabla 35 Codificación de muestras- Probeta tipo 2</i> .....	116
<i>Tabla 36 Resultados de ensayos mecánicos- Probetas alta densidad</i> .....	129
<i>Tabla 37 Resultados de ensayos mecánicos- Probetas baja densidad</i> .....	130
<i>Tabla 38 Leyenda para tabla interrelaciones</i> .....	142
<i>Tabla 39 Código de proximidades</i> .....	143
<i>Tabla 40 Área teórica para máquinas y equipos</i> .....	145
<i>Tabla 41 Área total requerida para la planta</i> .....	145
<i>Tabla 42 Proyección de ingresos</i> .....	153
<i>Tabla 43 Proyección de costos (En soles)</i> .....	155
<i>Tabla 44 Costos totales (En soles)</i> .....	156
<i>Tabla 45 Costos unitarios (En soles)</i> .....	157
<i>Tabla 46 Punto de equilibrio físico y monetario (En soles)</i> .....	158
<i>Tabla 47 Inversión fija total (En soles)</i> .....	159
<i>Tabla 48 Inversión intangible total (En soles)</i> .....	159
<i>Tabla 49 Capital de trabajo (En soles)</i> .....	160
<i>Tabla 50 Estructura de la inversión (En soles)</i> .....	161
<i>Tabla 51 Estructura de capital (En soles)</i> .....	162
<i>Tabla 52 Estructura de financiamiento (En soles)</i> .....	162
<i>Tabla 53 Estructura de financiamiento (En soles)</i> .....	163
<i>Tabla 54 Costo oportunidad de capital</i> .....	165
<i>Tabla 55 Costo ponderado de capital</i> .....	166
<i>Tabla 56 Balance general (En soles)</i> .....	168
<i>Tabla 57 Estado de resultados (En soles)</i> .....	170
<i>Tabla 58 Utilidades retenidas (En soles)</i> .....	171
<i>Tabla 59 Estado de flujo de efectivo (En soles)</i> .....	172
<i>Tabla 60 Indicadores económicos (En soles)</i> .....	175
<i>Tabla 61 Indicadores financieros (En soles)</i> .....	175
<i>Tabla 62 Sensibilidad de precio (En soles)</i> .....	177
<i>Tabla 63 Sensibilidad de demanda (En soles)</i> .....	177
<i>Tabla 64 Aspecto físico y sus componentes</i> .....	181
<i>Tabla 65 Aspecto biótico y sus componentes</i> .....	182
<i>Tabla 66 Aspecto Socio – cultural y sus componentes</i> .....	182
<i>Tabla 67 Aspecto económico y sus componentes</i> .....	183
<i>Tabla 68 Aspecto ambiental y sus impactos</i> .....	184
<i>Tabla 69 Criterios de evaluación</i> .....	186

<i>Tabla 70 Rangos de evaluación.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 71 Resultados de Matriz RIAM.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 72 Desarrollo de Matriz RIAM.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 73 Costeo de la materia prima por unidad, mes y año.....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 74 Costeo de los insumos utilizados .....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 75 Costeo de los servicios utilizados.....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 76 Costeo de la mano de obra .....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 77 Costeo de los gastos administrativos.....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 78 Costeo de los gastos de ventas.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 79 Costeo de la compra de activos y su depreciación.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 80 Costeo de la construcción de la infraestructura.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 81 Costeo de la depreciación de la infraestructura .....</i>	<i>217</i>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Árbol de causas.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2. Árbol de efectos .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3. Árbol de objetivos .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología de estudio de mercado. ....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 5. Diagrama de Gantt de ejecución de encuestas.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 6. Estado de vías urbanas en la Provincia de Arequipa 2016 (km2).....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 7. Precipitación total anual del Departamento de Arequipa (2001 - 2013) (mm2).....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 8. Temperatura promedio anual del Departamento de Arequipa (2003-2015) (°C. ....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 9. Parque Automotor en el Departamento de Arequipa (2005-2013) (Unidades) .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 10. Ingreso real promedio per-cápita del Departamento de Arequipa (2007-2011) (Soles) ....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 11. Crecimiento del PBI per cápita (2006-2015) (% anual). ....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 12. Inversión privada en el Perú (2004 -2015) (Miles de millones de dólares.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 13. Empresas creadas y cerradas en el Perú (2013-2015) (Miles).....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 14. Mapa de vías urbanas en el Perú 2016 .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 15. Mapa de vías urbanas en el Departamento de Arequipa 2016.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 16. Mapa de vías urbanas en el Perú 2016 .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 17. Mantenimiento de las vías en estado grave en la Provincia de Arequipa 2014 (km2).....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 18. Total de vías urbanas construidas en el Provincia de Arequipa (km2.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 19. Faja transportadora de Adoquines Planta Supermix.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 20. Producción semiautomática de adoquines .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 21. Cadena de distribución. ....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 22. Diseño de la marca. ....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 23. Dimensiones según tipo de Ecoquines. ....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 24. Matriz Ansoff.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 25. Canal de distribución.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 26. Relave minero de oro.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 27. Hidróxido de Sodio- Frasco de 1 kg. ....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 28. Cascara de arroz, fotografía.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 29. Ceniza de cáscara de arroz.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 30. Arena fina. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 31. Mortero de Sílice .....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 32. Tamiz N°140 .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 33. Crisoles de alúmina. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 34. Mufla-horno 1100°C.....</i>	<i>106</i>

<i>Figura 35. Difractograma de la muestra de arena con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontradas.</i>	107
<i>Figura 36. Difractograma de la muestra de relave con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontrada.</i>	108
<i>Figura 37. Difractograma de polvo de ceniza de cáscara de arroz con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontrada.</i>	108
<i>Figura 38. Micrografía de arena fina.</i>	109
<i>Figura 39. Micrografía de relave minero.</i>	109
<i>Figura 40. Micrografía de cáscara de arroz</i>	110
<i>Figura 41. Micrografía de ceniza de cascara de arroz</i>	110
<i>Figura 42. Resultados materia prima granulometría por difracción láser</i>	111
<i>Figura 43. Esquema de la metodología de Fabricación de Materiales T1</i>	118
<i>Figura 44. Esquema de la metodología de fabricación de materiales T2</i>	119
<i>Figura 45. Pesado de materiales.</i>	120
<i>Figura 46. Mezcla de materiales.</i>	120
<i>Figura 47. Pesado de materiales.</i>	121
<i>Figura 48. Moldeado de probetas.</i>	121
<i>Figura 49. Curado en secadora.</i>	122
<i>Figura 50. Curado a temperatura ambiente.</i>	122
<i>Figura 51. Pulido de probetas.</i>	123
<i>Figura 52. Cortado de probetas</i>	123
<i>Figura 53. Paralelepípedo obtenido del corte de probetas.</i>	123
<i>Figura 54. Micrografía de muestra A60R30C1.</i>	125
<i>Figura 55. Micrografía de muestra A62.5R37.5CA.</i>	125
<i>Figura 56. Micrografía SEM de muestra A60R30C10.</i>	126
<i>Figura 57. Micrografía SEM de muestra A62.5R37.5CA3.</i>	127
<i>Figura 58. Máquina de compresión uniaxial.</i>	128
<i>Figura 59. Compresión uniaxial.</i>	128
<i>Figura 60. Probeta fracturada.</i>	129
<i>Figura 61. Mejores resultados mecánicos de probetas tipo 1.</i>	130
<i>Figura 62. Mejores resultados mecánicos de probetas tipo 2.</i>	132
<i>Figura 63. Micrografía óptica de muestra fracturada A60R30C10.</i>	133
<i>Figura 64. Micrografía óptica de muestra fracturada A62.5R37.5CA0</i>	133
<i>Figura 65. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.</i>	136
<i>Figura 66. Diagrama de análisis del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.</i>	137
<i>Figura 67. Balance de materia del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.</i>	139
<i>Figura 68. Relaciones de actividades.</i>	143

<i>Figura 69. Alternativa 01 de diagrama relacional.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 70. Alternativa 02 de diagrama relacional.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 71. Distribución de planta .....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 72. Organigrama propuesto.....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 73. LMP y ECA nacionales e internacionales para cianuro. ....</i>	<i>197</i>
<i>Figura 74. Plano de Minera CEPROMET.....</i>	<i>218</i>
<i>Figura 75. Plan estratégico de la Región Arequipa .....</i>	<i>222</i>

## **INDICE DE ECUACIONES**

<i>Ecuación 1. Fórmula empírica de polisialatos .....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 2. Reacción de geopolimerización .....</i>	<i>44</i>
<i>Ecuación 3. Fórmula para calcular el tamaño de muestra en una población finita .....</i>	<i>56</i>
<i>Ecuación 4. Fórmula para calcular el tamaño de muestra en una población finita con nuestros datos reemplazados .....</i>	<i>56</i>
<i>Ecuación 5. Costo de oportunidad de capital.....</i>	<i>165</i>
<i>Ecuación 6. Costo ponderado de capital.....</i>	<i>166</i>

## **TÍTULO**

Proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines eco amigables hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017.

Este proyecto contó con la subvención económica del Estado peruano mediante Innóvate Perú (Contrato N° 097-PNICP-BRI-2015) dentro del marco de la fabricación y caracterización estructural, microestructural y mecánica de materiales geopoliméricos a partir de relaves mineros.

## CAPITULO I

### 1.1.Antecedentes

Los adoquines hicieron su aparición hace más de 20 siglos, con el empedrado. Esto se dio por la necesidad del hombre de tener vías durables, limpias y seguras, y así le permitió desplazamientos rápidos en cualquier época del año.

Se comenzaron a tallar piedras en forme de bloque, las cuales se ajustaban mejor y permitieron una superficie de rodamiento continuo, lo cual junto al perfeccionamiento de los carros de tracción animal, hicieron un tránsito más cómodo.

Esta operación básica dio lugar a la aparición del primer pavimento de adoquines, el término adoquín es una palabra española que proviene del árabe «ad-dukkân», que significa «piedra escuadrada o a escuadra».

Hasta comienzos del siglo XX se continuo con la construcción de pavimentos de piedra, pero esta se vio afectada con la aparición del automóvil con motor de combustión, para lo cual no resultaba económico ni práctico tallar la gran cantidad de piedras que requería el ritmo de pavimentación, y aquí es donde se empezó a reemplazar los adoquines de piedra por bloques de arcilla cocida y madera, desarrollándose técnicas de pavimentación de concreto.

El éxito de los pavimentos de adoquines de concreto se basó en su amplio rango de aplicación, pues pueden utilizarse en andenes, zonas peatonales, plazas, en las vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con un tráfico vehicular que va de unos pocos automotores ligeros, hasta donde circula un gran número de camiones pesados; en zonas de carga, patios de puertos y plataformas de aeropuertos (IMCYC, 2016).

A lo largo de los últimos años se ha buscado darle un valor agregado a una variedad de productos del sector construcción que son una fuente de contaminación de manera directa o indirecta, es por eso que se busca que estos contengan materiales reciclados, y así, mitigar la gran cantidad de residuos sólidos que generamos de forma constante y facilitar el desarrollo sostenible. Algunos ejemplos de adoquines en base a materiales reciclados, son los siguientes:

- Adoquines de hule, caucho y plástico: a nivel internacional, hay empresas como la compañía Minera El Realito, Reciplay, Genbruger, Adoquiplastic, entre otras, que fabrican este producto, el cual tiene su principal aplicación como pisos para establos, cobertizo de caballos o ganado vacuno.
- Adoquines de ceniza de carbón: Calstar, empresa estadounidense dedicada a la fabricación de materiales sostenibles para la construcción, ha desarrollado un método para producir adoquines más ecológicos logrando importantes reducciones del consumo energético y el impacto medio ambiental (Dazneel, 2011).

## **1.2.Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Descripción del problema**

El Perú y la provincia de Arequipa en particular vienen sufriendo cambios significativos que obedecen sobre todo a un gran aumento de la población (Censos poblacionales, 2015), lo cual genera un gran impacto a todo nivel de nuestra sociedad, ya que al tener un volumen mayor de ciudadanos se requiere un número equivalente de recursos e infraestructura para satisfacer las necesidades de los mismos.

Situaciones puntuales como abastecimiento de alimentos, oferta de educación, infraestructura de salud pública, adecuadas vías de comunicación y transporte, etc. Se

constituyen como elementos básicos que permiten el correcto desarrollo de nuestra sociedad.

Según información del Instituto vial provincial de Arequipa (IVP) (2016) se tiene un extensión total de vías urbanas de 40.2 km<sup>2</sup> en la provincia de Arequipa, de los cuales 8.04 km<sup>2</sup> son clasificadas como vías urbanas en estado grave; lo cual significa que estas vías que no reúnen las condiciones necesarias para permitir el flujo vehicular, pero que sin embargo son utilizadas debido a la gran demanda de flujo vehicular, comprometiendo así la integridad de personas y vehículos, de las cuales solo 0.84 km<sup>2</sup> tuvieron acciones de mantenimiento.

Situación adversa de las vías urbanas que según el IVP se explica por diferentes motivos siendo los métodos y materiales de construcción de mala calidad, el incremento vertiginoso del parque automotor y las condiciones climatológicas adversas (excesivo calor y lluvias) los principales factores que deterioro en la provincia de Arequipa.

Por otro lado, se ha comprobado que en la fabricación de cemento Portland se emite hasta el 5% total de CO<sub>2</sub> del planeta (Singh, Ishwarya, Gupta, & Bhattacharyya, 2015), cifra alarmante ya que estas emisiones no sólo dañan al medio ambiente sino también a los ciudadanos próximos a las fábricas. Y en el Perú debido a la recuperación del sector de la construcción y teniendo este una tasa de crecimiento del 24.1% en agosto (INEI, 2015), el consumo interno de cemento aumentó un 0.05% (INEI, 2015), demanda que se prevé irá creciendo a lo largo de los próximos años.

Ante lo expuesto se plantea diseñar el proyecto de inversión para la fabricación y comercialización de adoquines, los cuales utilizan como componente principal al relave minero reemplazando al clásico Cemento Portland, con lo cual se pretende presentar como una alternativa a los clásicos materiales y métodos de construcción de vías urbanas.

Presentando un producto que se posicione competitivamente en el mercado actual bajo estándares de precio, marca y calidad, que su vez cumple con todos los requerimientos de las normas técnicas peruanas (ICG, 2010), ya que todas las propiedades mecánicas ya fueron comprobadas en pruebas de laboratorio.

### **1.2.2. Formulación del problema**

Luego de haber realizado el diagnóstico del problema, es necesario realizar la siguiente interrogante:

¿Es viable la realización de un proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables que tienen como componente principal a relaves mineros?

### **1.2.3. Sistematización del problema**

Basados en el planteamiento de la pregunta principal para la formulación del problema, se postula las siguientes preguntas específicas:

- ¿Existe un mercado potencial para la venta de adoquines ecoamigables en la provincia de Arequipa?
- ¿Es factible la construcción de una planta productora de adoquines ecoamigables, localizada en la provincia de Arequipa?
- ¿El proyecto de inversión podrá ser reconocido legalmente por las leyes vigentes del estado peruano?
- ¿Es económicamente factible el desarrollo del proyecto de inversión?
- ¿La producción de adoquines ecoamigables generará algún tipo de impacto ambiental adverso?
-

### **1.3.Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar un proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines eco amigables fabricados a partir de relaves mineros.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar un estudio de mercado, analizando la oferta y demanda, para la potencial venta de adoquines ecoamigables en la provincia de Arequipa al 2017.
- Realizar un estudio técnico para la producción de adoquines ecoamigables, considerando la ingeniería del producto, localización y tamaño de planta.
- Ejecutar un estudio organizacional, en donde se determinará el tipo de empresa y su base legal.
- Desarrollar un estudio económico y financiero para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables.
- Efectuar un estudio de impacto ambiental, identificando las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos negativos causados en el desarrollo del proyecto.

#### **1.3.3. Matriz de marco lógico**

- Actores involucrados:

En la tabla 01 se describe a los actores involucrados:

Tabla 1

Matriz de involucrados

Grupo/Actor	Interés	Problema Percibido	Recursos
Ciudadanos de la Provincia de Arequipa	Contar con vías urbanas de calidad que satisfagan la necesidad de transporte de los ciudadanos	Vías de transporte urbano en estado grave e insuficientes	Recurso humano que puede ser empleado para la construcción de los proyectos
Subgerencias municipalidades de desarrollo urbano y/o infraestructura	Ejecutar y diseñar proyectos de inversión para la mejora y construcción de vías urbanas en la provincia de Arequipa	Existencia de trabas burocráticas para la presentación de expedientes técnicos de proyectos nuevos	Estructura orgánica y recursos humanos que permiten el diseño de los proyectos
Municipalidades distritales de la provincia de Arequipa	Financiar y aprobar los proyectos de inversión para la mejora y construcción de vías urbanas en la provincia de Arequipa	No se presentan proyectos suficientes o de buena calidad para su posterior aprobación y/o financiamiento	Recursos económicos que permiten la financiación de los proyectos.

- Actores de problemas:

En la figura 01 se presenta el árbol de causas referidas al problema principal:

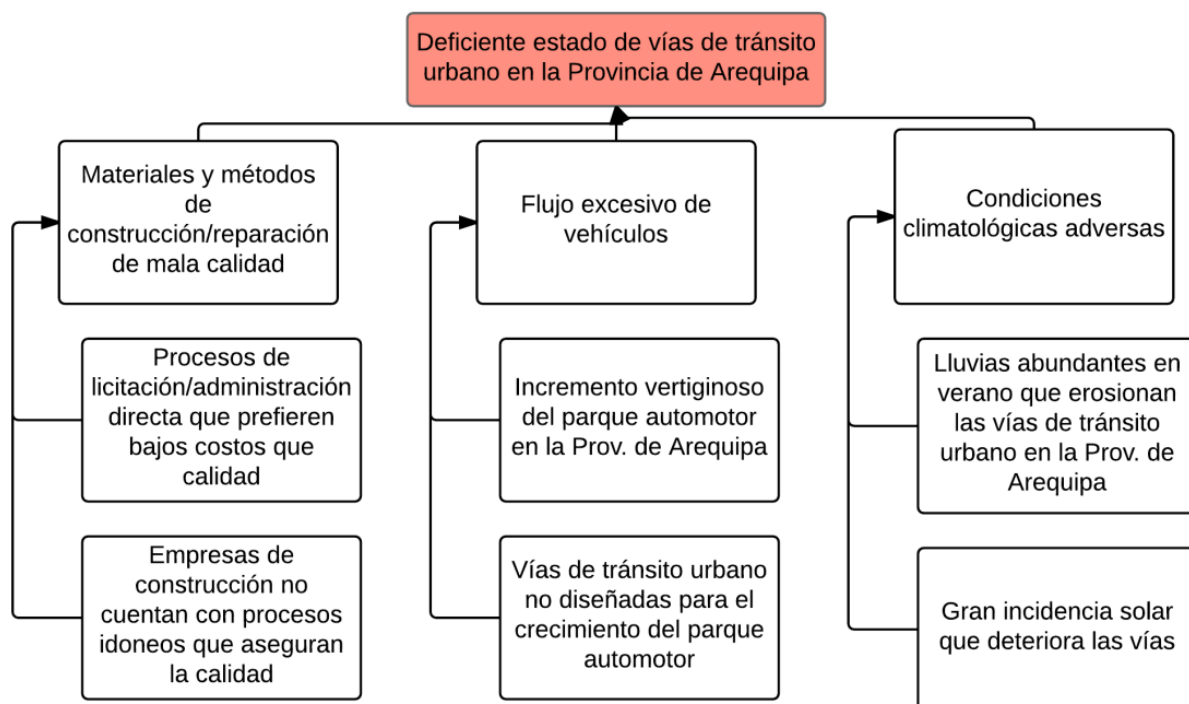


Figura 1. Árbol de causas

En la figura 02 se presenta el árbol de efectos referidos al problema principal:

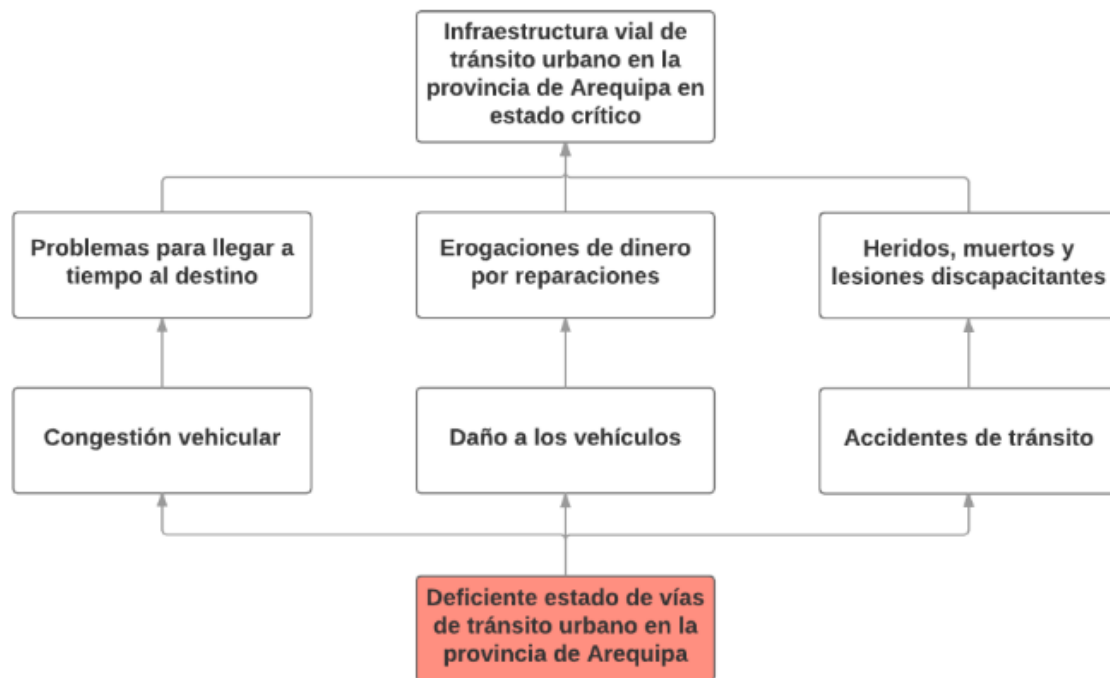


Figura 2. Árbol de efectos

- Árbol de objetivos:

En la figura 03 se presenta el árbol de objetivos referidos al árbol de problemas:

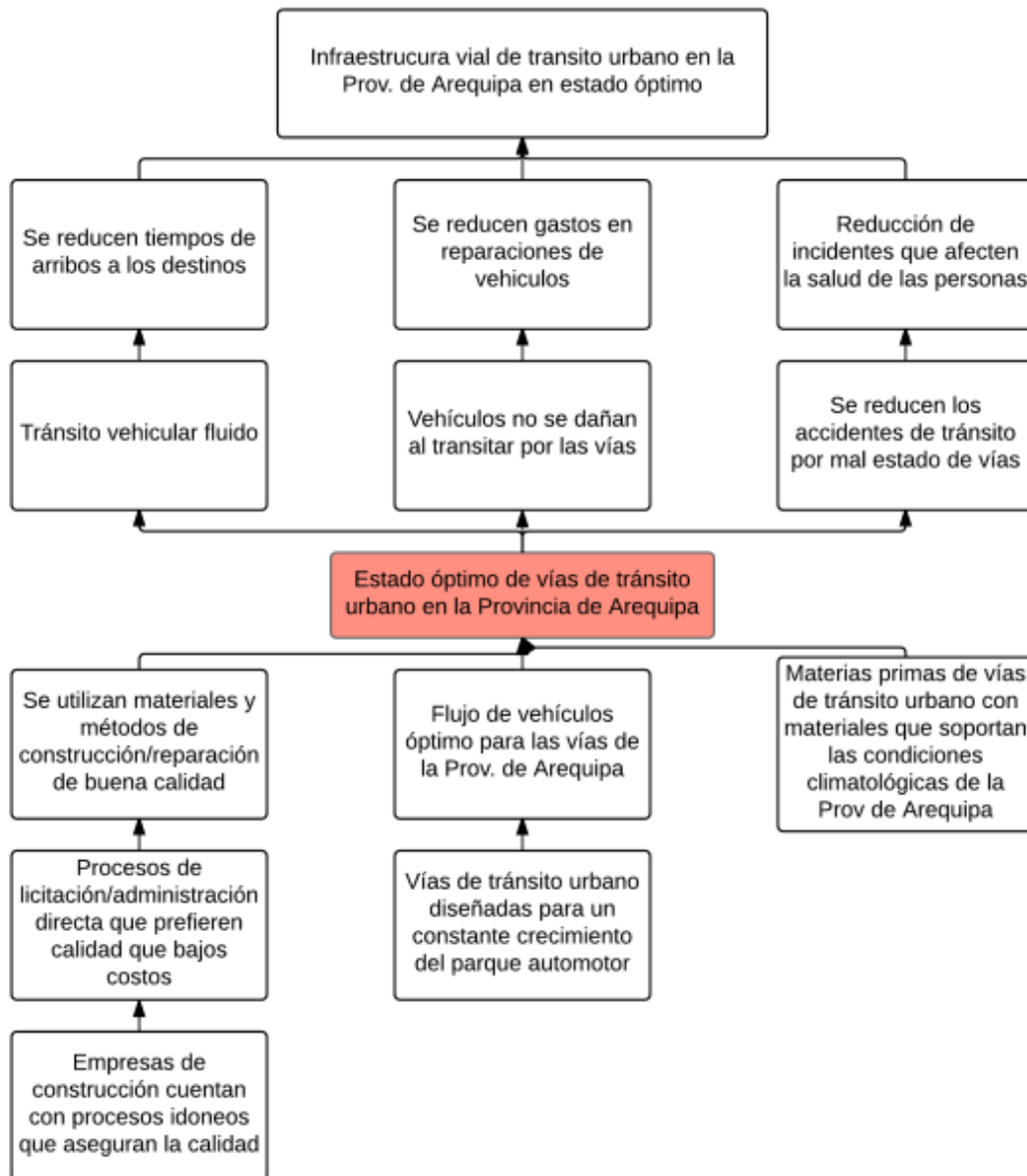


Figura 3. Árbol de objetivos

- Matriz de alternativas:

En la tabla 02 se presenta la matriz de alternativas:

- Matriz de marco lógico:

En la tabla 03 se presenta la matriz de marco lógico:

Tabla 2

## Matriz de alternativas

	<b>Causas</b>	<b>Capacidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Alternativas</b>
<b>1</b>	Materiales y/o métodos de construcción de reparación de vías de mala calidad en la provincia de Arequipa	Apoyo de los ciudadanos en temas referentes a construcción y reparación de vías de tránsito urbano	Solicitar apoyo al gobierno central	Realizar un concurso público/ licitación/ administración directa adecuado para la ejecución de los proyectos, priorizando la calidad antes que el coste (Ca01, C03, C04, O03)
<b>2</b>	Flujo excesivo de vehículos en la provincia de Arequipa	Existencia de fondos estatales para desarrollar y/o ejecutar proyectos de infraestructura vial y urbanismo	Pedir la participación de capital privado en las labores de financiación, diseño y ejecución de los proyectos	Conformar equipos técnicos de trabajo con instituciones interesadas en aportar en el desarrollo de los proyectos (Ca01, C03, O03)
<b>3</b>	Condiciones climatológicas adversas en la provincia de Arequipa	Presencia de empresas de construcción con amplia experiencia y renombre que realizan labores de alta calidad	Solicitar apoyo a entidades técnicas como el Colegio de ingenieros, Colegio de arquitectos, universidades, etc. en elaboración y revisión de expedientes técnicos	Diseñar y ejecutar talleres o charlas de seguridad vial, conservación de vías, etc. Para los ciudadanos de la provincia de Arequipa (Ca02, C01, C02)
<b>4</b>		Presencia de empresas proveedoras de materiales de construcción de alta calidad, óptimas para las condiciones técnicas requeridas para la provincia de Arequipa		Solicitar el diseño de materiales de construcción vial exclusivos para las condiciones climatológicas de la provincia de Arequipa (Ca01, Ca03, C04, O3)

Tabla 3

## Matriz de marco lógico

	<b>Jerarquía de objetivos</b>	<b>Metas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes</b>	<b>Supuestos</b>
<b>FIN:</b>	Contribuir a la mejora de calidad de vida de los ciudadanos de la provincia de Arequipa atenuando situaciones puntuales de inseguridad vial e intransitabilidad				
<b>PROPÓSITO:</b>	Optimizar el estado de vías de tránsito urbano en la provincia de Arequipa	Se realizó actividades de mantenimiento al 85% de vías en estado muy grave	Fichas de Catastro Vial	Instituto Vial de Arequipa	El Instituto Vial y las Municipalidades Distritales de la provincia de Arequipa supervisan y asumen todas las responsabilidades y emiten la información requerida
<b>RESULTADOS:</b>	1. Se utilizan materiales y métodos de construcción/repación de vías de buena calidad	El 90% de las empresas constructoras realizan el proyecto con métodos de trabajo de comprobada eficacia	Expedientes técnicos de obra/proyecto	Municipalidades Distritales de la provincia de Arequipa	
	2. Flujo de vehículos óptimo para las vías de la provincia de Arequipa	La red vial de la Prov. de Arequipa satisface a un 75% el flujo del parque automotor	Cantidad de vehículos del parque automotor de la provincia de Arequipa	Instituto Vial de Arequipa	
	3. Materias primas de vías de tránsito urbano con materiales que soportan las condiciones climatológicas de la provincia de Arequipa	Los materiales de construcción de vías cumplen al 90% los requerimientos solicitados	Fichas técnicas de productos utilizados	Empresas constructoras ejecutantes de los proyectos	Empresas constructoras ejecutantes asumen y cumplen sus responsabilidades
<b>ACCIONES DE CADA RESULTADO:</b>	1.1 Realizar un concurso público/ licitación/ administración directa adecuado para la ejecución de los proyectos, priorizando la calidad antes que el coste	El 100% de las licitaciones de proyectos se asignan por concurso público	Número de empresas constructoras participantes por licitación/proyecto	Municipalidades Distritales de la provincia de Arequipa	Municipalidades distritales de la provincia de Arequipa cumplen con todas las actividades programadas en pro del mejoramiento del estado de las vías de tránsito urbano
	1.2 Conformar equipos técnicos de trabajo con Instituciones interesadas en aportar en el desarrollo de los proyectos	80% de las Instituciones aceptaron ser parte de los equipos técnicos	% de asistencia de equipos técnicos a las reuniones de planeamiento	Municipalidades Distritales de la provincia de Arequipa	
	2.1 Diseñar y ejecutar talleres o charlas de seguridad vial, conservación de vías, etc. para los ciudadanos de la provincia de Arequipa	01 Taller mensual de seguridad vial y transitabilidad en el 2017	% de asistencia a ciudadanos invitados a los talleres	Municipalidades distritales de la provincia de Arequipa	
	3.1 Solicitar el diseño de materiales de construcción vial exclusivos para las condiciones climatológicas de la provincia de Arequipa	03 empresas presentaron alternativas de producto	Fichas técnicas de productos ofertados	Empresas ofertantes	Los productos ofertados por las empresas cumplen con todos los requisitos solicitados

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Práctica**

El presente proyecto tiene como principal objetivo plantear una solución ante el mal estado de las vías urbanas en la provincia de Arequipa, ofertando al mercado un producto alternativo al adoquín convencional de cemento Portland; como son los adoquines eco amigables hechos a partir de residuos mineros.

### **1.4.2. Política, económica, social y/o ambiental**

- Política:

Según el Reglamento nacional de gestión de infraestructura vial, del Ministerio de transporte y comunicaciones; los gobiernos locales por intermedio de las municipalidades provinciales y distritales tienen las siguientes competencias:

- a) Promover, planificar, programar, coordinar, supervisar, y evaluar la ejecución de estudios y obras de los proyectos de infraestructura vial de transporte terrestre de la red vial de su competencia.
- b) Realizar todas las actividades técnicas, económicas, financieras y administrativas requeridas para promover el desarrollo de la infraestructura vial de su ámbito territorial.

En cuanto al mantenimiento de las vías, se deben hacer programas que deben ser elaborados por el Ministerio de transportes y comunicaciones, gobiernos regionales y las municipalidades respectivamente, y estarán orientados a la preservación del patrimonio vial, así como a la prevención y mitigación de desastres que afecten su infraestructura.

Ante lo expuesto, es que se presenta al adoquín ecoamigable, como una opción para la preservación de las vías urbanas, aprovechando sus características y propiedades.

- Económica:

La introducción de los adoquines hechos a partir de relave minero al mercado de la industria de la construcción no sólo alienta la libre competencia en una plaza que parece ser monopólica en el sur del Perú (Corporativo YURA – 52% del mercado), además involucra en sus procesos de fabricación residuos propios de actividades mineras como materia prima, con lo cual demostrará sus políticas amigables al medio ambiente y mínima inversión necesaria para adquirirlos ( Equilibrium, 2016) .

Esto aunado a un proceso de producción simplificado que permite obtener un producto que satisface todas las normativas vigentes (ICG, 2010) de esta manera se buscará ofrecer un producto con garantías técnicas, amigable con el medio ambiente y con un precio competitivo en el mercado

- Social:

El estado de las vías urbanas tiene una incidencia directa en la vida cotidiana de las personas, ya que de este factor dependen otros; como la congestión del tránsito urbano; si una vía se encuentra en mal o en regular estado, los efectos sobre la sociedad son negativos, se genera contaminación ambiental, pérdidas económicas, incremento de accidentes, deterioro de la calidad de vida de las personas (mayor contaminación acústica, impacto negativo sobre la salud mental, etc.).

Es por eso que se precisa con urgencia alternativas de solución para la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de tales vías, siendo los adoquines hechos a partir de residuos mineros una solución viable frente a las situaciones ya mencionadas.

### **1.4.3. Profesional, académica y/o social**

- Profesional:

La presentación de esta tesis; ante las autoridades universitarias competentes; tiene por objetivo la obtención del título profesional de ingeniero industrial, mediante el cual se demuestra la suficiencia necesaria para el desempeño de la labor profesional.

- Académica:

El diseño del proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines hechos a partir de relaves mineros consideró la aplicación de técnicas y herramientas propias de la ingeniería industrial, las cuales fueron adquiridas bajo el plan de estudios de la Universidad Católica San Pablo. Se utilizó conceptos básicos sobre estadística aplicada, ingeniería económica, diseño de planta, gestión de los recursos humanos, legislación empresarial, etc.

- Personal:

El diseño de esta tesis, manifestó la suficiencia en el dominio de conocimientos y competencias que requiere la labor profesional de un ingeniero industrial.

### **1.5.Delimitaciones**

Las delimitaciones a las cuales está sujeta nuestra investigación son las siguientes:

- Temático:

La investigación se dirigió a realizar un proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines eco amigables hechos a partir de relaves mineros. En el cual se contempló el análisis del mercado potencial, el análisis técnico de la ingeniería del proyecto, las implicancias de su establecimiento legal en el Estado

Peruano, el impacto de sus operaciones en el ambiente y el desarrollo de una estrategia de marketing para la comercialización del producto.

- Espacial:

El proyecto de tesis se desarrollara en la provincia de Arequipa, estudiando su mercado actual.

- Temporal:

Se estima que el proyecto de tesis tenga un desarrollo total de sus actividades en un periodo de corto plazo; de 01 a 02 años.

## **CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIAS TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del tema de investigación**

Como antecedentes de esta investigación se han considerado diversos trabajos; los cuales se mencionan líneas abajo; que en búsqueda de nuevos materiales han optado por el uso de geopolímeros formados a partir de diferentes subproductos como son los relaves mineros, cenizas volantes, desechos agrícolas, entre otros.

Relacionado a los materiales geopoliméricos se encontró una investigación titulada “30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Applications Market Trends and Potential Breakthroughs”, elaborada por Joseph Davidovits (2002); donde se exponen las principales aplicaciones, historia, tendencias y avances que en un futuro podría tener este tipo de material. Los geopolímeros son materiales duros, inorgánicos, estables a temperatura hasta 1250 °C y no inflamables. Esto impulsó a la creatividad y la innovación. El campo de aplicación desarrollado a partir de 1979 incluye la ingeniería aeronáutica, el sector nuclear, aislamiento térmico de los edificios, aislamiento de hornos, ingeniería mecánica, etc.

Respecto al estudio que se hizo de este material como aplicación a la industria de la construcción, se llegó a la conclusión que los cementos geopoliméricos son materiales cementantes resistentes a ácidos con propiedades zeolíticas, desarrollado para la contención a largo plazo de los desechos peligrosos y tóxicos.

Referente a la fabricación de hormigones y estructuras de construcción geopoliméricas en base a relaves mineros, se encontraron diferentes estudios a nivel mundial.

Un primer trabajo corresponde a Pedro Diaz Sossa (2012), quien realizó el trabajo denominado “Estudio de factibilidad de obtención de hormigones geopoliméricos a partir de desechos minerales”. Esta investigación tuvo como objetivo general, determinar una dosificación que permitiera obtener geopolímeros haciendo uso de subproductos de industrias a nivel local; reproduciendo la metodología por la cual se obtiene el hormigón convencional, es decir, intentar hacer uso de los mismos equipos, herramientas y materiales que se usan en la industria del hormigón. Sin duda uno de los parámetros más importantes en la industria del hormigón es la resistencia mecánica que desarrolla el material, esta propiedad es necesaria para el diseño estructural de cualquier tipo de elemento.

En consecuencia, en el estudio de Pedro Diaz Sossa se tomó la resistencia mecánica como el principal parámetro de análisis. Los materiales fundamentales para fabricar los geopolímeros fueron una fuente de aluminosilicatos, en este caso utilizaron cenizas volantes de clase F y relaves de cobre, una solución alcalina que fue una mezcla de silicato de sodio con una solución de hidróxido de sodio y áridos.

Como resultado de este estudio se sabe que los relaves de cobre pueden ser incluidos como reemplazo de la fuente de aluminosilicatos en mezclas geopoliméricas; sin embargo, a medida que se aumenta la concentración de estos materiales se obtienen menores resistencias mecánicas; esto se debería a que los relaves son en su totalidad

materiales cristalinos los que no tendrían la misma capacidad de disolución que los materiales amorfos.

Así también de esta investigación se concluye que efectivamente los materiales geopoliméricos son técnicamente factibles de ser obtenidos, esta obtención dista de ser un proceso complejo y por tanto, dadas las potenciales ventajas que presentan, tanto a nivel industrial como ambiental, se considera que este material podría actuar como producto alternativo, ante los materiales de construcción que se emplean comúnmente, destacando el hormigón convencional.

Un segundo trabajo correspondiente a Heiddy Pizarro Andrade y Sylvia Aquino Camargo (2012), se denomina: “Reutilización del relave minero de la Cía. Minera San Ignacio de Morococha S.A. en la industria y agroindustria para el diseño de la mejora social de las poblaciones aledañas en Chanchamayo”. En donde el objetivo principal fue determinar aplicaciones prácticas para la reutilización del relave, que pueda contribuir con la mejora de la calidad de vida de los centros poblados aledaños al depósito de relave de la Cía. Minera San Ignacio de Morococha.

En esta misma labor de investigación y consulta se encontró un tercer proyecto: “Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios”, realizado por Gerson Alfredo Anicama Acosta (2010). Este trabajo investigativo logró fabricar tres tipos de probetas, las cuales fueron sometidas a ensayos de compresión mecánica. Se utilizó relaves mineros del campamento MWH, procedente de Cajamarca (Minera Cerro Corona); Andaychagua

procedente de Junín (Compañía Minera Volcán); Pallancata procedente de Ayacucho (Hochschild Mining).

La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación consistió en realizar mezclas de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por relave y comparar luego los resultados obtenidos con los de un concreto patrón.

## **2.2. Marco de referencia teórico**

### **2.2.1. Producción de adoquines ecoamigables**

#### **2.2.1.1. Materia prima**

##### **- Relave minero**

Los relaves mineros son el subproducto de procesos de la industria minera, los cuales se presentan como roca molida finamente, a las cuales se les ha extraído su valor mineral por medio de reactivos químicos. Este material puede ser transportado por medio de cañerías debido su morfología acuosa, la cual presenta al menos un 50% de agua.

Su punto de almacenamiento suelen ser diques, estanques, etc., los cuales suelen ser construidos con los mismos relaves mineros o algún otro desecho, siendo estos complementados con rocas (MMSD, 2008).

El lodo del relave lo constituye una serie de elementos y/o compuestos químicos resultantes o utilizados en las actividades del proceso minero, como se verá a continuación:

- Ácidos.
- Metales en su forma de iones tales como cobre, plomo, zinc, níquel, fierro, arsénico, cadmio.
- Cianuro de sodio (en la minería aurífera).

- Reactivos químicos:
  - Ácidos ( $H_2SO_4$ , ácido sulfúrico).
  - Alcalis.
  - Espumas y colectores.
  - Modificadores, ejemplo: cianuro de sodio NaCN, sulfato de sodio  $Na_2SO_3$ .
  - Floculantes y coagulantes como sales de aluminio y fierro.
    - Compuestos de nitrógeno, provenientes de las voladuras (dinamitaje).
  - Aceites y petróleo usado en la lubricación y combustible.
    - sólidos suspendidos, provenientes del agua de la mina, afluentes, otros.
    - (Cruzado Medina & Bravo Alarcon).

Los depósitos o almacenes donde reposan los residuos mineros deben velar por la estabilidad química y contención física de los mismos, ya que de suceder una filtración el daño al medio ambiente producido sería de una magnitud extremadamente crítica.

El almacenamiento de relave minero trae consigo diferentes tipos de problemas a la larga, como por ejemplo: el desprendimiento de partículas de polvo una vez que estos se encuentran totalmente o en su mayoría secos. Este problema genera problemas de suma gravedad a lo largo del mundo como en la bahía de Chañaral (Chile), Guateng (Sudafrica) y muchos otros, donde las personas que viven en ciudades o poblados aledaños se ven afectados. (MMSD, 2008).

#### - Hidróxido de Sodio

Se trata de una sustancia producida por el hombre, la cual se presenta como un sólido cristalino a temperatura ambiente, no tiene olor y absorbe la humedad del ambiente. Al

ser neutralizado con ácidos o disuelto con agua genera una gran cantidad de calor, el cual puede ser suficiente para encender materiales combustibles (ATSDR, 2016).

- Arena

Al desintegrarse las rocas naturalmente o por la trituración de las mismas, se obtiene arena fina o árido fino, siendo de un tamaño inferior a los 5 mm. Uno de los principales componentes de la arena es la sílice o dióxido de silicio. La arena tiene diferentes clasificaciones dependiendo de su tamaño. A tal fin se les hace pasar por unos tamices que van reteniendo los granos más gruesos y dejan pasar los más finos.

- Arena fina: es la que sus granos pasan por un tamiz de mallas de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25mm.
- Arena media: es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm.
- Arena gruesa: es la que sus granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm. (ARQHYS, 2014).

- Agua destilada

El agua es una sustancia compuesta formada por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, la cual es incolora, insípida e inodora. Por otra parte la acción de destilar consiste en separar una sustancia volátil de otra fija a través de la aplicación de calor para luego enfriar su vapor y convertirla otra vez en un líquido (Perez Porto, 2015).

### **2.2.1.2. Maquinaria y equipos**

- Máquina de compresión uniaxial (máquina electromecánica)

Las máquinas de ensayo EM1/FR, cubren una amplia gama de rangos de carga, para ensayos de tipo estático o cuasiestático, para todo tipo de materiales: metales, plásticos, textiles, cauchos, etc.

Se construyen con diferentes tipos de capacidades, tanto para tracción como compresión. En este sistema, la carga es aplicada mediante un sistema de husillo actuador centrado en el marco de ensayos de la máquina, que junto a las columnas de la máquina, proporcionan una alta rigidez al conjunto. (MICROTEST, SA, 2010).

- Maquina pulidora (UNIPOL-1210)

La máquina de pulido/pulidora de precisión automática UNIPOL-1202, se utiliza principalmente en la preparación de muestras para los ensayos metalográficos; los materiales de las muestras pueden ser de cristal, cerámica, metal, roca, mineral, materiales compuestos. (Laizhou Weiyi Experimental Machinery Manufacture Co., Ltd, 2016)

- Maquina cortadora de materiales (SYJ -150 Low speed diamond saw)

SYJ-150 es certificado por la CE, sierra de diamante de baja velocidad, que equipa con un micrómetro digital avanzado y el controlador de pantalla digital de velocidad, es la herramienta perfecta para cortar todo tipo de material hasta un grosor de 32,5 mm, especialmente para los cristales frágiles, cerámica, muestras de TEM, e incluso muestras de plástico. Es adecuado para muestras que seguirán por un proceso de pulido o cualquier otra operación (MTI, 2013).

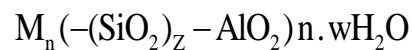
### **2.2.1.3.Geopolímero**

Los llamados geopolímeros o polisialatos, terminología adoptada para abreviatura de poli-sílico aluminatos, fueron descritos por primera vez en patentes por el Prof. J. Davidovits en 1981, los que presentan varios ejemplos de mezcla de reactivos y procesos de obtención. Los polisialatos presentan características particulares que revelan su gran potencial de aplicación como aglomerante en sustitución al cemento Portland ( Neves Lefevre, 2016).

Los geopolímeros son polímeros inorgánicos sintetizados a base de aluminosilicatos y activadores altamente alcalinos. El procesamiento típico de los geopolímeros implica la adición de un activador alcalino (hidróxido de sodio o de potasio) a un aluminosilicato, para después pasar a una mezcla y curado a una temperatura moderada.

Este producto ha surgido recientemente como un material aglutinante en ingeniería, con propiedades ambientalmente sustentables siendo una ventaja que la producción de sus materias primas no requiere un alto nivel de consumo de energía (Bastidas, 2013).

Para la designación química de los geopolímeros a base de sílico-aluminatos, se sugirió polisialatos. Estos son anillos o cadenas poliméricas con  $\text{Si}^{+4}$  y  $\text{Al}^{+4}$  en número de coordinación IV con Oxígeno y cuya fórmula general empírica (ecuación 01) puede ser descrita como:



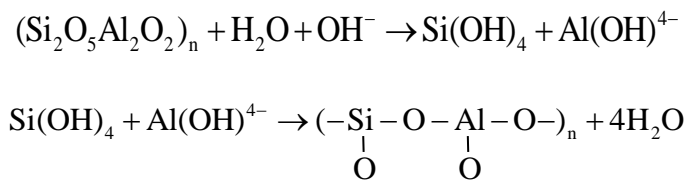
*Ecuación 1. Fórmula empírica de polisialatos*

- M es el catión como el  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ .
- n es el grado de policondensación.
- z es 1, 2 y 3; determina el tipo de geopolímero resultante, si z es igual a 1 la red será del tipo polisialato (PS), si z vale 2, la red será polisialato siloxo (PSS) y si Z vale 3, la red será polisialato disiloxo (PSDS).

- w es la cantidad de agua enlazada. (Davidovits, 1999).

#### - Proceso de geopolimerización

El proceso de geopolimerización surge al poner en contacto un material sólido de naturaleza sílico-aluminosa con una solución activadora alcalina, lo cual produce la formación en solución de una estructura de cadenas poliméricas. Estas cadenas (ecuación 02) son el resultado de la policondensación de iones silicato y aluminato que acaban produciendo una red compuesta de unidades de silicato (Davidovits, 1999).



*Ecuación 2. Reacción de geopolimerización*

#### - Variables que intervienen en el proceso de geopolimerización

Las variables de las cuales es dependiente el proceso de geopolimerización son: el contenido de agua, tiempo de reacción, la temperatura de curado, la composición y concentración del medio alcalino (solución activante), la relación  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  y el tamaño de partícula de la materia prima las cuales afectan las velocidades de dilución y precipitación de aluminosilicatos amorfos y el desempeño mecánico del geopolímero (Alvarez, 2010).

#### - Propiedades y características de los geopolímeros

En la actualidad existe una gran cantidad de estudios respecto al rendimiento y propiedades; siendo los más resaltantes:

- Alta resistencia a la compresión.

- Buena resistencia a la abrasión, especialmente cuando se mezcla con relleno de PTFE (Politetrafluoroetileno).
- Un rápido endurecimiento, controlable a temperatura ambiente.
- Resistencia al fuego (hasta 1000 °C) y no emite humos tóxicos cuando se calienta.
- Alto nivel de resistencia a una gama de diferentes ácidos y soluciones salinas.
- Baja retracción y baja conductividad térmica.
- Adherencia a nuevos y viejos sustratos de concreto, acero, vidrio y cerámica.
- Alto acabado de superficie que reproduce los patrones de molde. (Duxson, Provis, Grant, & Van Deventer, 2007).

Las ya mencionadas características y propiedades de los materiales geopoliméricos hacen que sean factibles para diferentes aplicaciones en la industria.

#### **2.2.1.4. Adoquín**

Los adoquines son piedras o bloques labrados de diferentes formas e incluso actualmente de diferentes materiales. Los adoquines generalmente son de granito, por su gran resistencia y fácil tratamiento. También se desarrollaron adoquines de hormigón y de madera, con el mismo uso.

Los adoquines se utilizan desde hace 25 siglos, en donde los cartagineses y romanos los utilizaban para construir vías de comunicación de gran duración. Así como también se utilizaron en la época Napoleónica, para construir grandes ciudades (ALEGSA, 2010).

La mezcla de arena, piedra y cemento, pasando por un proceso de vibro-compresión en moldes, da lugar a los adoquines de concreto prefabricados. Estos pueden ser fabricados de diferentes formas y colores; se utilizan como capa de rodadura en todo tipo de pavimentos (desde patios y veredas hasta pistas de aterrizaje en aeropuertos).

Las ventajas de utilizar adoquines en pavimentos son las siguientes:

- Facilidad de instalación: no se necesita mano de obra especializada.
- Generador de mano de obra: genera empleos para la comunidad.
- Económicos: no se pierde material al hacer arreglos en obras (se recoloca).
- Durables: alcanzan altas resistencias.
- Estéticos: por sus diversos colores y formas posibilitan trabajos artísticos.
- Seguros: al tener superficie áspera, incrementa la tracción de los vehículos.

(PACASMAYO, 2015).

## **2.2.2. Estructura del proyecto**

### **2.2.2.1. Investigación de mercado**

La investigación de mercado es la identificación, recopilación, análisis, difusión y uso sistemático y objetivo de la información con el propósito de mejorar la toma de decisiones relacionadas con la identificación y solución de problemas y oportunidades de mercadotecnia (Malhotra, 2008).

#### **➤ El proceso de investigación de mercados**

- Paso 1: Definición del problema

Primero se debe definir el problema, al hacer esto el investigador debe considerar el propósito del estudio, la información que se tiene como antecedentes, la que se necesita y como esta influirá en la toma de decisiones.

- Paso 2: Desarrollo del enfoque del problema

En este paso se debe realizar un marco de referencia objetivo o teórico, modelos analíticos, preguntas de investigación, e identificación de la información que se necesita.

- Paso 3: Formulación del diseño de investigación

Se realiza un esquema en donde se exponen con detalle los procedimientos necesarios para obtener la información requerida, y su propósito es diseñar un estudio que ponga a prueba las hipótesis de interés, determine las posibles respuestas a las preguntas de investigación y proporcione la información que se necesita para tomar una decisión.

- Paso 4: Trabajo de campo o recopilación de datos

La recopilación de datos implica contar con personal o un equipo que opere ya sea en el campo, como en el caso de las encuestas personales, desde una oficina por teléfono, por correo, o electrónicamente.

- Paso 5: Preparación y análisis de datos

La preparación de los datos incluye su revisión, codificación, transcripción y verificación.

- Paso 6: Elaboración y presentación del informe

Todo el proyecto debe documentarse en un informe escrito donde se presenten todos los pasos mencionados anteriormente (Malhotra, 2008).

### **2.2.2.2. Diseño y distribución de planta**

El proceso de elaboración del diseño y distribución de planta corresponde a un trabajo conjunto, el cual involucra a la mayoría de ingenierías y está compuesto por un conjunto de procesos y secuencias justificados en la experiencia e información teórica.

Un proceso exitoso de diseño de planta tiene como finalidad el correcto desenvolvimiento de mano de obra, materia prima y procesos de trabajo dentro de un espacio físico delimitado. Asegurándose que las distribuciones de estaciones de trabajo generen al máximo ahorro de la empresa, sin dejar de lado la comodidad y seguridad de los trabajadores (Hortua Monterrey, León Toro, & Edgar , 2012).

#### **➤ Los objetivos de la distribución de planta**

- Integración de todos los factores que afecten la distribución.
- Movimiento de material según distancias mínimas.
- Circulación del trabajo a través de la planta.
- Utilización “efectiva” de todo el espacio.
- Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores.
- Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

#### **➤ Tipos de distribución de planta**

Los tipos de distribución de planta son los siguientes:

- Distribución por posición fija.- Las máquinas y puestos de trabajo se desplazan y adaptan al fabricado principal. Esta distribución se emplea para la fabricación de pocas y grandes unidades, como buques, locomotoras, etc.

- Distribución por proceso.- Las máquinas y puestos de trabajo están distribuidos por familias de máquinas homogéneas, desplazándose los materiales y semi-fabricados de unos grupos a otros. Las máquinas utilizadas son en general, universales. Su mayor inconveniente es que es necesaria una mano de obra muy cualificada, capaz de trabajar con planos o croquis y en maquinaria universal.
- Distribución en línea o por producto.- Las máquinas y puestos de trabajo están distribuidos según el diagrama de operaciones del proceso del producto que se fabrica. Esta distribución es la mejor para fabricar grandes cantidades de un solo producto. Sus ventajas son las siguientes: Como las máquinas son especiales para la fabricación y su funcionamiento es automático o semiautomático, es necesario poco personal muy cualificado, su mayor inconveniente es que una avería en un punto de la instalación paraliza la línea completa. Por eso deben tenerse previstas soluciones de emergencia para estos casos. (Cos Castillo, 1995).

### **2.2.2.3. Estudio económico y financiero**

El estudio económico y financiero corresponde a la estudio que realiza el empresario o grupo de inversores acerca de ingresos, gastos, cobros y pagos en los que podría incurrir una empresa, información que determina la viabilidad del nuevo o actual proyecto en marcha, debido al panorama que brinda el análisis.

Debemos de tener claro los dos objetivos finales del proyecto para que sea viable:

- Beneficios.
- Liquidez (AQ Professional Learning, S.L, 2014).

#### **2.2.2.4. Estudio de impacto ambiental**

Teóricamente se entiende como un estudio de impacto ambiental al conglomerado de información o estudios técnicos que se deben presentar ante un órgano estatal con el fin de la solicitud del otorgamiento de una licencia ambiental.

El tipo de información contenida usualmente está referida a la localización del proyecto, elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que pueden sufrir algún daño producto de la naturaleza de las actividades a realizarse.

Adicionalmente se presenta un conjunto de planes sobre prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales (Aerocivil.gob).

### **2.3. Análisis crítico**

Las siguientes afirmaciones fueron redactadas en base a la investigación previa que se realizó para dar inicio a esta investigación:

- La mayoría de empresas que realizan labores de producción no cuentan o son incapaces de tratar adecuadamente los residuos generados en sus diferentes procesos, los cuales usualmente generan impactos negativos en el ambiente, población, etc.
- Se hace necesario que se desarrollen actividades que involucren la reutilización o adecuado tratamiento de los residuos con un fin beneficioso o menos lascivo para el ambiente.
- El apoyo del capital privado y/o estatal se hace de imperiosa necesidad para apoyar iniciativas que traten de generar soluciones respecto a los problemas ambientales.

## CAPITULO III: INVESTIGACIÓN DE MERCADO

### 3.1. Definición del problema y objetivo de investigación

#### - Formulación del problema

¿Cuál es la viabilidad desde la perspectiva del mercado y/o el proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines hechos a partir de relave minero en la provincia de Arequipa al 2017?

#### - Sistematización del problema

- ¿Cuál es el tamaño de oportunidad, para el proyecto de inversión propuesto?
- ¿Cómo se estructuró el plan de trabajo y cuáles fueron los métodos utilizados para el acopio, análisis de datos y redacción del reporte de resultados?
- ¿Según su uso, cuál sería la clasificación que se le daría al producto a ofrecer?
- ¿Cómo se desarrolla la demanda de adoquines en el mercado de la provincia de Arequipa?
- ¿Cuál es la oferta actual de adoquines en la provincia de Arequipa?
- ¿De acuerdo a la demanda futura y la oferta optimizada, que será generada por la intervención del proyecto, cuanta sería la demanda insatisfecha del producto?
- ¿Bajo qué conceptos están fijados los precios de adoquines en el mercado?
- ¿El mercado de adoquines actual satisface las necesidades de sus clientes?

- Objetivo general de la investigación

Analizar la oportunidad de mercado de la propuesta de valor para la producción y comercialización de adoquines hechos a partir de relave minero en la provincia de Arequipa al 2017.

- Objetivos Específicos

- Desarrollar el plan de investigación, en el cual se determine la población objetivo de estudio, el tamaño de muestra y el diseño del instrumento para el acopio de información.
- Ejecutar el plan de investigación, mediante el trabajo de campo y la tabulación de información, realizando la interpretación de los resultados obtenidos.
- Realizar la identificación del producto (adoquines), en donde se clasificará a este según su uso.
- Identificar y analizar la demanda de consumidores de adoquines en la provincia de Arequipa.
- Estudiar la oferta de adoquines en la provincia de Arequipa, mediante la aplicación de herramientas estadísticas y fórmulas, que permitan identificar la competencia y su participación en el mercado.
- Determinar la demanda insatisfecha de adoquines generada en la provincia de Arequipa.
- Analizar los precios del mercado, y bajo qué premisas estos han sido fijados; para establecer el precio óptimo e incursionar en el mercado de construcción actual.

- Desarrollar las estrategias de marketing mix, con las cuales se busca fidelizar y mantener a los potenciales clientes de adoquines, mediante la satisfacción de sus necesidades.

### 3.2.Desarrollo del plan de investigación

Es sabido que los estudios de mercado son una herramienta de vital importancia durante la etapa de evaluación y diseño de un proyecto de inversión, ya que estos ayudan a tomar mejores decisiones según la información recabada, incidiendo directamente en su rentabilidad económica y social.

Es por eso que los estudios de mercado demandan una adecuada planeación, la cual ayudará a seguir una supervisión efectiva en el desarrollo de las actividades. Durante la ejecución del estudio de mercado del proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017 se utilizará la siguiente secuencia de actividades (ver figura 04).

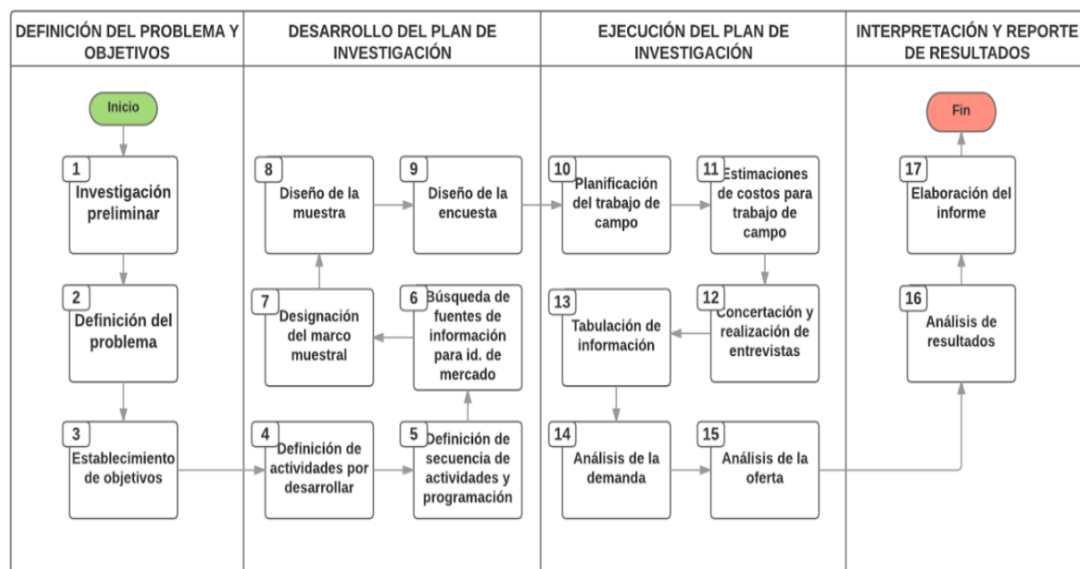


Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología de estudio de mercado, se utilizó de referencia la Metodología para el estudio de mercado de terminales y servicios intermodales – Secretaría de Transporte y Comunicaciones, México (2003).

### 3.2.1. Obtención de la información general del mercado en estudio

#### 3.2.1.1. Búsqueda de fuentes de información para identificar a las empresas instaladas en la ciudad o región de interés

Según la metodología seguida (IMT, 2003) y la estructura propuesta por la Escuela profesional de ingeniería industrial de la Universidad Católica San Pablo, el estudio de mercado debe considerar entre sus primeras actividades la identificación del mercado y/o usuarios potenciales a la cual se dirige, la cual debe hacerse preliminarmente con una búsqueda de información entre las distintas fuentes de información que estén al alcance del investigador.

Siguiendo los objetivos propuestos en el proyecto, este pretende ofrecer adoquines hechos a partir de residuos mineros como elementos para la reparación y construcción de vías urbanas a los distritos pertenecientes a la provincia de Arequipa, considerando datos históricos al 2016. Para lo cual se usó la información oficial publicada por el Instituto nacional de estadística e informática (ver tabla 04).

<b>Organización</b>	<b>Información</b>
Instituto nacional de estadística e informática	Clasificación y ubicación geográfica de distritos según provincias del departamento de Arequipa - <i>Arequipa: Compendio Estadístico Regional 2008 -2009</i>
Instituto nacional de estadística e informática	División política del departamento de Arequipa, según provincias y distritos: 2000

Tabla 4 Fuentes de información para identificar a los usuarios potenciales instalados en la ciudad o región de interés

### 3.2.1.2. Población objetivo de estudio o designación del marco muestral

Tras la recopilación de información se obtuvo el boletín: Arequipa: Compendio estadístico regional 2008-2009 y la división política del departamento de Arequipa, según provincias y departamentos: 2000, ambos emitidos por el Instituto Nacional de estadística e informática, en el cual se hace mención de todos los distritos que componen las provincias del departamento de Arequipa.

Como fue mencionado, el proyecto de inversión se orienta a la oferta de adoquines como elementos de reparación y construcción de vías urbanas a los distritos pertenecientes a la provincia de Arequipa, los cuales según la fuente citada son legalmente los siguientes: (ver tabla 05)

*Tabla 5 Distritos pertenecientes a la provincia de Arequipa*

<b>Distritos de la provincia de Arequipa</b>					
<b>N°</b>	<b>Distrito</b>	<b>N°</b>	<b>Distrito</b>	<b>N°</b>	<b>Distrito</b>
1	Arequipa	11	Mollebaya	21	Santa Rita de Sigvas
2	Alto selva alegre	12	Paucarpata	22	Socabaya
3	Cayma	13	Pocsi	23	Tiabaya
4	Cerro colorado	14	Polobaya	24	Uchumayo
5	Characato	15	Quequeña	25	Vitor
6	Chiguata	16	Sabandia	26	Yanahuara
7	Jacobo Hunter	17	Sachaca	27	Yarabamba
8	La joya	18	San Juan de Sigvas	28	Yura
9	Mariano Melgar	19	San Juan de Tarucani	29	José Luis Bustamante y Rivero
10	Miraflores	20	Santa Isabel De Sigvas		

### 3.2.2. Diseño de la muestra

#### 3.2.2.1. Método de la selección de las empresas que formarán la muestra

Tras haber identificado de forma oficial a los distritos (29) que componen la provincia de Arequipa; los cuales constituyen la población o marco muestral; se procedió a elegir el tipo de muestreo adecuado para nuestros fines, así como los parámetros necesarios (estimadores, etc.).

Tras una investigación preliminar se optó por el método de muestreo simple aleatorio sin reposición, el cual determina que los elementos dentro de una población definida tengan la misma posibilidad de ser elegidos, sin importar el orden y asegurando que los elementos repetidos sean imposibles (UNIOVI, 2013).

Se consideró una población finita; los 29 distritos de la Provincia de Arequipa; con un nivel de significación del 95%,  $p=q= 50$  y un error de 5% (ver ecuación 03 y 04).

$$n = \frac{N \times z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

*Ecuación 3. Fórmula para calcular el tamaño de muestra en una población finita*

$$n = \frac{29 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (29 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 27.02 \approx 27$$

*Ecuación 4. Fórmula para calcular el tamaño de muestra en una población finita con nuestros datos reemplazados*

Se obtuvo una muestra de 27 elementos, lo cual nos indica que la encuesta simple se realizará a 27 distritos, en sus respectivas sub gerencias de desarrollo urbano y/o infraestructura.

### 3.2.2.2. Método de estimación para inferir conclusiones de la muestra o población

Los métodos de estimación son una herramienta comprendida dentro del diseño de la muestra, los cuales nos refieren las formas de inferir o derivar conclusiones de nuestra investigación. Dentro de este trabajo utilizaremos los siguientes estimadores (ver tabla 06) (UNIOVI, 2013).

Tabla 6

Estimadores estadísticos para el muestreo aleatorio simple

Estimador	Fórmula
Media	$\bar{X} = \bar{x}$ $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
Total	$\bar{X} = N\bar{x}$
Proporción	$\bar{P} = p$ $p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i$
Varianza	$\hat{V}(\bar{X}) = \left( \frac{N-n}{Nn} \right) S^2$ $\hat{V}(\bar{P}) = \left( \frac{N-n}{N(n-1)} \right) p(1-p)$

### 3.2.3. Diseño del instrumento para el acopio de información

#### 3.2.3.2. Determina la información que se desea obtener

Basados en los objetivos trazados en el proyecto de inversión para la fabricación de adoquines hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017 se planteó el listado de la información requerida:

- Diseño de adoquines más utilizados.
- Frecuencia de compra del producto.
- Factores que afectan la demanda del producto.
- Lugares de venta más frecuentados.
- Precio de venta y del servicio postventa.
- Factores que afectan la oferta del producto.
- Indicadores de aceptación del producto.

### **3.2.3.3. Selección del tipo de cuestionario a diseñar**

Establecido el listado de la información requerida se efectúa una investigación preliminar para identificar el tipo de cuestionario que mejor se adapta a las necesidades de nuestra investigación.

Debido a la naturaleza de la información requerida, la cual en la mayoría de los casos no se encuentra con libre disponibilidad en medios digitales o escritos, se apela al contacto directo con las fuentes de información, es decir las personas entendidas del tema. De este modo se optó por elegir a la entrevista individual estructurada (IMT, 2003).

Ya que este tipo de cuestionario permite indagar de forma personal y ordenada las interrogantes propuestas, las cuales al efectuarse de manera directa permiten recabar mayor información y percibir el razonamiento del entrevistado de primera mano.

### **3.2.3.4. Selección del tipo de preguntas**

Las preguntas que se utilizarán en la encuesta cumplen ciertos requisitos, los cuales permitirán llevar a cabo un adecuado análisis y aproximación a la realidad:

- Se evitó realizar preguntas abiertas, ya que estas no siempre responden del todo a la interrogante inicial, ya que se pueden prestar a diferentes interpretaciones, sumado al hecho de que causan problemas en las codificaciones y representaciones gráficas de las respuestas (IMT, 2003).
- Se procuró utilizar preguntas de selección múltiple o dicotómica, ya que estas presentan alternativas prediseñadas en las cuales el entrevistado se limita a escoger alguna de ellas. Este tipo de preguntas ahorra tiempo al entrevistador ya que son más sencillas y resultan más cómodas al momento del análisis y codificación de las respuestas (IMT, 2003).

### **3.2.3.5. Redacción de los cuestionamientos**

De acuerdo a la naturaleza del cuestionario elegido y al tipo de preguntas a utilizar, se propuso el uso de las siguientes interrogantes (ver anexo 01):

- ¿Cuál es el tipo de adoquín que más ha sido utilizado con más frecuencia en las obras de su Distrito?
- ¿Con que continuidad se adquiere los adoquines?
- ¿Estaría dispuesto a utilizar adoquines ecológicos en sus obras de mantenimiento y construcción vial?
- ¿Cómo adquiere los adoquines?
- ¿Cuál es el precio por unidad que el distrito paga por los adoquines?
- ¿Consideraría pagar un poco más de valor habitual, dado que este adoquín ayuda a combatir la contaminación del medio ambiente?

### **3.2.3.6. Validación de la encuesta**

Con el objetivo de asegurar que el diseño de la encuesta permite un desarrollo fluido y sin complicaciones en la respuesta de las interrogantes, se hizo una evaluación piloto a 05 personas, las cuáles nos refirieron sus experiencias, se resumen en:

- Preferencia de los encuestados a realizar una ejecución verbal, sin participación escrita.
- Preferencia por las preguntas cerradas.
- Preferencia por una encuesta de extensión corta.
- El diseño final de la encuesta se encuentra en los anexos.

### **3.2.4. Ejecución del plan de investigación**

#### **3.2.4.2. Trabajo de campo**

La descripción del trabajo de campo ahonda la investigación y recopilación de información de fuentes primarias (encuestas).

El levantamiento de información primaria de desarrolló en base a la aplicación de encuestas a personal relacionado con las sub gerencias de desarrollo urbano y/o infraestructura de los diferentes distritos (27), a los cuales se consideró dentro de la muestra poblacional.

La diferentes interrogantes diseñadas estarán codificadas para un mejor análisis de la información, las cual nos permita tener una interpretación más cercana a la realidad. La ejecución de las encuestas responde al siguiente cronograma (ver figura 05):

	Nombre de la tarea	Fecha de ejecución	Duración	Viáticos (S/.)	Marzo					Abril															
					27	28	29	30	31	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16				
1	Encuesta en la municipalidad de Yanahuara	27.03.2017	1 día	2	■																				
2	Encuesta en la municipalidad de Cayma	27.03.2017	1 día	2	■																				
3	Encuesta en la municipalidad de Cerro colorado	27.03.2017	1 día	2	■																				
4	Encuesta en la municipalidad de Alto selva alegre	28.03.2017	1 día	2		■																			
5	Encuesta en la municipalidad de Miraflores	28.03.2017	1 día	2		■																			
6	Encuesta en la municipalidad de Mariano Melgar	29.03.2017	1 día	2			■																		
7	Encuesta en la municipalidad de Paucarpata	29.03.2017	1 día	2			■																		
8	Encuesta en la municipalidad de Arequipa	30.03.2017	1 día	2				■																	
9	Encuesta en la municipalidad de Bustamante	30.03.2017	1 día	2				■																	
10	Encuesta en la municipalidad de Socabaya	31.03.2017	1 día	2					■																
11	Encuesta en la municipalidad de Mollebaya	31.03.2017	1 día	2					■																
12	Encuesta en la municipalidad de Sabandia	31.03.2017	1 día	2					■																
13	Encuesta en la municipalidad de Yarabamba	03.04.2017	1 día	2						■															
14	Encuesta en la municipalidad de Characato	03.04.2017	1 día	2						■															
15	Encuesta en la municipalidad de Hunter	04.04.2017	1 día	2							■														
16	Encuesta en la municipalidad de Sachaca	04.04.2017	1 día	2							■														
17	Encuesta en la municipalidad de Tiabaya	05.04.2017	1 día	2								■													
18	Encuesta en la municipalidad de Uchumayo	05.04.2017	1 día	5								■													
19	Encuesta en la municipalidad de Chiguata	06.04.2017	1 día	15									■												
20	Encuesta en la municipalidad de Pocsi	07.04.2017	1 día	15										■											
21	Encuesta en la municipalidad de Yura	08.04.2017	1 día	10											■										
22	Encuesta en la municipalidad de La joya	09.04.2017	1 día	20												■									
23	Encuesta en la municipalidad de Quequeña	10.04.2017	1 día	15													■								
24	Encuesta en la municipalidad de Polobaya	13.04.2017	1 día	10														■							
25	Encuesta en la municipalidad de Santa Rita	14.04.2017	1 día	30															■						
26	Encuesta en la municipalidad de San Juan	15.04.2017	1 día	30																■					
27	Encuesta en la municipalidad de Vitor	16.04.2017	1 día	30																	■				

Figura 5. Diagrama de Gantt de ejecución de encuestas

### 3.2.5. Tabulación de la información

La tabulación de la información recopilada durante el levantamiento de la información primaria (encuestas) se llevó a cabo siguiendo la metodología (IMT, 2003):

- Comprobación:

Acciones destinadas a corroborar la validez de las encuestas, es decir comprobar la totalidad y estado de las respuestas a las interrogantes y verificación de todo el trabajo de campo en general.

- Edición:

Implica la revisión a profundidad de cada una de las encuestas llenadas, logrando que cada una de las respuestas sea legible, clara y exhaustiva, eliminado y/o corrigiendo cualquier imperfección.

- Codificación:

Se refiere a todas las acciones dirigidas a asignar valores numéricos y/o códigos en las interrogantes y respuestas, con el fin de un procesamiento analítico más eficaz.

- Transferencia de datos y verificación:

Supone la transferencia de las preguntas y respuestas; con su respectiva codificación; a una computadora. Asegurando que no se haya cometido ningún error en el proceso de transferencia.

- Elaboraciones de tablas resumen:

Se elaboró tablas para las diferentes interrogantes, en las cuales se dispondrá de todas las respuestas obtenidas (ver anexo 01).

### **3.2.6. Interpretación y reporte de resultados**

Las encuestas fueron realizadas en las municipalidades distritales listadas como muestra para fines de nuestro estudio. La mayoría fueron realizadas a personal que labora en las sub-gerencias de desarrollo urbano o infraestructura urbana - vial. Las respuestas obtenidas nos permiten ir definiendo el perfil de nuestros potenciales clientes y sus preferencias para el producto ofertado (detalle en tablas en anexo 01).

Las respuestas más concluyentes están referidas a la preguntas P03 y P06, las cuales evidencian al 100% la predisposición por los municipios de hacer uso de adoquines ecoamigables en sus obras de mantenimiento y construcción vial urbana, incluso prefiriendo pagar un monto en un rango mayor que los demás productos similares en el mercado, con la condición de que cumplan con todos requerimientos técnicos de ley.

Se debe mencionar que encontramos una condición de vital importancia para la demanda, ya que los municipios refieren que adquieren material de construcción (adoquines, etc.) en su mayoría anualmente, lo que significa que se podrían asegurar grandes lotes de ventas y entregarlos periódicamente en el año. Evitando la estacionalidad de la demanda, ya que las compras reactivas por daños o construcción de vías son menos frecuentes.

Por último las municipalidades prefieren; por la envergadura de sus obras; hacer tratos directos con plantas de producción, ya que estos les aseguran stock y servicios post venta.

### 3.2.7. Identificación del producto o servicio

#### 3.2.7.2. Clasificación por su uso

El Grupo Pacasmayo define a los adoquines como: “Elementos prefabricados macizos, elaborados con una mezcla de arena, piedra, agua y cemento a través de un proceso industrial de vibro-compresión en moldes” (Pacasmayo, 2016).

Teniendo ese concepto en mente citamos al Ministerio de la producción en su informe sobre la Producción de las industrias de minerales no metálicos y metales comunes, 2013-2014 ubica a los adoquines dentro del grupo 239 del C.I.I.U.: Fabricación de productos no metálicos n.c.p., el cual detallamos a continuación (ver tabla 07):

Tabla 7

Clasificación de los adoquines por la C.I.I.U.

Sección:	Industrias Manufactureras
División:	23
Grupo:	239
Clase:	2395
Descripción:	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso

*Nota: Datos obtenidos de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (C.I.I.U) (2009)*

### 3.2.8. Análisis de la demanda

#### 3.2.8.2. Segmentación de mercado

En base a la información que se expone líneas abajo, se optó por elegir a los distritos que componen a la provincia de Arequipa como los potenciales usuarios del proyecto de inversión que plantea la edificación de una planta productora de adoquines hechos a partir de residuos mineros, con los cuales se pretende reemplazar a pavimentos como los principales elementos de construcción de vías urbanas.

Esta decisión fue tomada en base a distintos criterios: la extensión total de vías urbanas en estado grave en la provincia de Arequipa (ver figura 6), las condiciones climáticas adversas que originan el deterioro de vías urbanas en nuestra provincia (ver figura 7 y 8), el incremento del parque automotor en el departamento de Arequipa (ver figura 9), ingreso familiar per-cápita (ver figura 10), el índice de crecimiento poblacional, etc.

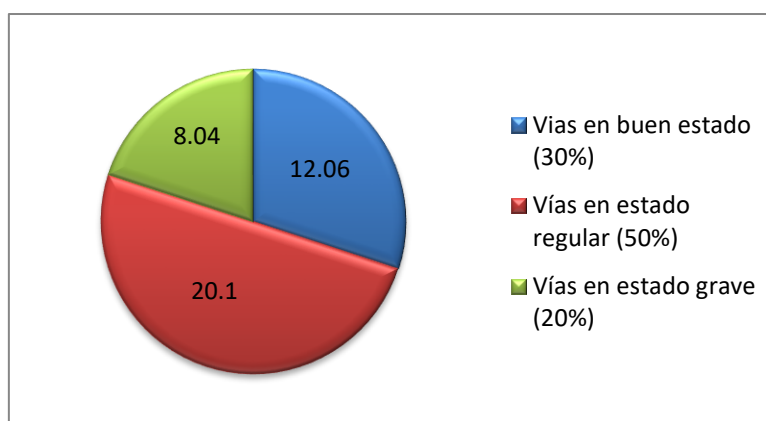


Figura 6. Estado de vías urbanas en la Provincia de Arequipa 2016 (km<sup>2</sup>), datos obtenidos del Instituto Vial Provincial de Arequipa (IVP) (2016)

Según la figura 6, las vías urbanas en estado grave en la provincia de Arequipa tienen una extensión total de 8.04 km<sup>2</sup>, cifra alarmante ya que según el IVP estas corresponden a vías que no reúnen las condiciones necesarias para permitir el flujo vehicular, pero que sin embargo son utilizadas debido a la gran demanda de flujo vehicular, comprometiendo así la integridad de personas y vehículos.

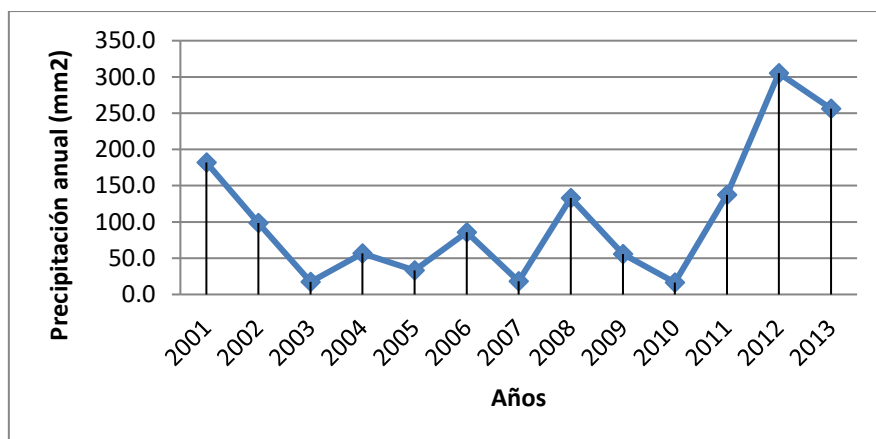


Figura 7. Precipitación total anual del Departamento de Arequipa (2001 - 2013) (mm<sup>2</sup>), datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Boletín Anual 2015.

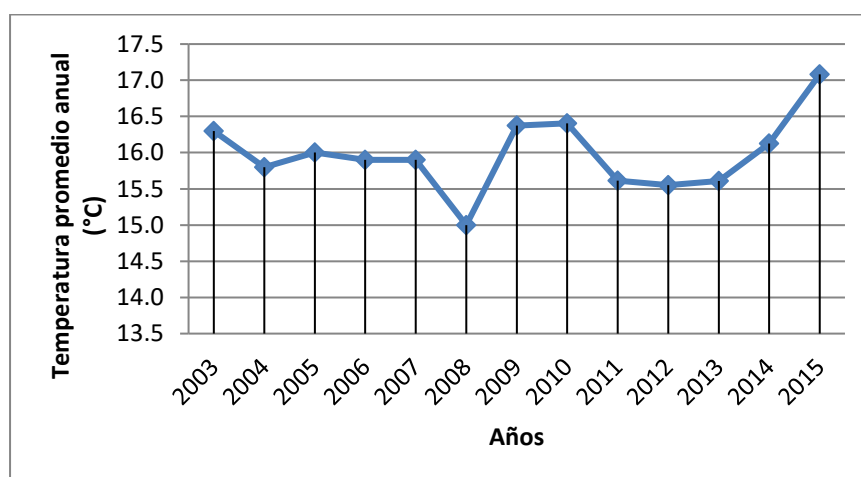


Figura 8. Temperatura promedio anual del Departamento de Arequipa (2003-2015) (°C), datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Boletín Anual 2015.

Las figuras 7 y 8 muestran la evolución que han tenido los fenómenos fluviales y de temperatura durante los últimos años. Ambas gráficas muestran tendencias crecientes, lo cual nos refiere; tal como se menciona en la bibliografía (Morea, 2011); que estos dos elementos son los principales causantes del deterioro inmediato de las capas de pavimentos. Factores que sumados a la mala calidad del asfalto que se utiliza; por aminorar costos; constituyen la principal razón del mal estado de las vías urbanas.

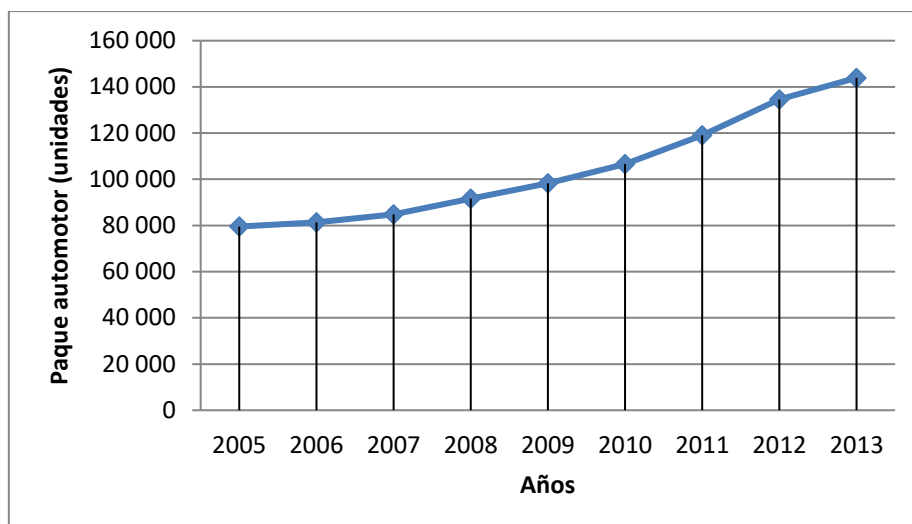


Figura 9. Parque Automotor en el Departamento de Arequipa (2005-2013) (Unidades), datos obtenidos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Oficina General de Planificación y Presupuesto – Boletín 2014.

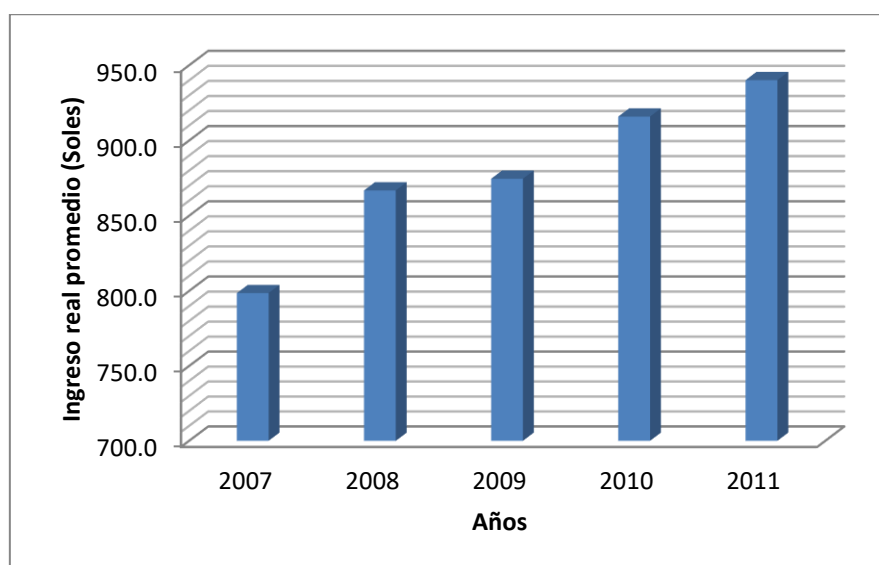


Figura 10. Ingreso real promedio per-cápita del Departamento de Arequipa (2007-2011) (Soles), datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática ENAHO.

En el figura 9 se muestra una tendencia creciente en el parque automotor del Departamento de Arequipa, el cual tiene relación directa con incremento constante del ingreso familiar per-cápita que registra el INEI (figura 10), fenómeno que se explica por el crecimiento sostenido; aunque ya no muy acelerado de la economía en nuestro país. Teniendo como consecuencia un aumento en el flujo vehicular, el cual repercute

negativamente en el estado de las vías, ya que estas no fueron diseñadas para tal magnitud de flujo.

### 3.2.8.3. Factores que afectan la demanda

Para tener un panorama claro de la realidad en la que proyectamos establecer nuestro proyecto de inversión debemos estar atentos a ciertos aspectos que determinan la viabilidad del mercado: datos históricos del producto bruto interno (ver figura 11), proyección de la inversión privada (ver figura 12), número de empresas creadas en los últimos años (ver figura 13), etc. ya que estos últimos nos darán una proximidad a la realidad en temas de crecimiento empresarial y monetario de la Provincia de Arequipa.

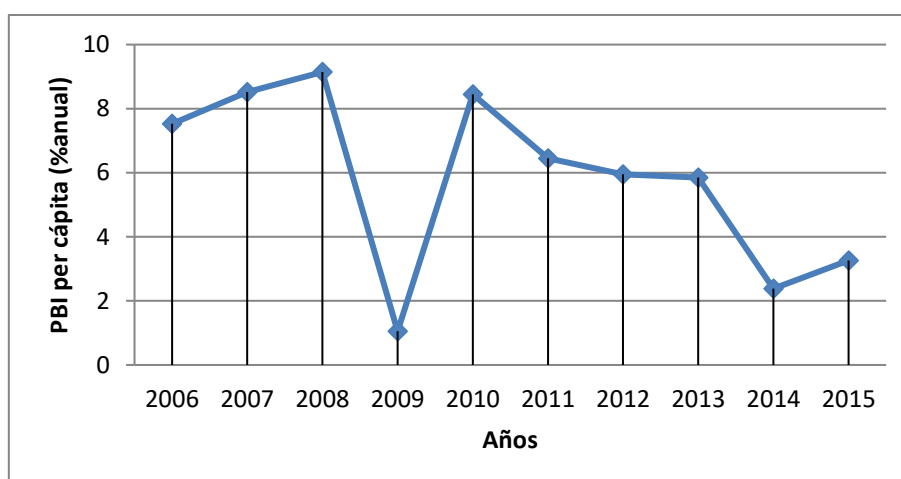


Figura 11. Crecimiento del PBI per cápita (2006-2015) (% anual), datos obtenidos del Banco Mundial (2015).

En el figura 11 se observa la evolución porcentual del PBI per cápita en el Perú en los últimos años, la cual después de haber sufrido una caída considerable debido a la crisis económica mundial del 2008 sigue con un ritmo de recuperación, esto debido al afianzamiento progresivo del sector primario y de aquellos ligados a la demanda interna, los cuales se posicionan como principales generadores de empleo en nuestro país. Circunstancia que se traduce en un mayor ingreso familiar, generando así la posibilidad de la compra de

vehículos para facilitar el transporte, incrementando el parque automotor y el flujo del mismo, siendo este motivo uno de las principales razones del daño constante a las vías de tránsito urbano.

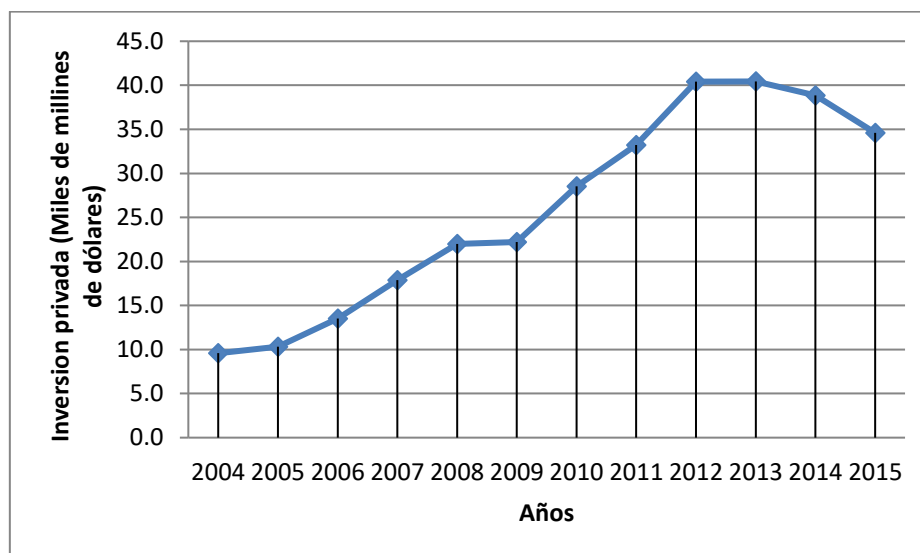


Figura 12. Inversión privada en el Perú (2004 -2015) (Miles de millones de dólares), datos obtenidos del BCRP (Reporte de Inflación, Junio 2016).

Los últimos años nuestro país ha experimentado la contribución del capital privado en una forma creciente; como se ve en el figura 12; esto debido a la solidez financiera que ha venido mostrando en el último decenio, producto de acertadas políticas económicas de apertura a mercados extranjeros, sin embargo los últimos años (2013-2015) la inversión tuvo una pequeña reducción esto debido al estancamiento de la producción de mineral, el cual representa el mayor ingreso de nuestro país, el cual se entiende como resultado de la reducción de la demanda del cobre en Asia y en menor magnitud a los conflictos sociales en contra de la minería. Al igual que el punto anterior, esta situación se traduce como la posibilidad de crecimiento vertiginoso del parque automotor, sin considerar que las vías del mismo no están preparadas para tal crecimiento.

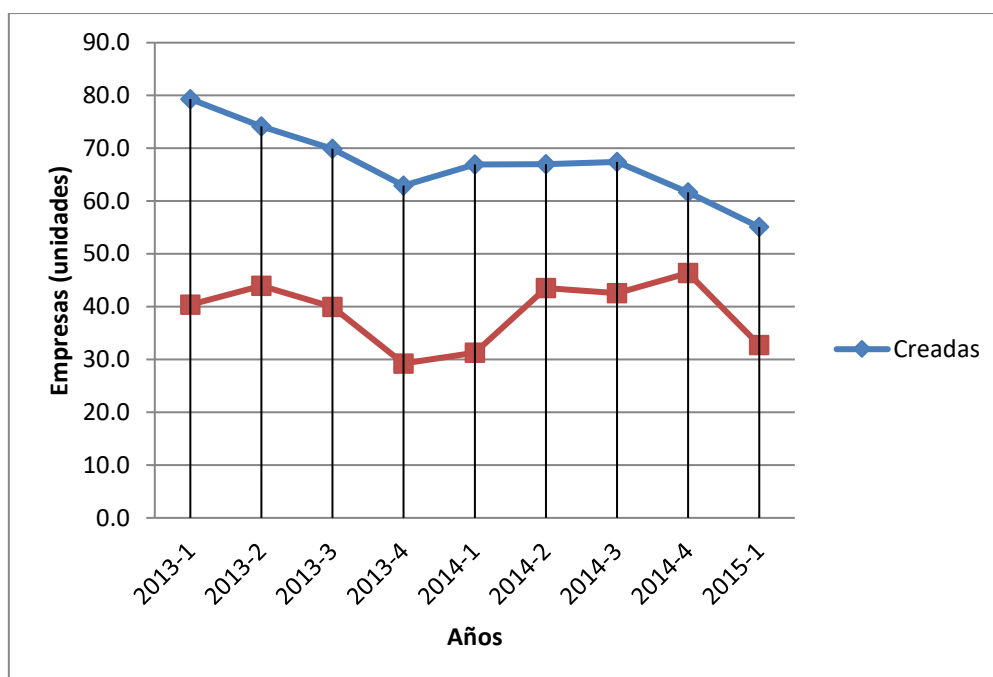


Figura 13. Empresas creadas y cerradas en el Perú (2013-2015) (Miles), datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática - Directorio Central de Empresas y Establecimientos (2015).

En el cuadro anterior se aprecia el comportamiento histórico que se ha tenido el Perú respecto a la creación y dada de bajas de empresas, según refiere el INEI en el boletín Demografía Empresarial 2015: En el I Trimestre de 2015, se registró un saldo positivo de 22 mil 359 empresas.

Las actividades que registraron un mayor saldo fueron el comercio al por menor (9 mil 551), servicios prestados a empresas (3 mil 99), otros servicios (2 mil 721) y actividades de alojamiento y servicios de comida (2 mil 418). En el boletín también se menciona el crecimiento que ha tenido el Departamento de Arequipa, el cual ha crecido un 5,6%, solo detrás de Lima y Cusco.

### **3.2.8.4.Demanda actual**

#### **3.2.8.4.1. Metodología de la investigación**

Se tomarán en cuenta las siguientes especificaciones:

- Debido a sus procesos de fabricación y materia prima el producto se presenta como nuevo en el mercado.
- Se utilizará como referencia a adoquines tradicionales.
- Nuestros adoquines se presentan como una alternativa amigable al medio ambiente, ya que utiliza residuos de procesos productivos mineros como materia prima principal, reemplazando así al cemento Portland tradicional. De esta manera se buscará introducir el producto al mercado de la Provincia de Arequipa, el cual está dominado por la empresa SuperMix del Consorcio Cementero del Sur (Yura S.A.).
- Se planea ofrecer el producto como un elemento de construcción sustituto para vías urbanas, reemplazando a los pavimentos a base de asfalto. Se estimará cubrir la diferencia entre el total de vías urbanas en estado grave (con urgencia de mantenimiento) entre la cantidad de pistas reparadas (datos históricos por año).

Se realizó una investigación preliminar en la cual se planteó el tipo y calidad de información requerida, en las cuales se mencionaba temas como demanda y oferta del mercado de adoquines en la Provincia de Arequipa, infraestructura vial de la Provincia de Arequipa, información estadística sobre datos de consumo de productos derivados del cemento, información económica de los potenciales usuarios, etc. Se hizo uso de las siguientes fuentes de información, las cuales se resumen en el siguiente cuadro: (ver tabla 08)

*Tabla 8*

*Tabla de fuentes de información secundaria*

Organización	Información
Municipalidad Provincial de Arequipa	Obras ejecutadas de adoquinado y asfaltado
Sub Gerencia de Desarrollo Urbano y el Instituto Vial Provincial (IVP)	"Mantenimiento rutinario por niveles de servicio para tratamiento de grietas, fisuras y parchado de vías de Arequipa Metropolitana, Provincia de Arequipa– Arequipa" - Informe trimestral Adenda I 2016
Sub Gerencia de Desarrollo Urbano (SGDU)	"Mejoramiento de la transitabilidad vehicular en la calle Zela desde la calle Villalba hasta la calle Bolívar, Distrito de Arequipa - Provincia de Arequipa 2012" - Expedientes técnicos (SGDU)
Instituto Vial Provincial (IVP)	Mapa Catastral de la Provincia de Arequipa 2015 - Informe anual 2015
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Compendio Estadístico Perú 2014
Ministerio de Energía y minas	Información estadística (2012 - 2015)
Ministerio de Economía y Finanzas	Información estadística (2012 - 2015)
SUPERMIX	Listado de obras públicas ejecutadas
SUPERMIX	Díptico de información Técnica de Adoquines
Ministerio de la Producción	Relación de principales productos de empresas que participan en la muestra del índice de volumen físico de la producción manufacturera - 2014 - Anuario Estadístico Industrial, Mypime y Comercio Interno 2014
Ministerio de la Producción	Indicadores de la producción manufacturera - Boletín de la producción manufacturera - Junio 2016
Instituto Nacional de Estadística e Informática	Reparación y construcción de pistas ejecutados por las municipalidades por Departamento - Registro Nacional de Municipalidades 2014
Ministerio de Transportes y comunicaciones	Intervenciones en la Red Vial Nacional - Provías Nacional - Marzo 2016
Ministerio de Transportes y comunicaciones	Red Vial Rural o Vecinal - Registro Nacional de Carreteras 2013

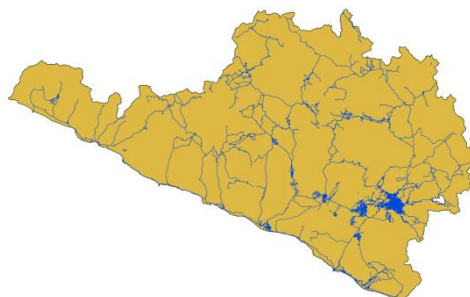
#### 3.2.8.4.2. Demanda actual del servicio

Definido el segmento de mercado al cual nuestra producción estará orientada; Distritos de la Provincia de Arequipa; procedimos a cuantificar la potencial demanda en base a indicadores históricos a partir de bases de información, las cuales se mencionaron en el apéndice anterior.

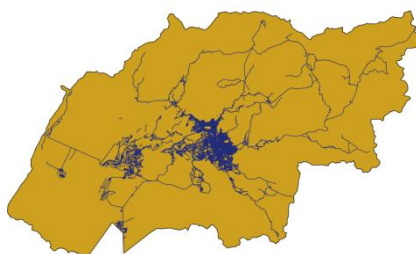
Dada la naturaleza y propósito de nuestro producto se optó por averiguar la información histórica sobre la cantidad de vías urbanas en estado grave que hayan sido parte de alguna acción de mantenimiento y del total de nuevas vías urbanas que se hayan construido.



*Figura 14. Mapa de vías urbanas en el Perú 2016*



*Figura 15. Mapa de vías urbanas en el Departamento de Arequipa 2016*



*Figura 16. Mapa de vías urbanas en el Perú 2016*

En las figuras 14, 15 y 16 se observa la extensión total de vías urbanas dentro del Perú, departamento de Arequipa y la provincia de Arequipa. Utilizando la herramienta

cartográfica con soporte en Línea OpenStreetMaps., la cual utiliza fotografías satelitales y haciendo uso de la información disponible del Ministerio del Transporte y Comunicaciones (MTC) se pudo concluir la extensión aproximada de las vías urbanas dentro de la Provincia de Arequipa (ver tabla 09).

*Tabla 9*

*Distancia total de vías urbanas en las Provincias de Arequipa*

<b>Provincia</b>	<b>Distancia total de vías (km)</b>	<b>Distancia total de vías (km<sup>2</sup>)</b>
Arequipa	5356.7	40.2
Caylloma	1755.0	13.2
Caravelí	1256.2	9.4
Condesuyos	785.2	5.9
Islay	731.3	5.5
La Unión	670.3	5.0
Camaná	667.9	5.0
<b>Total</b>	<b>11222.6</b>	<b>84.2</b>

*Nota: Los datos fueron obtenidos del software OpenStreetMaps*

En la tabla 09 se aprecia la extensión total de vías urbanas en kilómetros cuadrados de las Provincias del Departamento, siendo la provincia de Arequipa la de mayor extensión vial (48% del total), esto respondiendo a la relación directa entre el tamaño de su población y la extensión de su territorio habitado.

Además, como ya se mencionó en la figura 08, las vías urbanas dentro de la provincia de Arequipa están clasificadas en 03 categorías: Vías en buen estado (12.06 km<sup>2</sup>), en estado regular (20.1 km<sup>2</sup>) y en estado grave (8.04 km<sup>2</sup>).

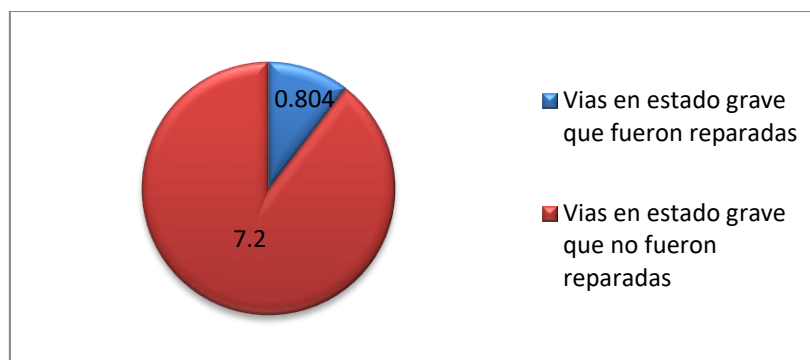


Figura 17. Mantenimiento de las vías en estado grave en la Provincia de Arequipa 2014 (km<sup>2</sup>), datos obtenidos del Registro Nacional de Municipalidades (2015).

Según el último Registro Nacional de Municipalidades 2015, informó que tan solo se realizó mantenimiento a 0.804 km<sup>2</sup> de vías urbanas en estado grave (ver figura 17), cifra que representa el 10% de total. Información que nos indica que hay una demanda potencial de elementos de construcción y mantenimiento vial urbano en la Provincia de Arequipa ya que aún hay 7.2 km<sup>2</sup> desatendidos.

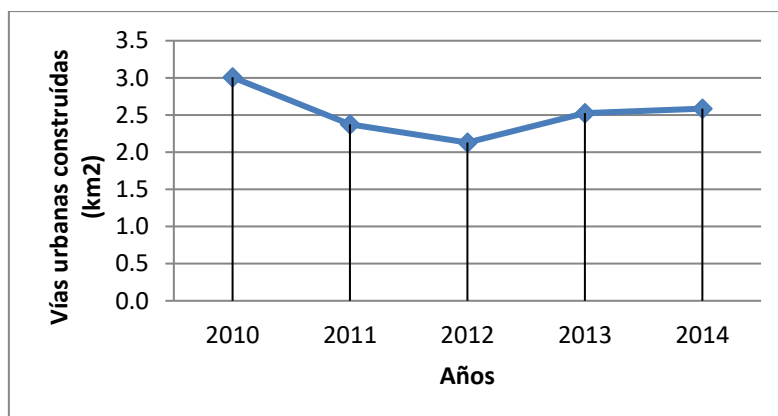


Figura 18. Total de vías urbanas construidas en el Provincia de Arequipa (km<sup>2</sup>), datos obtenidos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).

En el figura 18 se observa la cantidad de vías urbanas que fueron construidas entre los años 2010 y 2014, notando un tendencia creciente desacelerada en los últimos años, la cual se espera que mantenga un ritmo continuo los próximos años.

Se concluye que la extensión total de vías urbanas en estado grave desatendidas y la construcción de nuevas vías urbanas constituyen una gran oportunidad de mercado, en el cual los adoquines se posicionan como una alternativa atractiva de uso por su durabilidad, practicidad de colocación y facilidad de reemplazo.

#### **3.2.8.4.3. Proyección de la demanda**

Basados en la información expuesta concluimos que la oportunidad de mercado para el uso de adoquines se ubica en el margen desatendido de vías en estado grave que no tuvieron acciones de mantenimiento, así como también alguna fracción de total de nuevas vías que se construirán durante los próximos años.

En una entrevista realizada el 09 de septiembre del presente año con el Ingeniero Jorge Camino; encargado del Instituto Vial Provincial (Av. El Golfo 137); se nos informó que la cantidad de vías en estado grave en nuestra Provincia representaban el 20% de total (8.04 km<sup>2</sup> – ver figura 8); en base a su datos históricos y proyecciones; de los cuales solo el 10% tenían acciones de mantenimiento (0.804 km<sup>2</sup> – ver figura 17).

De este modo se realizó la proyección del total de vías urbanas que la Provincia de Arequipa poseería durante los próximos 10 años, basados en datos históricos de construcción de nuevas vías. Se realizó una regresión lineal simple (ver tabla 10) y los datos hallados fueron sumados a la cantidad total de vías en la Provincia de Arequipa al 2016 (40.2 km<sup>2</sup> – ver tabla 09).

Cabe mencionar que pese a que una regresión con función polinómica tenía un coeficiente de determinación más cercano a la unidad, está basada en su proyección estadística aseguraba que para el año 2026 la Provincia de Arequipa poseería una extensión

urbana vial aproximada de 150 km<sup>2</sup>, es decir presentaría un crecimiento de casi 400%, cifra utópica. Dicho lo anterior, se optó por elegir una regresión con función lineal dado que proyectaba datos más cercanos a la realidad.

Tabla 10

*Distancia total de vías urbanas construidas en la Provincia de Arequipa (2010-2014)*

<b>Año</b>	<b>Pistas construidas (km<sup>2</sup>)</b>
2010	3.008
2011	2.376
2012	2.130
2013	2.524
2014	2.584

*Nota: Datos obtenidos del Instituto Vial de la Municipalidad Provincial de Arequipa (2014).*

$$m = \frac{n \bar{X}\bar{Y} - \sum XiYi}{\sum Xi^2 - \bar{X}^2} = \frac{(5*37.167) - (15*12.622)}{(5*55) - 15^2} = -0.0698$$

$$b = \bar{y} - m\bar{X} = \frac{12.622}{5} - (-0.0698 * \frac{15}{5}) = 2.74$$

$$Y = b + mx = 2.74 - 0.0698x$$

Tabla 11

*Proyección de vías urbanas en la Provincia de Arequipa (2016-2026)*

<b>Año</b>	<b>Proyección estadística de vías construidas (VC) -(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Total de Vías urbanas (TV) -(km<sup>2</sup>)</b>
2015	2.31	40.20
2016	2.25	42.51
2017	2.18	44.76
2018	2.11	46.94
2019	2.04	49.04
2020	1.97	51.08
2021	1.90	53.04
2022	1.83	54.94
2023	1.76	56.76
2024	1.69	58.52
2025	1.62	60.21
2026	1.55	61.82

En la tabla 11 se observa la proyección estadística de la cantidad total de vías que serán construidas durante los próximos 10 años. El total de vías urbanas es el resultado de la suma de la VC más la TV, cifra que parte del dato histórico de que al 2016 existen 40.2 km<sup>2</sup> de vías.

*Proyección de vías urbanas en estado grave total y con acciones de mantenimiento en la Provincia de Arequipa (2016-2026)*

<b>Año</b>	<b>Vías en estado grave (EG)-(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Vías en estado grave reparadas (EGR)-(km<sup>2</sup>)</b>
2015	8.04	0.80
2016	8.50	0.85
2017	8.95	0.90
2018	9.39	0.94
2019	9.81	0.98
2020	10.22	1.02
2021	10.61	1.06
2022	10.99	1.10
2023	11.35	1.14
2024	11.70	1.17
2025	12.04	1.20
2026	12.36	1.24

En base a la proyección estadística anterior, se calcula el total de vías en EG hasta el 2026 (20% del total). A su vez se calculó la cantidad por año de vías en estado grave que serán sometidas a acciones de mantenimiento, la cual representa una décima parte del total de vías en EG (ver tabla 12).

*Proyección de demanda (2016-2026)*

<b>Año</b>	<b>Vías en estado grave no reparadas (EGNR) (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Vías urbanas construidas (VC) -(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Proyección estadística de demanda (PE) - (km<sup>2</sup>)</b>
2015	7.24	2.31	9.55
2016	7.65	2.25	9.90
2017	8.06	2.18	10.24
2018	8.45	2.11	10.56
2019	8.83	2.04	10.87
2020	9.19	1.97	11.16
2021	9.55	1.90	11.45
2022	9.89	1.83	11.72
2023	10.22	1.76	11.98
2024	10.53	1.69	12.22
2025	10.84	1.62	12.46
2026	11.13	1.55	12.68

Como se mencionó anteriormente se concluye que la demanda potencial que ofrece el mercado para el uso de adoquines se ubica como un porcentaje de la suma del total de vías en estado grave que no tuvieron acciones de mantenimiento y de total de nuevas vías que se construirán durante los próximos años. En la tabla 13 se observa la demanda potencial por año.

### **3.2.9. Análisis de la oferta**

#### **3.2.9.2. Clasificación de la oferta**

El entorno comercial donde se piensa introducir nuestro producto es considerado un oligopolio, ya que si bien hay más de un productor del producto el número de estos es reducido.

#### **3.2.9.3. Factores que afectan la oferta**

### 3.2.9.3.1. Tamaño de mercado

Se considerarán como competencia directa a empresas que produzcan elementos de construcción para vías urbanas, en específico adoquines, en sus tres variedades: tránsito peatonal, tránsito vehicular ligero y tránsito vehicular industrial. A continuación se lista las principales empresas que expenden el producto en la provincia de Arequipa.

*Tabla 14*

*Empresas comercializadoras de adoquines en la Provincia de Arequipa*

N°	Empresa
1	Supermix
2	Sodimac
3	Maestro Home Center
4	Postes Arequipa S.A.
5	Compañía Magra S.A.C.
6	Bloques Constructora

En la Tabla 14 se observa la lista de empresas que comercializan adoquines en la provincia de Arequipa, las cuales tienen una brecha muy marcada considerando sus métodos de producción. Supermix tiene su propia planta de producción, Sodimac y Maestro tercerizan la producción pero poseen siempre volúmenes importantes de oferta, siendo las otras empresas productoras de forma artesanal o semi automatizada.

### 3.2.9.3.2. Nivel tecnológico incorporado a las empresas

Supermix posee una planta productora de adoquines de concreto con una capacidad total de 2 millones de unidades por mes, la cual cuenta con procesos automatizados en todas sus actividades (ver figura 19).



*Figura 19. Faja transportadora de Adoquines Planta Supermix, obtenida del video Informativo Planta de Adoquines Supermix (2013).*

Las empresas que ofertan adoquines en la provincia de Arequipa por lo general no presentan procesos industriales automatizados, estos combinan en su mayoría actividades que requieren mano de obra presente en cada momento (ver figura 20), en promedio su producción es de dos mil adoquines por día.



*Figura 20. Producción semiautomática de adoquines, obtenida del video Informativo Planta de Adoquines Supermix (2013).*

#### **3.2.9.4.Oferta actual**

Como se mencionó antes muy pocas empresas ofertan adoquines en la Provincia de Arequipa y dada la naturaleza del mercado al cual nos dirigimos; adoquines para mantenimiento y construcción de vías urbanas; las empresas se reducen aún más, ya que no cuentan con la capacidad para satisfacer la demanda y la calidad requerida.

En una entrevista con el Gerente de la Municipalidad de Arequipa Oscar Carrillo realizada el 09 de Setiembre, se nos indicó que la empresa con la cual se realizan todos los contratos es Supermix, ya que es la empresa que presenta la oferta más atractiva en precio, tiempos y calidad, proceso que se realiza por medio de la modalidad de Administración Directa.

Basados en la información expuesta se considera la potencial producción de Supermix como la oferta total que el mercado tiene, basándonos en su capacidad productiva actual que es de dos millones de adoquines por mes.

### 3.2.9.5. Proyecciones de la oferta

Se considerará la producción de adoquines Supermix como la oferta para el mercado, considerando su capacidad de producción de 2 millones de unidades por mes.

*Tabla 15*

*Empresas comercializadoras de adoquines en la Provincia de Arequipa*

N°	Producción de Adoquines (millones de unid.)	Rendimiento de Adoquines (km <sup>2</sup> )
2016	24	0.48
2017	24	0.48
2018	24	0.48
2019	24	0.48
2020	24	0.48
2021	24	0.48
2022	24	0.48
2023	24	0.48
2024	24	0.48
2025	24	0.48
2026	24	0.48

En la tabla 15 se observa la producción de adoquines cubierta por Supermix durante los próximos 10 años considerando su capacidad de producción actual, a su vez se muestra el rendimiento por kilómetro cuadrado que se cubriría (50 adoquines equivalen a 01 m<sup>2</sup>).

### 3.2.10. Determinación de la demanda insatisfecha

La demanda insatisfecha se presenta como la diferencia entre proyección de la oportunidad de mercado desatendida y la proyección de oferta. En tal caso los valores se resumen en el siguiente cuadro (ver tabla 16):

*Tabla 16*

*Cálculo de la demanda insatisfecha (2016-2026)*

N°	Proyección estadística de demanda (km <sup>2</sup> )	Proyección estadística de la oferta (km <sup>2</sup> )	Demanda insatisfecha (km <sup>2</sup> )
2016	9.9	0.48	9.42
2017	10.24	0.48	9.76
2018	10.56	0.48	10.08
2019	10.87	0.48	10.39
2020	11.16	0.48	10.68
2021	11.45	0.48	10.97
2022	11.72	0.48	11.24
2023	11.98	0.48	11.5
2024	12.22	0.48	11.74
2025	12.46	0.48	11.98
2026	12.68	0.48	12.2

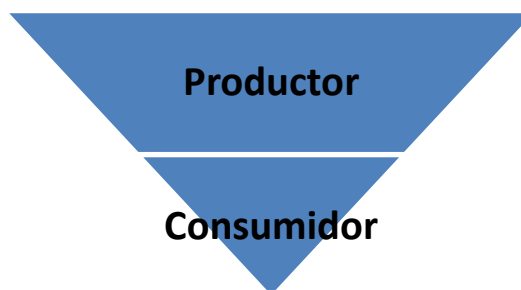
Para obtener la demanda insatisfecha se realizó la diferencia de las proyecciones entre la proyección estadística de demanda (calculada en la tabla 13) y la proyección estadística de la oferta (calculada en la tabla 15). Según cálculos desde el 2016 cubriríamos el 0.5% en base a un producción de 2400000 de adoquines o 0.048 km<sup>2</sup> (SuperMix 5.1% - 0.48 km<sup>2</sup>).

Cabe mencionar que para que la demanda potencial adquiriera totalmente las características de demanda real nos remitimos al Plan estratégico de la Región Arequipa, en el cual tiene como un objetivo estratégico el mantenimiento vial urbano y la construcción de nuevas vías, el cual refuerza la idea de una demanda real por parte de las municipalidades distritales de la provincia de Arequipa (ver anexo 05).

### **3.2.11. Canales de distribución**

#### **3.2.11.2. Cadena de distribución Ecoquinas**

Como se sabe la elección de una adecuada forma de distribución del producto representa para la empresa un pilar fundamental en todo ámbito de negocio, ya que su correcta gestión se ve reflejada directamente en la adición de valor para el cliente, el ingreso por ventas y la rentabilidad de la empresa.



*Figura 21. Cadena de distribución.*

Debido a la naturaleza de nuestro producto y mercado potencial, nuestra propuesta de cadena de distribución obvia a los mayoristas y minoristas (ver figura 21), ya que se pretende que el consumidor final (municipalidades distritales) adquieran sus volúmenes sin ningún intermediario, procesos de compra que se realizan comparando las opciones de mercado y optando por la mejor, la cual se efectúa bajo la modalidad de Administración Directa y en caso de montos superiores por Licitación.

Modalidad que implicaría disponer con la logística necesaria para transportar el producto en obra si el cliente así lo requiere, que en nuestro caso se realizaría alquilando el transporte y posteriormente con la adquisición de unidades de transporte.

El diseño de la cadena de distribución busca tener procesos simples y cortos que permitan un desenvolvimiento con mayor control y menos complejidad, lo que se espera se traduzca en mayores beneficios para el fabricante, dado que existen menos canales que nos lleven al cliente.

### 3.2.12. Análisis de precios

En este apartado se muestran las empresas que constituyen actualmente la oferta del mercado (precios) de adoquines en la Provincia de Arequipa, se consideran las variedades según su uso: tránsito peatonal, tránsito vehicular ligero y tránsito vehicular industrial. La información fue recopilada a partir de registros en línea, cotizaciones, etc.

Tabla 17

*Precios de adoquines (soles por unidad)*

<b>Supermix</b>		<b>Sodimac</b>	
Tránsito peatonal	0.8	Tránsito peatonal	0.7
Tránsito vehicular ligero	1.1	Tránsito vehicular ligero	-
Tránsito vehicular industrial	1.7	Tránsito vehicular industrial	-
<b>Maestro Home Center</b>		<b>Postes Arequipa</b>	
Tránsito peatonal	0.7	Tránsito peatonal	-
Tránsito vehicular ligero	-	Tránsito vehicular ligero	0.84
Tránsito vehicular industrial	-	Tránsito vehicular industrial	-

*Nota: Datos obtenidos de la página web de cada empresa.*

En primer punto se observa de la tabla 17 que las empresas no producen todas las variedades de adoquines; a excepción de Supermix; esto debido a la tecnología instalada y calidad de mano de mano de obra que es necesaria para la producción.

Sodimac y Maestro Home Center ofrecen adoquines con una resistencia a la compresión menor, uso que se aboca a labores domésticas y no de gran magnitud. Postes Arequipa, oferta adoquines con una resistencia mayor ( $420 \text{ kg/cm}^2$ ), los cuales son utilizados en vías de tránsito ligero, pero está sujeta a su capacidad de producción la cual no está preparada para grandes proyectos. Supermix se presenta la como opción que brinda las diferentes variedades y con stocks de oferta, esto debido a su planta industrializada.

Para hacer frente a la competencia nuestros adoquines se presentarán ante el mercado como una alternativa que no solo cumple con las disposiciones técnicas requeridas por la ley, sino que a su vez hace énfasis en su carácter amigable con el medio ambiente.

De acuerdo a lo expuesto se plantea introducir nuestros adoquines con un margen de precios entre 0.6 y 1.7 soles, el cual será ratificado por el estudio financiero que se llevará a cabo en la tesis.

### **3.2.13. Comercialización**

#### **3.2.13.2. Estrategia de producto**

Esta nueva clase de adoquines busca satisfacer el deseo de las personas de querer utilizar productos que vayan de la mano con el medio ambiente, así como del desarrollo sostenible; buscando como objetivo fidelizar y mantener a los potenciales clientes de adoquines.

Los adoquines eco amigables son un nuevo producto dentro de la línea de elementos de construcción; son adoquines fabricados a partir de relaves mineros, los cuales cumplen con todas las especificaciones requeridas como material de construcción según las NTP. Las

propiedades de este producto, son las que se le atribuyen a los materiales geopoliméricos, ya que los adoquines ecoamigables se encuentran en esta categoría de materiales.

➤ **Características principales del producto:**

- Alta resistencia a la compresión, en un rango de 50 a 60 MPa.
- Material controlable a temperatura ambiente.
- Alta resistencia al fuego (hasta 600 °C) y no emite humos tóxicos cuando se calienta.
- Alto nivel de resistencia a una gama de diferentes ácidos y soluciones salinas.
- Ecológicos, están fabricados a partir de residuos mineros.
- Alta durabilidad, facilidad de instalación así como de reemplazo.

➤ **Marca del producto:**

Según Lamb, Hair y McDaniel (2002), una marca "es un nombre, término, símbolo, diseño o combinación de éstos elementos que identifica los productos de un vendedor y los distingue de los productos de la competencia".

La elección de la marca se dio a través de una lluvia de ideas, en donde se buscó que esta comunique al cliente el producto que se ofrece al mercado, así como también el valor agregado que lo distinguirá de la competencia.

La marca que se escogió para el producto es la de "ECOQUINES" (ver figura 22), esta palabra es una fusión de dos características principales del producto (ecológico y adoquines); se llegó a esta elección a través de una revisión cuidadosa del producto y sus

beneficios, así como también se tomó en cuenta el hecho de que esta es una estrategia importante para el éxito del producto.



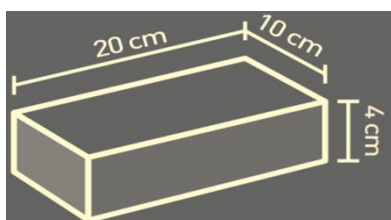
*Figura 22. Diseño de la marca.*

➤ **Diseño del producto:**

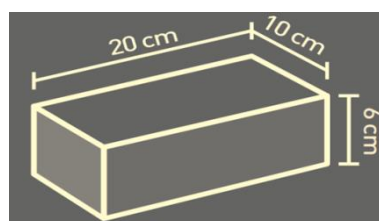
El producto está orientado a ser usado para pavimento de tránsito vehicular ligero ya que el principal uso que le dará nuestro mercado objetivo (municipalidades) es para obras de mantenimiento y construcción de vías urbanas (según encuesta realizada en el estudio del mercado); un uso adicional que podrían tener estos adoquines es para la construcción de vías peatonales, los cuales difieren un poco en cuanto a las dimensiones y requisitos del adoquín (ver tabla 18 y 19).

Los Ecoquines tienen una presentación en forma rectangular, bajo las siguientes dimensiones (ver figura 23):

*Tipo peatonal*



*Tipo tránsito vehicular ligero*



*Figura 23. Dimensiones según tipo de Ecoquines.*

*Tabla 18*

*Adoquines - Requisitos*

<b>TIPO</b>	<b>USO</b>
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores.

*Nota: Obtenida de NTP 399.611 (2003).*

Tabla 19

*Resistencia a la Compresión*

<b>TIPO</b>	<b>ESPESOR (mm)</b>	<b>PROMEDIO (MPa)*</b>	<b>MINIMO (MPa)*</b>
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	>80	55	50

\*Valores correspondientes a una muestra de tres unidades

*Nota: Obtenida de NTP 399.611 (2003).*

La producción de adoquines en el Perú tiene una tendencia creciente como se puede apreciar en la tabla 20, por lo que el mercado sigue esta misma disposición; hay una gran variedad de pequeñas y grandes empresas que fabrican y comercializan este material, pero la oferta del mercado se encuentra cubierta en su mayoría por la empresa Supermix del consorcio cementero del Sur (Yura S.A).

Tabla 20

*Producción de las industrias de minerales no metálicos y metales comunes, 2013-2014*

<b>Producto (Productos Minerales no Metálicos)</b>	<b>Año 2013</b>	<b>Año 2014</b>
Adoquines	28246 mil	31014 mil

*Nota: Datos obtenidos del Ministerio de la Producción - Viceministerio de MYPE e Industria (2014).*

De acuerdo al análisis del mercado y a las características de nuestro producto presentado previamente, concluimos que “Ecoquines”, de acuerdo a la matriz Ansoff, se ubica en la cuadrícula perteneciente a la estrategia Desarrollo de Producto (ver figura 24), siendo un producto nuevo en un mercado existente.

		Productos	
		Existentes	Nuevos
Mercados	Existentes	Estrategias de Penetración de Mercados	Estrategias de desarrollo de producto
	Nuevos	Estrategias de desarrollo de mercados	Estrategias de diversificación

Figura 24. Matriz Ansoff.

La estrategia desarrollo de producto busca satisfacer necesidades no cubiertas por el mercado actual, por eso es que se presenta una nueva versión de los adoquines convencionales, con mejores propiedades y atributos.

### 3.2.13.3. Estrategia de precio

El método utilizado para fijar el precio de los Ecoquines está basado según la competencia. Se trata de fijar precios basados en los competidores antes que en los costos o la demanda del producto. Los costos solamente pueden influir para señalar el precio mínimo debajo del cual no se puede vender.

En un comienzo se buscará diferenciarse de la competencia con precios inferiores, por lo que el precio de los Ecoquines ira en un rango de S/.0.6 a S/.1.70 por unidad, esto dependiendo de la cantidad que sea requerida por el cliente.

Bajo los análisis de impacto financiero se determinó que el precio ideal para el adoquín es de S/.1.3.

### 3.2.13.4. Estrategia de plaza

El mercado meta del proyecto son los distritos pertenecientes a la Provincia de Arequipa, los cuales utilizarán los Ecoquines para la reparación y construcción de vías urbanas y viales.

Al ser los distritos de Arequipa el mercado objetivo, se debe tener un contacto directo con las municipalidades distritales, y de esta manera presentar los Ecoquines como un producto sustituto a los adoquines comúnmente usados por estas instituciones.

Se utilizará un canal de distribución directo, en donde el producto irá desde el productor al consumidor, sin ningún intermediario de por medio (ver figura 25).



*Figura 25. Canal de distribución, obtenida de Promoción Negocios.*

El canal de distribución directa es el que mejor se adecua a nuestro mercado meta, ya que las municipalidades prefieren hacer un trato directo con el productor (según la encuesta realizada), además debido a que no hay intermediarios que compartan los beneficios, los canales de distribución más directos tienden a tener mayores tasas de ganancia que los canales de distribución indirectos.

### 3.2.13.5. Estrategia de promoción

Mediante esta estrategia se buscara comunicar al cliente (municipalidades) sobre el valor del producto, así como persuadir, estimular su compra, consumo o uso; buscando crear relaciones con nuestros potenciales clientes.

Considerando la estrategia de canal directo de distribución, se utilizara como estrategia de promoción las ventas personales; la cual consiste en realizar una presentación personal por parte de la empresa, con el fin de efectuar una venta y crear relaciones con los clientes. Es una relación directa de intercambio entre el vendedor y el consumidor. Este proceso además es utilizado por la empresa para conocer los gustos y las necesidades del mercado.

Si bien el costo de las ventas personales puede ser más elevado que el de la publicidad, el mercado objetivo (municipalidades) prefieren hacer tratos directos con el productor, ya que estos les aseguran stock y servicios post venta, asegurando la satisfacción de las necesidades del consumidor.

## CAPITULO IV: ESTUDIO TÉCNICO

### 4.1. Tamaño del proyecto

#### 4.1.1. Capacidad de producción

Tomando como punto de partida las conclusiones dadas por el Capítulo de estudio de mercado, el cual tuvo como fuentes de información primarias a encuestas realizadas a 27 distritos de la provincia de Arequipa y como fuentes secundarias a proyecciones, datos históricos por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Instituto Vial Provincial de Arequipa y la Municipalidad Provincial de Arequipa, se resume lo siguiente:

- La demanda que cubrirá los adoquines ecoamigables son una fracción de las vías urbanas en estado grave que no tienen acciones de mantenimiento y de la construcción de nuevas vías. La demanda insatisfecha para el 2016 fue de 9.42 km<sup>2</sup> en total (ver tabla 21), la cual se piensa cubrir al 1.5% (0.14 km<sup>2</sup>), se debe tener en cuenta que el líder del mercado actual es SuperMix y que con su producción cubriría 5.1% del mercado insatisfecho.
- De lo anterior se desprende:

*Tabla 21*

*Demanda potencial*

<b>Tipo de producto</b>	<b>Demanda potencial (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Precio aprox. (Soles)</b>
Adoquín de tránsito ligero	9.42	1.7

Con lo cual y según la materia prima esencial (6250 TM de residuos mineros/ año) y la máquina con menor capacidad de trabajo (horno de secado – 4 horneadas por horno-día) definimos la capacidad de producción.

Con lo cual y según la materia prima esencial (6250 TM de residuos mineros/ año) y la máquina con menor capacidad de trabajo (horno de secado – 4 horneadas por horno-día) definimos la capacidad de producción (ver tabla 22), cabe mencionar que en principio nuestra planta trabajará al 62.5% de su capacidad instalada:

*Tabla 22*

*Capacidad de producción*

	<b>Producción anual</b>	<b>Producción diaria</b>
En km <sup>2</sup>	0.048 km <sup>2</sup>	1.92x10 <sup>-4</sup> km <sup>2</sup>
En unidades	2400000	9600

#### **4.1.2. Disponibilidad de materia prima**

Se debe mencionar que la materia prima básica para la producción en masa de los adoquines ecoamigables son: arena fina, relaves mineros, hidróxido de sodio y agua.

Los relaves mineros serán provistos por la minera “CEPROMET S.A.” la cual por el contrato por el financiamiento de Innóvate Perú (Contrato N° 097-PNICP-BRI-2015) son participes directos de este proyecto de investigación, empresa que tiene una producción residual de relaves de 25 TM/ día, producto de sus procesos de obtención de oro mediante trabajos de cianuración.

CEPROMET S.A. ubicada en el Parque Industrial Apipa, Sector 9, lote 4, manzana H en el distrito de Yura, terreno que podría ser utilizado, tras previas coordinaciones; como el lugar idóneo para edificar la planta, ya que no se incurría en gastos por compra o arrendamiento de terreno.

La arena fina sería provista de canteras cercanas mediante volquetadas o camionadas de aproximadamente 6 m<sup>3</sup> cada una, por lo cual se hace necesario edificar la planta cerca a grandes vías de acceso. El hidróxido de sodio será comprado al por mayor y por pedido a empresas químicas, las cuales venden grandes volúmenes a granel (Toneladas métricas), compra que incluye fletes de transporte hasta el punto pedido.

El servicio de agua y desagüe deberá corresponder a una red normal, mientras que el flujo eléctrico deberá presentar una red industrial para poder ser utilizada en la máquina bloquera.

#### **4.1.3. Tecnología de la línea de producción**

Debido a la envergadura y ambición que tiene este proyecto, los procesos de producción industrial que se deberán ejecutar tendrán que ser semiautomatizados, esto debido a que de realizarse de forma netamente manual sería utópico pensar que se lograrían las metas de producción propuestas. Mientras que si se quiere realizar una producción totalmente automatizada se debería contar con una gran inversión la cual no entra en los presupuestos de ejecución. Por lo tanto la sinergia entre hombre y maquina será vital para el logro de los objetivos trazados tanto en producción como financieramente

### **4.2. Localización del proyecto**

#### **4.2.1. Microlocalización**

Siendo el mercado elegido los distritos pertenecientes a la provincia de Arequipa, se define el lugar idóneo para el establecimiento de la planta de producción, el cual deberá

tener como principales características el acceso rápido a las principales vías para el abastecimiento de materias primas, el bajo costo de terreno (m<sup>2</sup>), acceso a servicios básicos (agua y luz) y disponibilidad de mano de obra.

Se optó por los parques industriales más grandes cercanos a la Ciudad de Arequipa: Parque industrial APIPA y el Parque industrial de la Joya.

#### **4.2.2. Alternativas de Microlocalización**

Las alternativas para la Microlocalización son las siguientes:

- Parque industrial APIPA

Se encuentra ubicado en el distrito de Yura muy cerca de la ciudad de Arequipa, cercano al Aeropuerto y vías de acceso importantes.

- Parque industrial de la Joya

Se encuentra ubicado en el distrito de la Joya a una distancia aproximada de 71 km de la ciudad de Arequipa, cuenta con una carretera asfaltada y con gran espacio para crecer.

#### **4.2.3. Análisis de factores locacionales**

- Cercanía a materia prima:

Factor de vital importancia ya que de ellos depende directamente la fabricación del producto final. Ambos lugares se encuentran cercanos a grandes vías de acceso, quizás siendo el único factor diferencial sea la lejanía (71km) del parque industrial de la Joya a la ciudad de Arequipa.

- Disponibilidad de mano de obra:

En ambos casos las alternativas se encuentran cercanas a zonas muy pobladas y con especialización de labores industriales, por lo que no sería ningún problema encontrar mano de obra de buena calidad.

- Suministro de Agua

Dada la naturaleza de las ubicaciones de ambos lugares (zonas industriales) existen conexiones en funcionamiento provistas por Sedapar, por lo cual no se hace necesario conexiones nuevas, etc. Cabe mencionar que algunos terrenos disponibles deben contar con suministro para predios industriales, lo que aumenta ligeramente la tarifa.

- Suministro de energía eléctrica:

Como en el caso anterior, ambas zonas se encuentran pobladas y cuentan con redes vigentes de abastecimiento eléctrico, que en algunos casos es de tipo industrial, provistas por Seal

- Costo de terreno:

Es el factor determinante ya que posiblemente sea el costo de mayor envergadura, el cual por investigación concluye que el costo por metro cuadrado en Apipa es de \$245, mientras que en la Joya es de \$235.

#### 4.2.4. Análisis cualitativo

Se realizó un análisis de ranking de factores, el cual consistió en un primer punto en un cuadro de enfrentamiento, para luego hacer la valoración por puntos de factores (ver tabla 23).

Tabla 23

Matriz de enfrentamiento

Factores	Materia prima	Mano de obra	Costo de terreno	Fluido eléctrico	Vías de acceso	Agua	Conteo	Real %	Ponderación
Materia prima		1	1	1	1	1	5	27.77	28
Mano de obra	1		0	1	0	1	3	16.67	17
Costo de terreno	0	1		1	1	1	4	22.22	22
Fluido eléctrico	0	0	0		1	1	2	11.11	11
Vías de acceso	0	0	0	0		1	1	5.56	6
Agua	0	0	1	1	1		3	16.67	17
Total							18	100.00	

Se observa que la mayor importancia se atribuye a la cercanía de materia prima y el costo de terreno. A continuación de desarrollo el ranking de factores (ver tabla 24):

Tabla 24

Puntuación de factores

Ranking de factores	Puntuación
Excelente	10
Muy bueno	8
Bueno	6
Regular	4
Deficiente	2

Se asigna una puntuación a los factores locacionales:

Tabla 25

Tabla de ranking de factores

	Ponderación	APIPA		LA JOYA	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
<b>Materia prima</b>	28%	8	2.22	6	1.67
<b>Mano de obra</b>	17%	6	1.00	6	1.00
<b>Costo de terreno</b>	22%	6	1.33	8	1.78
<b>Fluido eléctrico</b>	11%	6	0.67	6	0.67
<b>Vías de acceso</b>	6%	8	0.44	6	0.33
<b>Agua</b>	17%	6	1.00	6	1.00
TOTAL			6.67		6.44

Se concluye que según las ponderaciones y cálculos realizados, la alternativa de localización con mayor puntaje es el del Parque industrial de Apipa, resultados que en su mayoría se debe a que la materia prima esencial (relaves mineros) se encuentra en el mismo parque industrial, por lo que no habría que desplazarse para obtenerlo. Además se hace mención que como parte del convenio de investigación e intercambio de conocimientos entre CEPROMET y la UCSP se viabiliza la posibilidad de hacer uso del terreno de la empresa para asentar la planta de producción, evitando así en gran costo de compra de terreno.

Para fines de estudio y para validar la propuesta de diseño y distribución de planta que se dará en estudios posteriores, se solicitó un plano de la actual distribución de la empresa CEPROMET (Ver plano en anexo) y se comprobó que existe más de 600 m<sup>2</sup> libres en el ala noreste para asentar un futuro proyecto (al lado de la relavera).

#### 4.3. Ingeniería del producto

### **4.3.1. Proceso Productivo**

En el laboratorio se trabajaron dos tipos de probetas de adoquín, buscando la mejor opción de producto para ofrecer al mercado.

La probeta de tipo 1, es la que incluye en su composición ceniza de cáscara de arroz; obteniendo como resultado una densidad y resistencia a la compresión alta, debido a las propiedades y características de la ceniza.

La probeta de tipo 2, incluye cáscara de arroz en su composición, pasando por un proceso extra de descomposición térmica, obteniendo como resultado probetas con baja densidad y alta resistencia a la compresión en cuanto menor sea la adición de cascara de arroz en la fabricación de la probeta.

Después de una amplia investigación, se optó por escoger a la probeta de adoquín tipo 2, ya que las propiedades y características que presenta son las adecuadas para ofrecer el producto al mercado, cumpliendo con las normas y requerimientos necesarios, como la resistencia a la compresión en donde la NTP exige un mínimo de 41 MPa para pavimento de tránsito vehicular ligero, y la probeta de adoquín llega a tener una resistencia a la compresión de 50 MPa.

#### **4.3.1.1. Materias primas**

La presente investigación se centró en la obtención de un material estructural como es el adoquín, a partir de una reacción de geopolimerización aprovechando sus propiedades cementantes.

En investigaciones preliminares se usaron diferentes materiales para la fabricación de productos geopoliméricos; como en la tesis realizada por Pedro Manuel Díaz Sossa

(2012) en donde hizo un “Estudio de factibilidad de obtención de hormigones geopoliméricos a partir de desechos minerales”, usando como materias primas: relaves de cobre, rípios de cobre, ceniza volante (cenizas de carbón), áridos y solución alcalina (mezcla de silicato de sodio con una solución de hidróxido de sodio).

Se realizaron otras investigaciones similares como, “El estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios”, tesis que fue elaborada por Gerson Alfredo Anicama Acosta (2010), para la cual hizo uso de diferentes materiales: agregados (fino y grueso), cemento, agua, aditivo plastificante y relaves mineros de 3 diferentes procedencias.

De estas evidencias, se planteó para la fabricación y elaboración de la actual tesis de proyecto de inversión, la utilización de los siguientes materiales, los cuales se describirán brevemente.

- **Relave minero**

Se define como el deshecho mineral sólido, de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración, que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo (MINEM, 2000).

El relave utilizado, es el que se encuentra como residuo en la empresa Arequipeña Cepromet Minera Porvenir, la cual centra sus operaciones en la extracción de oro.

El material se encontró en estado sólido, siendo de color marrón claro y con un tamaño de grano aproximado de 0.106 mm como se muestra en el figura 26.



Figura 26. Relave minero de oro, fotografía.

#### - Solución activadora

En la preparación de las soluciones activadoras se utilizó hidróxido de sodio.

El compuesto de hidróxido de sodio que se utiliza es el que viene en presentación de lentejas, siendo este de color blanco e inodoro; de la marca BIOCHEM, para análisis y pruebas de laboratorio (ver figura 27).



Figura 27. Hidróxido de Sodio- Frasco de 1 kg, fotografía.

#### - Cáscara de arroz

La Región de Arequipa siempre se ha destacado por su producción de arroz, por lo que se obtiene una proporción directa de desechos, como es la cáscara del cereal.

La cáscara de arroz con la que se trabajó se obtuvo de una plantación arrocería del Valle de Majes – Arequipa.

El material se encontraba en estado sólido – seco, presentando un color mostaza oscuro (ver figura28).



*Figura 28. Cascara de arroz, fotografía.*

#### - **Cenizas de cáscara de arroz**

Los desechos agrícolas están presentes en la región Arequipa, ya que dentro de sus actividades productivas, después de la Minería se encuentra la Agroindustria.

El material utilizado es la ceniza de cáscara de arroz; obtenida una vez calcinada la cascara del arroz a 600°C, por un tiempo de 3 horas (ver figura 29).

La cascara del arroz, es el principal subproducto obtenido de la Industria Arrocería.



*Figura 29. Ceniza de cáscara de arroz, fotografía.*

#### - **Arena**

Otro material que se utilizó como agregado es la arena fina (ver figura 30); obtenida de la empresa SUPERMIX, en una presentación de 40 kg.



*Figura 30. Arena fina, fotografía.*

#### **4.3.1.2. Obtención y preparación de materias primas**

Para esta fase inicial de la fabricación de materiales, se utilizaron los materiales mencionados anteriormente.

- En el caso del relave minero (RM), la arena (AR) y la cascara de arroz (CA) se utilizó la misma metodología, la cual consistía primero en triturar los polvos, utilizando un mortero y mango de alúmina (ver figura 31). Con esta actividad se buscó reducir las partículas grandes y homogeneizar el material.



*Figura 31. Mortero de Sílice, fotografía.*

- Luego se realizó la actividad de tamizado, para la cual se utilizó un tamiz N°140 (ver figura 32), obteniendo un tamaño de grano de 0.106 mm según la clasificación ASTM; con la cual se quiso estandarizar el tamaño de las partículas y así obtener mejores resultados en el producto a fabricar.



Figura 32. Tamiz N°140, fotografía.

- Para la obtención de la ceniza de cáscara de arroz, primero se tuvo que incinerar la cascara de arroz, utilizando crisoles de alúmina (ver figura 33) para luego introducirlos en una mufla (ver figura 34) a 600°C, por un tiempo de 3 horas. Después de obtener las cenizas de cascara de arroz se realizó el triturado y posteriormente el tamizado, como ya se mencionó en el punto anterior.

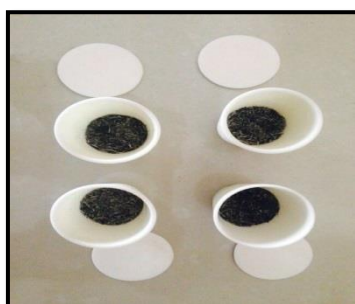


Figura 33. Crisoles de alúmina, fotografía.



Figura 34. Mufla-horno 1100°C, fotografía.

### 4.3.1.3. Caracterización de materias primas

Se realizaron tres tipos de ensayos para caracterizar las materias primas: difracción de rayos X, granulometría por difracción láser y microscopía electrónica de barrido (SEM por sus siglas en inglés).

#### - Difracción de rayos X

La difracción de rayos X es uno de los fenómenos físicos que se producen al interaccionar un haz de rayos X, de una determinada longitud de onda, con una sustancia cristalina (Arriortua, Bazán, Pizarro, & Urtiaga).

Los materiales analizados fueron la arena, relave minero y ceniza de cáscara de arroz obteniendo los siguientes difractogramas ( ver figuras 35, 36 y 37).

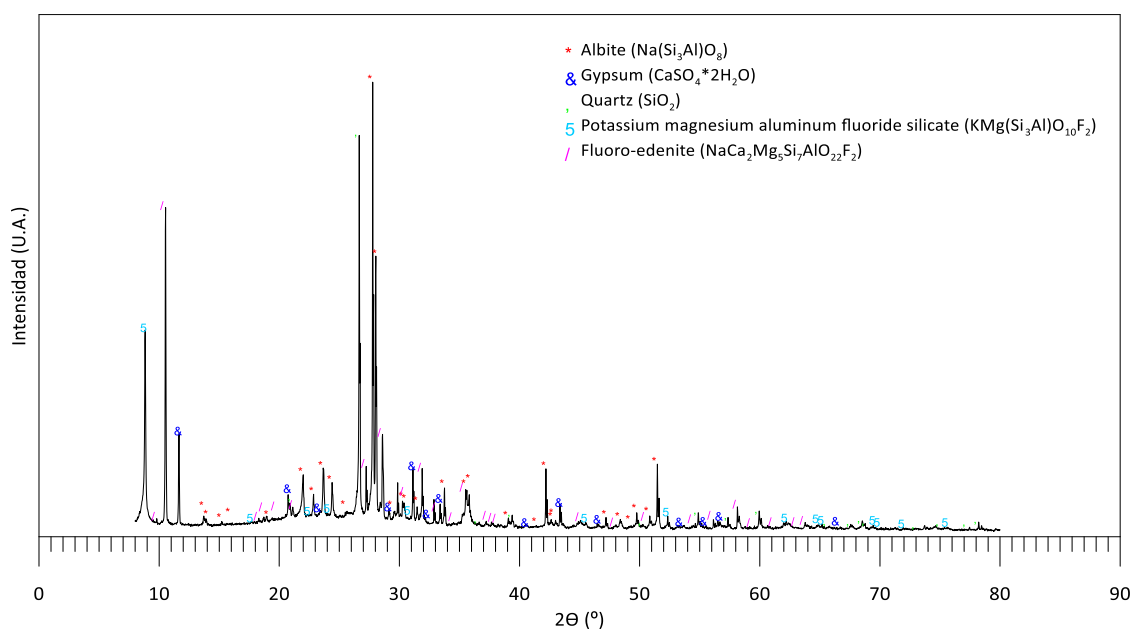


Figura 35. Difractograma de la muestra de arena con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontradas, obtenido del Laboratorio de Difracción de Rayos-X, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

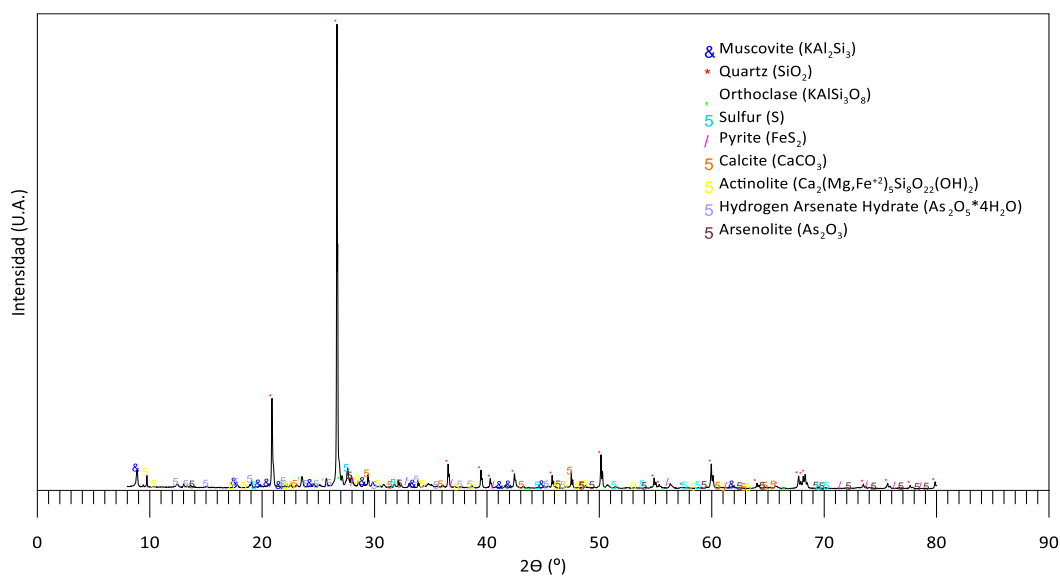


Figura 36. Difractograma de la muestra de relave con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontrada, obtenido del Laboratorio de Difracción de Rayos-X, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

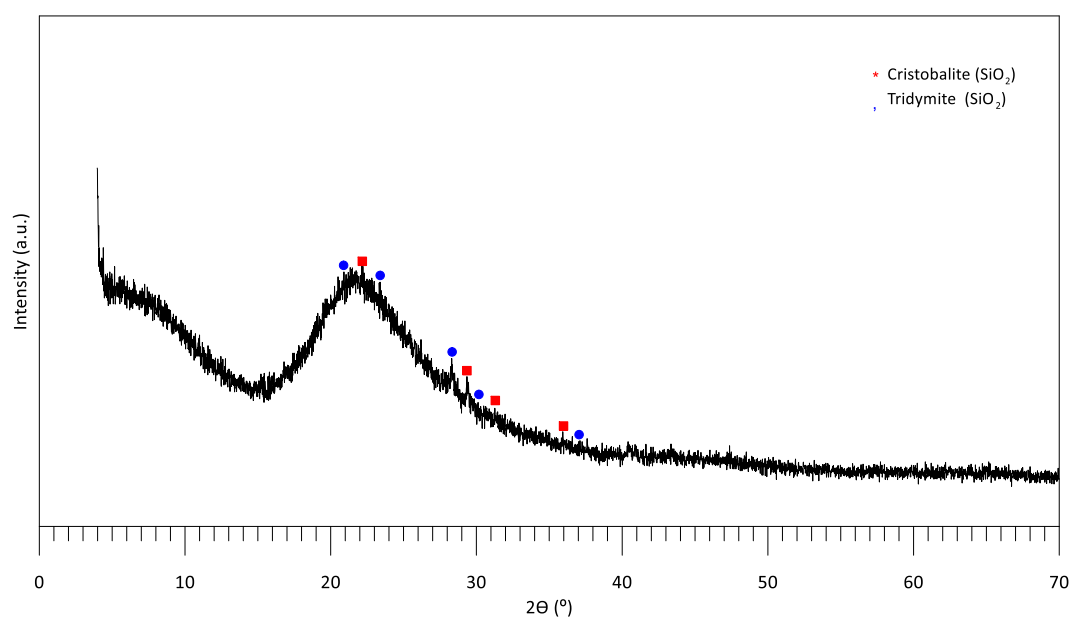


Figura 37. Difractograma de polvo de ceniza de cáscara de arroz con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontrada, obtenido del Laboratorio de Difracción de Rayos-X, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

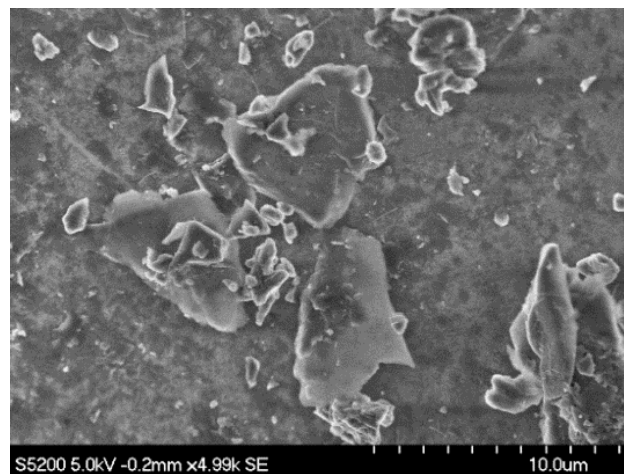
Cada difractograma presenta las fases cristalinas presentes en cada muestra.

En las figuras se puede apreciar la presencia de compuestos de aluminosilicatos, los que son base para el proceso de geopolimerización.

#### - Microscopía electrónica de barrido (SEM)

La microscopía electrónica de barrido o SEM se basa en el principio de la microscopía óptica en la que se sustituye el haz de luz por un haz de electrones.

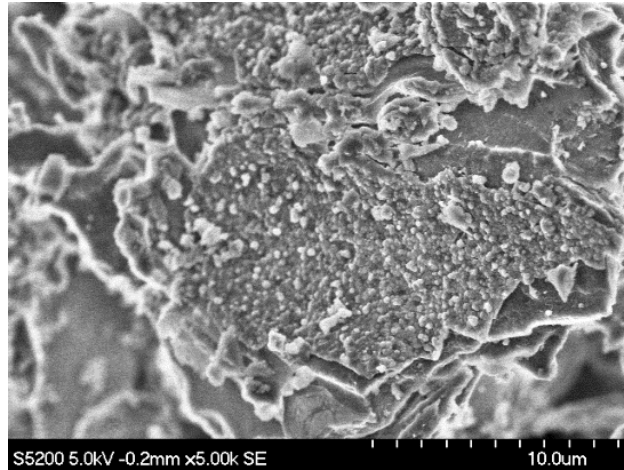
El microscopio electrónico de barrido, instrumento que permite la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos y orgánicos, entregando información morfológica del material analizado. A partir de él se producen distintos tipos de señal que se generan desde la muestra y se utilizan para examinar muchas de sus características. Con él se pueden realizar estudios de los aspectos morfológicos de zonas microscópicas de los distintos materiales (Gómez Torrego).



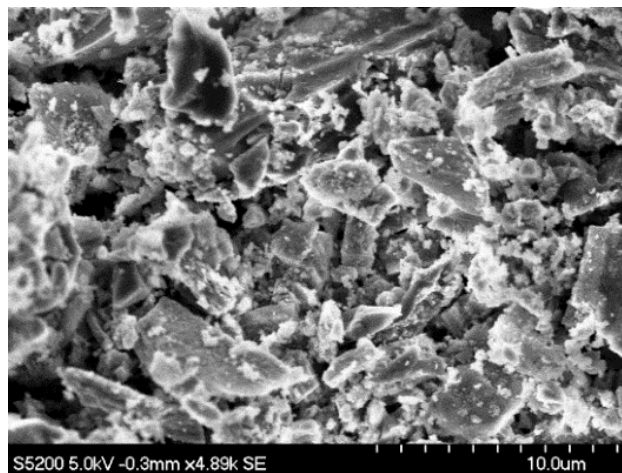
*Figura 38. Micrografía de arena fina, obtenida del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.*



*Figura 39. Micrografía de relave minero, obtenida del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.*



*Figura 40. Micrografía de cáscara de arroz, obtenida del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.*



*Figura 41. Micrografía de ceniza de cáscara de arroz, obtenida del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.*

A pesar de que se buscó estandarizar el tamaño de las partículas usando un tamiz N°140, obteniendo un tamaño de grano de 0.106 mm según la clasificación ASTM; se puede apreciar en cada micrografía las diferencias de tamaño y morfología de partículas de cada material (ver figuras 38, 39, 40 y 41).

#### - **Granulometría por difracción laser**

La granulometría láser es un método rápido para determinar distribuciones de tamaños de partícula tanto en la vía húmeda como en la seca.

El principio de la difracción por rayos láser consiste en hacer pasar una muestra pulverulenta, en seco o en suspensión en un líquido no reactivo, a través de un rayo láser monocromático. Según la teoría de Fraunhofer se origina una figura de difracción en el detector. De este modo se consigue obtener el análisis granulométrico de las partículas (Frias, Sanchez de Rojas, Luxan, & Garcia, 1990).

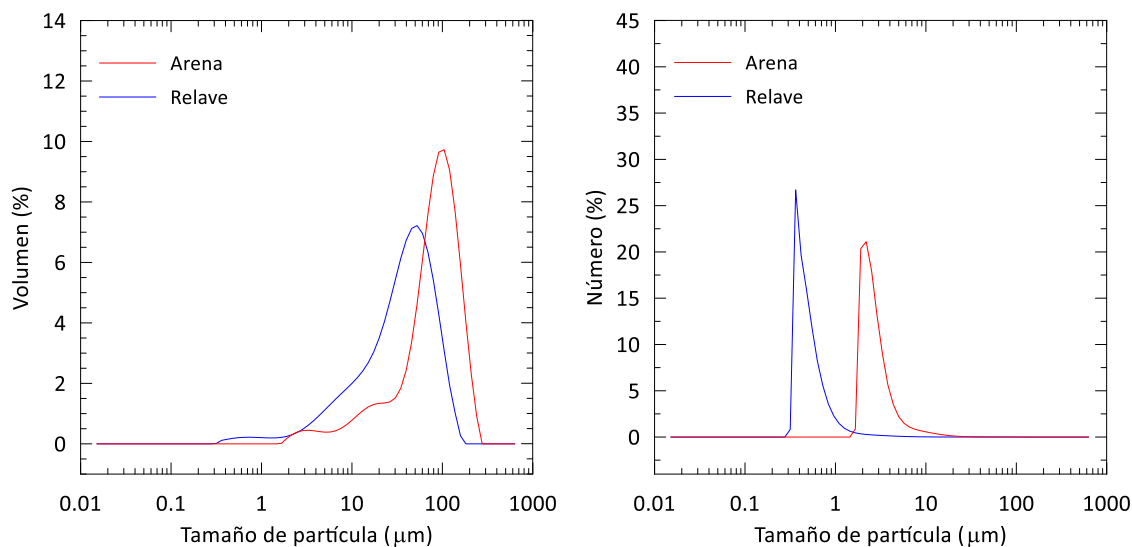


Figura 42. Resultados materia prima granulometría por difracción láser, obtenido del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.

En la figura 42 se puede apreciar que el tamaño de las partículas tanto de la arena, como del relave son de diferentes tamaños, a pesar de que se utilizó la misma metodología en la preparación de materias primas (triturado y tamizado), esto se debe a las características propias de cada componente.

#### 4.3.1.4. Diseño experimental

Se elaboraron dos tipos de probetas, que se diferencian en la matriz experimental y en el proceso de fabricación, dando como resultado probetas de alta y baja densidad.

## - Probetas Tipo 1- alta densidad

Para la realización del diseño de mezclas se utilizó el modelo experimental Simplex-Lattice, para lo cual se tomaron tres variables independientes (tabla 26) y dos variables dependientes (tabla 27).

Tabla 26

*Variables independientes*

Variables independientes
Relave
Arena
Materia orgánica- ceniza de cáscara de arroz

Tabla 27

*Variables dependientes*

Variables dependientes
Resistencia a la compresión
Densidad

Una vez determinadas las variables, el programa nos pide identificar los límites inferiores y superiores (tabla 28) sobre los cuales realizaremos el diseño de mezclas.

Tabla 28

*Límites de componentes*

Límites de componentes		
%	Límite Inferior	Límite Superior
Arena (AR)	40	70
Relave Minero (RM)	20	50
Ceniza de CA (CAR)	10	40

Tabla 29

*Diseño de mezclas*

<b>Masa de mezcla total (gr):</b>	20
-----------------------------------	----

N° Muestra	Porcentaje - volumen (%)			Porcentaje - masa (%)			masa - (g.)			Solución alcalina (ml.)
	Arena	Relave	Ceniza de CA	Arena	Relave	Ceniza de CA	Arena	Relave	Ceniza de CA	NaOH/H2O
1	40	20	40	45.69	21.10	33.22	9.14	4.22	6.64	10
2	40	40	20	43.72	40.38	15.89	8.75	8.08	3.18	10
3	40	30	30	44.68	30.95	24.36	8.94	6.20	4.87	10
4	50	20	30	55.38	20.46	24.16	11.08	4.09	4.83	10
5	40	50	10	42.80	49.42	7.78	8.56	9.88	1.56	10
6	70	20	10	73.11	19.29	7.59	14.62	3.86	1.52	10
7	50	40	10	53.07	39.21	7.72	10.61	7.84	1.54	10
8	50	30	20	54.20	30.04	15.76	10.84	6.00	3.15	10
9	60	20	20	64.51	19.86	15.63	12.90	3.97	3.13	10
10	60	30	10	63.17	29.17	7.65	12.64	5.84	1.53	10
<b>total (g)</b>							108.07	59.97	31.95	

- Codificación de muestras

Tabla 30

Codificación de muestras- Probeta tipo 1

Codificación	N° Muestra	Porcentaje - Volumen (%)		
		Arena (A)	Relave (R)	Ceniza de CA (C)
A40R20C40	1	40	20	40
A40R40C20	2	40	40	20

A40R30C30	3	40	30	30
A50R20C30	4	50	20	30
A40R50C10	5	40	50	10
A70R20C10	6	70	20	10
A50R40C10	7	50	40	10
A50R30C20	8	50	30	20
A60R20C20	9	60	20	20
A60R30C10	10	60	30	10

La codificación de las probetas tipo 1, se hizo en función al número de muestra y al porcentaje –volumen (%) de cada componente.

### - **Probetas Tipo 2- Baja densidad**

Para este diseño de mezclas se utilizó igualmente el modelo experimental Simplex-Lattice, para lo cual se tomaron dos variables independientes (tabla 32) y dos variables dependientes (tabla 31).

*Tabla 31*

*Variables independientes*

<b>Variables Independientes</b>
Relave
Arena

*Tabla 32*

*Variables dependientes*

<b>Variables Dependientes</b>
Resistencia a la compresión
Densidad

Una vez determinadas las variables, el programa nos pide identificar los límites inferiores y superiores (ver tabla 33) sobre los cuales realizaremos el diseño de mezclas.

Tabla 33

Límites de Componentes

Límites de componentes		
%	Límite Inferior	Límite Superior
Arena (AR)	25	75
Relave Minero (RM)	25	75

Tabla 34

Diseño de Mezclas

<b>Masa de mezcla total (gr):</b>	20
-----------------------------------	----

Componentes		Componentes		Aditivo	Componentes		Aditivo	Solución alcalina (SA)
Relave minero (RM)	Arena fina (AF)	Relave minero (RM)	Arena fina (AF)	Cáscara de arroz (CA)	Relave minero (RM)	Arena fina (AF)	Cáscara de arroz (CA)	
Porcentaje volumen (%)	Porcentaje masa (%)		Porcentaje – volumen (%)	Masa (g)		Masa (g)	Volumen (ml)	

62.5	37.5	61	39	0	12.20	7.80	0.00	10.00
				1	12.20	7.80	0.20	10.00
				3	12.20	7.80	0.60	10.00
				5	12.20	7.80	1.00	10.00
50	50	48	52	0	9.60	10.40	0.00	10.00
				1	9.60	10.40	0.20	10.00
				3	9.60	10.40	0.60	10.00
				5	9.60	10.40	1.00	10.00
25	75	24	76	0	4.80	15.20	0.00	10.00
				1	4.80	15.20	0.20	10.00
				3	4.80	15.20	0.60	10.00
				5	4.80	15.20	1.00	10.00
75	25	73	27	0	14.60	5.40	0.00	10.00
				1	14.60	5.40	0.20	10.00
				3	14.60	5.40	0.60	10.00
				5	14.60	5.40	1.00	10.00
37.5	62.5	36	64	0	7.20	12.80	0.00	10.00
				1	7.20	12.80	0.20	10.00
				3	7.20	12.80	0.60	10.00
				5	7.20	12.80	1.00	10.00
<b>Total (g)</b>				193.60	206.40	9.00		

○ Codificación de muestras

Tabla 35

Codificación de muestras- Probeta tipo 2

Codificación	Porcentaje - Volumen (%)		
	Arena (A)	Relave ( R)	Cáscara de arroz (CA)
A37.5R62.5CA0	37.5	62.5	0
A37.5R62.5CA1			1

A37.5R62.5CA3			3
A37.5R62.5CA5			5
A50R50CA0	50	50	0
A50R50CA1			1
A50R50CA3			3
A50R50CA5			5
A75R25CA0			75
A75R25CA1	1		
A75R25CA3	3		
A75R25CA5	5		
A25R75CA0	25	75	0
A25R75CA1			1
A25R75CA3			3
A25R75CA5			5
A62.5R37.5CA0	62.5	37.5	0
A62.5R37.5CA1			1
A62.5R37.5CA3			3
A62.5R37.5CA5			5

La codificación de las probetas tipo 2, se hizo en función al % en volumen de arena, relave y cascara de arroz.

#### 4.3.1.5. Metodología de fabricación de materiales

En lo que concierne al diseño experimental, se presentara en forma esquemática las actividades que fueron realizadas, desde la obtención de las materias primas, hasta la caracterización del producto resultante, las cuales fueron probetas fabricadas a partir de un compuesto geopolimérico, formado en base a relaves mineros, con una solución activante alcalina (hidróxido de sodio) y con aditivos de residuos orgánicos (cascara de arroz y ceniza de cascara de arroz).

- **Probetas Tipo 1- Alta Densidad**

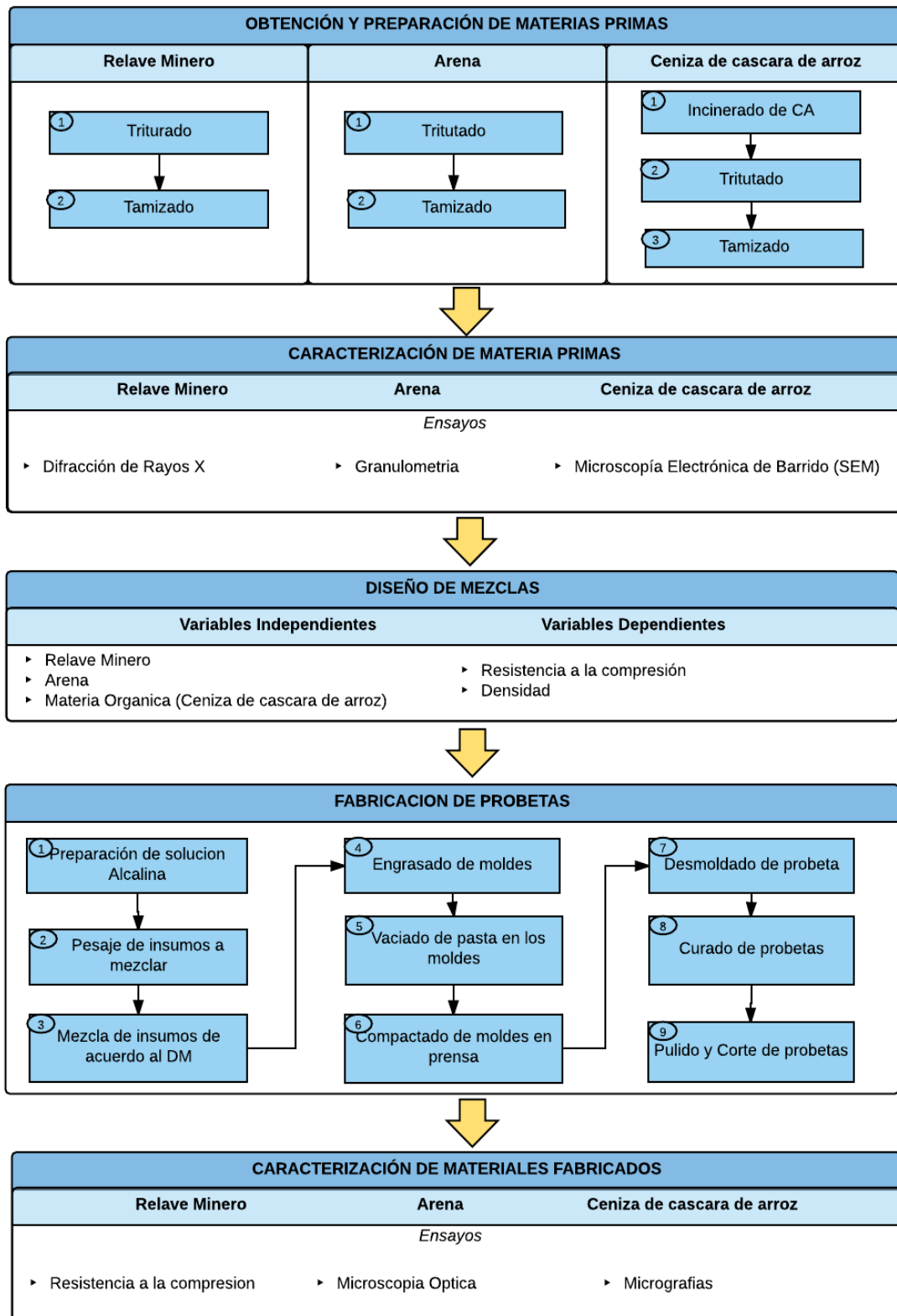


Figura 43. Esquema de la metodología de Fabricación de Materiales T1

- **Probetas Tipo 2 - Baja Densidad**

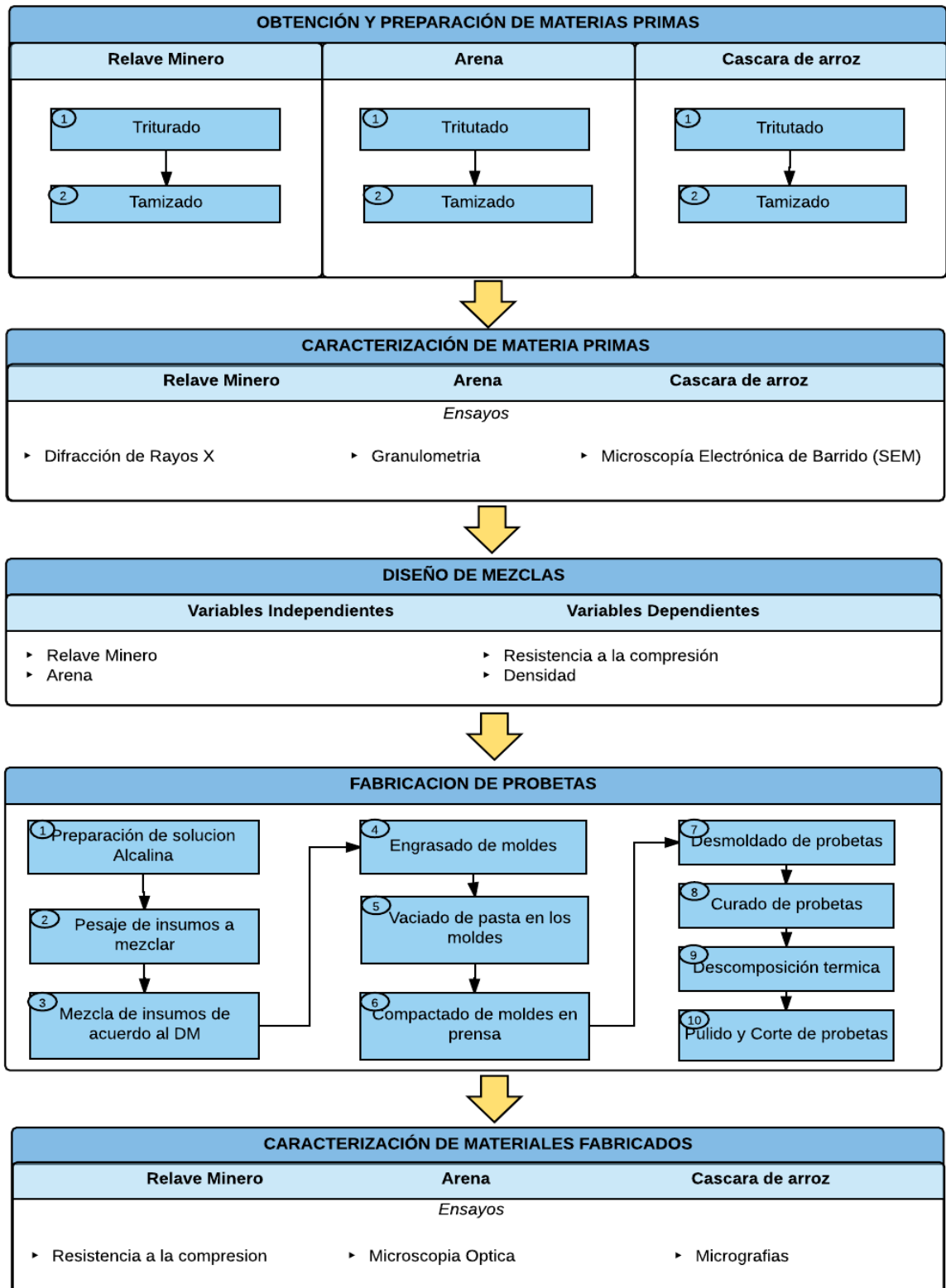
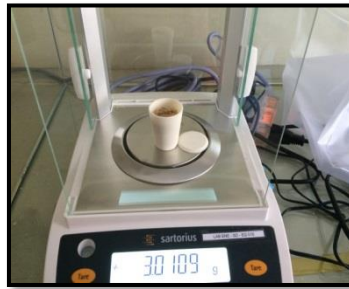


Figura 44. Esquema de la metodología de fabricación de materiales T2

#### 4.3.1.6.Fabricación de probetas

##### - Mezcla y homogeneización

- Se preparó la solución alcalina, la cual tuvo como soluto al hidróxido de sodio y como solvente al agua destilada.
- Los componentes fueron preparados y pesados (según el diseño de mezclas) antes de ser mezclados (ver figura 45).
- Haciendo uso de una espátula se mezcló en un vaso de precipitado los componentes según el tipo de probeta (ver figura46).



*Figura 45. Pesado de materiales, fotografía.*



*Figura 46. Mezcla de materiales, fotografía.*

##### - Moldeado

- Se vertió la cantidad de mezcla necesaria (12 gramos) en los moldes de las probetas (previo pesaje en lunas de reloj).

- El molde fue depositado en la máquina de multiensayos electromecánica EM1/50/FR, la cual previamente se programa con los parámetros deseados para el proceso (5 mm/min hasta 3 MPa, 1 mm/min hasta 65 MPa).



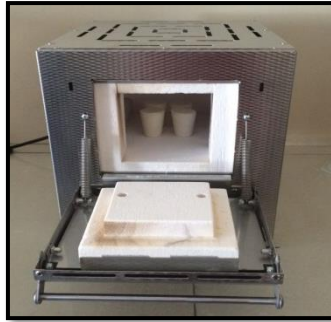
Figura 47. Pesado de materiales, fotografía.



Figura 48. Moldeado de probetas, fotografía.

#### - Curado

- Luego las probetas obtenidas pasan por un proceso de curado, el cual hace uso de una estufa a 60°C/48 horas (ver figura49).
- Las probetas de alta densidad siguen su proceso de curado a temperatura ambiente (ver figura 50); mientras que las probetas de baja densidad pasan por un proceso extra de descomposición térmica a 600°C/02 horas.



*Figura 49. Curado en secadora, fotografía.*



*Figura 50. Curado a temperatura ambiente, fotografía.*

#### - Pulido y corte

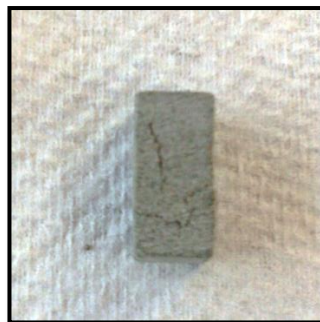
- El pulido se lleva a cabo en la máquina UNIPOL 1210, la cual se programó a 90 rpm. y se hizo uso de una de lija de carburo de Silicio de 400 grits (ver figura 51).
- La probeta pulida en una base se procede a pegarla a los sticks de aluminio y vidrio con ayuda de cera (ver figura 52), la cual es ubicada en el soporte de corte de la máquina cortadora SYJ-150 Low Speed Diamond Saw (05x05x9 mm).
- El pulido y corte de probetas se realizó para obtener un mayor número de muestras, de cada probeta se obtuvo una cantidad de paralelepípedos (ver figura 53), los que fueron usados para los ensayos de caracterización de materiales fabricados.



*Figura 51. Pulido de probetas, fotografía.*



*Figura 52. Cortado de probetas, fotografía.*



*Figura 53. Paralelepípedo obtenido del corte de probetas, fotografía.*

#### **4.3.1.7. Caracterización de materiales fabricados**

Para la caracterización de materiales fabricados se realizaron dos tipos de ensayos: microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM).

##### **- Microscopía óptica**

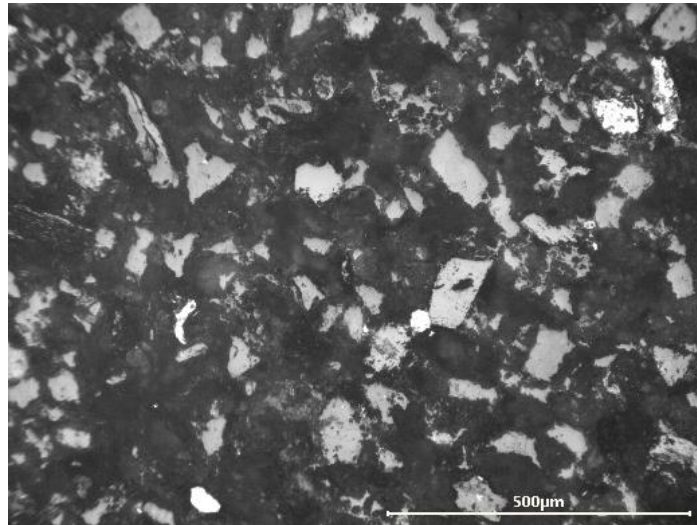
La microscopía óptica es un sistema óptico de lentes convergentes que cumplen la función de aumentar la imagen de un objeto.

La imagen en un microscopio se forma por la transmisión de los rayos provenientes de una fuente luminosa a través del objeto. Los rayos luminosos atraviesan el diafragma, que a manera de iris, delimita el diámetro del haz lumínico que penetra por el condensador. Este último, está formado por un sistema de lentes convergentes que concentra y proyecta el haz lumínico sobre el objeto a examinar, a través de la abertura de la platina. El objetivo recoge la luz que atravesó el objeto examinado y proyecta una imagen real, invertida y aumentada que se forma dentro del tubo y que es recogida por el ocular que es la segunda lente, la cual forma una imagen virtual, invertida y aumentada del objeto examinado (UNSJ ,2014) .

Para realizar la microscopía óptica, es necesario hacer una preparación metalográfica de las muestras.

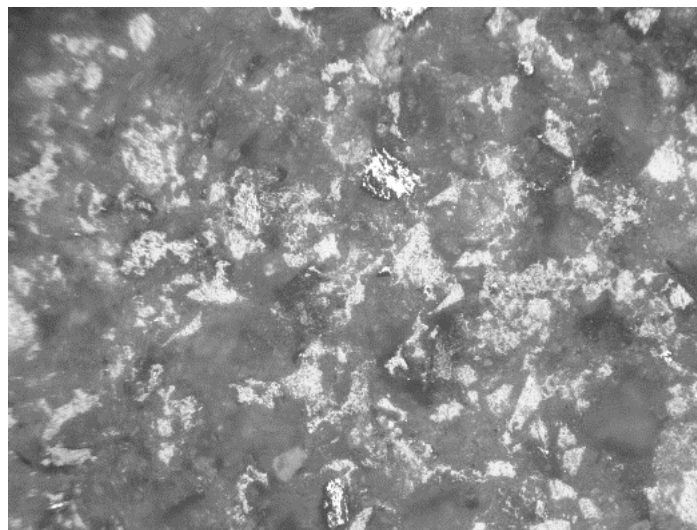
- Aprovechando las probetas ya cortadas; primero se tomó una de las muestras y se realizó el esmerilado fino en la maquina pulidora de materiales, la cual consiste en utilizar abrasivos al agua de grano fino (600- 800-1200). El agua tiene por objeto refrigerar y barrer de la superficie las partículas de material tanto de la muestra como del abrasivo. Para pasar de un papel a otro se debe obtener una superficie plana, uniforme. Una vez logrado esto, se gira la muestra 90° y se procede de la misma forma.
- Luego se procedió a realizar el pulido con diamante, esto se utiliza para lograr una eliminación efectiva y rápida de material. Se obtienen los mejores resultados en cuanto a planitud. Se realizó en paños especiales colocados en platos giratorios, utilizando la maquina pulidora de materiales. Se utilizó diamante en pasta de 6, 3 y 1 micrones, así como un lubricante a base de agua.

- Probetas Tipo 1- Alta densidad



*Figura 54. Micrografía de muestra A60R30C10, obtenida en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.*

- Probetas Tipo 2 - Baja densidad



*Figura 55. Micrografía de muestra A62.5R37.5CA0, obtenida en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.*

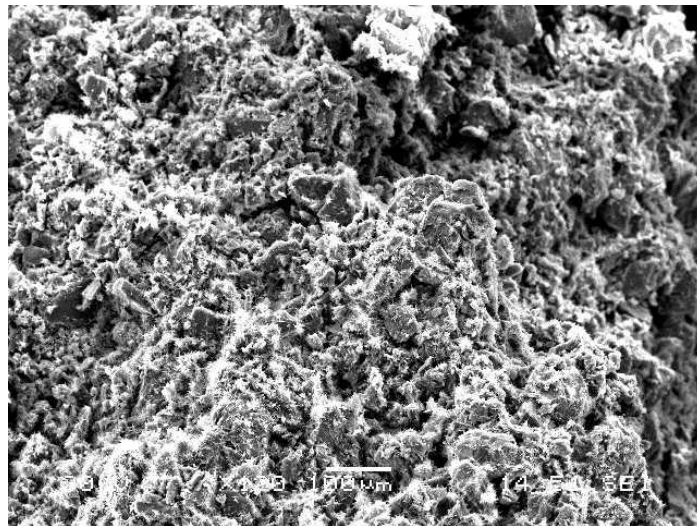
En ambas micrografías (ver figuras 54 y 55) se aprecian granos o partículas brillantes en un fondo negro denso. Los granos brillantes son partículas que no han reaccionado en el proceso, la cual es una fase de arena dispersa con diferente morfología, y el fondo

negro es el geopolímero siendo una fase constante formado con los granos de los otros materiales. La fase continua cumple la misma función que el cemento en los morteros convencionales, es decir, su comportamiento es el de un material aligante.

- **Microscopía electrónica de barrido (SEM)**

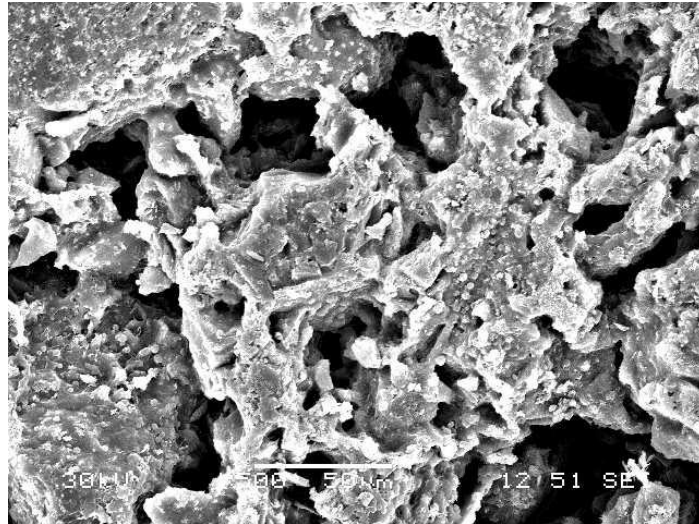
Como ya se mencionó anteriormente el SEM se basa en el principio de la microscopía óptica en la que se sustituye el haz de luz por un haz de electrones.

- Probetas Tipo 1- Alta densidad



*Figura 56. Micrografía SEM de muestra A60R30C10, obtenida del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.*

- Probetas Tipo 2 - Baja densidad



*Figura 57. Micrografía SEM de muestra A62.5R37.5CA3, obtenida del Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad de Sevilla, España.*

Las micrografías (ver figuras 56 y 57) muestran claramente las diferencias en los dos tipos de probetas, en la primera se nota la densidad y morfología unificada de la muestra, mientras que en la segunda micrografía se observa los espacios vacíos, lo cual se generó directamente por su fabricación (descomposición térmica de la cascara de arroz), obteniendo probetas con baja densidad.

#### **4.3.1.8. Caracterización mecánica**

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado; se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascuales (MPa) en unidades SI.

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, a los paralelepípedos obtenidos después de cortar las probetas, se utilizó una máquina electromecánica EM1/50/FR (ver figura 58).

Antes de iniciar los ensayos de compresión cada muestra fue medida y pesada (05x05x9mm-0.4 gr), para poder validar posteriormente de forma manual los datos que son emitidos por el software de la máquina.

Se programó la máquina para un ensayo de compresión mediante posición, la cual tuvo una velocidad de compresión de 0.05 mm/min.



*Figura 58. Máquina de compresión uniaxial, fotografía.*



*Figura 59. Compresión uniaxial, fotografía.*

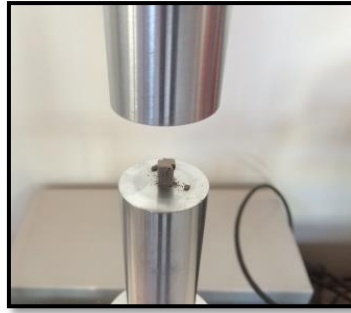


Figura 60. Probeta fracturada, fotografía.

○ **Resultados Mecánicos**

**Probetas Tipo 1- Alta Densidad**

En la tabla 36 se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión realizados a las probetas de tipo 1, mostrando los promedios de resistencias de cada muestra, siendo la más alta de 64.05 Mpa de la muestra 10.1A12R5C1.

Tabla 36

Resultados de ensayos mecánicos- Probetas alta densidad

Resultados de ensayos mecánicos (promedios)	
Alta densidad	
Código	Resistencia (MPa)
A70R20C10	39.37
A60R20C20	38.38
A60R30C10	33.96
A40R50C10	32.53
A40R40C20	30.06
A50R30C20	23.05
A50R40C10	22.48
A50R20C30	11.05
A40R30C30	5.39

Nota: Datos obtenidos en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.

En el figura 61 se muestran las curvas de las muestras con mejores resultados mecánicos del tipo de probeta 1, en donde se tiene la tensión (MPa) vs. Porcentaje de deformación.

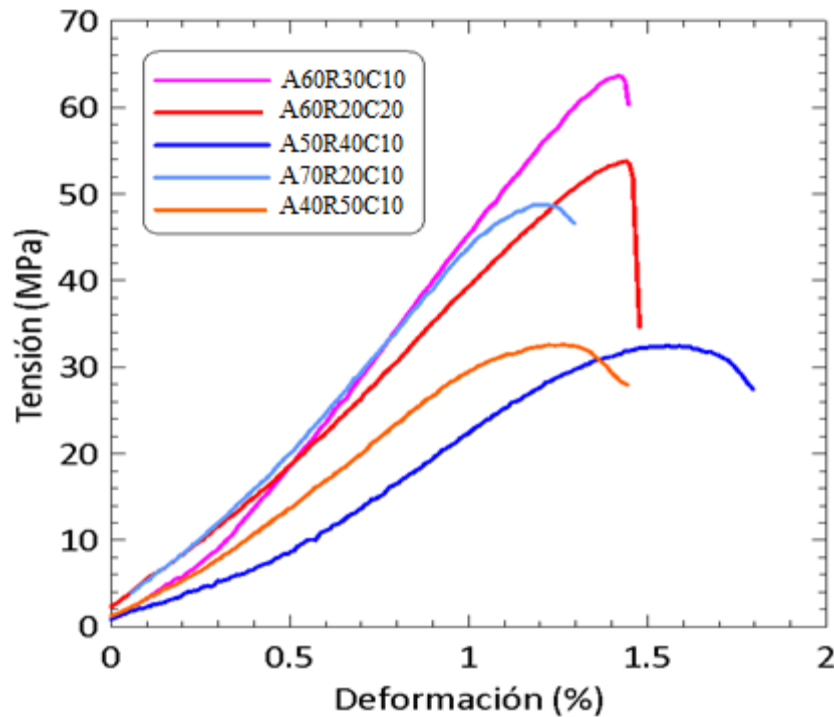


Figura 61. Mejores resultados mecánicos de probetas tipo 1, datos obtenidos en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.

Este tipo de probeta fue la que alcanzó la resistencia a la compresión más alta, y está directamente relacionada a su densidad. La muestra que obtuvo el mejor resultado fue la que tuvo en su composición mayor cantidad de arena fina y una cantidad proporcionada de relave y ceniza, ya que gracias a sus composiciones químicas (aluminosilicatos) mejoró el proceso de geopolimerización, obteniendo excelentes propiedades.

#### Probetas Tipo 2 - Baja Densidad

En la tabla 37 se presentan los resultados del ensayo de Resistencia a la compresión realizados a las probetas de tipo 2, mostrando los promedios de resistencias de cada muestra, siendo la más alta de 57.83 Mpa de la muestra 0Na37,5.

Tabla 37

Resultados de ensayos mecánicos- Probetas baja densidad

<b>Resultados de ensayos mecánicos (promedios)</b>	
<b>Baja densidad</b>	
<b>Código</b>	<b>Resistencia (MPa)</b>
A37.5R62.5CA0	50.11
A62.5R37.5CA0	49.62
A75R25CA0	30.059
A50R50CA5	24.74
A25R75CA0	21.78
A50R50CA3	21.59
A62.5R37.5CA3	21.31
A25R75CA1	21.045
A50R50CA0	19.55
A37.5R62.5CA1	14.08
A50R50CA1	11.99
A37.5R62.5CA3	11.83
A62.5R37.5CA5	8.92
A75R25CA3	8.80
A37.5R62.5CA5	7.62
A25R75CA5	2.75
A25R75CA3	2.70
A62.5R37.5CA1	2.22

*Nota: Datos obtenidos en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.*

Las curvas de las muestras con mejores resultados mecánicos del tipo de probeta 2, se exponen en el figura 62 en donde se muestra la tensión (MPa) vs. Porcentaje de deformación.

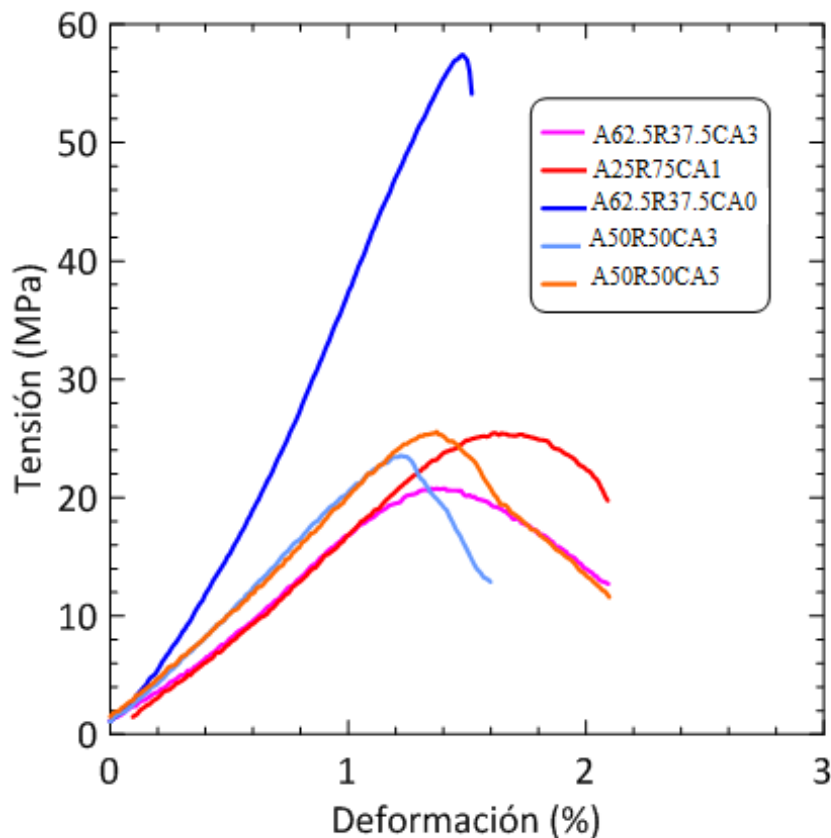


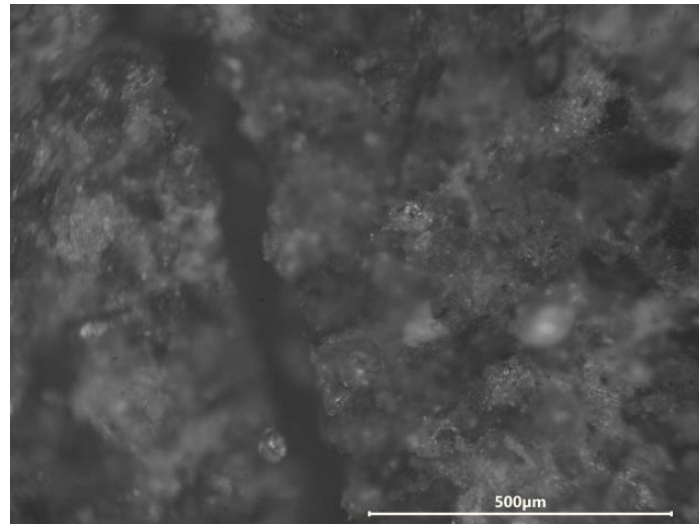
Figura 62. Mejores resultados mecánicos de probetas tipo 2, datos obtenidos en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.

La mayor resistencia a la compresión obtenida en el tipo de probeta 2, es la que no contiene en su composición cascara de arroz, ya que esta generaba que la muestra sea porosa y menos densa, afectando directamente la resistencia de la probeta. Se obtuvieron resultados altos en donde el geopolímero fue resultado de la reacción de la arena y el relave.

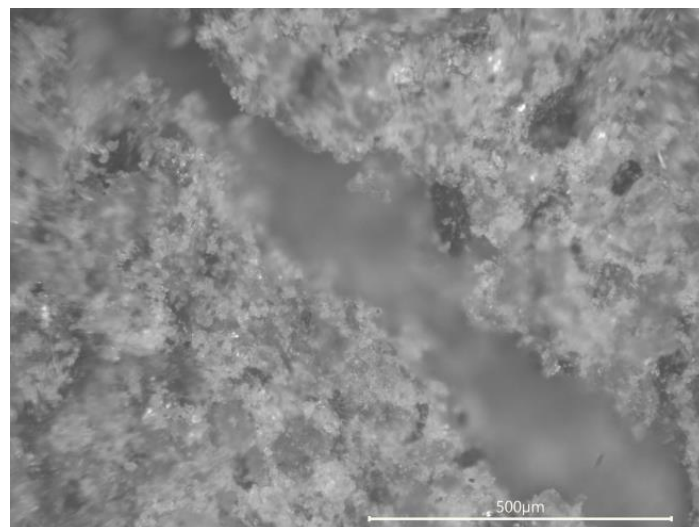
#### 4.3.1.9. Caracterización de probetas fracturadas

Para la caracterización de probetas fracturadas después del ensayo de compresión, se utilizó el método de microscopía óptica, por el cual podemos analizar el tipo de fractura de cada probeta la cual está en relación con la resistencia a la compresión.

- **Microscopia óptica**



*Figura 63. Micrografía óptica de muestra fracturada A60R30C10, obtenida en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.*



*Figura 64. Micrografía óptica de muestra fracturada A62.5R37.5CA0, obtenida en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Católica San Pablo.*

En las micrografías de probetas fracturadas (ver figura se aprecia que las microgrietas aparecen principalmente en la fase continua de geopolímero bordeando las partículas de arena, este es el principal mecanismo de fractura encontrada en todas las muestras.

#### 4.3.2. Procesos productivos industriales

A continuación se detallará el proceso productivo en una escala industrial de los adoquines que previamente fueron descritos en la ingeniería del producto.

- Recolección de materia prima:

Haciendo uso de los 3 Bobcat las materias primas serán acarreadas cerca al trompo de mezclado, donde las cuales serán vertidas por turnos durante la jornada de trabajo de 08 horas, en las proporciones correctas para alcanzar un rendimiento de producción de 9600 adoquines diarios.

- Mezclado de materia prima y cargado de bloquera.

La bloquera de modelo Dongyue QT6-15B cuya capacidad de producción ideal es 30000 por jornada de 08 horas de trabajo deberá ser cargada a un ritmo de 1200 kg por hora para poder alcanzar las metas diarias de producción.

- Moldeado.

La bloquera deberá ser programada y calibrada con anticipación para poder trabajar los moldes de los adoquines de transito urbano ligero, cuyas dimensiones son 20x10x6 cm, según las Normas Técnicas Peruanas.

- Control y paletizado

La bloquera tiene la característica de que puede ir apilando automáticamente los adoquines en pallets o vagonetas, acción que se dará mientras un operario revisa la conformidad de del producto, retirando alguno que presente defectos como fisuras o deficiencias de forma.

- Proceso térmico de curado (horno).

Una vez que se tiene los adoquines puestos en los pallets o vagonetas (con ayuda del montacargas), estos entrarán en un horno de capacidad de 8 vagonetas con 150 adoquines cada uno, durante una hora a una temperatura de 600°C, se debe mencionar que el horno debe estar precalentado para proceder de inmediato. Se utilizarán dos hornos con 4 vagonetas por hora.

- Almacenaje y control

Una vez salidos del horno, los adoquines serán trasladados con ayuda del montacargas en los almacenes del producto terminado, donde luego de enfriar por un aproximadamente 3 horas son sometidos a una inspección de conformidad, para comprobar si sus características físicas son las correctas.

#### **4.3.2.1. Diagrama de operaciones del proceso**

A continuación se muestra el diagrama de operaciones del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.

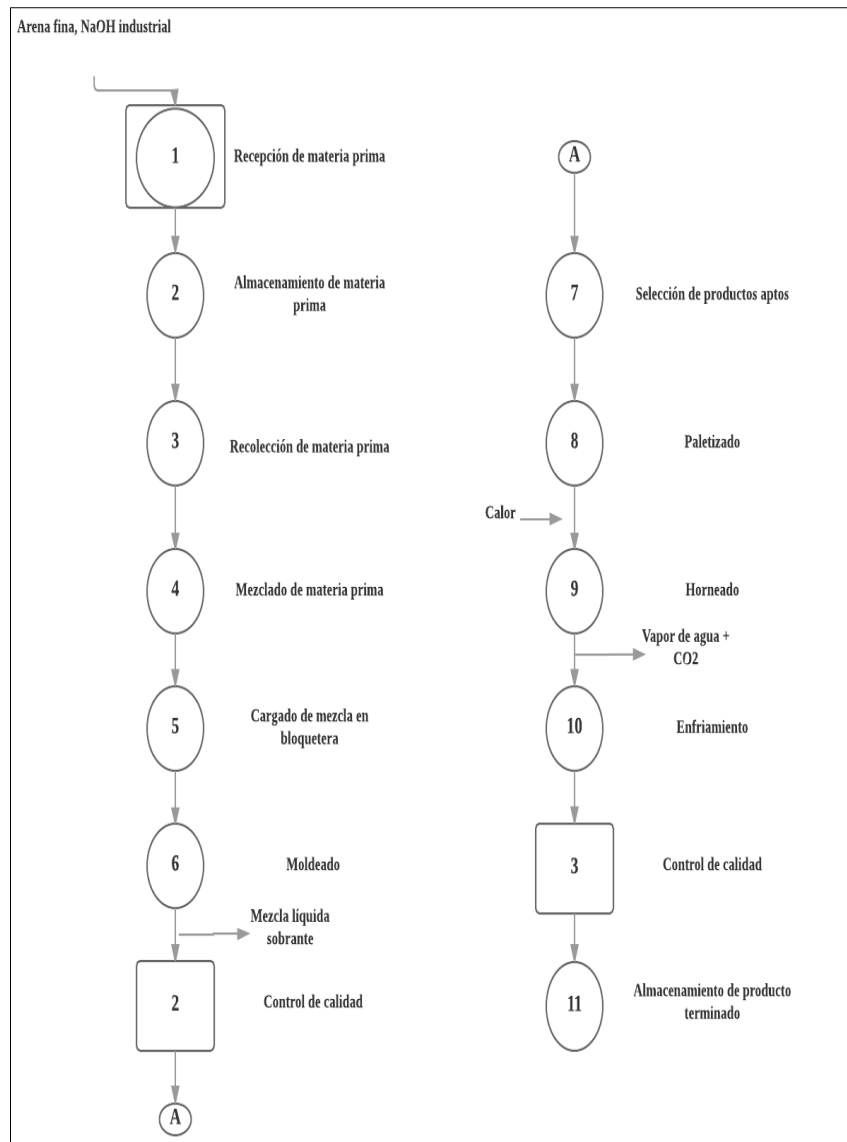


Figura 65. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.

#### 4.3.2.2. Diagrama de análisis del proceso

A continuación se muestra el diagrama de análisis del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.

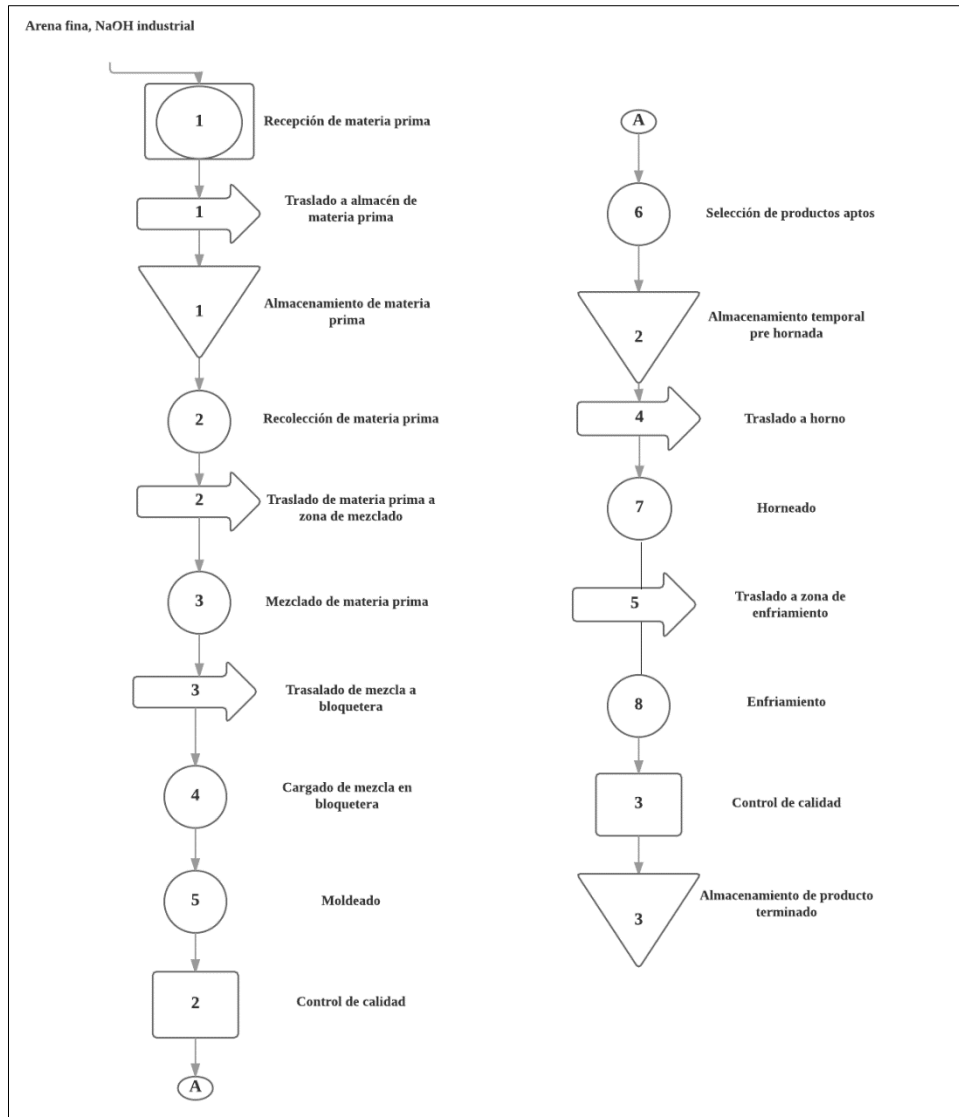
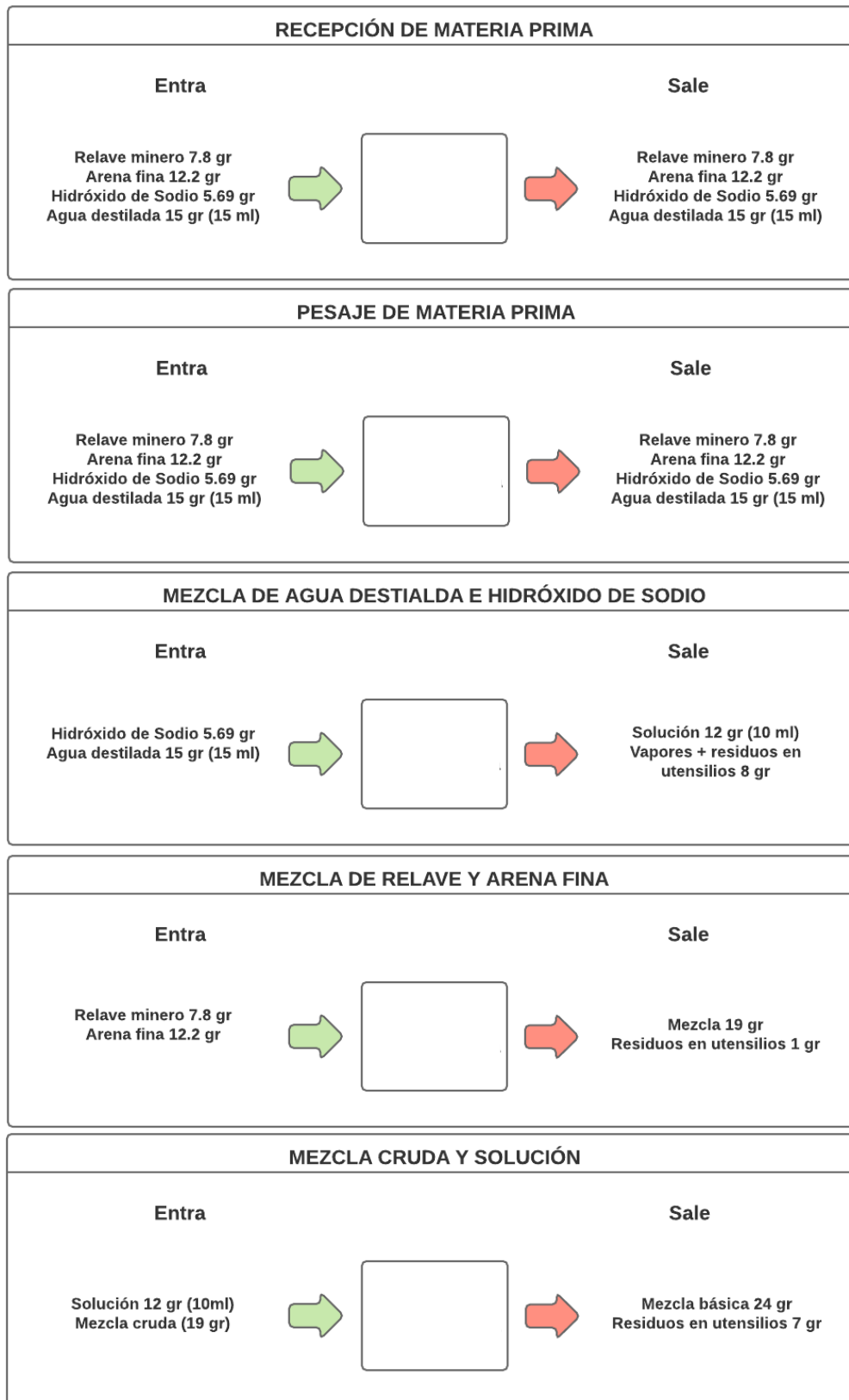


Figura 66. Diagrama de análisis del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.

#### 4.3.3. Balance de materia

Se realizó el balance de materia del proceso productivo por medio de los datos tomados durante el proceso de laboratorio (ver figura 67), donde se concluye que con una mezcla básica de 24 gr se obtiene una probeta de adoquín geopolimérico de 14.8 gr (61.6% de rendimiento). No se realizó el balance de energía ya que varios de sus parámetros no fueron recopilados en el momento de la pruebas de laboratorio y actualmente no se tiene acceso a ellos.



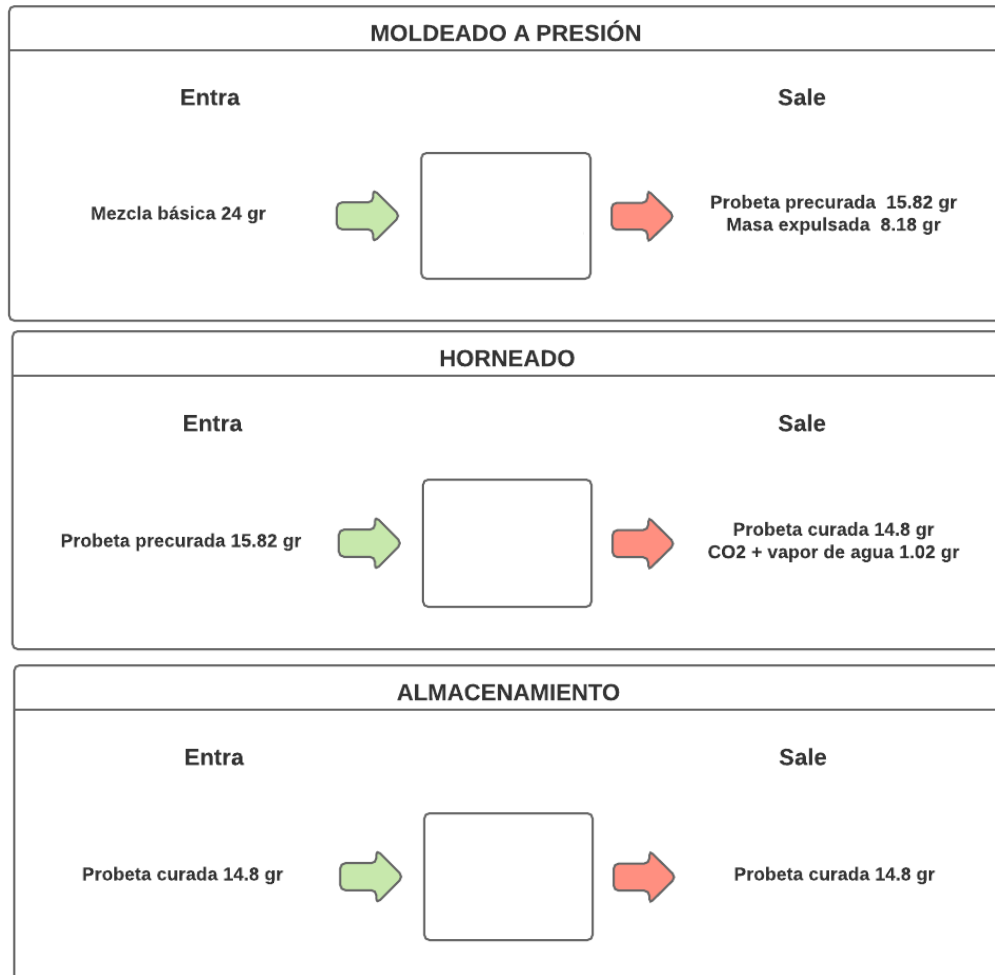


Figura 67. Balance de materia del proceso de fabricación de adoquines ecoamigables.

#### 4.3.4. Requerimientos de mano de obra y equipos

El listado de los siguientes equipos y maquinarias fue realizada en base al plan de producción proyectado durante el tiempo de funcionamiento de la planta. A continuación se detallan:

- Personal:

Se trabajará con el siguiente personal:

- Gerente general.

- Gerente de producción:
  - Gerente de administración y finanzas
  - Gerente de ventas
  - 03 asistentes de gerencia
  - 12 trabajadores.
  - Asesor legal.
- Balanzas electrónicas:

Sera necesarias (02) para mezclar las materias primas en las cantidades correctas.

Modelo:	XH-PCM210
Medidas:	0.6x0.45x1.3m
Potencia:	5 w
Capacidad:	300 kg

- Trompo mezclador:

Serán necesarios (02) para mezclar la materia prima (relaves, arena, agente activante) y posteriormente ser vertido en la bloquetera.

Modelo:	Modelo chino
Medidas:	130 x 84 x 137 cm
Potencia:	1.14 HP
Capacidad:	7 pies3 (198 L)

- Montacargas

Se utilizarán (04) para ubicar los adoquines terminados hacia el horno y el almacén de productos terminados. También serán utilizados para el acarreo a camiones para despacho.

Modelo:	Marca china
Capacidad:	Hasta 1000 kg

○ Bobcat

Se utilizará para acarrear la materia prima (relave desde el pozo de contención) y los otros insumos desde sus almacenes.

Modelo:	Bobcat 2012
Alcance de pala:	3.25 metros.

○ Maquina bloquera

Se utilizará para poder moldear la materia prima en los adoquines.

Modelo:	Dongyue QT6-15B
Medidas:	2850×2200×2850 mm
Potencia nominal:	29.1 KW
Capacidad:	30000adoquines/día (20x10x6mm)

○ Hornos

Se utilizarán (02) para curar los adoquines y adquieren la resistencia a la compresión deseada.

Modelo:	Horno túnel
Medidas:	8x2.6x2.6m

Potencia:	1.5 HP
Capacidad:	9600 adoquines/día (20x10x6mm)

- Pallets y racks:

Será necesario utilizar estos elementos para fines de almacenamiento de materias primas y de productos terminados en las respectivas zonas asignadas.

**4.3.5. Diseño y distribución de planta**

- Tabla de interrelación

Mediante esta herramienta de disposición de planta se pretende disponer las diferentes áreas de trabajo de una forma más sencilla, esta considera máquinas, personas, servicios, transportes y almacenes.

Como paso previo a las alternativas propuestas de disposición de planta se elabora la tabla de interrelaciones entre las actividades que componen el proceso productivo para el diseño de la planta, estableciendo en orden de importancia la relación entre actividades, se usan los siguientes valores de interdependencia:

Tabla 38

Leyenda para tabla interrelaciones

Código	Proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario

1 Almacén de materia prima						
2 Producción	A	E				
3 Hornos	A	I				
4 Almacén de productos terminados	A	X	I			
5 Oficinas	O	X	X			
6 Servicios higiénicos	E	O				

Figura 68. Relaciones de actividades

○ Diagrama relacional de las actividades

Basados en la información de la tabla relacional se elabora las propuestas, representadas mediante un diagrama, el cual ejemplifica la necesidad de acercamiento o distanciamiento de las actividades.

Tabla 39

Código de proximidades

Código	Proximidad	Color	Número de rectas	Pares
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas	(1,2)(2,3)(3,4)
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas	(1,3)(5,6)
I	Importante	Verde	2 rectas	(2,4)(2,5)
O	Normal	Azul	1 rectas	(1,4) (1,5)(2,6)(4,5)(4,6)
U	Sin importancia	-	Línea punteada	-
X	No deseable	Negro	1 zigzag	(3,5)(3,6)
XX	Altamente no deseable	Plomo	2 zigzag	-

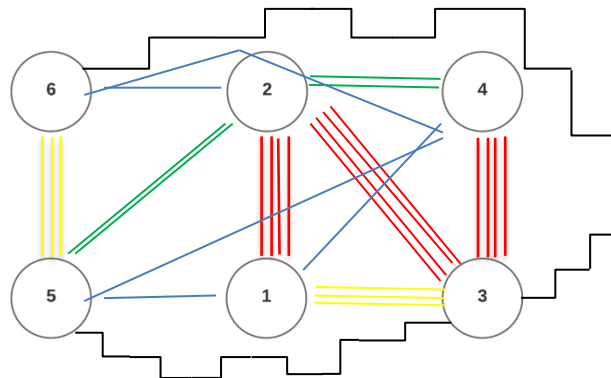
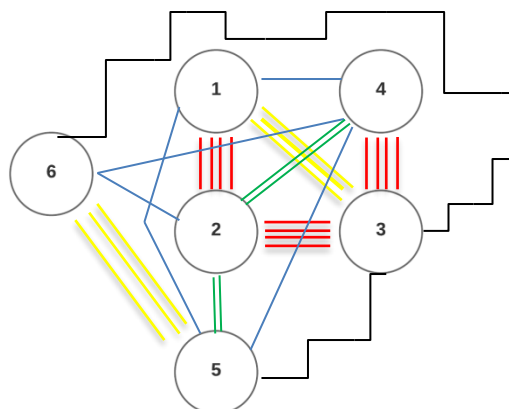


Figura 69. Alternativa 01 de diagrama relacional



*Figura 70. Alternativa 02 de diagrama relacional*

○ Cálculo del área requerida

Para poder definir cuál será el área total ( $m^2$ ) donde la planta de producción de adoquines ecoamigables tendrá lugar se utilizó el método de cálculo de áreas internas de Guerchet.

Este método se basa en el cálculo de una dimensión en base a tres tipos de superficies totales, las cuales se detalla a continuación:

- Superficie estática (SS): Esta superficie comprende a todas las instalaciones, máquinas y equipos.
- Superficie gravitacional (SG): Esta superficie está referida a la multiplicación de la superficie estática por “N”, cuya variable es representada por el número de lados por los cuales se puede operar un determinado equipo o máquina de forma correcta ( $SG=SS*N$ ).
- Superficie de evolución (SE): Esta superficie está referida a al espacio circundante que se debe dejar añadir a las maquinas o equipos para que los operarios o demás personas puedan desplazarse o realizar actividades de mantenimiento ( $SE=k*(SS+SG)$ ).

Por lo que se concluye que la Superficie Total (ST) requerida por los ítems analizados en cada caso particular está regido por la siguiente formula:  $ST= SS+SG+SE$

A continuación se hace el cálculo de la superficie proyectada para las máquinas y equipos:

Tabla 40

Área teórica para máquinas y equipos

Elementos	Cantidad	Lados	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	ST
Balanza electrónicas	2	3	0.6	0.45	0.27	1	1.3	0.162	0.324
Bobcat	1	1	3.2	1.6	5.12	5	3.25	1.536	1.536
Montacargas	1	1	3.1	1.6	4.96	5	2.7	1.488	1.488
Mezcladoras	2	2	1.3	0.84	1.09	2	1.37	0.4914	0.983
Maquina bloqueteras	1	1	2.85	2.22	6.33	6	2.85	1.8981	1.898
Hornos	2	2	8	2.6	20.8	21	2.6	6.24	18.72
									24.95m <sup>2</sup>

Nota: Se hizo uso de K: 0.15 para las máquinas y equipos, según Disposición de Planta, 2da.Edición, Díaz, B.

También será necesaria la proyección de otras áreas, las cuales se suman al área calculada anteriormente, totalizando la superficie general teórica:

Tabla 41

Área total requerida para la planta

Elementos	Cantidad	Dimensiones (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
		Largo	Ancho		
Oficinas	5	2.3	3.5	8.05	40.25
Baños oficinas	1	3.5	3	10.5	10.5
Baños producción	1	4.7	4.7	22.09	22.09
Estacionamientos	1	10	10	100	100
Almacén de materia prima	1	15	10	150	150
Almacén de productos terminados	1	25	10	250	250
Máquinas y equipos (Guerchet)	1				24.95
Total					597.79

En base al análisis de las dimensiones teóricas se plantea el siguiente plano con la distribución de planta:

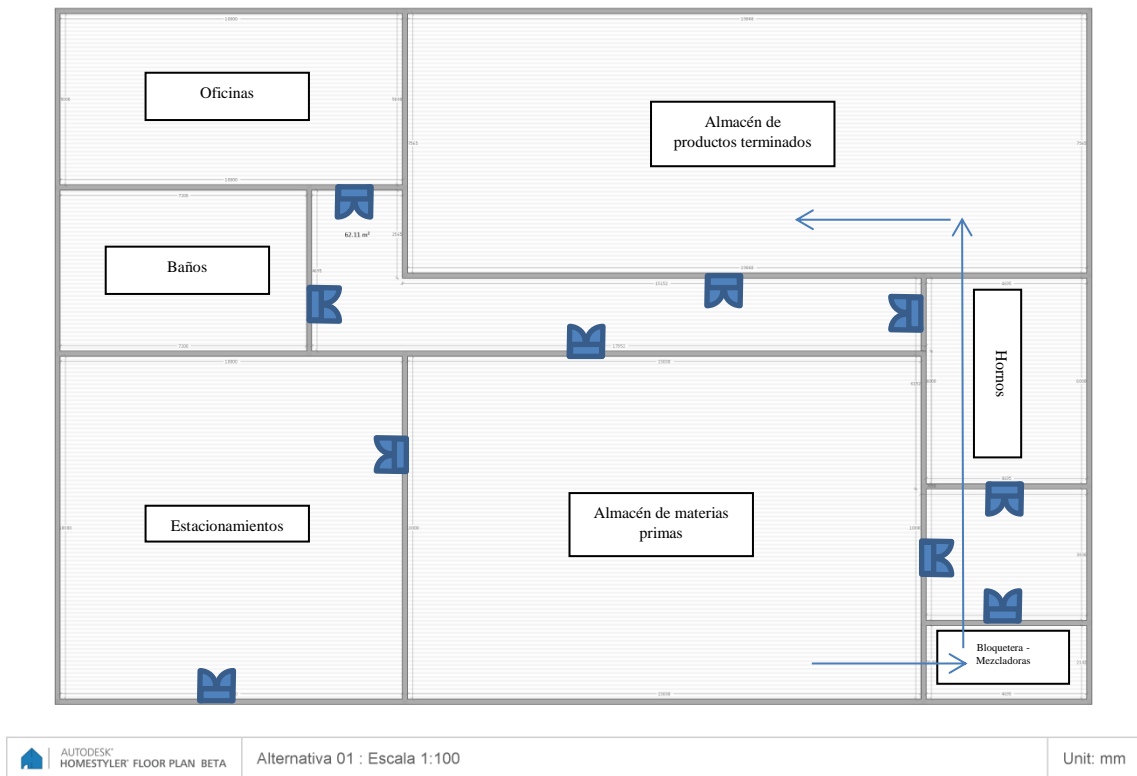


Figura 71. Distribución de planta

## **CAPITULO V: ESTUDIO ORGANIZACIONAL**

### **5.1.Nombre o razón social**

La empresa tendrá como razón social “ECOQUINES S.A.C.” y como nombre comercial “ECOQUINES”.

### **5.2.Tipo de empresa**

Se ha establecido contar con una organización de tipo lineo funcional, aprovechando las ventajas y evitando desventajas inherentes a cada una; conservándose funcional, la especialización de cada actividad en una función y de la lineal, la autoridad y responsabilidad que se trasmite a través de un solo jefe por cada función en especial.

Como ventajas tienen:

- Mayor facilidad en la toma de decisiones y ejecución de las mismas.
- No hay conflictos de autoridad, ni fugas de responsabilidad.
- Es claro y sencillo.
- Es útil en pequeñas empresas.
- La disciplina es fácil de mantener.
- Mayor especialización.
- Se obtiene la más alta eficiencia de las personas.
- La planeación del trabajo es planeada y no incidental.
- El trabajo manual se separa del trabajo intelectual.

- Disminuye la presión sobre un solo jefe por el número de especialistas con que cuentan la organización.
  
- 

### **5.2.1. Estructura Orgánica**

La empresa se formalizará como una sociedad anónima cerrada (S.A.C.), en la cual la duración de la sociedad puede ser por el plazo determinado o indeterminado. La sociedad anónima cerrada es una sociedad de personas, mínimo 2 y máximo 20 socios, con responsabilidad limitada al capital social de la empresa. El patrimonio personal de los socios no está afecto. Su capital está representado por acciones, los socios tiene derecho de adquisición preferente, salvo que los estatutos establezcan lo contrario.

Las unidades organizacionales serán:

- Junta general de accionistas.
  
- Gerencia general.
  
- Unidad de apoyo: secretaría.
  
- Unidades en línea:
  - Área de producción.
  
  - Área de administración y finanzas.
  
  - Área comercial.
  
- Unidad de asesoría: Asesoría legal.

### 5.2.2. Organigrama estructural propuesto

En la figura 72 se muestra el organigrama estructural propuesto para el proyecto:

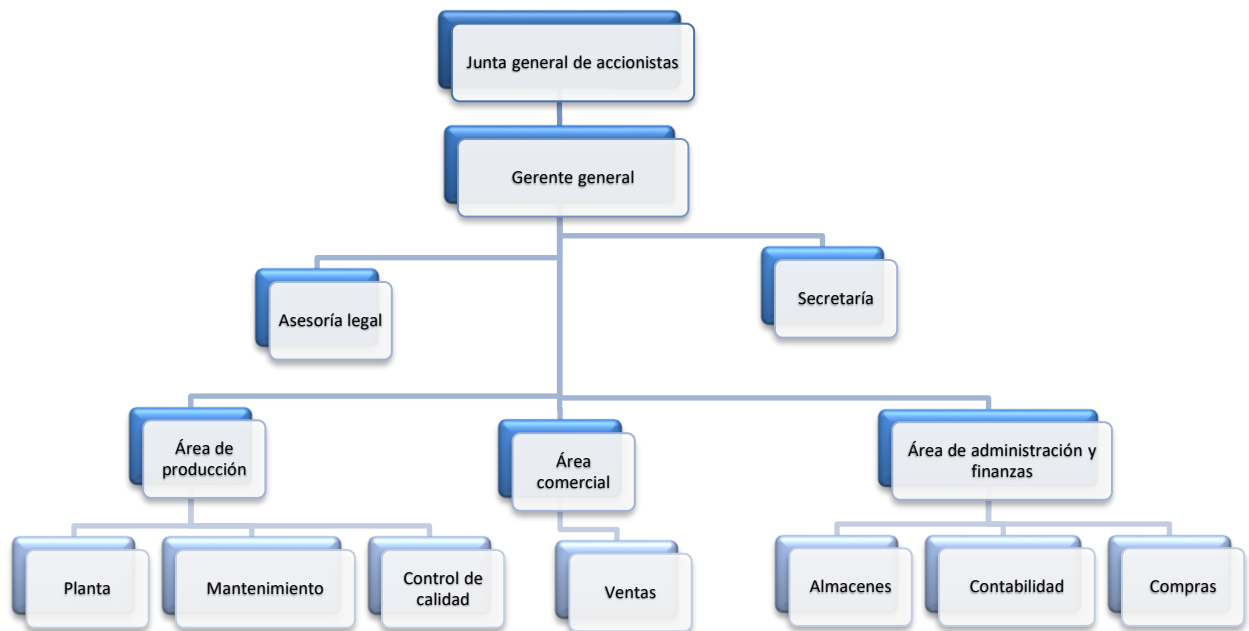


Figura 72. Organigrama propuesto

### 5.2.3. Descripción de funciones de los órganos estructurales

- Junta general de accionistas:

Representa el poder supremo de la empresa, está conformado por todos los accionistas privados. Los accionistas constituidos en Junta general debidamente convocada, decidirán los asuntos propios de la competencia de ella. La junta general puede ser ordinaria o extraordinaria.

- La gerencia general:

El gerente general responde ante la junta general, los accionistas y terceros la gestión que desempeñe.

Es el ejecutivo máximo responsable de la empresa. Responde ante la junta general de accionistas.

- Jefe del área de administración y finanzas:

Él es responsable ante la Gerencia general, encargado de la administración, recursos humanos, gestión y finanzas de la empresa.

- Jefe del área comercial:

Él es responsable ante la Gerencia General, encargado de las ventas, publicidad y marketing, posicionamiento de la marca y afianzamiento de lazos con los clientes.

- Jefe de producción:

Él es responsable ante la Gerencia general de la producción de los bienes y servicios ofertados, así como de velar por la seguridad operacional de la empresa.

#### **5.2.4. Tipo de sociedad mercantil**

Corresponde a una Sociedad Anónima Cerrada, según la ley general de sociedades N° 26887.

#### **5.2.5. Ley general de industrias**

Están comprendidas en la presente ley de actividades consideradas como industrias manufactureras en la Gran División 3 de la clasificación industrial internacional uniforme (CIIU) de todas las actividades económicas de las Naciones Unidas.

### **5.3.Base filosófica de la empresa**

#### **5.3.1. Misión y visión**

- Misión:

Somos una empresa de prestigio que brinda un alto nivel de calidad en los servicios que ofrece. Contamos con una corta pero impecable trayectoria, tecnología y personal calificado, que nos permite contribuir con el crecimiento y desarrollo de nuestros clientes.

- Visión:

Consolidarnos como una de las mejores empresas de materiales de construcción del sur del Perú.

#### **5.3.2. Objetivos estratégicos**

ECOQUINES S.A.C. siendo una empresa en pleno proceso de crecimiento y reciente creación aún no definió formalmente un plan estratégico, por lo cual utilizaremos en este apéndice los objetivos que la organización se propone lograr en el desarrollo del transcurso de sus operaciones.

Se definen los objetivos según la naturaleza de los mismos:

- Administrativos:

- Ser económicamente rentable.
- Contar con gente identificada, competente y con valores de excelencia.
- Ser líderes en el mercado local (Región Arequipa) en un período de 4 años, contribuyendo al desarrollo con calidad.

- Clientes y sociedad:
  - Satisfacción total de nuestros clientes.
  - Respetar y cuidar el medio ambiente.
  - Orientado a los procesos:
  - Cumplir con los indicadores de gestión propuestos.
  - Orientación a la calidad en todos los niveles.
  - Constante autoevaluación y acciones correctivas.
- Con los miembros de la organización:
  - Velar por la salud y seguridad ocupacional de nuestra gente.
  - Mantener una comunicación efectiva.

### **5.3.3. Principios y valores**

ECOQUINES S.A.C. basa su política organizacional en los siguientes valores

- Respeto.
- Confianza.
- Altruismo.
- Justicia.
- Amor.
- Empatía.

## CAPITULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

### 6.1.Ingresos y gastos

#### 6.1.1. Estimación y proyección de ingresos

Las cifras mostradas en este apartado se basan en las proyecciones de demanda obtenidas a partir de la investigación de mercado. A continuación se muestra la tabla de ingresos proyectados, obtenidos a partir de la multiplicación del precio de venta (S/. 1.3/adoquín) por nuestra producción:

Tabla 42

*Proyección de ingresos*

Año	Producción de adoquines	Ingreso anual (S/.)
2017	1500000	1950000
2018	1668750	2169375
2019	1856484	2413430
2020	2065339	2684941
2021	2297689	2986996
2022	2556180	3323033
2023	2843750	3696875
2024	3163672	4112773
2025	3519585	4575460
2026	3915538	5090199

#### 6.1.2. Estimación y proyección de costos

La clasificación de los costos (Ver anexo 03 para ver el desglose de cada partida presupuestaria) de fabricación de adoquines presenta la siguiente clasificación:

- Costos de fabricación: Los cuales se refieren a toda erogación referida a la producción de los adoquines
  - o Costos directos:

- Materia prima
- Insumos
- Mano de obra directa
- Costos indirectos
  - Mano de obra indirecta
  - Materiales indirectos (insumos utilizados a lo largo del proceso de producción, epps, elementos de mantenimientos y otros)
  - Gastos indirectos (depreciaciones)

Los cuales se refieren a toda erogación referida a la producción de los adoquines

- Gastos de operación
  - Gastos administrativos
  - Gastos de ventas y promociones (publicidad radial, televisiva, por redes sociales, plataforma web, diseño del manual de marca, etc.)
- Gastos financieros
  - Amortizaciones.

Tabla 43

Proyección de costos (En soles)

<b>Proyección de costos (En nuevos soles S/.)</b>											
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Costos de producción	0.00	1101011.73	1238638.20	1393467.97	1567651.47	1763607.90	1984058.89	2232066.25	2511074.53	2824958.85	3178078.70
Costos variables											
Materia prima	0.00	141487.50	159173.44	179070.12	201453.88	226635.62	254965.07	286835.70	322690.17	363026.44	408404.74
Insumos	0.00	382686.00	430521.75	484336.97	544879.09	612988.98	689612.60	775814.17	872790.94	981889.81	1104626.04
Costos fijos			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Servicios	0.00	352699.69	396787.15	446385.54	502183.74	564956.70	635576.29	715023.33	804401.25	904951.40	1018070.33
Mano de obra	0.00	224138.54	252155.86	283675.34	319134.76	359026.60	403904.93	454393.04	511192.17	575091.19	646977.59
Gastos administrativos	0.00	357289.28	401950.44	452194.25	508718.53	572308.34	643846.88	724327.74	814868.71	916727.30	1031318.21
Gastos de ventas	0.00	516000.00	580500.00	653062.50	734695.31	826532.23	929848.75	1046079.85	1176839.83	1323944.81	1489437.91
Depreciación	0.00	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07	29137.07
Compra de activos	599188.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos financieros	0.00	94634.65	94634.65	94634.65	94634.65	94634.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de egresos	599188.98	3199084.46	3583498.55	4015964.41	4502488.49	5049828.09	5570950.48	6263677.16	7042994.67	7919726.87	8906050.59

### 6.1.2.1. Costos en función al producto

Se analizará en base a costos directos (mano de obra, insumos, materia prima, etc.) y costos indirectos (costos administrativos, depreciación, etc.)

### 6.1.2.2. Costos en función a la producción

Se analizará en base a costos fijos (erogaciones de dinero independientes al volumen de producción) como: mano de obra, gastos administrativos y de ventas, gastos financieros, servicios e insumo indirectos (ver desglose presupuestario en anexo 03).

También se analizará en base a costos variables (erogaciones de dinero dependientes al volumen de producción) como materia prima (ver desglose presupuestario en anexo 03).

Se totalizarán ambas sumatorias de valores en costos fijos: (ver tabla 44)

Tabla 44

Costos totales (En soles)

	<b>Costos fijos (S/.)</b>	<b>Costos variables (S/.)</b>	<b>Costos totales (S/.)</b>
<b>2017</b>	1927448.16	141487.50	2068935.66
<b>2018</b>	1927448.16	159173.44	2086621.60
<b>2019</b>	1927448.16	179070.12	2106518.28
<b>2020</b>	1927448.16	201453.88	2128902.04
<b>2021</b>	1927448.16	226635.62	2154083.78
<b>2022</b>	1832813.51	254965.07	2087778.58
<b>2023</b>	1832813.51	286835.70	2119649.21
<b>2024</b>	1832813.51	322690.17	2155503.68
<b>2025</b>	1832813.51	363026.44	2195839.95
<b>2026</b>	1832813.51	408404.74	2241218.25

A partir de la obtención de costos totales se obtendrá los costos unitarios, valor expresado mediante la relación entre costo total y número de unidades producidas (ver tabla 45):

Tabla 45

Costos unitarios (En soles)

	Costos totales (S/.)	Demanda cubierta (S/.)	Costo unitario (S/.)
<b>2017</b>	2068935.66	1500000.00	1.38
<b>2018</b>	2086621.60	1668750.00	1.25
<b>2019</b>	2106518.28	1856484.38	1.13
<b>2020</b>	2128902.04	2065338.87	1.03
<b>2021</b>	2154083.78	2297689.49	0.94
<b>2022</b>	2087778.58	2556179.56	0.82
<b>2023</b>	2119649.21	2843749.76	0.75
<b>2024</b>	2155503.68	3163671.61	0.68
<b>2025</b>	2195839.95	3519584.66	0.62
<b>2026</b>	2241218.25	3915537.94	0.57

### 6.1.2.3.Punto de equilibrio

Cifra que representa un valor monetario o cantidad de productos vendidos por los cuales la empresa logra cubrir los costos totales por las ventas generadas.

- El punto de equilibrio en unidades físicas está representando por la relación entre costos fijos y el margen de contribución unitario (precio de venta menos costo variable unitario):
- El punto de equilibrio en un valor monetario está expresado por la multiplicación del valor del punto de equilibrio en unidades físicas por el precio de venta:

Tabla 46

Punto de equilibrio físico y monetario (En soles)

	<b>Precio de venta unitario (S/.)</b>	<b>Costos fijos (S/.)</b>	<b>Costo Variable unitario (S/.)</b>	<b>Punto de equilibrio (unidades)</b>	<b>Punto de equilibrio (monetario) (S/.)</b>
<b>2017</b>	1.30	1927448.16	0.09	1598646.54	3046082.80
<b>2018</b>	1.30	1927448.16	0.10	1600053.04	3046082.80
<b>2019</b>	1.30	1927448.16	0.10	1601477.87	3046082.80
<b>2020</b>	1.30	1927448.16	0.10	1602921.28	3046082.80
<b>2021</b>	1.30	1927448.16	0.10	1604383.57	3046082.80
<b>2022</b>	1.30	1832813.51	0.10	1527019.57	2810378.39
<b>2023</b>	1.30	1832813.51	0.10	1528446.74	2810378.39
<b>2024</b>	1.30	1832813.51	0.10	1529892.66	2810378.39
<b>2025</b>	1.30	1832813.51	0.10	1531357.62	2810378.39
<b>2026</b>	1.30	1832813.51	0.10	1532841.89	2810378.39

## 6.2. Inversión

### 6.2.1. Modalidades de inversión

#### 6.2.1.1. Inversión fija

La inversión fija se refiere a erogaciones de dinero con propósitos de equipos, máquinas, infraestructura, terrenos, mobiliarios y enseres (ver tabla 47). Como se mencionó anteriormente el terreno de asentamiento de la planta de producción no tendrá ningún costo, ya que se utilizará el terreno disponible de la empresa CEPROMET, la cual presenta tiene en vigencia un acuerdo de trabajo con la UCSP.

Tabla 47

Inversión fija total (En soles)

Elemento	Monto total (S/.)
Infraestructura	160646.97
Máquinas y equipos	203980.00
Enseres de oficina	23400.00
<b>Total</b>	<b>388026.97</b>

### 6.2.1.2. Inversión intangible

La inversión intangible (ver tabla 48) o diferida se refiere a erogaciones de dinero por conceptos de servicios o derechos adquiridos durante la ejecución del proyecto:

Tabla 48

Inversión intangible total (En soles)

Elemento	Monto total (S/.)
Constitución de empresa	500
Licencia de funcionamiento (Varias)	1276
Legalizaciones (planillas, libros contables)	320
Registro de marca	540
Instalación de equipos e infraestructura (puesta en marcha)	3660
Gastos de organización y capacitación	4862
Imprevistos	13203
<b>Total</b>	<b>24361</b>

### 6.2.1.3. Capital de trabajo

Para el cálculo del capital de trabajo necesario para la puesta en marcha de la planta de producción de adoquines ecoamigables se utilizó el método de déficit acumulado máximo, el cual calcula mediante la diferencia entre ingresos y egresos mensuales el déficit del proyecto, valor que se irá acumulando (ver tabla 49):

Tabla 49

Capital de trabajo (En soles)

<b>Capital de trabajo (En nuevos soles S/.)</b>												
	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>Mes 6</b>	<b>Mes 7</b>	<b>Mes 8</b>	<b>Mes 9</b>	<b>Mes 10</b>	<b>Mes 11</b>	<b>Mes 12</b>
<b>Ingresos</b>												
Ingresos por ventas		162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00
<b>Total de ingresos</b>		162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00	162500.00
<b>Egresos</b>												
<b>Gastos productivos</b>												
Materia prima	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63	11790.63
Insumos indirectos	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50	31890.50
Servicios	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64	29391.64
Mano de obra	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21	18678.21
<b>Gastos administrativos</b>												
Gastos administrativos	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11	29774.11
Gastos de ventas	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00	43000.00
Depreciación												
<b>Total de egresos</b>	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08	164525.08
<b>Déficit</b>	-164525.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08	-2025.08
<b>Déficit acumulado</b>	-164525.08	-166550.17	-168575.25	-170600.34	-172625.42	-174650.50	-176675.59	-178700.67	-180725.76	-182750.84	-184775.93	-186801.01

### 6.2.2. Estructura de la inversión

Para la puesta en marcha de la planta productora de los adoquines ecoamigables se requerirá la siguiente inversión (ver tabla 50):

Tabla 50

Estructura de la inversión (En soles)

Concepto	Monto (S/.)
Inversión fija	388026.97
Inversión intangible	24361
Capital de trabajo	186801.01
<b>Inversión total</b>	<b>599188.98</b>

## 6.3. Financiamiento

### 6.3.1. Fuentes de financiamiento

#### 6.3.1.1. Aporte propio

La puesta en marcha de la planta productora de adoquines eco amigables requerirá un inversión de S/.599,188.98, monto que será solventado por los socios en un 40% (S/.S/.239,675.59).

#### 6.3.1.2. Préstamos

El 60% (S/.359,513.39) de la inversión total será adjudicado por parte de un préstamo de una entidad financiera. Tras una búsqueda en el mercado crediticio actual, se seleccionó a la Caja Arequipa, ya que cuenta con un apartado de inversiones en negocios que cubre tasas efectivas anuales entre 10%-14%, en nuestro caso 12%.

Tabla 51

Estructura de capital (En soles)

<b>Banco (60%)</b>	S/.359,513.39
<b>Accionistas (40%)</b>	S/.239,675.59
<b>Total</b>	S/.599,188.98

#### 6.4.Estructura de financiamiento

Como se mencionó en el apéndice anterior, se eligió un tasa efectiva anual de 12%, con un periodo de pago de 5 años (60 cuotas mensuales) para un monto de S/.467,576.40

Tabla 52

Estructura de financiamiento (En soles)

Monto total a pagar	S/.473,173.26
Monto prestado	S/.359,513.39
Tasa efectiva anual	12%
Tasa efectiva mensual	0.95%
Periodos mensuales de pago	60
Cuota por año	S/.94,634.65

## 6.5. Plan de financiamiento

A continuación se detalla el plan de pago del préstamo (ver tabla 53):

Tabla 53

Estructura de financiamiento (En soles)

Periodos	Interés	Amortización	Cuota	Final
0				359513.39
1	3411.42	4474.80	7886.22	355038.59
2	3368.96	4517.26	7886.22	350521.33
3	3326.10	4560.12	7886.22	345961.20
4	3282.83	4603.40	7886.22	341357.81
5	3239.14	4647.08	7886.22	336710.73
6	3195.05	4691.17	7886.22	332019.56
7	3150.53	4735.69	7886.22	327283.87
8	3105.60	4780.62	7886.22	322503.25
9	3060.23	4825.99	7886.22	317677.26
10	3014.44	4871.78	7886.22	312805.48
11	2968.21	4918.01	7886.22	307887.47
12	2921.54	4964.68	7886.22	302922.79
13	2874.43	5011.79	7886.22	297911.00
14	2826.88	5059.34	7886.22	292851.66
15	2778.87	5107.35	7886.22	287744.31
16	2730.41	5155.82	7886.22	282588.49
17	2681.48	5204.74	7886.22	277383.75
18	2632.09	5254.13	7886.22	272129.63
19	2582.24	5303.98	7886.22	266825.64
20	2531.91	5354.31	7886.22	261471.33
21	2481.10	5405.12	7886.22	256066.21
22	2429.81	5456.41	7886.22	250609.80
23	2378.04	5508.18	7886.22	245101.62
24	2325.77	5560.45	7886.22	239541.17
25	2273.01	5613.21	7886.22	233927.95
26	2219.74	5666.48	7886.22	228261.47
27	2165.97	5720.25	7886.22	222541.22
28	2111.69	5774.53	7886.22	216766.70
29	2056.90	5829.32	7886.22	210937.38
30	2001.58	5884.64	7886.22	205052.74
31	1945.75	5940.48	7886.22	199112.26
32	1889.38	5996.84	7886.22	193115.42

33	1832.47	6053.75	7886.22	187061.67
34	1775.03	6111.19	7886.22	180950.48
35	1717.04	6169.18	7886.22	174781.30
36	1658.50	6227.72	7886.22	168553.57
37	1599.40	6286.82	7886.22	162266.76
38	1539.75	6346.47	7886.22	155920.29
39	1479.53	6406.69	7886.22	149513.59
40	1418.73	6467.49	7886.22	143046.11
41	1357.36	6528.86	7886.22	136517.25
42	1295.41	6590.81	7886.22	129926.44
43	1232.87	6653.35	7886.22	123273.09
44	1169.74	6716.48	7886.22	116556.61
45	1106.01	6780.22	7886.22	109776.39
46	1041.67	6844.55	7886.22	102931.84
47	976.72	6909.50	7886.22	96022.34
48	911.16	6975.07	7886.22	89047.27
49	844.97	7041.25	7886.22	82006.02
50	778.16	7108.07	7886.22	74897.96
51	710.71	7175.51	7886.22	67722.44
52	642.62	7243.60	7886.22	60478.84
53	573.88	7312.34	7886.22	53166.50
54	504.50	7381.72	7886.22	45784.78
55	434.45	7451.77	7886.22	38333.01
56	363.74	7522.48	7886.22	30810.53
57	292.36	7593.86	7886.22	23216.67
58	220.30	7665.92	7886.22	15550.75
59	147.56	7738.66	7886.22	7812.09
60	74.13	7812.09	7886.22	0.00

### 6.6.Costo de oportunidad de capital

Se sabe que el costo de oportunidad de capital (COK) es la rentabilidad mínima que esperan tener como retorno de su inversión los accionistas, en nuestro caso para ser hallada se usa el modelo de precios activos de capital (MPAC), el cual postula que a mayor riesgo mayor es la rentabilidad (ver ecuación 5).

$$COK = Rf + \beta(Rm - Rf) + Rp$$

*Ecuación 5. Costo de oportunidad de capital*

Dónde:

- Tasa libre de riesgo ( $Rf$ ): Se entiende como la tasa de una inversión segura, se hizo uso de información del BCRP, sobre los bonos del tesoro público de Estados Unidos (BCRP, s.f.).
- Beta de la industria ( $\beta$ ): Se entiende como la razón entre el total de acciones de una industria con el total de acciones que se negocian en la bolsa. Se utilizó los betas apalancados calculados por Damodaran (Damodaran, 2016).
- Rendimiento de mercado ( $Rm$ ): Se entiende como el riesgo de realizar una inversión en el Perú, información obtenida a partir de Damodaran.
- Riesgo país ( $Rp$ ): Información obtenida a partir de las estadísticas el EMBI (AMBITO 2014).

*Tabla*

*54 Costo oportunidad de capital*

Tasa libre de riesgo ( $Rf$ )	Beta	Tasa de riesgo país ( $Rp$ )	Rendimiento de mercado ( $Rm$ )	COK
3.46%	1.01	1.49%	11.40%	12.97%

### 6.7. Costo ponderado de capital

El costo ponderado de capital (WACC) es resultado de la interacción de valores como el monto a ser financiado, la tasa de interés crediticio y el costo de oportunidad de capital.

$$WACC = COK * \left(\frac{CAA}{CAA+D}\right) + Kd (1 - T) \left(\frac{D}{CAA+D}\right)$$

## Ecuación 6. Costo ponderado de capital

Dónde:

- *COK*: Tasa de oportunidad de accionistas.
- *Kd*: Costo de la deuda.
- *CAA*: Capital aportado por los accionistas.
- *T*: Tasa de impuesto a la ganancia.
- *D*: Deuda financiera.

Tabla

55 Costo ponderado de capital

Costo de deuda (Kd)	Capital aportado de accionistas(CAA)	Tasa de impuesto a la ganancia (T)	Deuda financiera (D)	WACC
12%	S/.239,675.59	30%	S/.359,513.39	10%

## 6.8.Estados financieros

A continuación se muestra los estadios financieros del proyecto, los cuales representan información financiera de la empresa por un determinado periodo de tiempo, el cual es un resumen de sus actividades y sirve como información para la toma de decisiones.

- Balance general: Estado financiero que muestra las fuentes de financiamiento y situación financiera de la empresa (ver tabla 56) en un determinado periodo de tiempo (el año fiscal y fecha 31 de diciembre).

- Estado de flujos de efectivo: Estado financiero que muestra el flujo de dinero generado y el que se erogó durante un periodo de tiempo determinado (ver tabla 59).
- Estado de resultados: Estado financiero que muestra dentro de un determinado periodo de tiempo los resultados de las operaciones de las empresas, desempeño y créditos (ver tabla 57).

Tabla 56

Balance general (En soles)

<b>BALANCE GENERAL (En nuevos soles S/.)</b>											
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>Activo</b>											
<b>Activo corriente</b>											
Caja y bancos		963599.6	1072004.5	1192605.1	1326773.1	1476035.1	1642089.1	1826824.1	2032341.8	2260980.2	2515340.5
<b>Total de activo corriente</b>		963599.6	1072004.5	1192605.1	1326773.1	1476035.1	1642089.1	1826824.1	2032341.8	2260980.2	2515340.5
<b>Activo no corriente</b>											
Inversión fija tangible	388027.0										
Depreciación acumulada		29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1
Activo fijo intangible	24361.0										
Amortización acumulada		94634.7	94634.7	94634.7	94634.7	94634.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total activo no corriente</b>	412388.0	123771.7	123771.7	123771.7	123771.7	123771.7	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1	29137.1
<b>Total activo</b>	412388.0	1087371.3	1195776.3	1316376.8	1450544.8	1599806.8	1671226.1	1855961.1	2061478.8	2290117.3	2544477.6
<b>Pasivo</b>											
<b>Pasivo corriente</b>											
Tributos por pagar		63116.3	67618.5	71943.1	75984.6	79614.9	108230.9	110544.5	111885.6	111990.7	110547.4
Participaciones		23376.4	25043.9	26645.6	28142.4	29487.0	40085.5	40942.4	41439.1	41478.1	40943.5
<b>Total pasivo corriente</b>		86492.7	92662.4	98588.7	104127.0	109101.9	148316.4	151486.9	153324.8	153468.8	151490.9
<b>Pasivo no corriente</b>											
Préstamo	359513.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total pasivo no corriente</b>	359513.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total pasivo</b>	359513.4	86492.7	92662.4	98588.7	104127.0	109101.9	148316.4	151486.9	153324.8	153468.8	151490.9
<b>Patrimonio neto</b>											

Capital social	-186801.0										
Reservas legales		14727.1	15777.6	16786.7	17729.7	18576.8	25253.9	25793.7	26106.6	26131.2	25794.4
Utilidades retenidas		132544.2	141998.8	151080.5	159567.6	167191.2	227284.9	232143.5	234959.8	235180.5	232149.5
<b>Total patrimonio neto</b>		147271.3	157776.5	167867.2	177297.3	185768.1	252538.8	257937.2	261066.5	261311.7	257943.9
<b>Total pasivo y patrimonio</b>	359513.4	233764.0	250438.9	266455.9	281424.3	294869.9	400855.2	409424.2	414391.3	414780.5	409434.8

Tabla 57

Estado de resultados (En soles)

<b>Estado de resultados (En nuevos soles S/.)</b>										
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>Ingresos Estimados</b>	1950000.0	2169375.0	2413429.7	2684940.5	2986996.3	3323033.4	3696874.7	4112773.1	4575460.1	5090199.3
(-)Materia Prima	141487.5	159173.4	179070.1	201453.9	226635.6	254965.1	286835.7	322690.2	363026.4	408404.7
(-)Mano de Obra	224138.5	252155.9	283675.3	319134.8	359026.6	403904.9	454393.0	511192.2	575091.2	646977.6
(-)Gastos Indirectos de fabricación	382686.0	430521.8	484337.0	544879.1	612989.0	689612.6	775814.2	872790.9	981889.8	1104626.0
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>1201688.0</b>	<b>1327524.0</b>	<b>1466347.3</b>	<b>1619472.8</b>	<b>1788345.1</b>	<b>1974550.8</b>	<b>2179831.8</b>	<b>2406099.8</b>	<b>2655452.6</b>	<b>2930190.9</b>
(-)Gastos de ventas y distribución	516000.0	580500.0	653062.5	734695.3	826532.2	929848.8	1046079.8	1176839.8	1323944.8	1489437.9
(-)Gastos de administración	357289.3	401950.4	452194.2	508718.5	572308.3	643846.9	724327.7	814868.7	916727.3	1031318.2
(-)Gastos financieros	94634.7	94634.7	94634.7	94634.7	94634.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Utilidad antes de participación e impuestos</b>	<b>233764.0</b>	<b>250438.9</b>	<b>266455.9</b>	<b>281424.3</b>	<b>294869.9</b>	<b>400855.2</b>	<b>409424.2</b>	<b>414391.3</b>	<b>414780.5</b>	<b>409434.8</b>
(-)Participaciones (10%)	23376.4	25043.9	26645.6	28142.4	29487.0	40085.5	40942.4	41439.1	41478.1	40943.5
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>210387.6</b>	<b>225395.0</b>	<b>239810.3</b>	<b>253281.9</b>	<b>265382.9</b>	<b>360769.7</b>	<b>368481.8</b>	<b>372952.1</b>	<b>373302.5</b>	<b>368491.3</b>
(-) Impuesto a la renta 30%	63116.3	67618.5	71943.1	75984.6	79614.9	108230.9	110544.5	111885.6	111990.7	110547.4
<b>Utilidad neta antes de la reserva legal 10%</b>	<b>147271.3</b>	<b>157776.5</b>	<b>167867.2</b>	<b>177297.3</b>	<b>185768.1</b>	<b>252538.8</b>	<b>257937.2</b>	<b>261066.5</b>	<b>261311.7</b>	<b>257943.9</b>
(-) Reserva legal 10%	14727.1	15777.6	16786.7	17729.7	18576.8	25253.9	25793.7	26106.6	26131.2	25794.4
<b>Resultado del periodo</b>	<b>132544.2</b>	<b>141998.8</b>	<b>151080.5</b>	<b>159567.6</b>	<b>167191.2</b>	<b>227284.9</b>	<b>232143.5</b>	<b>234959.8</b>	<b>235180.5</b>	<b>232149.5</b>

Tabla 58

Utilidades retenidas (En soles)

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>Utilidad retenida del año anterior</b>		119289.8	127799.0	135972.4	143610.8	150472.1	204556.4	208929.2	211463.9	211662.5
Utilidad disponible	132544.2	141998.8	151080.5	159567.6	167191.2	227284.9	232143.5	234959.8	235180.5	232149.5
(-) Dividendos por pagar 10%	13254.4	14199.9	15108.0	15956.8	16719.1	22728.5	23214.4	23496.0	23518.1	23215.0
<b>Utilidad retenida del año en ejercicio</b>	119289.8	127799.0	135972.4	143610.8	150472.1	204556.4	208929.2	211463.9	211662.5	208934.6



Préstamo	359513.4										
Gasto financiero		94634.7	94634.7	94634.7	94634.7	94634.7					
<b>Flujo de caja financiero</b>	-225587.0	-210011.6	-41730.0	136227.9	322955.3	517194.1	741868.9	1005204.6	1269400.4	1530957.3	1785533.5
<b>Flujo de caja financiero acumulado</b>	-225587.0	-435598.6	-477328.6	-341100.7	-18145.4	499048.7	1240917.6	2246122.3	3515522.7	5046480.0	6832013.5

## **6.9.Evaluación**

### **6.9.1. Evaluación empresarial**

La evaluación empresarial de un proyecto permite el contraste entre los beneficios económicos y las erogaciones de dinero necesarios para la puesta en marcha, de tal modo que la información recaudada puede permitirnos tomar mejores decisiones.

#### **6.9.1.1.Evaluación económica**

Su función principal es el de determinar el impacto de la inversión, considerando la inversión total.

La evaluación económica empleará los siguientes indicadores económicos: valor actual neto económico (VANE) y la tasa interna de retorno económico (TIRE).

$$VANE = Inversión\ total - Flujos\ netos\ actualizados$$

Tabla 60

Indicadores económicos (En soles)

Flujo de caja económico		vane	tire
Año 0	-599188.98	522996.47	28%
Año1	147271.34		
Año 2	157776.48		
Año 3	167867.19		
Año 4	177297.31		
Año 5	185768.05		
Año 6	252538.77		
Año 7	257937.23		
Año 8	261066.49		
Año 9	261311.72		
Año 10	257943.93		

### 6.9.1.2. Evaluación financiera

Su función principal es el de determinar el impacto de la inversión, considerando la inversión propia.

La evaluación económica empleará los siguientes indicadores económicos: valor actual neto económico (VANF) y la tasa interna de retorno económico (TIRF).

$$VANF = Inversión propia - Flujos netos actualizados$$

Tabla 61

Indicadores financieros (En soles)

Flujo de caja financiero		vanf	tirf
Año 0	-225586.96	2619533.32	52%
Año1	-210011.65		
Año 2	-41730.02		
Año 3	136227.89		
Año 4	322955.32		

Año 5	517194.11
Año 6	741868.94
Año 7	1005204.63
Año 8	1269400.39
Año 9	1530957.33
Año 10	1785533.48

Ambos indicadores son mayores a cero, por lo cual se debería aceptar el proyecto.

### **6.9.1.3. Análisis de indicadores de rentabilidad**

A continuación se enlistan los indicadores de rentabilidad que se considerarán:

- Valor actual neto (VAN): Se entiende como la ganancia neta del proyecto en base a la actualización de los flujos de caja. El VAN es aceptado si su valor es mayor a cero y rechazado si es menor a cero. En ambos casos nuestro proyecto presenta valores mayores a cero (VANE de S/. 671,595.40 y VANF de S/. 3, 172,533.48, por lo tanto debería aceptarse el proyecto.
- Tasa interna de retorno (TIR): Se entiende como la capacidad financiera del proyecto de generar una retribución económica mayor al costo de oportunidad generado en la inversión, el proyecto es aceptado si la TIR es mayor al COK. Nuestro proyecto presenta valores para el TIRE y TIRF de 38% y 52% respectivamente, por lo que debería aceptarse.
- Periodo de Recupero de la Inversión (PRI): Se entiende como el horizonte financiero en el cual los ingresos equiparen a los costos acumulados.

Mientras más corto sea este periodo será mejor. Nuestra inversión será recuperada al Año 04 en el mejor de los escenarios.

Realizada la evaluación económica y financiera obtuvimos un VANE y un VANF positivos, una TIRE y TIRF mayores al COK, por lo tanto el proyecto es rentable económica y financieramente.

#### 6.9.1.4. Análisis de sensibilidad

Método de interpretación de escenarios, que nos permite considerar condiciones de riesgo y cambio a los cuales puede ser sometida la inversión.

##### 6.9.1.4.1. Sensibilidad de precio

Se considerará un incremento de precio de 5% y 2.5%, a su vez una disminución de 5% y 2.5%.

Tabla 62

Sensibilidad de precio (En soles)

Variación	VANE	VANF	TIRE	TIRF
5.0%	S/.1,176,630.96	S/.5,906,287.80	49%	93%
2.5%	S/.849,813.72	S/.4,262,910.56	38%	74%
-2.5%	S/.196,179.22	S/.976,156.09	18%	28%
-5.0%	-S/.130,638.02	-S/.667,221.15	8%	-2%

##### 6.9.1.4.2. Sensibilidad de demanda

Se considerará un incremento de demanda de 5% y 10%, a su vez una disminución de 5% y 10%.

Tabla 63

*Sensibilidad de demanda (En soles*

Variación	VANE	VANF	TIRE	TIRF
10.0%	S/.1,014,444.30	S/.4,581,600.75	36%	66%
5.0%	S/.765,429.20	S/.3,589,436.43	32%	59%
-5.0%	S/.286,974.50	S/.1,671,378.86	23%	43%
-10.0%	57195.78	S/.744,471.54	15%	31%

## **CAPITULO VII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **7.1.Objetivos del EIA**

El objetivo del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es realizar un diagnóstico ambiental del área de influencia directa e indirecta del proyecto. Identificar, evaluar y valorar los impactos que podrían ocurrir como consecuencia de las actividades y operaciones del proyecto; y finalmente, proponer un plan de manejo para prevenir, mitigar o compensar los potenciales impactos.

### **7.2.Base legal**

Las siguientes secciones tratan sobre el marco legal e institucional aplicable al proyecto propuesto.

- Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente
- Ley N° 27446 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
- D.S.N° 016-93-EM- Reglamento sobre Protección del Medio Ambiente
- Ley n° 28245 - Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental
- Decreto Supremo N° 008 - 2005 –PCM - Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental
- Decreto Legislativo N° 1013 - Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente  
(MINAM).

### **7.3.Metodología**

En este apartado se incluye la metodología que se aplicara para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental; se hará uso de la Matriz RIAM.

La metodología de la Matriz de Evaluación Rápida de Impacto “RIAM”, permite hacer uso de datos cualitativos los cuales pueden expresarse en forma semi-cuantitativa. Esta metodología presenta diferentes ventajas, crea un registro transparente y permanente, y organiza el proceso de análisis de forma interactiva y coherente.

La metodología utiliza un enfoque de equipo multidisciplinario, ya que se analizan diferentes tipos de datos en una matriz común. Permite hacer comparaciones de los cuatro aspectos del ambiente que interaccionan y sus impactos.

Cubre 4 categorías ambientales:

- Aspectos físicos y químicos
- Aspectos biológicos y ecológicos
- Aspectos sociales y culturales
- Aspectos económicos y operacionales.

(Madsen & Pakastia, 1995).

## **7.4. Caracterización del ambiente**

### **7.4.1. Medio físico**

Comprende todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales finitos. Estos se representan con color verde.

Los aspectos físicos (ver tabla 64) que se puedan ver afectados en la realización del proyecto son los siguientes:

Tabla 64

Aspecto físico y sus componentes

ASPECTO FISICO	
COMPONENTE	
<b>GEOLOGIA</b>	El proyecto se desarrollara en sector de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa (Apipa) - Yura, el cual se encuentra en desarrollo y construcción de sus vías pavimentadas. El relieve de la zona está caracterizado por presentar cadenas de cerros, llanuras, altiplanicies, quebradas.
<b>AIRE</b>	Actualmente en la zona se encuentran diferentes tipos de negocios, como talleres mecánicos, depósitos de chatarra, depósitos de arena, y la empresa Cepromet Minera Porvenir. Por lo que se encuentran algunos residuos en el ambiente, siendo el más significativo el polvo, ya que el área aún son terrenos de tierra. Respecto a los residuos generados por la Minera, esta maneja sus propios impactos ambientales, con responsabilidad a poblaciones aledañas.
<b>SUELO</b>	Son suelos áridos (tierra asentada) los que se presentan en el área, los cuales están próximos a ser pavimentados.
<b>AGUA</b>	La zona cuenta con servicio de agua y desagüe. En cuanto a aguas superficiales, se encuentra el Rio Yura en el distrito, pero este no es cercano a la locación.

#### 7.4.2. Medio biótico

Engloba todos los aspectos biológicos del ambiente, incluyendo recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies y contaminación de la biosfera (ver tabla 65). Se representan con color rojo.

Tabla 65

Aspecto biótico y sus componentes

ASPECTO BIOTICO	
COMPONENTE	
<b>FLORA</b>	La zona donde se planea ubicar el proyecto, presenta escasa vegetación, ya que casi en su totalidad son suelos áridos.
<b>FAUNA</b>	Al igual que la vegetación, en esta área no se encuentra gran cantidad de animales, siendo en su mayoría perros de la zona.

### 7.4.3. Aspectos sociales y culturales

Abarca todos los aspectos humanos del ambiente, incluyendo tópicos sociales que afectan a los individuos y las comunidades, junto con los aspectos culturales, incluyendo la conservación del patrimonio cultural y desarrollo humano. Se representan en color gris (ver tabla 66).

Tabla 66

Aspecto Socio – cultural y sus componentes

ASPECTO SOCIO-CULTURAL	
COMPONENTE	
<b>DESARROLLO LOCAL</b>	El área se está disponiendo para ser una zona industrial, por lo que el desarrollo local se verá beneficiado.
<b>PATRIMONIO CULTURAL</b>	En el distrito de Yura se han encontrado restos arqueológicos, pero estos no se encuentran cerca al área donde se desarrollara el proyecto.
<b>PERCEPCION DE</b>	En la zona se están desarrollando diferentes tipos

<b>POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS</b>	de Industrias por lo que esta percepción podría aumentar.
---	---

#### 7.4.4. Aspectos económicos

Incluye los aspectos para identificar cualitativamente las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal y permanente, así como las complejidades del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto (ver Tabla 67). Se representan en color azul.

Tabla 67

Aspecto económico y sus componentes

ASPECTO ECONOMICO	
COMPONENTE	
EMPLEO	El empleo en la zona está siendo beneficiado por el incremento de industrias y empresas.
COMERCIO- MERCADO	El comercio está teniendo un crecimiento significativo en la zona.

### 7.5. Identificación y evaluación de impactos

#### 7.5.1. Identificación de impactos

Una vez determinados los componentes de cada aspecto medio ambiental, se identificara los impactos correspondientes (ver tabla 68).

Tabla 68

Aspecto ambiental y sus impactos

ASPECTO FISICO	
COMPONENTE	IMPACTO
<b>GEOLOGIA</b>	Movimientos o alteración de tierras para la instalación del proyecto
<b>AIRE</b>	Generación de polvos en la instalación del proyecto
	Generación de ruidos en la instalación del proyecto
	Generación de polvo en el desarrollo del proceso de fabricación
	Incremento de ruidos y vibraciones en el desarrollo del proceso de fabricación
	Generación de gases en la preparación de MP (solución alcalina)
<b>SUELO</b>	Generación de gases en el horno (altas temperaturas)
	Posibles derrames de polvos (arena, relave)
<b>SUELO</b>	Posibles derrames de solución alcalina (hidróxido de sodio)
	Uso desmedido del agua
<b>AGUA</b>	
ASPECTO BIOTICO	
COMPONENTE	IMPACTO
<b>FLORA</b>	Esterilización del terreno, por la utilización de polvos y químicos
<b>FAUNA</b>	Posible alejamiento de animales de la zona
ASPECTO SOCIO-CULTURAL	

COMPONENTE	IMPACTO
DESARROLLO LOCAL	Utilización del producto final para el desarrollo de la comunidad
PERCEPCION DE POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS	Aumento de esta percepción tras la puesta en marcha del proyecto
ASPECTO ECONOMICO	
COMPONENTE	IMPACTO
EMPLEO	Generación de puestos de trabajo
COMERCIO-MERCADO	Aumento de comercio en la zona

### 7.6.Evaluación de impactos

La Matriz Rápida de Evaluación de Impactos Ambientales (RIAM), según criterios pre-definidos, evalúa cada componente del proyecto, valora los impactos que se registran en una matriz, se calcula el valor correspondiente aplicando la fórmula RIAM y se compara los resultados con rangos de valores negativos y positivos, permitiendo así, un proceso de evaluación sistemático.

Los criterios importantes de evaluación se enmarcan dentro de dos grupos que representan las condiciones de evaluación para todas las evaluaciones de impacto ambiental:

- Grupo A: Criterio que designa la importancia de la condición del impacto (importancia, magnitud).

- Grupo B: Criterio que designa la importancia de la situación del impacto (permanencia, reversibilidad, sinergia).

Para los dos grupos A y B los criterios son (ver Tabla 69):

Tabla 69

Criterios de evaluación

CRITERIOS	DEFINICION	ESCALA
A1	<p><u>Condición de importancia</u></p> <p>Constituye una medida de la importancia de la condición del impacto, la cual es evaluada bajo límites espaciales de interés humano que el proyecto u actividad pueda influenciar.</p>	<p>4 = Importante a Nivel Nacional/Internacional</p> <p>3 = Importante a Nivel Regional/Nacional</p> <p>2 = Importante en las áreas cercanas</p> <p>1 = Importante a nivel local</p> <p>0 = Sin Importancia</p>
A2	<p><u>Magnitud de Cambio</u> <u>Alteraciones</u></p> <p>La magnitud es definida como una medición del impacto en escala de beneficio (impacto positivo) o pérdida beneficios (impactos negativos).</p>	<p>+3 = Beneficios positivos mayores</p> <p>+2 = Mejoras significativas en el estatus quo</p> <p>+1 = Mejoras en el estatus quo</p> <p>0 = Sin cambios</p> <p>-1 = Cambios negativos en el estatus quo</p> <p>-2 = Cambios negativos significantes</p> <p>-3 = Cambios negativos significativos</p>
B1	<p><u>Permanencia</u></p> <p>Esta situación define cuando un impacto es temporal o permanente y deberá ser vista sólo como una medida de la</p>	<p>1 = Sin Cambios/No aplicable</p> <p>2 = Temporal</p> <p>3 = Permanente</p>

	temporalidad de un impacto.	
B2	<p><u>Reversibilidad</u></p> <p>Esta se refiere a cuando una situación pueda ser cambiada en el tiempo y es una medida del control sobre el efecto de la condición del impacto. No se debe confundir con el significado de la permanencia.</p>	<p>1 = Sin Cambios/No aplicable</p> <p>2 = Reversible</p> <p>3 = Irreversible</p>
B3	<p><u>Efectos acumulativos y sinergia</u></p> <p>Este es una medida del efecto que tendrá un impacto o cuando habrá efectos acumulativos en el tiempo, o efectos sinérgicos bajo determinadas condiciones. El efecto acumulativo es un criterio de la sostenibilidad en el tiempo de un determinado efecto.</p>	<p>1 = Sin Cambios/No aplicable</p> <p>2 = No acumulativos/simple</p> <p>3 = Acumulativos/Sinergia</p>

*Nota: Información obtenida de la Metodología de Evaluación de Impactos RIAM*

Para interpretar los resultados de la aplicación de los criterios de evaluación de impacto se emplea los rangos mostrados en la tabla 70

Tabla 70

Rangos de evaluación

Puntaje Final de Evaluación RIAM (ES)	Rango Alfabético (RS)	Rango Numérico (RS)	Descripción
108 a 72	E	5	Mayor cambio, impacto positivo
71 a 36	D	4	Cambio, impacto positivo significativo
35 a 9	C	3	Cambio, impacto positivo moderado
10 a 18	B	2	Cambio, impacto positivo leve
1 a 9	A	1	Cambio, impacto positivo no significativo
0	N	0	No se produce cambios, no aplicable
-1 a -9	-A	-1	Cambio, impacto negativo no significativo
-10 a -18	-B	-2	Cambio, impacto negativo leve
-19 a -35	-C	-3	Cambio, impacto negativo moderado
-36 a -71	-D	-4	Cambio, impacto negativo significativo
-72 a -108	-E	-5	Mayor cambio, impacto negativo

*Nota: Información obtenida de la Metodología de Evaluación de Impactos RIAM*

El método RIAM genera para el proyecto una matriz que muestra la interacción entre cada uno de los criterios usados y componentes definidos y los criterios individuales que se establecen dentro de cada celda. El puntaje final de evaluación se obtiene mediante el proceso siguiente:

- $(A1) \times (A2) = AT$
- $(B1) + (B2) + (B3) = BT$
- $(AT) \times (BT) = ES$

(Madsen & Pakastia, 1995).

### 7.7. Matriz de evaluación de impacto rápida (RIAM)

En la tabla 78 se muestra el desarrollo de la Matriz RIAM y en la tabla 71 se presenta el resumen de los resultados de la valoración aplicada a cada aspecto y componente del medio ambiente.

Tabla 71


Resultados de Matriz RIAM

RESULTADOS DE MATRIZ RIAM												
RANGO (ES)	108 a 72	71 a 36	35 a 9	10 a 18	1 a 9	0	-1 a - 9	-10 a - 18	-19 a - 35	-36 a - 71	-72 a - 108	TOTAL
RANGO ALFABETICO (RS)	E	D	C	B	A	N	-A	-B	-C	-D	-E	
FISICO							2	8				10
BIOTICO								2				2
SOCIAL-CULTURAL		1					1					2
ECONOMICO		2										2
<b>TOTAL</b>	0	3	0	0	0	0	3	10	0	0	0	16

De la Tabla 71 se puede apreciar que la mayoría de los impactos son en el aspecto Físico de tipo “Cambio, impacto negativo leve”, donde las medidas de control y mitigación se mostrarán más adelante.

Tabla 72

Desarrollo de Matriz RIAM

		MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO RAPIDA ( RIAM)											
PROCESO Y/O INSTALACION:		PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ADOQUINES ECO AMIGABLES HECHOS A PARTIR DE RESIDUOS MINEROS											
ASPECTO	COMPONENTES	IMPACTOS	Ii	IMPORTANCIA (A1)	MAGNITUD (A2)	PERMANENCIA (B1)	REVERSIBILIDAD (B2)	ACUMULATIVIDAD (B3)	PUNTAJE AMBIENTAL				RESULTADOS EVALUACION
									AT	BT	ES	RS	
FISICO	GEOLOGIA	Movimientos o alteración de tierras para la instalación del proyecto	I1	1	-1	3	3	2	-1	8	-8	-A	Cambio, impacto negativo no significativo
	AIRE	Generación de polvos en la instalación del proyecto	I2	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
		Generación de ruidos en la instalación del proyecto	I3	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
		Generación de polvos (arena, relave) en el desarrollo del proceso de fabricación	I4	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
		Incremento de ruidos y vibraciones en el desarrollo del proceso de fabricación	I5	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve

		Generación de gases en la preparación de MP (solución alcalina)	I6	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
		Generación de gases en el horno (altas temperaturas)	I7	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
	SUELO	Posibles derrames de polvos (arena, relave)	I8	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
		Posibles derrames de solución alcalina (hidróxido de sodio)	I9	1	-2	2	2	2	-2	6	-12	-B	Cambio, impacto negativo leve
	AGUA	Uso desmedido del agua	I10	1	-1	2	3	3	-1	8	-8	-A	Cambio, impacto negativo no significativo
BIOTICO	FLORA	Esterilización del terreno, por la utilización de polvos y químicos	I11	1	-2	3	3	3	-2	9	-18	-B	Cambio, impacto negativo leve
	FAUNA	Posible alejamiento de animales de la zona	I12	1	-2	3	2	3	-2	8	-16	-B	Cambio, impacto negativo leve
SOCIAL-CULTURAL	DESARROLLO LOCAL	Utilización del producto final para el desarrollo de la comunidad	I13	2	3	2	3	2	6	7	42	D	Cambio, impacto positivo significativo
	PERCEPCION DE POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS	Aumento de esta percepción tras la puesta en marcha del proyecto	I14	1	-1	2	2	3	-1	7	-7	-A	Cambio, impacto negativo no significativo
ECONOMIC O	EMPLEO	Generación de puestos de trabajo	I15	3	3	2	2	3	9	7	63	D	Cambio, impacto positivo significativo
	COMERCIO-MERCADO	Aumento de comercio en la zona	I16	2	3	2	2	3	6	7	42	D	Cambio, impacto positivo significativo

## **7.8. Plan de manejo ambiental**

En el presente punto se presenta el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual describe las acciones e iniciativas que se propone aplicar en el campo ambiental para que las actividades del proyecto se lleven a cabo de manera responsable y sostenible, a fin de prevenir, controlar y reducir sus impactos negativos.

### **7.8.1. Medidas de mitigación**

#### **7.8.1.1. Mitigación de impactos - aspecto físico**

- Geología

Estas medidas, tanto para la etapa de construcción como de operación, se mencionan a continuación:

Las obras a realizar para la preparación del terreno de las diferentes instalaciones que involucran las etapas de construcción y operación del proyecto, serán planificadas y coordinadas con el personal de campo a fin de reducir las áreas a intervenir.

Las áreas perturbadas temporalmente durante la etapa de construcción que no involucren futuras instalaciones serán niveladas.

- Aire

Se controlarán las emisiones de material particulado (arena y relaves) tanto en la instalación, como en la operación del proyecto.

Se controlarán las emisiones de gases tanto en la preparación de materiales, como en las operaciones (descomposición térmica y curado) parte del proceso.

Control de vibraciones y ruidos, en la instalación y operación del proyecto.

Se realizará un mantenimiento periódico del equipo pesado y vehículos en general empleados en las actividades de construcción y operación, con la finalidad de reducir los niveles de ruido y de emisión de gases.

- Suelo

Planificación de los trabajos a realizar para evitar la afectación innecesaria de suelos, fuera del diseño original planteado.

Diseño de contenedores y estructuras adecuadas para el movimiento, traslado y manipulación de polvos y soluciones que puedan contaminar el suelo.

- Agua

Hacer seguimiento al uso del agua, para que sea racional de acuerdo a las operaciones.

#### **7.8.1.2.Mitigación de impactos - aspecto biótico**

- Flora y fauna

Las obras proyectadas serán planificadas de tal manera que el área que va a ser intervenida se limite estrictamente a los requerimientos de construcción

Implementación de un plan de reforestación y plantaciones, en la zona y los alrededores.

Se controlara la presencia de algún animal cercano a la zona.

#### **7.8.1.3.Mitigación de impactos - socio cultural**

- Percepción de potenciales impactos negativos

Implementar todas las medidas de control para mitigar cualquier tipo de impacto negativo y no se generen percepciones que puedan alterar el funcionamiento e instalación del proyecto.

### **7.8.2. Programa de monitoreo**

El Programa de Monitoreo Ambiental establece los parámetros para el seguimiento de la calidad de los diferentes componentes ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del Proyecto, así como los sistemas de control y medida establecidos en su Plan de Manejo Ambiental.

- Aire

Los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación del aire sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible.

Se propone que los parámetros a monitorear son los establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, que han sido publicados en los Decretos Supremos N° 074-2001- PCM y N° 003-2008-MINAM, bajo los cuales se desarrollara la instalación y operaciones del proyecto.

- Suelo

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia.

Se considerara efectuar monitoreo de suelos, para aquellas áreas relacionadas al almacenamiento de insumos, así como en las áreas donde se hubieran producido derrames.

- Agua

Aunque no se presentan aguas superficiales cerca de la zona en la que se desarrollara el proyecto, cabe mencionar que en caso de lluvias se pueden generar charcos o hasta pequeñas lagunas por lo que se considerara los ECA para el agua.

El monitoreo de la calidad de agua permite determinar procedimientos y criterios técnicos, para establecer parámetros de evaluación y asegurar la calidad en los cuerpos de agua superficiales.. Las actividades relacionadas con dicho recursos deben cumplir de manera obligatoria la resolución N° 182 -2011-ANA (Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial). Los estándares de calidad de agua están referidos a lo especificado por la normatividad peruana en los Estándares Nacionales de Calidad para Agua (ECA – AGUA) (D.S. 002-2008 MINAM).

- Flora

La vegetación es la mejor representación de un ecosistema, pues su estructura y complejidad está supeditada a las características de suelo, altitud y clima existente en la zona del proyecto. La composición y estructura de la vegetación señala la calidad del ecosistema.

En el caso de presencia de diferentes especies en el área del proyecto, se monitorearan a partir de la Guía de inventario de la flora y vegetación / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

- Fauna

La presencia de fauna en la zona no es muy variada, debido al área geográfica, pero en el caso que se presenten serán monitoreados con la Guía de inventario de la fauna silvestre / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

### **7.9. Plan de contingencias**

El Plan de Contingencias se presenta para hacer frente oportunamente a las contingencias ambientales, estas están referidas a la ocurrencia de efectos adversos sobre el ambiente debido a situaciones de origen natural o producto de actividades humanas, situaciones no previsible que están en directa correlación con el potencial de riesgo y vulnerabilidad del área y del proceso productivo.

- Contingencia: derrame de polvo (relave)

El relave utilizado para la fabricación de los Ecoquines, es proveniente de una empresa Arequipeña llamada Cepromet Minera Porvenir, que se encarga de extraer oro, por lo que hace uso de cianuro en su procesamiento.

El cianuro tiene ventajas para la extracción de oro, particularmente si el oro se encuentra disperso en forma de partículas finas y muy finas (microscópicos). Además, el cianuro no es bioacumulable y se atenúa gradualmente en la naturaleza por biodegradación, evaporación, formación de complejos químicos y otros procesos físicos como la dispersión y dilución. Sin embargo, dado la alta toxicidad aguda de cianuro (con letalidades casi instantáneas), su utilización solamente es recomendable si se aplican las medidas necesarias de seguridad, tanto en el marco de salud y seguridad como de la protección de medio ambiente. Y es la responsabilidad del estado Peruano asegurar que la

actividad de lixiviación con cianuro no se convierta en un riesgo incalculable para la salud pública y para el medio ambiente.

En el Perú, hasta la fecha existen Límites Máximos Permisibles (LMP) y Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para cianuro en efluentes, suelos, aguas superficiales y agua potable (ver figura 73).

Valor	Organismo o País	Fuente	Comentario
<b>Efluentes</b>			
1 mg/L	Perú	D.S. 010-2010-MINAM (LMP para actividades Minero-Metalúrgicas)	LMP como cianuro total, valor en cualquier momento
<b>Suelos</b>			
0.9 mg/kg	Perú	D.S. N° 002-2008-MINAM (ECA como cianuro libre)	Suelo agrícola
0.9 mg/kg			Suelo Residencial/Parques
8 mg/kg			Suelo Comercial/Industrial/Extractivos
<b>Aguas</b>			
0.1 mg/L c. CN WAD	Peru	DS N° 002-2008-MINAM	ECA para riego de vegetales y bebida de animales
0.022 mg/L c. CN libre			ECA como Hg, aguas superficiales destinadas para recreación, contacto secundario (como deportes acuáticos con botes, etc.)
0.022 mg/L c. CN libre			ECA como Hg, aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario
0.8 mg/L c. CN WAD			
0.022 mg/L c. CN libre			Agua superficial tipo A2 y A3 (aguas que pueden ser potabilizadas previo tratamiento)
0.8 mg/L c. CN WAD			
0.005 mg/L c. CN libre			Agua superficial tipo A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección)
0.08 mg/L c. CN WAD			
<b>Agua potable</b>			
0.07 mg/L	Perú	Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA	LMP como CN libre
<b>Aire</b>			
10 ppm HCN (11 mg/m <sup>3</sup> )	Perú	Guía Ambiental para el Manejo de Cianuro, MEM 1996	Concentración máxima permitida en el lugar de trabajo (el valor umbral de olor para HCN es aprox. 2 a 5 ppm)

Figura 73. LMP y ECA nacionales e internacionales para cianuro, obtenida del documento de Buenas Prácticas de Gestión Ambiental.

Bajo estos estándares de LMP y ECA, la empresa hace un tratamiento al relave generado en el procesamiento de los minerales; primero una neutralización del relave, para luego hacer una separación de los materiales pesados; obteniendo como resultado la presencia de cianuro en el relave 0.01 mg/l, siendo de esta manera manipulable para su posterior reutilización.

Aunque el material ya no sea nocivo para los diferentes aspectos medio ambientales, igual se tomaran medidas preventivas y correctivas para su manipulación.

○ Medidas Preventivas

- El almacenamiento o manipulación de relaves se situará distanciado a cualquier estructura habitada.
- Se inspeccionara periódicamente los envases de almacenamiento.
- En la manipulación del polvo, se consideraran los EPPS necesarios (lentes, mascarilla y guantes).
- Se cubrirá el espacio de trabajo (suelos) en donde se manipulara el relave.

○ Medidas Correctivas

- El profesional responsable de las operaciones en la concesión realizará una evaluación del evento, determinando su magnitud.
- Se procederá a remover en su totalidad el material derramado y el suelo contaminado con la instrumentación necesaria.

➤ Contingencia: derrame de sustancias químicas (hidróxido de sodio)

Para la manipulación de este compuesto se tomaran en cuenta todas las medidas de seguridad ya que puede ser mortal si se ingiere, perjudicial si se inhala, provoca quemaduras en un área de contacto, reacciona con agua, ácidos y otros materiales.

○ Medidas Preventivas

- El almacenamiento o manipulación de la sustancia química se situará distanciado a cualquier estructura habitada.
- Se almacenara en un recipiente bien cerrado. Manteniendo el recipiente en un lugar fresco y bien ventilado; en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.

- Se mantendrá alejado de sustancias incompatibles tales como agentes oxidantes, agentes reductores, metales, ácidos, álcalis, humedad.
- En la manipulación se usaran los EPPS necesarios (lentes, mascarilla y guantes).
- Medidas correctivas
  - El profesional responsable de las operaciones en la concesión realizará una evaluación del evento, determinando su magnitud.
  - Se procederá a remover en su totalidad el material derramado y el suelo contaminado con la instrumentación necesaria.
  - No se debe permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico. Recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro.

#### **7.10. Plan de abandono de área**

El plan de abandono es el conjunto de acciones para abandonar un área o instalación, corregir cualquier condición adversa ambiental e implementar el reacondicionamiento que fuera necesario para volver el área a su estado natural o dejarla en condiciones apropiadas para su nuevo uso. Este plan incluye medidas a adoptarse para evitar impactos adversos al ambiente por efecto de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan existir o que puedan aflorar con posterioridad.

- Actividades
  - Desmantelamiento
  - Estabilidad Física
  - Estabilidad Geoquímica
  - Estabilidad Hidrológica

- Establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitats
- Revegetación
- Mantenimiento y monitoreo post cierre.

Corresponde a una Sociedad Anónima Cerrada, según la ley general de sociedades N° 26887.

## **CONCLUSIONES**

En base a los estudios presentados a lo largo de toda la tesis concluimos que:

- La implementación de una planta para la fabricación de adoquines ecoamigables usando como materia prima residuos de procesos mineros es viable en términos comerciales, técnicos, legales, económicos, financieros y medio ambientales.
- Se identificó mediante el estudio de mercado que el 100% de nuestros potenciales clientes (Municipalidades distritales de la provincia de Arequipa) estaría dispuesto a utilizar y pagar un precio mayor al del mercado actual por los adoquines ecoamigables en sus obras de construcción y mantenimiento vial urbano si estos cumplen con todas las requisitos técnicos de ley.
- Las pruebas de laboratorio realizadas demuestran que los ecoquines cumplen con todos los requisitos técnicos de la Norma técnica peruana NTP 399.61 en términos de resistencia mecánica, alcanzando valores de hasta 60 Mpa.

La minera CEPROMET encargada de proveer los relaves mineros; materia prima fundamental; tiene una producción de 6250 TM/año, la cual cubre nuestro requerimiento de 1188 TM/año y presenta proyecciones de crecimiento que cubren nuestra oferta proyectada para los próximos 10 años.

Se dispone que la planta tendrá un extensión de 597 m<sup>2</sup> ubicada en el Parque industrial APIPA del distrito de Yura (debido a la cercanía de la materia prima y vías de acceso principales), la cual cubrirá áreas de almacén de materias primas, almacén de producto terminado, área de producción, oficinas administrativas, baños y estacionamiento.

- Se concluye que la conformación legal de nuestra empresa es viable en términos legales del estado peruano, se utilizará el tipo de sociedad mercantil “Sociedad anónima cerrada” ya que debido nuestro tipo de operaciones “Industrias manufactureras – Gran división 03” y bajo la ley general de sociedades N° 26887, nos resulta más beneficioso en términos tributarios.

- La inversión total asciende a un monto de S/. 599,188.98 el cual tendrá un financiamiento de 60% por una entidad bancaria y el 40% restante con capital propio.

Realizado el de estudio factibilidad económica y financiera del proyecto se obtuvo un VANE de S/. 522,996.47, un VANF de S/ 2,619.533.32, un TIRE de 28%, un TIRF de 52%, cifras que estiman la viabilidad del proyecto.

- Se elaboró un estudio de impacto ambiental minucioso, el cual cuenta con un plan de mitigación de posibles causas de contaminación

## **RECOMENDACIONES**

En base a los estudios presentados a lo largo de toda la tesis se plantea lo siguiente:

- Se recomienda la implementación de la planta de producción de adoquines ecoamigables usando como materia prima a residuos mineros por proyectar una alta rentabilidad.
- Se recomienda un crecimiento en la producción, ya que el mercado potencial brinda la oportunidad de ampliar la oferta en los años próximos.
- Se recomienda el análisis de escalamiento de producción a otros territorios del país.
- Se recomienda buscar ampliar las alternativas de materia prima fundamental (relaves mineros) y comprobar bajo laboratorio su idoneidad para la fabricación de adoquines.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Equilibrium. (2016). *Oferta de insumos de construcción 2016*. Obtenido de Equilibrium Clasificadora de Riesgos S.A.: <http://www.equilibrium.com.pe>
- Acosta, G. A. (2010). *Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil: Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios*. Lima: PUCP.
- Alvarez, H. (2010). *Sintesis y Caracterizacion de las propiedades Fisicomecanicas de Geopolimeros a partir de la Puzolana para su aplicacion en la Industria*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Arriortua, M., Bazán, B., Pizarro, J., & Urtiaga, M. (s.f.). *Difracción de rayos X en muestra policristalina*. Obtenido de <http://www.ehu.es/imacris/PIE06/web/DRXP.htm>
- Banco Mundial - Departamento de Medio Ambiente. (1994). *Libro de Consulta para Evaluación Ambiental*. Washington D. C.
- BCRP. (2016). *Inversion privada en el Perú*. Obtenido de Banco Central de Reserva del Perú: <http://www.bcrp.gob.pe/>
- BMP. (2015). *Crecimiento del PBI per cápita*. Obtenido de Banco Mundial: <http://www.bancomundial.org/es/country/peru>
- Davidovits, J. (1991). Geopolymers, Inorganic polymeric new materials. *Thermal Analysis*, 1633-1656.
- Davidovits, J. (2002). 30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Applications. Market Trends and Potential Breakthroughs. *Geopolymer 2002 Conference*. Melbourne.
- Davidovits, J. (2015). *Geopolymer, Chemistry and Applications*. Saint-Quentin, France.
- Diaz Sossa, P. (2012). *Estudio de factibilidad de obtencion de hormigones geopolimericos a partir de desechos minerales*. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Duxson, P., Provis, J., Luckey, G., & Deventer, J. (2007). The role of inorganic polymer technology in the development of "green concrete". *Cement and Concrete*, 1590-1597.
- EcuRed*. (s.f.). Obtenido de [https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia\\_cubana](https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana)
- F. Pacheco-Torgal, D. M. (2011). Composition, strength and workability of alkali-activated metakaolin based mortars. *Construction and Building Materials*, 3732-3745.
- Frias, M., Sanchez de Rojas, M., Luxan, M., & Garcia, N. (1990). *Granulometria laser: Estudio comparativo con las técnicas de tamizado y elutriación aplicado a materiales puzolánicos*. Madrid.

- Gómez Torrego, L. (s.f.). *PATOLOGÍA Y REHABILITACIÓN EN CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de <https://www.patologiasconstruccion.net>
- IMT. (2003). *Metodología para el estudio de mercado de terminales y servicios intermodales*. Obtenido de IMT: <http://www.imt.mx>
- INEI. (2009). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas*. Obtenido de Dirección Nacional de Cuentas Nacionales: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- INEI. (2011). *Ingreso real promedio per- capita*. Obtenido de ENAHO: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- INEI. (2014). *Manufactura*. Obtenido de Compendio estadístico Perú 2014: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- INEI. (2015). *Empresas creadas y cerradas en el Perú*. Obtenido de Directorio Central de Empresas y Establecimientos: <http://www.inei.gob.pe>
- Irassar, E., Maio, A., & Batic, O. (1996). Sulfate attack on concrete with mineral admixtures. *Cement and Concrete*, 113-123.
- IVP. (2014). *Vías urbanas construidas en la Provincia de Arequipa*. Obtenido de Instituto Vial de la Municipalidad Provincial de Arequipa: <http://www.ivparequipa.com.pe>
- J. Temuujin, A. v. (2010). Preparation and characterisation of fly ash based geopolymer mortars. *Construction and Building Materials*, 1906-1910.
- Jhon L. Provis, J. S. (2009). *Geopolymers. Structure, processing, properties and industrial applications*. USA, Florida: Woodhead Publishing Limited.
- Kong, D., & Sanjayan, J. (2010). Effect of elevated temperatures on geopolymer paste, mortar and concrete. *Cement and Concrete Research*, 334-339.
- M.C. Chi, R. H. (2013). Binding mechanism and properties of alkali-activated fly ash/slag mortars. *Construction and Building Materials*, 291-298.
- Madsen, C., & Pakastia. (1995). *Metodología de Evaluación de Impactos RIAM*.
- MINAM. (s.f.). *Dirección de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental*.
- MINEM. (2000). *Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/relaveminero.pdf>
- Morea, F. (2011). Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas. *Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica*. Argentina.
- MTC. (2014). *Boletín*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: <http://www.mtc.gob.pe>
- Pacasmayo. (2016). *Productos y Servicios del Grupo Pacasmayo*. Obtenido de Pacasmayo: <http://www.cementospacasmayo.com.pe>
- PHYSORG. (2008). *Strong, lightweight green material could replace concrete, but contains no cement*. Georgia: Georgia Institute of Technology.

- Provis, J., & Deventer, J. (2009). *Geopolymers, structure, processing, properties and industrial applications*. Cambridge.
- R.R. Lloyd, J. L. (2009). *Microscopy and microanalysis of inorganic polymer cements*. J. Mater. Sci.
- Romero, A., & Flores, S. (2010). Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas. *Diseño y Tecnología*, 75-82.
- SENAMHI. (2015). *Boletín Anual*. Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología: <http://www.senamhi.gob.pe>
- SENCICO. (2010). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. Obtenido de NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS: [www.sencico.gob.pe](http://www.sencico.gob.pe)
- Shi, X., Collins, F., Zhao, X., & Wang, Q. (2012). Mechanical properties and microstructure analysis of fly ash geopolymeric recycled concrete. *Hazardous Materials*, 237-238.
- Supermix (Dirección). (2013). *Planta de Adoquines Supermix* [Película].
- T.H. Ueng, S. L. (2012). Adhesion at interface of geopolymer and cement mortar under compression: an experimental study. *Construction and Building Materials*, 204-210.
- UNIOVI. (2013). *Introducción al Muestreo*. Obtenido de Universidad de Oviedo – España : [www.uniovi.es](http://www.uniovi.es)
- Vélez, A. D. (2014). *El papercrete como material alternativo ecológico para la construcción de proyectos arquitectónicos turísticos*. Portoviejo: Universidad San Gregorio de Portoviejo.
- Villalonca, A. E. (1977). La Industria del Cemento dentro de la Problemática de la Contaminación Atmosférica. *Materiales de Construcción*.
- Yepes Gaviria, O., & Bedoya Montoya, C. (2014). *El bloque de suelo cemento al bloque de suelo geopolimerizado*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

**ANEXOS****1. Modelo de encuesta:**

**“Proyecto de inversión para la producción de adoquines hechos a partir de residuos mineros en la Provincia de Arequipa al 2016”**

*Buenos días señor/(a)/(ita), somos Bachilleres en Ingeniería Industrial egresados de la Universidad Católica San Pablo y le solicitamos algunos minutos de su tiempo para la ejecución de esta encuesta.*

*Las siguientes preguntas tienen por objetivo analizar el mercado, oferta y demanda potencial de los adoquines, información que será utilizada en el desarrollo de nuestra tesis.*

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

Cargo del encuestado: \_\_\_\_\_

1. En general ¿Cuál es el tipo de adoquín que más ha sido utilizado en las obras de su Distrito?
  - a. Tránsito peatonal
  - b. Tránsito vehicular ligero.
  - c. Tránsito vehicular alto o industrial.
  
2. Aproximadamente ¿Cuál es la frecuencia de compra de los adoquines?
  - a. Por obra.
  - b. Mensualmente.
  - c. Semestralmente
  - d. Anualmente.
  
3. ¿Estaría dispuesto a utilizar adoquines ecológicos en sus obras de mantenimiento y construcción vial?
  - a. Sí.
  - b. No.
  
4. En general ¿Cómo adquiere los adoquines?
  - a. Minoristas.
  - b. Mayoristas.
  - c. Plantas de producción.
  
5. En general ¿Cuál es el precio por unidad que el Distrito paga por los adoquines?
  - a. Entre 0.6 a 0.9 soles.
  - b. Entre 0.9 a 1.2 soles.
  - c. Entre 1.2 a 1.6 soles.
  - d. De 1.6 soles a más.
  
6. ¿Consideraría pagar un poco más de valor habitual, dado que este adoquín ayuda a combatir la contaminación del medio ambiente?
  - a. Sí.
  - b. No.

Muchas gracias.

P01	En general ¿Cuál es el tipo de adoquín que más ha sido utilizado en las obras de su Distrito?	
a. Tránsito peatonal	0	0%
b. Tránsito vehicular ligero.	27	100%
c. Tránsito vehicular alto o industrial.	0	0%

Interpretación:

Analizadas las respuestas de esta pregunta ratificamos lo dicho por el Instituto Provincial de Arequipa, ya que se menciona en su informe al 2015 que las rectificaciones y construcción de vías fueron en su mayoría en zonas urbanas, y por consiguiente mencionaron que los adoquines son preferiblemente usados en este tipo de obras.

P02	Aproximadamente ¿Cuál es la frecuencia de compra de los adoquines?	
a. Por obra.	7	26%
b. Mensualmente.	0	0%
c. Semestralmente	2	7%
d. Anualmente.	18	67%

Interpretación:

Esta respuesta es de vital importancia ya que en su mayoría los distritos hacen referencia a que ellos planean las sus obras de mantenimiento y construcción de vías urbanas en base a proyecciones y experiencias pasadas y no reaccionariamente, por eso es que compran un lote anualmente. Lo que se hace importante porque asegura para los vendedores un lote de ventas grande y no se presta a una demanda por estacionalidad.

P03	¿Estaría dispuesto a utilizar adoquines ecológicos en sus obras de mantenimiento y construcción vial urbano?	
a. Sí.	27	100%
b. No.	0	0%

Interpretación:

Los distritos están plenamente interesados en utilizar adoquines ecoamigables en sus obras de mantenimiento y construcción vial si es que estos cumplen con toda la legislación vigente que el Estado pide bajo las Normas Técnicas Peruanas.

P04	En general ¿Cómo adquiere los adoquines?	
a. Minoristas.	0	0%

b. Mayoristas.	4	15%
c. Plantas de producción.	23	85%

Interpretación:

Los distritos por la envergaduras de sus obras usualmente requieren volúmenes grandes de material de construcción, por lo cual ellos prefieren hacer pedidos directos con productores, ya que estos les aseguran un stock determinado y prestaciones post servicio (traslado, garantías, asesoramiento técnico).

P05	En general ¿Cuál es el precio por unidad que el Distrito paga por los adoquines?	
a. Entre 0.6 a 0.9 soles.	0	0%
b. Entre 0.9 a 1.2 soles.	3	11%
c. Entre 1.2 a 1.6 soles.	22	81%
d. De 1.6 soles a más.	2	7%

Interpretación:

Esta respuesta resume el comportamiento de la oferta del mercado que presenta a sus productos en márgenes de precio entre 1.2 y 1.6 soles por unidad de adoquín, y los cuales nuestros potenciales clientes están acostumbrados a pagar.

P06	¿Consideraría pagar un poco más de valor habitual, dado que este adoquín ayuda a combatir la contaminación del medio ambiente?	
a. Sí.	27	100%
b. No.	0	0%

Interpretación:

Todos los distritos, mediante sus representantes de desarrollo urbano o afines, mencionaron que estarían dispuestos a pagar un poco más del precio, ya que esto sería beneficioso para ellos en imagen institucional y ayuda al medio ambiente, pero siempre y cuando (y como se hace referencia en la P03) los adoquines cumplan todos los requerimientos técnicos.

### 3. Desglose de estudio económico

#### a. Materia prima:

A continuación se desglosa el costeo de la materia prima por unidad, mes y año.

Tabla 73

Costeo de la materia prima por unidad, mes y año

<b>Materias primas</b>					
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (S/.)</b>	<b>Costo mensual (S/.)</b>	<b>Costo anual (S/.)</b>
Relave mineros	495	gr	0	0	0
Arena fina	825	gr	0.031	3875	1441.5
Hidróxido de sodio	522	gr	0.3	37500	135000
Agua	1375	ml	0.058	7250	5046
				<b>Total</b>	<b>141487.50</b>

#### b. Insumos:

A continuación se desglosa el costeo de los insumos utilizados.

Tabla 74

Costeo de los insumos utilizados

<b>Insumos</b>				
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (S/.)</b>	<b>Anual (S/.)</b>
<b>Equipos de protección personal</b>				
Lentes claros de seguridad MSA	30	Unidad	12.00	360.00
Mascarillas simples cubreboca	80	caja	50.00	4000.00
Orejeras acoplables al casco MSA	30	Unidad	35.00	1050.00
Zapatos de seguridad	20	Par	49.90	998.00
Mandiles de polipropileno	20	Unidad	70.00	1400.00
Guantes de látex	100	Caja	50.00	5000.00
Cascos	20	Unidad	39.90	798.00
<b>Insumos varios</b>				
Etiquetas	500000	Unidad	0.05	25000.00
Tacos de madera	3000	Unidad	13.90	41700.00
Rollos de plástico adhesivo	500	Unidad	25.50	12750.00
Repuestos maquinaria planta	100000	Glb	1.00	100000.00
Parihuelas de madera	3500	Unidad	48.90	171150.00

<b>Insumos de limpieza</b>				
Detergente	180	kg	53.00	9540.00
Cepillos	60	Unidad	8.00	480.00
Cloro	120	Lt	70.00	8400.00
Soda caustica	12	kg	5.00	60.00
			<b>Total</b>	<b>382686.00</b>

## c. Servicios:

A continuación se desglosa el costo de los servicios utilizados.

Tabla 75

*Costeo de los servicios utilizados*

<b>Servicios</b>				
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario/mes (S/.)</b>	<b>Costo anual (S/.)</b>
<b>Servicio de agua y desagüe</b>				
Consumo por planta industrial y baños	375.0	m3	1830.00	
Consumo por oficinas	35.0	m3	170.80	
Consumo por almacén	51.0	m3	248.88	
Consumo de agua	461.00	m3	2249.68	26996.16
Desagüe	461.00	m3	1696.48	20357.76
			Subtotal	47353.92
<b>Telefonía e internet</b>				
Teléfono fijo	1	Servicio	60	720
Internet	1	Servicio	450	5400
Líneas celulares	1	Servicio	1200	14400
			Subtotal	20520.00
<b>Seguridad</b>				
Vigilancia 24 horas	1	Servicio	2500	30000
			Subtotal	30000.00
<b>Servicio de mantenimiento y limpieza</b>				
Servicio de mantenimiento y limpieza	1	Servicio	3500	42000
			Subtotal	42000.00
<b>Servicio de energía eléctrica (ambientes)</b>				
Consumo eléctrico ambientes administrativos	5792	kw/hr	1249.91	14999.0
Iluminación planta	523	kw/hr	107.9	1294.8

			Subtotal	16293.76
<b>Servicio de energía eléctrica maquinaria y equipos)</b>				
Balanza electrónica (02)	2	kw/hr	49.35	1184.4
Mezcladoras (02)	3.5	kw/hr	133.41	3201.8
Máquina bloquera (01)	29.1	kw/hr	1507.15	18085.8
			Subtotal	22472.01
<b>Combustible</b>				
Bobcat (03)	10	Galón de petróleo/3 días	1845.00	22140.0
Montacargas (04)	10	Galón de petróleo/3 días	2460.00	29520.0
Hornos (02)	2	Balón de glp de 9 m3/2 día	10200.00	122400.0
			Subtotal	174060.00
			<b>Total</b>	<b>352699.69</b>

## d. Mano de obra:

A continuación se desglosa el costo de la mano de obra:

Tabla 76

Costeo de la mano de obra

Número de operarios	12
N° de sueldos	12
Remuneración	1000
RT	144000
CTS (9.72%)	13996.8
Vacaciones (8.33%)	11995.2
Grat (16.67%)	166.7
ONP (13%)	18720
Essalud (9%)	12960
Seguro de vida (5%)	699.84
Impuesto (15%)	21600
Costo total 2017 (S/.)	224138.54

## e. Gastos administrativos:

A continuación se desglosa el costo de los gastos administrativos:

Tabla 77

*Costeo de los gastos administrativos*

Personal	Gerente general.	Gerente de producción	Gerente de administración y finanzas	Gerente de ventas	03 asistentes de gerencia	Asesor legal
Cantidad	1	1	1	1	3	1
N° de sueldos	12	12	12	12	12	12
Remuneración	4000	3000	3000	3000	1500	1500
RT	48000	36000	36000	36000	54000	18000
CTS (9.72%)	4665.6	3499.2	3499.2	3499.2	5248.8	1749.6
Vacaciones (8.33%)	3998.4	2998.8	2998.8	2998.8	4498.2	1499.4
Grat (16.67%)	666.8	500.1	500.1	500.1	250.05	250.05
ONP (13%)	6240	4680	4680	4680	7020	2340
Essalud (9%)	4320	3240	3240	3240	4860	1620
Seguro de vida (5%)	233.28	174.96	174.96	174.96	262.44	87.48
Impuesto (15%)	7200	5400	5400	5400	8100	2700
Costo total 2017 (S/.)	75324.08	56493.06	56493.06	56493.06	84239.49	28246.53

## f. Gastos de ventas:

A continuación se desglosa el costeo de los gastos de ventas.

Tabla 78

*Costeo de los gastos de ventas*

<b>Gastos de ventas</b>				
	Cantidad	Unidad	Costo unitario/mes	Anual (S/.)
Material publicitario (tv, radio, publicidad vial, etc.)	1	Glb	35000.00	420000
Visitas de ventas	1	Glb	1500.00	18000
Capacitación equipo venta	1	Glb	2500.00	30000
Recursos web	1	Glb	2000.00	24000
Campañas y promociones	1	Glb	2000.00	24000
			<b>Total</b>	<b>516000.00</b>

## g. Compra de activos:

A continuación se desglosa el costeo de la compra de activos y su depreciación.

Tabla 79

*Costeo de la compra de activos y su depreciación*

Máquinas y equipos	Cantidad	Precio unitario	Precio total (S/.)	%	Vida Útil (años)	Depreciación (S/.)
Balanza electrónicas	2.00	350.00	700.00	10%	10 años	70.00
Bobcat	3.00	33300.00	99900.00	10%	10 años	9990.00
Montacargas	4.00	4200.00	16800.00	10%	10 años	1680.00
Mezcladoras	2.00	790.00	1580.00	10%	10 años	158.00
Maquina bloqueteras	1.00	66000.00	66000.00	10%	10 años	6600.00
Hornos	2.00	7500.00	15000.00	10%	10 años	1500.00
					Subtotal	19998.00
Enseres de oficina	Cantidad	Precio unitario	Precio total (S/.)			
Escritorios	4.00	1000.00	4000.00	10%	10 años	400.00
Sillas	4.00	350.00	1400.00	10%	10 años	140.00
Laptops	4.00	3500.00	14000.00	25%	10 años	3500.00
Impresora multifuncional	1.00	500.00	500.00	10%	10 años	50.00
Estantería	2.00	400.00	800.00	10%	10 años	80.00
Archivadores	2.00	500.00	1000.00	10%	10 años	100.00
Anaqueles	8.00	150.00	1200.00	10%	10 años	120.00
					Subtotal	4390.00

#### h. Construcción de infraestructura:

A continuación se desglosa el costeo de la construcción de la infraestructura.

Tabla 80

Costeo de la construcción de la infraestructura

<b>Obras preliminares y área de producción</b>			
	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
<b>Obras preliminares</b>			
Despalme y limpieza del terreno	590	1.82	1073.80
Caja de registro de albañearía	1	685.34	685.34
Acometida general de saneamiento	100	150.50	15050.00
Conexión con la red general de saneamiento	1	241.69	241.69
Colector en platea de cimentación	100	55.07	5507.00
Zanja drenante	1	88.84	88.84
Buzón drenante de concreto simple	1	1372.91	1372.91
Relleno con material de drenaje	4	85.28	341.12
Trampa de sello hidráulico	1	72.27	72.27
Contrapiso pobre en caja para base falso piso	590	19.44	11469.60

Falso piso de concreto armado	590	69.48	40993.20
Cimientos semi profundos	5	216.81	1084.05
Nivelación de terreno	590	0.95	560.50
Paredes perimetrales	80	75.45	6036.00
		Subtotal	84576.32
<b>Área de producción</b>			
Pavimento rígido	24.95	50.00	1247.50
Columna rectangular de concreto armado	6	987.97	5927.82
Paredes interiores	110	29.25	3217.50
Ventana de hierro 150x176	4	1000.00	4000.00
Cortina de aluminio	1	1047.19	1047.19
Rociadores	3	750.00	2250.00
Extractor de aire 47.5cm	2	399.90	799.80
		Subtotal	18489.81
		<b>Total</b>	<b>103066.13</b>

<b>Estacionamientos</b>			
	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Vigas de área de estacionamiento	4	747.50	2990.00
Pavimento rígido	100	50.00	5000.00
Portón principal de fierro 4x3.5	1	682.50	682.50
		<b>Total</b>	<b>8672.50</b>

<b>Oficinas</b>			
	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Pavimento rígido	8.05	50.00	402.50
Pisos de vinilivo Pisopak	8.05	12.51	100.73
Piso tapizado	8.05	9.10	73.26
Módulos prefabricados	8.05	74.75	601.74
Techo aligerado	8.05	52.00	418.60
Tapeado de laterales	8.05	50.00	402.50
Luminaria LED (2 tubos)	4	49.90	199.60
Puerta lisa contraplacada	1	119.90	119.90
Rociadores	1	750.00	750.00
Ventana Klassik 70x50cm	2	229.90	459.80
		<b>Total</b>	<b>3528.62</b>

### **Baños producción**

	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Pavimento rígido	22.9	50.00	1145.00
Pisos de vinilivo Pisopak	22.9	12.51	286.54
Puerta lisa contraplacada	5	119.90	599.50
Techo aligerado	22.9	52.00	1190.80
Tapeado de laterales	22.9	50.00	1145.00
Lavamanos	4	120.00	480.00
Urinario trebol bambi	4	172.90	691.60
Inodoro	4	169.90	679.60
Extractor de aire 15.8cm	1	69.90	69.90
Dispensador de papel higiénico	1	57.50	57.50
Dispensado de jabón 500 ml	1	39.90	39.90
Rociadores	1	750.00	750.00
Luminaria LED (1 tubos)	1	31.00	31.00
		<b>Total</b>	<b>7166.34</b>

<b>Baños oficinas</b>			
	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Pavimento rígido	10.5	50.00	525.00
Pisos de vinilivo Pisopak	10.5	12.51	131.38
Puerta lisa contraplacada	4	119.90	479.60
Techo aligerado	10.5	52.00	546.00
Tapeado de laterales	10.5	50.00	525.00
Lavamanos	3	120.00	360.00
Inodoro	3	169.90	509.70
Extractor de aire 15.8cm	1	69.90	69.90
Dispensador de papel higiénico	1	57.50	57.50
Dispensado de jabón 500 ml	1	39.90	39.90
Rociadores	1	750.00	750.00
Luminaria LED (1 tubos)	1	31.00	31.00
		<b>Total</b>	<b>4024.98</b>

<b>Almacén de productos terminados</b>			
	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Pavimento rígido	250.00	50.00	12500.00
Columnas interiores	4.00	336.96	1347.84
Paredes interiores	18.00	29.25	526.50
Ventana de hierro 150x176	1.00	1000.00	1000.00
Rociadores	2.00	750.00	1500.00
Cortina de aluminio	1.00	1047.19	1047.19

Extractor de aire 47.5cm	1.00	399.90	399.90
		<b>Total</b>	<b>18321.43</b>

<b>Almacén de materia prima</b>			
	<b>Unidades (m2)</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Pavimento rígido	150	50.00	7500.00
Columna rectangular de concreto armado	4	987.97	3951.88
Paredes interiores	16	29.25	468.00
Ventana de hierro 150x176	1	1000.00	1000.00
Cortina de aluminio	1	1047.19	1047.19
Rociadores	2	750.00	1500.00
Extractor de aire 47.5cm	1	399.90	399.90
		<b>Total</b>	<b>15866.97</b>

i. Depreciación de la infraestructura:

A continuación se desglosa el costeo de la depreciación de la infraestructura.

*Tabla 81 Costeo de la depreciación de la infraestructura*

Infraestructura	m2	Precio total (S/.)	%	Vida Útil (años)	Depreciación (S/.)
Área de producción (más trabajos preliminares)	24.95	103066.13	3%	10 años	3091.98
Oficinas	8.05	3528.62	3%	10 años	105.86
Baños oficinas	10.50	3085.48	3%	10 años	92.56
Baños producción	22.09	5761.14	3%	10 años	172.83
Estacionamientos	100.00	8672.50	3%	10 años	260.18
Almacén de materia prima	150.00	15866.97	3%	10 años	476.01
Almacén de productos terminados	250.00	18321.43	3%	10 años	549.64
				<b>Subtotal</b>	<b>4749.07</b>

#### 4. Plano del minera CEPROMET

A continuación se anexa el plano de la minera CEPROMET, ubicada en el parque industrial APIPA.

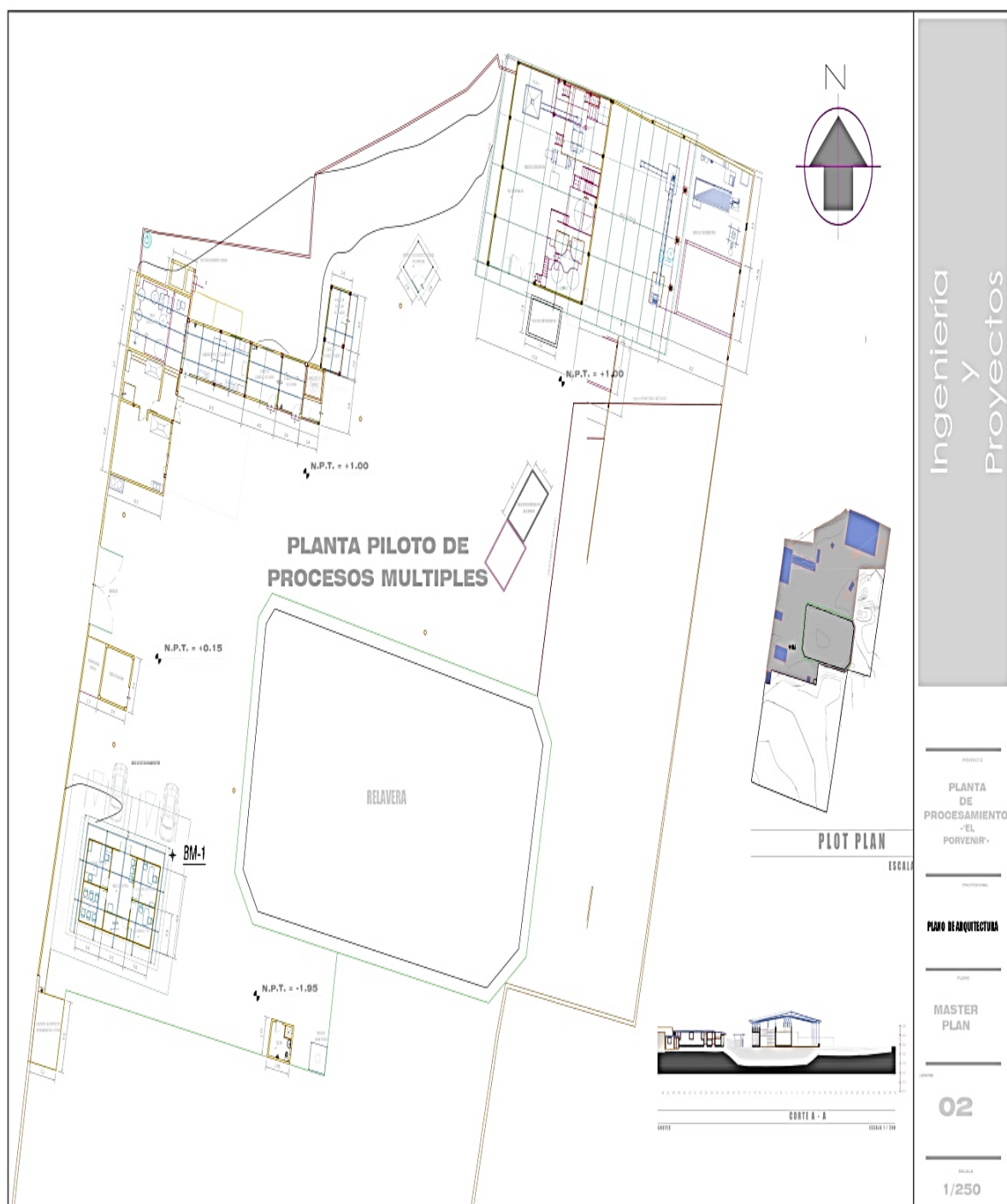


Figura 74. Plano de Minera CEPROMET.

## 5. Extracto del plan estratégico de la Región Arequipa

A continuación se anexa un extracto del plan estratégico de la Región Arequipa, donde se define como un objetivo estratégico el mantenimiento de vías urbanas, así

como la construcción de nuevas vías de tránsito urbano. Siendo los objetivos en mención el 18 y 19.



## I.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS TERRITORIALES, INDICADORES Y METAS

Nº	Objetivo estratégico	Indicador	Fuente de datos	Linea Base 2014	Meta 2018	Meta 2021
1.	Mejorar la condición de vida de la población	Porcentaje de población en situación de Pobreza	INEI	7.77	4.24	2.70
2.	Mejorar la calidad educativa de los estudiantes	Porcentaje de alumnos del 2do Grado de Primaria, que lograron desempeño suficiente en Comprensión Lectora.	ECE - MINEDU	61.00	75.11	87.12
		Porcentaje de alumnos del 2do Grado de Primaria que lograron desempeño suficiente Matemáticas.	ECE - MINEDU	32.90	37.49	43.98
3.	Promover Arequipa como centro de producción, manifestación y encuentro artístico, cultural e intelectual de nivel internacional.	Porcentaje de conclusión, educación superior, grupo de edades 22-24	ESCALE / MINEDU	23.38	24.95	25.28
4.	Mejorar los servicios de salud para la población	Porcentaje de población con acceso a algún seguro de salud	INEI	55.90	69.01	74.38
		Tasa de desnutrición crónica en niños y niñas de 5 años a menos	INEI	7.30	7.39	7.28
5.	Eleva el acceso a servicios básicos de agua, saneamiento y energía eléctrica de los hogares	Porcentaje de hogares con red de agua potable en la vivienda.	INEI - SIRTOD	92.40	94.15	96.09
		Porcentaje de hogares con red de desagüe en la vivienda	INEI - SIRTOD	73.60	81.49	84.16
		Porcentaje de hogares con electricidad en la vivienda	INEI - SIRTOD	97.70	98.82	100.00
6.	Mejorar el acceso a las telecomunicaciones de los hogares	Porcentaje de hogares que tienen servicio de Internet	INEI	28.90	38.33	45.82
7	Mejorar el acceso a viviendas con características físicas adecuadas para los hogares	Porcentaje de población en viviendas con características físicas adecuadas	INEI	96.00	96.74	97.44
8.	Eleva el acceso al transporte público formal para los ciudadanos	Tasa de empresas autorizadas del transporte de pasajeros regular nacional	DGTT - MTC	2.75	2.74	2.67
9.	Mejorar el Nivel de seguridad de la ciudadanía.	Tasa de faltas registradas contra el ciudadano	MININTER - INEI - SIRTOD	15.51	11.09	8.44
		Tasa de incidencias de delitos registrados	MININTER - INEI - SIRTOD	12.18	14.1	15.9
10.	Gestión pública eficiente	Eficacia de ejecución presupuestal de Arequipa	CNC - MEF	58.12	61.22	63.02
11.	Gestión pública transparente y moderna	Porcentaje de cumplimiento de la Ley de Transparencia Informativa	CNC - Defensoría del Pueblo	68.50	63.26	62.62



Nº	Objetivo estratégico	Indicador	Fuente de datos	Linea Base 2014	Meta 2018	Meta 2021
12.	Reducción de la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante la ocurrencia de peligros	Porcentaje de viviendas afectadas por desastre natural	INEI - SIRTOD - INDECI	26.00	24.84	24.03
13.	Eleva la competitividad de las actividades económicas de la región	Índice de Competitividad Regional	CNC	0.65	0.70	0.71
		Porcentaje de participación de las actividades productivas en el VAB regional. A precios constantes	INEI - BCRP	26.62	24.25	21.38
14.	Apoyar la entrega de productos (bienes y/o servicios) de los programas sociales con enfoque productivo.	Porcentaje de PEA ocupada en empleo adecuado	INEI - SIRTOD	62.7	79.0	89.2
15.	Mejora de la eficiencia del aprovechamiento de los recursos hídricos para uso agrario	Porcentaje de productores agrícolas y agropecuarios que cuentan con sistema de riego tecnificado	INEI - SIRTOD	10.3	14.8	25.4
16.	Dinamizar la Infraestructura productiva (agrícola pesquera, industrial).	Razón de inversión en infraestructura agropecuaria respecto a la PEA agropecuaria	CNC - MEF, INEI	686.98	1187.17	1271.71
17.	Infraestructura que potencia la generación y abastecimiento de energía	Potencia de energía eléctrica instalada	INEI - SIRTOD	421.2	411.75	409.95
18.	Incrementar la infraestructura de transporte multimodal	Porcentaje asfaltado de la red vial departamental	CNC - MTC	30.54	39.29	46.13
19.	Incrementar la disponibilidad de infraestructura de servicios	Porcentaje de vías nacionales, departamentales y vecinales asfaltadas.	CNC - MTC - INEI	14.49	13.42	11.59
20.	Agrupamiento de la población rural en ciudades intermedias establecidas sobre la base de centros poblados planificados (CPP).	Porcentaje de municipalidades que cuentan con Plan de Acondicionamiento Territorial a nivel provincial.	RENAMU - INEI	4.59	20.85	56.18
21.	Gestión sostenible de los recursos naturales y la diversidad biológica	Porcentaje promedio de avance del proceso de ZEE a nivel macro y/o meso en el departamento de Arequipa - REVISAR MINAN	MEF	53	C.E.	C.E.
22.	Conservar los ecosistemas y cuencas de la región	Número de pasivos ambientales mineros	MINEN	383.00	465	506
23.	Reducir la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático	Porcentaje de avance de la reforestación	INEI	3.22	3.70	4.04
24.	Desarrollar la eco-eficiente y competitividad del sector público y privado, promoviendo	Porcentaje de municipalidades que cuentan con instrumentos de gestión ambiental	RENAMU - INEI	17.43	19.87	23.67


**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**

Nº	Objetivo estratégico	Indicador	Fuente de datos	Linea Base 2014	Meta 2018	Meta 2021
	potencialidades y oportunidades económicas y ambientales.					

Fuente: Equipo Técnico de la Oficina de Planeamiento y Desarrollo Institucional

Figura 75. Plan estratégico de la Región Arequipa, obtenido de la página web del Gobierno Regional de Arequipa.