



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Juliana Pinedo Culqui

ASESORA:

Mg. Luisa del Carmen Padilla Maldonado

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

TARAPOTO – PERÚ

2018

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) JULIANA PINGRÓ CULQUI cuyo título es: DISEÑO DE ARRULLONES PARA RÍOS DE TRANSITO LIVIANO REAPROVECHANDO RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, ARRILLADOS Y EMULSIÓN ASFÁLTICA - TARPOTO, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 17, DIECISIETE.

Tarpoto, 19 de 12 de 2018



 PRESIDENTE


 Ing. Benjamín López Cahua
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 73365



 SECRETARIO
 Mg. Lina María Torre Bardales
 Maestra Gestión Pública
 CIP 65935



 VOCAL
 Luina del Carmen Pedraza Melibasso
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 85279



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis hijos (Rodrigo y Fátima) y mi querido papá (Luis Pinedo Mas) que me acompañan brindándome buenos consejos y a mi hermana Danitza y a mi mejor asistente Liliana Tocto Perez que me impulsan para cumplir mis objetivos y a seguir el camino del éxito.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a mi hermana Danitza y mis padres (Luis Pinedo Más y Amparo Culqui Vargas) que a pesar de las dificultades siempre estuvieron apoyándome.

Agradezco a mis hijos (Rodrigo y Fátima) por inspirarme y motivarme a conseguir este logro importante.

A Ramiro, que en estos últimos 04 años ha logrado equilibrar mi vida y me conducirte a lograr mis sueños y metas. A tu lado siempre estoy segura y protegida, gracias infinitas por llegar a mi vida, con tu amor, paciencia y aliento hoy puedo culminar esta carrera que es un sueño anhelado.

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de Autenticidad

Yo **Juliana Pinedo Culqui**, identificado con DNI N° 41253812, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil. De la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada:

“Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018.”;

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, Noviembre del 2018.



.....

Juliana Pinedo Culqui.
DNI: 41253812.

Presentación

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018”, con la finalidad de optar el título de Civil investigación está dividida en siete capítulos:

I. INTRODUCCIÓN. Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

II. MÉTODO. Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

III. RESULTADOS. En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

IV. DISCUSIÓN. Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.

V. CONCLUSIONES. Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

VI. RECOMENDACIONES. Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

VII. REFERENCIAS. Se consigna todos los autores de la investigación.

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
I.1. Realidad problemática.....	13
I.2. Trabajos previos.....	14
I.3. Teorías relacionadas al tema.....	22
I.4. Formulación Del Problema	49
1.5. Justificación del Estudio.....	50
1.6. Hipótesis.....	50
1.7. Objetivos.....	51
II. MÉTODO.	52
2.1. Diseño de Investigación.....	52
2.2. Variables, Operacionalización.....	53
2.3. Población y Muestra.....	56
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.	58
2.5. Método de Análisis de Datos.....	59
2.7. Aspectos Éticos.....	67
III. RESULTADOS	68
IV. DISCUSIÓN.....	73

V.	CONCLUSIONES	74
VI.	RECOMENDACIONES	75
VII.	REFERENCIAS.	76
	ANEXOS	78

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de los adoquines.....	28
Tabla 2 Espesor nominal de los adoquines	29
Tabla 3 Resistencia a la compresión.....	30
Tabla 4 Tolerancia dimensional.....	30
Tabla 5 Absorción máxima (%).....	31
Tabla 6 Categorías de Subrasante.....	34
Tabla 7 Tamaño del tamiz de la cama de arena	35
Tabla 8 Resumen propiedades físicas	39
Tabla 9 Resumen propiedades químicas	40
Tabla 10 Especificaciones para emulsiones catiónicas.....	46
Tabla 11 Granulometría de los agregados	49
Tabla 12 Clasificación de los residuos sólidos.....	54
Tabla 13 Operacionalización de variables de la investigación	58
Tabla 14 Etapas de la investigación con sus técnicas, instrumentos y resultados	60
Tabla 15 Materiales y Equipos de la investigación	68
Tabla 16 Características de físicas del agregado de arena fina.....	68
Tabla 17 Características de físicas del agregado de arena triturada.....	69
Tabla 18 Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 01.....	70
Tabla 19 Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 02.....	71
Tabla 20 Prueba de la resistencia del adoquín	72

Índice de figuras

Figura 1 Secciones transversales Típicas	32
Figura 2: Sistema de Producción de emulsión asfáltica.	44
Figura 3 Muestra de Arena fina.	62
Figura 4 Muestra de Arena Triturada.....	62
Figura 5 . Porcentaje de Humedad.	63
Figura 6 Peso específico y absorción del agregado	64
Figura 7 Muestra de emulsión asfáltica CSS -1h, poliestireno expandido (tecnopor) y molde del Adoquín (20 cm x 10 cm x 4 cm)	65
Figura 8 Mezcla de materiales.....	65
Figura 9 . Llenado de la mezcla en el molde adoquín (20 cm x 10 cm x 4 cm)	66
Figura 10 Muestras del adoquín para piso.....	66
Figura 11 Muestras del adoquín para piso sometido al ensayo de compresión	67
Figura 12 Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 01.....	69
Figura 13 Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 02.....	70
Figura 14: Cantidad de materiales por unidad de adoquin al 10% de poliestireno expandido	71
Figura 15: Prueba del resistencia del adoquín	72

RESUMEN

La investigación denominada "Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018", tiene como objetivo Obtener el diseño de un adoquín para piso de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica para lograr con la mezcla de los agregados de arena triturada y arena fina canto rodado del río Cumbaza se puede lograr mayor dureza y es más densidad lo cual genera condiciones óptimas para dosificación de bajas resistencias (Modulo de Fineza = 2.63). La calidad del agregado mezclado tiene influencia en la cantidad de emulsión asfáltica y esto influye en forma positiva en la fabricación de adoquines para tránsito liviano, según los ensayos realizados, la resistencia a la compresión superó el valor de 290 kg/cm² en promedio de por cada unidad, las unidades fabricadas y ensayadas se obtuvo un valor de 295.32 kg/cm², lo que significa estamos por encima del valor esperado.

La investigación realizada tiene validez y confiabilidad interna de acuerdo al estudio, ya que se han aplicado instrumentos y técnicas respaldados por las Normas Técnicas Peruanas NTP 399.611.

Es por tal razón que lo que se busca es poder establecer experimentalmente una metodología de reaprovechamiento de poliestireno expandido, para la fabricación de adoquines para piso, haciendo uso de agregados y emulsión asfáltica.

Palabras Clave: Residuos de poliestireno expandido, agregados, emulsión asfáltica, tránsito liviano.

ABSTRACT

The research called "Design of paving stones for light traffic floors reusing expanded polystyrene waste, aggregates and asphalt emulsion - Tarapoto, 2018", aims to obtain the design of a cobble for light traffic floor reusing expanded polystyrene waste, aggregates and Asphaltic emulsion for achievement with the mixture of the aggregates of crushed sand and fine sand boulder of the Cumbaza river, greater hardness and density can be achieved, which generates optimum conditions for low resistance dosing (Fineness Module = 2.63). The quality of the mixed aggregate has an influence on the amount of asphalt emulsion and this has a positive influence on the manufacture of paving stones for light traffic, according to the tests carried out, the compressive strength exceeded the value of 290 kg / cm² on average. each unit, the units manufactured and tested, a value of 290.752 kg / cm² was obtained, which means we are above the expected value.

The research carried out has validity and internal reliability according to the study, since instruments and techniques supported by the Peruvian Technical Standards NTP 399.611 have been applied. It is for this reason that what is sought is to experimentally establish a methodology for the reuse of expanded polystyrene, for the manufacture of paving stones for floors, making use of aggregates and asphalt emulsion.

Keywords: Expanded polystyrene residues, aggregates, asphalt emulsion, light transit.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Realidad problemática.

La industria de los plásticos con su objetivo de lograr abarcar mayor consumo de sus productos y satisfacer a los clientes de los diversos sectores se ha ingeniado para fabricar productos en base al poliestileno expandido, para diversos sectores de consumo de alimentos e industriales en general, para cada sector, siendo uno de estos los envases para comida de poliestireno expandido, los cuales han demostrado ser un grave problema para nuestro planeta ya que al utilizarlos como envases y de uso no retornable, se eliminan directamente a la basura como un residuo común generando en nuestro medio ambiente nuestra sociedad un impactos negativos ambiental, en muchos de los casos estos residuos generados en los hogares teniendo en cuenta que no llegan a los rellenos sanitarios catalogados como lugares de disposición final de los residuos, sino, llegan a dar a los mares, ríos y a estar en los botaderos alrededor de los espacios urbanos.

Según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) la producción de las ramas industriales en caucho y plástico entre enero-abril, 2016 ha tenido una reducción de 1.9% con respecto al año 2015, siendo este un dato muy importante el cual el sector de los plásticos tiene una participación del 6% de la producción industrial con respecto a las demás industrias. Es por ello que el sector plástico en uno de los sectores que proporciona productos a la población y esta consume diariamente en diferentes usos. Según el ministerio de la producción en el año 2012 en el sector plástico se tiene un consumo de al poliestireno 1 088 827,4 kg (consumo) de los cuales en la provincia de San Martín se ha alcanzado un consumo promedio del 3 al 5 % que equivale 54 toneladas aproximadamente, quedando estos esparcidos en botaderos municipales y en espacios naturales, generando contaminación ambiental.

Limitan el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios del país, trayendo consigo mayor contaminación de los ecosistemas y Amplios terrenos de basura a simple vista de las personas, generadores de malos olores para el organismo.

I.2. Trabajos previos

Internacional

LOPEZ Sergio. En su trabajo de investigación titulado: *Uso de polvo de llanta como agregado fino en una mezcla de concreto para elaboración de adoquines*. Tesis de Pregrado Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. 110 p.

El trabajo tuvo como objetivo general: Desarrollar un adoquín que cumpla con las características mecánicas y físicas de los que actualmente se encuentran en el mercado de la construcción, a través del uso de una mezcla de concreto que utilice polvo de neumático en determinada proporción como agregado fino.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- El uso de polvo de llanta en una mezcla de concreto demostró ser no compatible en el desarrollo de las características mecánicas de la misma, porque disminuye la capacidad de la resistencia a la compresión y la flexión, según estándares de la norma propuesta COGUANOR y de la norma colombiana ICONTEC.
- Debido a la disminución de la resistencia tanto a flexión como a compresión en edades tempranas y tardías, no se recomienda el uso de este tipo de adoquín en arterias vehiculares.
- Si bien el uso de llantas como adición en la mezcla es de provecho para el medio ambiente, se necesita tener o buscar una mejor alternativa para la transformación del material de hule de llanta, ya que el utilizado en este trabajo fue hecho completamente a mano y es un proceso lento y por ende de poca producción.
- Se concluye que de los ensayos hechos a la mezcla seca bajo normas ASTM, sólo el de contenido de aire presenta un aumento debido a la inclusión de polvo de llanta.

TELLEZ García y VILLANUEVA Juan. En su trabajo de investigación titulado: *La resistencia a la compresión de los adoquines en concreto en Nicaragua*. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Nicaragua. 2013. 100 p.

El trabajo tuvo como objetivo general: Determinar la resistencia a la compresión que deben poseer los adoquines de concreto, acorde con las solicitaciones de cargas

establecidas por el tráfico vehicular predominante en las vías rurales de baja intensidad de tráfico *en Nicaragua*.

Basados en los resultados obtenidos de este estudio, se establecen las conclusiones acerca del desempeño estructural y algunas propiedades, del adoquín de concreto, tenemos entonces:

El comportamiento estructural del adoquín dentro del pavimento, se asemeja al de un bloque sujeto a cargas axiales producidas por el paso vehicular, considerando además un apoyo perimetral por fricción desarrollada a través de las juntas. Esto indica que el adoquín asume una parte de la carga como simplemente apoyada y el resto como un bloque sujeto a cargas axiales.

Los niveles de resistencia en los adoquines, se obtuvieron bajo la consideración de una transferencia de carga a través de las juntas y por lo tanto son válidas mientras dicha transferencia exista, esto implica que la correcta construcción del pavimento es determinante en el buen desempeño del adoquín, como elemento constructivo de pavimentos.

Los esfuerzos determinantes en el comportamiento del adoquín, sujeto a cargas producidas por el tráfico en los diferentes tramos inspeccionados, están constituidos por los esfuerzos a tensión, lo que se refleja en el tipo de falla común en las piezas del adoquinado, al encontrarse adoquines fracturados, generados por los esfuerzos a tensión localizados en la cara inferior de los elementos, y no observamos adoquines explotados (pulverizados en su mayor parte) lo que constituye una falla a compresión.

Desde el punto de vista estructural, la resistencia a la compresión que deben tener los adoquines para atender las solicitudes propias en Nicaragua, se puede lograr fácilmente con los materiales, equipos y métodos constructivos disponibles, siempre y cuando estos sean empleados adecuadamente.

La resistencia a la compresión obtenida para el adoquín de concreto tipo cruz, con dimensiones de 22 cm de ancho, 24 cm de longitud y 10 cm de espesor, es de 210 Kg/cm², equivalente a 3,000 PSI ó 20.68 Mpa, dependiendo de la unidad de medida que se establezca.

Este estudio no abarca los adoquines contruidos de mortero (práctica que se ha hecho común en Nicaragua por medio de fábricas artesanales), por lo que el

comportamiento del mortero difiere de gran forma con el comportamiento del concreto, además que los adoquines fabricados con mortero no son recomendados para la construcción de pavimentos, debido a su escasa resistencia a la abrasión y poca durabilidad.

MORALES Juna, SUASTE Daniel, AVILA Ángel. En su trabajo de investigación titulado: *Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México. 2017. 115p.

El trabajo tuvo como objetivo general: Determinar la mezcla ideal con materiales reciclados para la producción de adoquines realizando pruebas de compresión de acuerdo a la normatividad y manufacturando una máquina para la fabricación tanto de probetas como del adoquín.

Este trabajo propuso el uso de residuos de construcción y de llanta como materia prima en la elaboración de adoquines. Se determinaron en 8 mezclas distintas: variando desde 0%, 2%, 5% y 10% de llanta en peso para cada mezcla y utilizando dos tipos distintos de desechos de construcción (desecho únicamente de concreto y desecho de varios materiales). Para el comportamiento del material en adoquines se realizaron, para cada una de las mezclas propuestas, probetas cilíndricas que se sometieron a ensayos de compresión. Se diseñó, construyó y se puso en operación un equipo para fabricar el adoquín con un motor de 1/30 Hp. Esto simuló el equivalente a una máquina en una empresa de producción de adoquines de gran capacidad para tener las condiciones de elaboración del adoquín más apegadas a la realidad.

Al procesar los datos obtenidos de los ensayos, se observó que a pesar de ser un material compuesto (cerámico y polímero) el comportamiento es muy similar al de un cerámico, aunque el aumento de la cantidad de llanta en la mezcla se reflejó en una mayor ductilidad y menor resistencia. Se logró una resistencia máxima con desechos de construcción y sin llanta de 8.86, con una mezcla de porcentajes en peso de 0% de llanta, 42.4% de agregado grueso, 26.35% de agregado fino, 18.66% de cemento y 12.59% de agua. Y una resistencia máxima con desechos de construcción

y llanta de 6.38 MPa, con una mezcla de 2% de llanta, 42.4% de agregado grueso, 24.35% de agregado fino, 18.66% de cemento y 12.59% de agua, estas dos mezclas son de desechos de construcción únicamente de concreto.

SANTIAGO Miguel, SANTAMARIA-CUELLAR María del Rocío, CONTRERAS Georgina, GUERRERO Víctor, HERNANDEZ Ana María. En su trabajo de investigación titulado: Diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado. Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacan. México. 2015. 12 p.

Se llegó a las siguientes conclusiones: En este trabajo se describieron los pasos que se llevaron a cabo para la elaboración de un adoquín hecho con PET reciclado, sujeto a cargas de compresión, por lo que fue necesario determinar cuál es su resistencia. Los resultados obtenidos al realizar pruebas mecánicas demuestran que el adoquín de PET soporta cargas de 50,000 N, su resistencia a temperaturas en intervalos comunes en el área geográfica de México permite establecer su factibilidad y viabilidad de uso en casas habitación, patios, sitios públicos, entre otros; además de ser ligero y de fácil instalación.

Reciclar plásticos trae como beneficios el mejoramiento ecológico y generación de nuevas industrias que puedan resolver problemas de contaminación, asociado a obtención de utilidades y producción de empleos. Este proyecto plantea una opción viable para el reciclaje de materiales plásticos convirtiéndolos en un producto funcional.

BUZON Jorge. En su trabajo de investigación titulado: Fabricación de adoquines para uso de vías peatonales, usando cuesco de Palma Aceitera. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Nicaragua. 2010. 12 p.

El objetivo principal de la investigación, fue planteamos sustituir parcialmente el consumo de agregados como materia prima en el diseño de mezclas de mortero y concreto y lograr fabricar adoquines de uso en proyectos viales, reduciendo costos parciales y finales en este tipo de proyectos civiles.

Esta investigación busca desarrollar un diseño de mezclas de mortero o concreto, usando el cuesco de la palma africana, que nos permita fabricar adoquines para sistemas de pavimentos articulados más económicos que los tradicionales.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

Se hizo un diseño de mezclas y fabricamos adoquines peatonales, con 10% de cuesco de palma africana en proporción a la arena del diseño y se fabricaron adoquines sin cuesco para comparar resultados (testigos). Según la norma ICONTEC 2017 la resistencia individual de cada adoquín no debe ser inferior a 3.5 Mpa y en promedio no debe ser menor de 4.5 Mpa, los resultados obtenidos hasta el momento arrojaron que la resistencia promedio obtenida para los adoquines testigo a los 28 días fue de 9.1 Mpa, para los adoquines con el 10% de cuesco fue de 6.71Mpa.

Los valores reflejan la utilización de agregados secos, densos y lavados y con un buen grado de compactación, gracias a estas cualidades se produce un mortero más denso y a su vez mucho más resistente y en mayor medida las resistencia obtenida con adoquines peatonales a los 28 días satisface las exigencias establecidas por la norma

Adicionalmente, se le realizaron ensayos como densidad y absorción a los adoquines con cuesco y sin cuesco (testigo). La densidad para los adoquines de testigo fue 2.12 g/cm³ y para los adoquines con cuesco 1.91 g/cm³. La norma exige que el porcentaje máximo de absorción debe ser de 7% como promedio y 8% en adoquines individuales, el valor obtenido en esta investigación de absorción en adoquines sin cuesco arrojó un valor de 6,0% y para adoquines con cuesco una absorción de 8,6 % en promedio, a partir de estos valores de densidad y absorción podemos notar la influencia del cuesco al hacer los adoquines menos pesados pero con más capacidad de absorber humedad cumpliendo satisfactoriamente la norma.

Nacional

PASTOR Ayrton, PIERRE Jean, SEMINARIO Jean, TINEO Andres. ZAPATA Jean . En su trabajo de investigación titulado: Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado. Tesis de Pregrado. Universidad

de Piura 2015. 99 p. El objetivo de este trabajo es el diseño de una planta para la producción de adoquines a base de cemento y plástico reciclado que pueda generar un impacto ambiental positivo en la provincia de Piura, para así obtener adoquines de aspecto ecológico que sean utilizados para la fabricación de caminos.

Se realizó la comparación con productos similares de adoquín (20 cm x 10cm x 6 cm), obteniéndose los siguientes resultados:

Resistencia: Habiendo realizado pruebas en adoquines con una proporción de 1 de cemento por 1.5 de arena y 0.5 de PET, se obtuvo 100.63 kg/cm² de resistencia, estos resultados son prometedores ya que fueron examinados a los 7 días de curado, donde la resistencia actual está entre el 25 - 30% de la resistencia final según el diseño de concreto obtenido. Por esto, el bloque cumpliría con la NTP 399.611 con una resistencia mayor a la exigida.

Absorción: Los resultados de absorción en el adoquín fueron muy por debajo de la exigida por la NTP 399.611, la cual exige un promedio de 6% como máximo en un promedio de 3 bloques y 7% por individual. El resultado del promedio de evaluaciones fue de 2.17% de absorción.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los resultados de absorción obtenidos con los adoquines con plástico cumple con la NTP 399.611 con una absorción en promedio de 3 unidades de 3.17%.
- La resistencia de los bloques puede ser mejorada, modificando la dosificación, agregando más cemento en la composición. No obstante, el costo se elevaría y no sería factible utilizar este tipo de materiales de construcción.
- El porcentaje de resistencia final del adoquín puede mejorarse, mejorando su dosificación, o también sometiendo al producto terminado a un proceso de curado con un mayor control, en el cual la humedad se pueda conservar eficientemente durante este proceso.
- La sustitución de arena por plástico reciclado ha demostrado ser factible, ya que no afecta en gran medida el cambio de la composición realizado. Además, contribuye a reducir el impacto ambiental ocasionado por este residuo sólido urbano.

BARRANTES Jorge y HOLGUIN Rita. En su trabajo de investigación titulado: *Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Trujillo. 2015. 72 p. El trabajo tuvo como objetivo determinar y explicar la influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano.

Y se tiene las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el porcentaje de ceniza volante como sustituyente del cemento influyó aumentando la resistencia a la compresión hasta un 20% de reemplazo a partir de allí la resistencia disminuyó y el porcentaje de absorción no se ve afectada hasta el 20%, pero a porcentajes superiores la absorción de agua incrementó.
- Se logró determinar que la absorción de los adoquines con ceniza volante se ve afectada a partir del 20% donde se incrementó de 5.32% a 8.51%, comparando los valores con lo que establece la norma NTP 399.611, adoquines con 50% de reemplazo no cumplen con la normativa.
- Se determinó que el porcentaje de ceniza volante incremento la resistencia a la compresión hasta un 20% con un valor de 361.33 Kg/cm² a mayores porcentajes la resistencia disminuyo hasta un valor mínimo de 189.34 Kg/cm² correspondiente al 50% de reemplazo; comparando todos los resultados obtenidos se determinó que hasta un 30% de reemplazo cumple con el rango de resistencia que establece la norma NTP 399.611.
- Se determinó que los mejores porcentajes de reemplazo de ceniza volante en adoquines modificados se encontraron en el rango de 10 a 30% debido a que presentan mejores resultados en la resistencia a la compresión y la absorción.

SOTO Elmer, *Reaprovechamiento de residuos industriales de la Minería - Metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para Piso Rímac – 2017*. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo. Lima. 85p.

Se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Se identificaron las principales características físicas y químicas del residuo industrial de la minería metalúrgica, Los metales con valores superiores al ECA de suelo: fueron el arsénico (1076.5 mg/Kg.), cadmio (110.91 mg/kg.), cromo (5.59 mg. /kg.) y plomo (>5000 mg. /kg.). Los residuos de relave presentaron un pH igual a 2.7, de coloración amarillenta y textura ligeramente arcillosa, con una humedad de 3.8%.
- El contenido del plomo y arsénico en el residuo indican la alta peligrosidad del residuo de la industria minero metalúrgica ya que su concentración de plomo es de 5000mg/kg y de arsénico es 1076.5mg/kg. Por tanto son mayores que 1200mg/kg y 140 mg/kg que la ECA de suelos indica como máximo en suelos industriales.
- Para obtener adoquines resistentes, de 3.5 kg y con las medidas de 20cm de largo y 5cm de diámetro. Se debe mezclar 800g de residuo industrial de la minería metalúrgico, 2000g de arena gruesa, 1000g de cemento porthand, 700ml de agua y 10 gramos de poliestireno expandido. Y dejar secar no menor de 28 días a temperatura ambiente y curada. Como indica la Norma Técnica Peruana 334.051. (340 y 376 Kg. /cm²).
- Es posible aplicar la técnica de inertización para la elaboración de adoquines para pisos, reaprovechando los residuos industriales minero metalúrgicos y el poliestireno expandido.

DAVALOS Yvete. *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido.* Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Agustín. Arequipa. 117 p.

Se tiene las siguientes conclusiones:

- Se concluye que las mezclas asfálticas con adición de perlas de Poliestireno Expandido Reciclado mejoran sus propiedades mecánicas en un 60%.
- La mezcla asfáltica con Poliestireno Expandido Reciclado tuvo un incremento de su estabilidad en un 60% respecto de una mezcla asfáltica convencional.
- La mezcla con mejores propiedades mecánicas fue la mezcla asfáltica con adición 40% EPS.

I.3. Teorías relacionadas al tema

I.3.1. Pavimento.

Para el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013)**, el pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura.

- **Capa de Rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
- **Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
- **Subbase:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

A. Tipos de pavimentos.

De Cusa, J. (1993), divide a los pavimentos en tres categorías, a las que denomina con los nombres de:

- **Utilitarios:** Cuando se pretende obtener de ellos un máximo de economía y pueden ser:

- ✓ De tierra
- ✓ De tierra – cemento.
- ✓ De fábrica de ladrillo
- ✓ De hormigón.
- ✓ Entarimados.

- **Resistentes:** En el caso de que su característica más acusada sea la duración y la predisposición a eludir el desgaste y pueden ser.

- ✓ De hormigón
- ✓ De hormigón con chapa de cemento.
- ✓ De hormigón vibrado
- ✓ De hormigón pretensado
- ✓ De panots.
- ✓ De adoquín.
- ✓ De tarugos de madera

- **Decorativos:** Aquellos pavimentos que atienden principalmente a la presentación, procurando un acabado que, sin apartarse demasiado de las anteriores características, sea armonioso, estético y moderno, de acuerdo con el sentido de la belleza que el público exige y pueden ser:

- ✓ De mosaico hidráulico
- ✓ De gres
- ✓ De mármol
- ✓ De fragmentos de mármol.
- ✓ De xilolita
- ✓ De terrazzo
- ✓ De lajas de piedra
- ✓ De pavés
- ✓ De cristal
- ✓ De espejo
- ✓ De linóleoum
- ✓ De caucho
- ✓ De madera
- ✓ De corcho
- ✓ De plástico

Según el Manual de carreteras (2013) , los tipos de pavimento son los siguientes:

- Pavimentos flexibles.
- Pavimentos rígidos.
- Pavimentos semirrígidos.

- a) **El pavimento flexible**, es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.
- b). **El pavimento semirrígido**, es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.
- c). **El pavimento rígido**, es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:
- Pavimento de concreto simple con juntas
 - Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
 - Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

El dimensionamiento de las estructuras de pavimento que son propuestas en el Manual, y presentadas en los catálogos son ilustrativas y promueven el estudio de alternativas en cada caso, facilita su uso, pero no sustituye la decisión del Ingeniero Responsable, sobre la estructura de pavimento

adoptado, la misma que debe estar plenamente justificada por el mencionado Ingeniero (p. 24)

I.3.2. El adoquín.

Para Coronado, J. (2002), los bloques o adoquines son elementos contruidos con material pétreo y cemento, pudiendo tener varias formas, todas ellas regulares, y que son colocados sobre una cama de arena de 3 a 5 centímetros de espesor, la que tiene como función primordial absorber las irregularidades que pudiera tener la base, proporcionando a los adoquines un acomodamiento adecuado y ofreciendo una sustentación y apoyo uniforme en toda su superficie. Además sirve para drenar el agua que se filtra por las juntas, evitando que se dañe la base.

De Cusa, J. (1993), dice que el adoquinado se halla destinado a soportar cargas fuertes y constantes, para lo cual deberá emplearse en su construcción aquellos materiales cuya dureza permita suponer saldrán airosos de la empresa que se les asigna.

Para **Cemento Pacasmayo, (2015)**, los adoquines de concreto son elementos prefabricados macizos, de espesores uniformes e iguales entre sí; elaborados con una mezcla de arena, piedra, agua y cemento a través de un proceso industrial de vibro-compresión en moldes. Las formas y colores de estos productos pueden ser muy diferentes; se utilizan como capa de rodadura en todo tipo de pavimentos.

A. Clasificación de los adoquines.

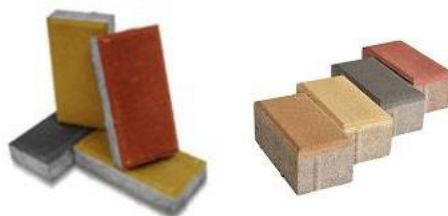
Cementos Pacasmayo, (2015), clasifica a los adoquines por su forma y por su uso. Según su forma los clasifica en:

- **Adoquines Rectangulares:** Son los que se utilizan con mayor frecuencia en las obras del Perú. Se fabrican en dimensiones de 20cm x 10cm x 04 cm, 20cm x 10cm x 08 cm y 20cm x 10cm x 10cm en

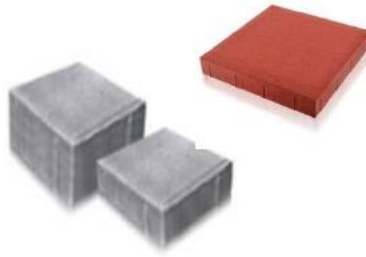
color natural, amarillo, negro, plomo, rojo y naranja con las siguientes dimensiones.



- **Adoquines Bicapa:** Estos adoquines tienen la misma funcionalidad y características físicas que los adoquines rectangulares tradicionales y se fabrican en las mismas medidas. La diferencia radica en que la coloración artificial del adoquín se aplica únicamente a su superficie, que es la parte que se ve una vez colocado, y, por lo tanto, reduce el costo del adoquín y el precio al consumidor.



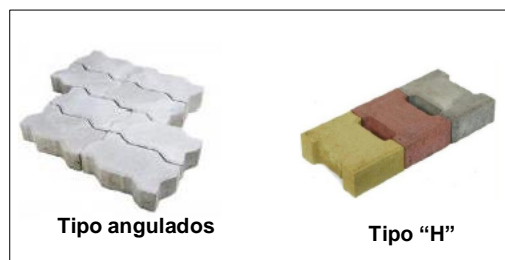
- **Adoquines Cuadrados:** Los usos y aplicaciones de estos adoquines son iguales a los rectangulares. Los tipos y colores son los mismos que los adoquines rectangulares; la diferencia radica solo en la forma, brindando opciones de diseño para las obras; se fabrican en dimensiones de 10cm x 10cm x 06 cm; 20cm x 20cm x 06 cm; 40cm x 40cm x 06 cm y 40cm x 40cm x 08 cm en color natural, rojo, amarillo, negro, plomo y naranja.



- **Losetas Táctiles Guía y Alerta:** Se utilizan en zonas de tránsito peatonal como veredas y plazas, y se caracterizan por tener formas que sobresalen en la superficie para orientar el tránsito de las personas invidentes, se fabrican en dimensiones de 20cm x 20cm x 06cm y 40cm x 40cm x 06cm en colores natural, rojo y amarillo.



- **Otros adoquines:** Adoquines de concreto de tipo angulados y Tipo "H" fabricados con espesores de 6 y 8 cm respectivamente en colores natural, rojo, amarillo, plomo, negro y naranja.



Según su uso, **Cementos Pacasmayo, (2015)**, clasifica a los adoquines en:

- **Adoquines para tránsito peatonal:** Son adoquines rectangulares de 20 cm x 10 cm x 04 cm con un F'c 320 Kg/cm², apropiados para veredas, alamedas, parques, plazas, bulevares, malecones, terrazas,

patios, perímetro piscinas, andenería, desniveles, instalaciones deportivas (canchita de fútbol), patios interiores y/o exteriores.

- **Adoquines para tránsito vehicular ligero:** Son adoquines rectangulares de 20 cm x 10 cm x 06 cm; con un F'c 420 Kg/cm², ideales para bermas centrales y laterales, vías internas en Urbanizaciones, Calles y Avenidas, Condominios y Habilitaciones Urbanas Privadas.
- **Tránsito Vehicular Pesado:** Son adoquines rectangulares de 20 cm x 10 cm x 08 cm; con un F'c 420 Kg/cm² ideales para zonas de cargas, patios de puertos, terminales terrestres, plataformas de aeropuertos, y zonas donde se tienen cargas muy altas e inclusive de vehículos montados sobre orugas, así como carreteras.

La **Dirección de Normalización, (2015)**, a través de la Norma Técnica Peruana NTP 399.611 clasifica a los adoquines de la siguiente manera:

Tabla 1 Clasificación de los adoquines.

Tipo	Uso
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611.

B. Características de los adoquines.

La **Dirección de Normalización, (2015)**, nos dice que los adoquines deben cumplir como mínimo las siguientes características:

- **Espesor Nominal.**

El espesor nominal mínimo del adoquín es el que se muestra a continuación.

Tabla 2 Espesor nominal de los adoquines

Tipo	Espesor nominal
I (Peatonal) ✓ Tipo B,C y D ✓ Todos los tipos según la norma TH.010	40 mm 60 mm
II (Vehicular ligero)	60 mm 80 mm 100 mm
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80 mm

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611

- **Resistencia a la compresión.**

La resistencia mínima a la compresión es la que se muestra a continuación.

Tabla 3 Resistencia a la compresión.

Tipo	Espesor nominal	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (Peatonal) ✓ Tipo B,C y D ✓ Todos los tipos según la norma TH.010	40 mm	31 (320)	28 (290)
	60 mm	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60 mm	41 (420)	37 (380)
	80 mm	37 (380)	33 (340)
	100 mm	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80 mm	55 (561)	50 (510)

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611

- **Tolerancia dimensional.**

La tolerancia dimensional máxima es la que se muestra a continuación.

Tabla 4 Tolerancia dimensional.

Tolerancia dimensional, máxima (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1.6 mm	± 1.6 mm	± 3.2 mm

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611

- **Absorción.**

Debido a que los adoquines destinados a pavimentos pueden estar sujetos a condiciones elevadas de durabilidad, como la agresión por sulfatos o ciclos de hielo y deshielo, deberán cumplir con los siguientes requisitos de absorción.

Tabla 5 Absorción máxima (%)

Tipo de adoquín	Absorción máxima (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611.

- **Resistencia a la abrasión.**

La norma no pide esta prueba para agregados que conformen la estructura de adoquines de tránsito peatonal.

C. Especificaciones técnicas constructivas de pavimentos adoquinados.

De acuerdo a la NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, en el anexo F (**Método sugerido para el diseño estructural de pavimentos urbanos de adoquines intertrabados de concreto**), menciona que es aquel pavimento formado, típicamente por una base granular, una capa o cama de arena de asiento, los adoquines intertrabados de concreto, la arena de sello, los confinamientos laterales y el drenaje, construido sobre una sub-rasante de suelo preparado para recibirlo. los pavimentos de adoquines intertrabados se construyen de tal manera que las cargas verticales de los vehículos se transmitan a los adoquines intertrabados adyacentes por corte a través de la arena de sello de las juntas.

En la Figura F1 se muestran algunas secciones transversales típicas de pavimentos de adoquines intertrabados. En F1(a), tanto la base como la sub-base están compuestas de materiales granulares. También se pueden

usar bases estabilizadas con asfalto o cemento, como se muestra en F1 (b). Se requiere restricción a lo largo de los bordes de los pavimentos de adoquines intertrabados de concreto para prevenir el movimiento de las unidades debido a las fuerzas del tráfico. Tales movimientos pueden ocasionar la abertura de las juntas y la pérdida de trabazón entre los elementos. La restricción de borde mostrada en la Figura F1 puede conseguirse con diferentes diseños de sardineles.

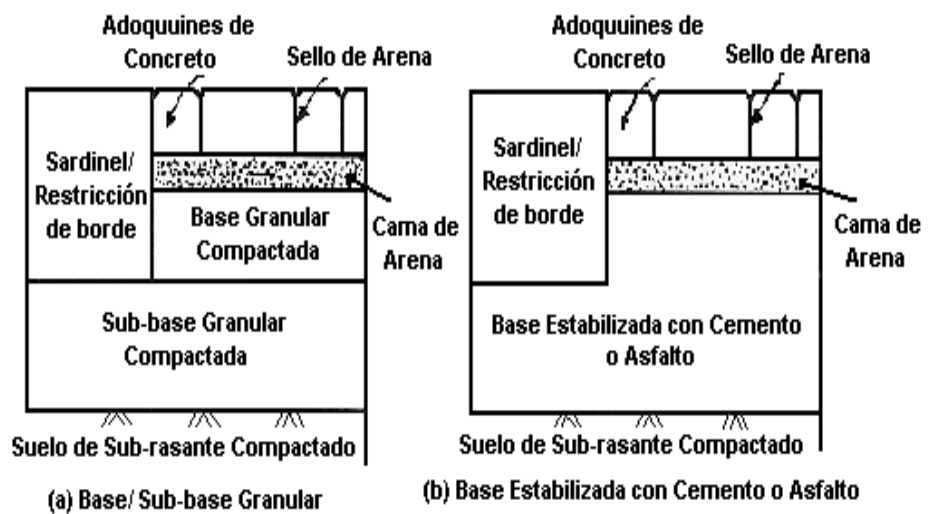


Figura 1 Secciones transversales Típicas

El siguiente procedimiento de diseño estructural para vías y estacionamientos, está basado en un procedimiento simplificado del método descrito en Structural Design of Concrete Block Pavements.¹ y en Guide for Design of Pavement Structures 2 de la AASHTO. Se eligió el formato de la AASHTO debido a que la distribución de cargas y modos de fallas de los pavimentos con adoquines intertrabados de concreto, son muy similares a los que ocurren en pavimentos flexibles (p.70)

Método de diseño.

Para el diseño de pavimento con adoquines de concreto, el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013)** propone el método de diseño del ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute), que es un

procedimiento simplificado que toma en cuenta las siguientes guías de diseño: “Structural Design of Concrete Block Pavements” (Rada, G.R., Smith, D.R., Miller, J.S., and Witzak, M.W.) y la Guide for Design of Pavement Structures (AASHTO’93). El método considera como factores de diseño a: los aspectos ambientales, el tráfico expresado en ejes equivalentes, las características de la subrasante y los materiales del pavimento

- **Aspectos ambientales.**

Para **SENCICO, (2010)**, el comportamiento de los pavimentos está significativamente influenciado por dos factores medio ambientales principales, la humedad y la temperatura. En este procedimiento de diseño, los efectos medioambientales se incluyen en la caracterización de la resistencia del suelo de sub-rasante y de los materiales de la estructura del pavimento. Las descripciones de la calidad del drenaje y de las condiciones de humedad ayudan a determinar los valores de resistencia de diseño para los suelos de sub-rasante y de los materiales granulares. Si la acción de congelamiento-deshielo es una consideración, el valor de soporte del suelo de sub-rasante se reduce de acuerdo con su categoría de susceptibilidad al congelamiento.

- **Características de la Subrasante.**

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013)** nos dice que las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6 Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR<3%
S ₁ : Subrasante Pobre	CBR≥3% a CBR<6%
S ₂ : Subrasante Regular	CBR≥6% a CBR<10%
S ₃ : Subrasante Buena	CBR≥10% a CBR<20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	CBR≥20% a CBR<30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR≥30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013)

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geo sintéticos u otros productos aprobados por el MTC, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

Para **SENCICO, (2010)**, la resistencia del suelo de sub-rasante ha tenido gran efecto en la determinación del espesor total de la estructura de pavimento de adoquines intertrabados de concreto. Donde sea posible, se deberán conducir ensayos de laboratorio del módulo resiliente o de la Relación Soporte de California (CBR) en suelos típicos de subrasante para evaluar su resistencia. Esos ensayos deberán conducirse a las condiciones de campo más probables de densidad y humedad, que se pronostican durante la vida de diseño del pavimento.

Cama de Arena.

Para **SENCICO, (2010)**, el espesor de la cama de arena no deberá ser mayor a 40 mm ni menor de 25 mm después de la compactación de los adoquines intertrabados de concreto. La cama de arena deberá tener la graduación mostrada en la siguiente tabla y no se debe usar arena proveniente del triturado, ni polvo de piedra.

Tabla 7 Tamaño del tamiz de la cama de arena

Tamaño del tamiz	% Pasante
9.5 mm (3/8)	100
4.75 mm (N° 4)	95 – 100
2.36 mm (N° 8)	80 – 100
1.18 mm (N° 16)	50 - 85
600 µm (N° 30)	25 - 60
300 µm (N° 50)	10 - 30
600 µm (N° 100)	02 - 10

Adoquines de Concreto

Para **SENCICO, (2010)**, el comportamiento estructural de los pavimentos con adoquines intertrabados de concreto depende de la trabazón entre las unidades individuales. Cuando se aplica una carga, la transferencia de corte entre las unidades permite que la carga sea distribuida en una mayor área. En áreas sujetas a tráfico vehicular se recomienda un espesor mínimo de adoquín de concreto de 60 mm y un patrón de colocación en forma de espiga.

Arena para sello.

Para **SENCICO, (2010)**, la arena para el sellado de las juntas entre adoquines intertrabados proporciona trabazón vertical y transferencia de corte debido a las cargas. Ella puede ser ligeramente más fina que la cama de arena. La gradación de este material puede

tener un máximo de 100% pasando la malla N° 16 (1,18 mm) y no más de 10% pasando la malla N° 200 (75 μ m).

I.3.3. Poliestireno expandido

Poliestireno expandido ANAPE (2013), El poliestireno expandido es un material plástico celular y rígido, fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno. También se conoce como corcho blanco. El poliestireno expandido, es un plástico espumado, que se utiliza en el área de construcción como aislamiento térmico y acústico. En el pampo de embalajes y envases se usa para diferentes actividades. Son materiales que no generan ningún efecto en la degradación de la capa de ozono ya que el mayor porcentaje de su contenido es aire. Algunas cualidades de los residuos de poliestireno son:

- Aislamiento térmico y mecánico.
- Ligero de peso.
- Amortiguación de impactos.
- Resistente a la humedad.
- Resistencia mecánica.
- Moderado impacto ambiental.

A. Propiedades Generales del Poliestireno expandido

- **Propiedades físicas**

Densidad: Los productos y artículos acabados en poliestireno expandido (EPS) se caracterizan por ser extraordinariamente ligeros aunque resistentes. En función de la aplicación las densidades se sitúan en el intervalo que va desde los 10kg/m³ hasta los 50kg/m³.

Resistencia mecánica: La resistencia a los esfuerzos mecánicos de los productos de EPS se evalúan generalmente a través de las siguientes propiedades:

- Resistencia a la compresión para una deformación del 10%.
- Resistencia a la flexión.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante.
- Fluencia a compresión.

Aislamiento térmico: Los productos y materiales de poliestireno expandido (EPS) presentan una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío. Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno. Aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (poliestireno). De todos es conocido que el aire en reposo es un excelente aislante térmico. La capacidad de aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica λ que en el caso de los productos de EPS varía, al igual que las propiedades mecánicas, con la densidad aparente.

Comportamiento frente al agua: El poliestireno expandido no es higroscópico. Incluso sumergiendo el material completamente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores oscilando entre el 1% y el 3% en volumen (ensayo por inmersión después de 28 días). Nuevos desarrollos en las materias primas resultan en productos con niveles de absorción de agua aún más bajos.

Estabilidad dimensional: Los productos de EPS, como todos los materiales, están sometidos a variaciones dimensionales debidas a la influencia térmica. Estas variaciones se evalúan a través del coeficiente de dilatación térmica que, para los productos de EPS, es independiente de la densidad y se sitúa entre 0,05 y 0,07 mm., por metro de longitud y grado centígrado. A modo de ejemplo una plancha de aislamiento térmico de poliestireno expandido de 2

metros de longitud y sometida a un salto térmico de 20° C experimentará una variación en su longitud de 2 a 2,8 mm.

Estabilidad frente a la temperatura: El rango de temperaturas en el que este material puede utilizarse con total seguridad sin que sus propiedades se vean afectadas no tiene limitación alguna por el extremo inferior (excepto las variaciones dimensionales por contracción). Con respecto al extremo superior el límite de temperaturas de uso se sitúa alrededor de los 100°C para acciones de corta duración, y alrededor de los 80°C para acciones continuadas y con el material sometido a una carga de 20 kPa.

Comportamiento frente a factores atmosféricos: La radiación ultravioleta es prácticamente la única que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. Debido a que estos efectos sólo se muestran tras la exposición prolongada a la radiación UV, en el caso de las aplicaciones de envase y embalaje no es objeto de consideración.

Tabla 8 Resumen propiedades físicas

PROPIEDADES	UNIDADES	VALORES DE MARGEN OSCILACIÓN
Densidad nominal	Kg/m ³	10-35
Densidad mínima	Kg/m ³	9-31.5
Espesor mínimo	mm	50-20
Conductividad térmica λ (10°C)	mW (Mk)	46-33
Tensión por compresión con deformación al 10%	KPa	30-25
Resistencia permanente a la compresión con una deformación al 10%	KPa	15-70
Resistencia a la flexión ($\sigma\beta$)	KPa	50-375
Resistencia de cizallamiento	KPa	25-184
Resistencia a al tracción	KPa	<100-580
Módulo de elasticidad	MPa	<15-108
Indeformabilidad la calor instantáneo	°C	100
Indeformabilidad al calor duradera con 20.000 N/M ²	°C	80
Coefficiente de dilación térmica lineal	I/K(Xe-5)	5-7
Capacidad térmica específica	J/K(Kgk)	1210
Clase de reacción la fuego	-	M1-M4
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 días	%(vol)	0.5-1.5
Absorción de agua en condiciones al cabo de 28 días	%(vol)	1-3
Índice de resistencia a la difusión de vapor de agua	-	<20-120

Fuente: Instituto Mexicano de Plásticos Industriales, S.C

Propiedades químicas

El Poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos. Si se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias. En la siguiente tabla se detalla más información acerca de la estabilidad química del EPS.

Tabla 9 Resumen propiedades químicas

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salinica (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Jabones y soluciones tenso activos	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Lejía	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos clorhídrico (35%) Ácidos nítrico (50%)	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos concentrados	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Disolventes orgánicos (acetona esteres)	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina y vaselina	Relativamente estable: en una acción prolongada el EPS puede contraerse o ser ataca su superficie
Aceites de diesel	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol etanol)	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada el EPS puede contraerse o ser ataca su superficie

Fuente: Instituto Mexicano de Plásticos Industriales, S.C

- **Propiedades biológicas**

El poliestireno expandido es imputrescible, no enmohece y no se descompone. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. Los productos de EPS cumplen con las exigencias sanitarias y de seguridad e higiene establecidas, con lo que pueden utilizarse con total seguridad en la fabricación de artículos de embalaje destinados al contacto alimenticio. En cuanto al efecto de la temperatura, mantiene las dimensiones estables hasta los 85°C. No se produce descomposición ni formación de gases nocivos.

B. Uso de Poliestireno expandido en obras de Ingeniería.

Arte y Cemento (2011) esta revista menciona en su publicación sobre uso de poliestireno expandido en la ingeniería civil, inicia en Noruega en los años 60, donde utilizan el poliestireno como aislamiento para evitar el congelamiento del subsuelo eliminando los problemas del deshielo. Este experimento lo convierte en una solución correcta para uso en relleno de base de las estructuras de todo tipo de proyectos. El poliestireno expandido demuestra su resistencia de carga de compresión conservando su forma, y diseño correcto, demostrando características favorables para incorporar como agregados para las obras civiles.

Por otro lado, los materiales de relleno pesado como la arena, pueden provocar pérdida de estabilidad del suelo. Una estructura de relleno utilizando poliestireno expandido no tiene mucho peso que el terreno excavado, por tanto no afecta la estabilidad de suelo.

D. Contaminación del Poliestireno expandido

El poliestireno fue inventado por el científico estadounidense Otis Ray McIntire en 1941. Para fabricarlo, hay que mezclar al vapor pequeñas cuentas del polímero poliestireno con productos químicos hasta que estas cuentas aumenten 50 veces su volumen original.

Una vez que estas bolitas se enfrían y se asientan, se colocan en un molde (puede ser un recipiente, un vaso) y se las vuelve a expandir con calor, hasta que el molde queda completo y se fusionan todas las pelotitas.

¿Por qué es tan malo para el medio ambiente?

Aunque las cantidades de poliestireno que se tiran a la basura son menores en comparación con las de plástico, los ambientalistas afirman que este material causa graves daños cuando ingresa en los ecosistemas marinos y contamina las aguas.

Según Douglas McCauley, profesor de Biología Marina de la Universidad de California, Estados Unidos, el poliestireno genera dos clases de problemas para los animales marinos: mecánicos y biológicos.

“El origen del problema mecánico es muy simple”, dice McCauley. “Con mucha frecuencia encontramos poliestireno en los intestinos y eso provoca bloqueos que pueden ser letales”, dice.

“Si piensas lo preocupante que puede ser un bloqueo leve por la ingestión de algo malo, imagínate lo que puede causar la ingestión de una bola entera de poliestireno extruido. Eso es lo que les pasa a algunos de los animales”, añade.

Desde un punto de vista químico, las propiedades absorbentes del poliestireno lo hacen aún más peligroso.

“Esencialmente, el poliestireno actúa como una pequeña esponja, recogiendo y concentrando algunos de los contaminantes más dañinos que hay en el océano”, señala McCauley.

“Luego, la ve una tortuga marina y se la come pensando que es una medusa.”

Y no es solo malo para los peces y los océanos. Puede ser nocivo para el ser humano también.

“Es muy preocupante que algunos de estos peces que se alimentan de.”

¿Por qué no se recicla?

Reciclarlo es muy difícil. “No está demostrado que el reciclaje del poliestireno sea posible a gran escala y no se ha probado que exista un mercado para él”, explica Kathryn García, comisaria de Sanidad de la ciudad de Nueva York.

Debido al procedimiento químico que se emplea para convertir las pelotitas de poliestireno en EPS es casi imposible transformar, por ejemplo, un plato de este material en un recipiente con otro formato.

“No puedes tomar un vaso (...) y moldearlo otra vez porque ya se ha expandido”, explica Joe Biernacki, profesor de ingeniería química de la Universidad Tecnológica de Tennessee. “Lo que hace falta son bolitas de poliestireno virgen.”

Actualmente se está investigando la posibilidad de desarmar el material en pelotitas a un costo asequible, pero hasta la fecha hay muy pocas maneras prácticas de reciclarlo.

Otro método que se ha puesto a prueba es el reciclaje térmico. En este proceso, el EPS reciclado se quema en incineradores municipales, lo cual genera dióxido de carbono y vapor de agua.

Esto lo convierte en un buen

I.3.4. Emulsión asfáltica

Según el Manual MTC EG-2013, menciona que las emulsiones asfálticas son el producto de la separación mecánica en glóbulos diminutos del cemento asfáltico, que son dispersados en agua tratada con una pequeña cantidad de agua emulsificante.

La separación mecánica se hace con molinos coloidales.

A. COMPOSICIÓN

- Las emulsiones asfálticas consisten de tres ingredientes básicos, asfalto, agua y un agente emulsivo.
- En algunas ocasiones, las emulsiones pueden contener otros aditivos como estabilizantes, mejoradores de recubrimiento, mejoradores de adherencia o agentes de control de rotura.

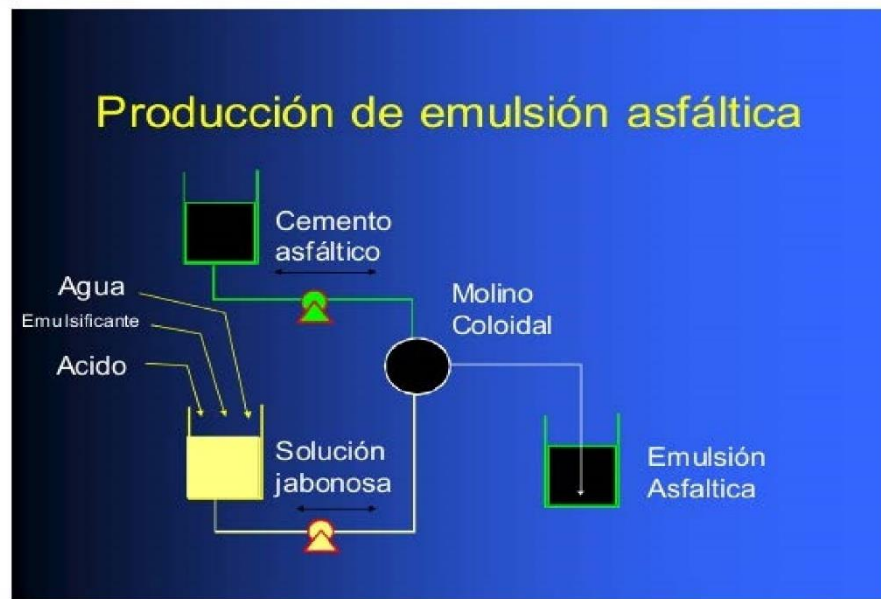


Figura 2: Sistema de Producción de emulsión asfáltica.

- Se pueden preparar emulsiones asfálticas de distintos tipos y clases, seleccionando el agente emulsivo elegido, la emulsión asfáltica puede ser :
 - Aniónica.- Partículas de asfalto cargadas electronegativamente.
 - Cationica.- Partículas de asfalto cargadas electropositivamente.
 - No iónicas.- Partículas de asfalto son neutras.

En el Perú se usan las emulsiones Cationicas. De acuerdo al material y al proceso de fabricación, las emulsiones asfálticas cationicas pueden clasificarse de distintos grados.

Emulsiones asfálticas catiónicas

- CRS-1

Tipo	Rotura Rápida				Rotura Media				Rotura Lenta				Rotura rápida		
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h		CQS-1H		
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
Prueba sobre Emulsiones															
- Viscosidad Saybolt Furol a 25°Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20	100	20	100
- Viscosidad Saybolt Furol a 50°Cs	20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-	-	-	-	-
- Estabilidad de Almacenamiento, 24h, % ⁽¹⁾	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Demulsibilidad, 35 cm ³ , 0.8% Diocilsulfosuccinato sódico, %	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Revestimiento y Resistencia al agua:															
- Revestimiento agregado seco					Bueno				Bueno						
- Revestimiento, agregado seco después del rociado					Aceptable				Aceptable						
- Revestimiento, agregado húmedo					Aceptable				Aceptable						
- Revestimiento, agregado húmedo después del rociado					Aceptable				Aceptable						
Carga de partícula	Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		
Prueba de Tamiz % ⁽¹⁾	-	0,1	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	
Mezcla con Cemento, %															
Destilación:															
- Destilación de aceite, por volumen de emulsión	-	3	-	3	-	12	-	12	-	2,0	-	2,0	-	2,0	
- % Residuo	60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-	57	-	
Pruebas sobre el Residuo de destilación:															
- Penetración, 25°C, 100 g, 5s	100 ^h	250 ^h	100 ^h	250 ^h	100	250	40	90	100	250	40	90	40	90	
- Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	40	150 ^h	40	150 ^h	40	150 ^h	40	150 ^h	40	150 ^h	40	150 ^h	40	150 ^h	
- Solubilidad en Tricloretileno, %	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	

- CR-2
- CM-2
- CM-2 h
- CSS-1
- CSS-1 h
- CQS-1 h

RS significa “Rapid Setting” (Rotura Rápida)

MS significa “Medium Setting”(Rotura Media)

SS significa “Slow Setting” (Rotura Lenta)

- Los números en la clasificación indican la viscosidad relativa de la emulsión.

Por ejemplo una emulsión CRS-2 es más viscosa que CRS-1.

- La letra «h» incluida en algunos grados significa que la base asfáltica es más consistente (o dura)
- Por ejemplo la emulsión CSS-1h es más consistente que la emulsión CSS-1.

Mortero Asfáltico: Es la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica modificada o no con polímeros y agregados pétreos, sobre la superficie de una vía.

Tabla 10: Requerimiento para los agregados

Tipo	I	II	III
Tamaño del tamiz	% Pasa	% Pasa	% Pasa
3/8" (9,50 mm)	100	100	100
Nº. 4 (4,75 mm)	100	90-100	70-90
Nº. 8 (2,36 mm)	90-100	65-90	45-70
Nº. 16 (1,18 mm)	65-90	45-70	28-50
Nº. 30 (0,60 µm)	40-60	30-50	19-34
Nº. 50 (0,30 µm)	25-42	18-30	12-25
Nº. 100 (0,15 µm)	15-30	10-21	7-18
Nº. 200 (0,075 µm)	10-20	5-15	5-15

Fuente: ISSA A 105

Tabla 10 Granulometría de los agregados

Ensayos	Norma	Requerimiento
Pérdida en Sulfato de Mg	MTC E 209	18% máx.
Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	NP
Equivalente de Arena ⁽¹⁾	MTC E 114	40% min.
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.
Adherencia (Riedel Weber) ⁽²⁾	MTC E 220	4 min.

- (1) El equivalente de arena será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de la incorporación del polvo inerte de aporte.
- (2) Corresponde al desprendimiento inicial

Material bituminoso: La emulsión será CSS-1, CSS-1h, CQS-1h que cumplan con lo especificado.

Tipo I: Se aplica en zonas de bajo tránsito, donde el objetivo principal es el óptimo de sellado de la superficie. Es adecuado para realizar sello de grietas, relleno de huecos y reparar la erosión de la superficie. EL contenido de asfalto residual debe encontrarse entre el 10% y el 16% del peso del agregado seco. Se debe aplicar en una relación comprendida entre 4.3 a 6.5 kg/m². Este tipo de mortero asfáltico debe ser utilizados para cubrir una superficie bituminosa desgastada o como sellador de capa de base estabilizada.

TIPO II: Este tipo de mortero protege la superficie subyacente del envejecimiento y daño por efecto del agua y mejora de la fricción superficial. Se recomienda para relleno de huecos y reparar la erosión de la superficie. El contenido de asfalto residual debe encontrarse entre 7.5 y el 13.5 % del peso del agregado seco. Se debe aplicar en una relación de 5.4 y el 9.8 kg/m². Este tipo de mortero se utilizará en pavimentos que estén dañados por la erosión y tengan numerosas grietas.

Tipo III: Se utiliza para conseguir altos valores de fricción superficial, se recomienda su aplicación en vías con elevados niveles de tránsito. Es adecuado para realizar una renovación de la superficie. El contenido de asfalto residual deberá estar comprendido entre el 6.5 al 12% del peso del agregado seco. Debe ser aplicado en una relación de 8.1 a 12 kg/m²

I.3.5. Reaprovechamiento

Ministerio del Ambiente. Informe Anual de Gestión de Residuos Sólidos (2008) En la gestión de los residuos sólidos, el reaprovechamiento es el proceso que se realiza con técnicas por el cual se obtiene un beneficio del material aprovechado, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido. Son técnicas de reaprovechamiento: el reciclaje, la recuperación, la reutilización y reducir. El reaprovechamiento también se enfoca en realizar un proceso de transformación de los residuos para obtener una vida útil en un área.

Otros fines a efectos de obtener materias primas, permitiendo la minimización de los residuos, de esta forma se mejoran el manejo adecuado de desechos de la industria minera.

1.3.5.1. Residuos sólidos

OEFA (2014) Como base para esta investigación, tomaremos como definición de residuos sólidos la que señala la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos, de julio del año 2000, que la define de la siguiente manera:

- Un residuo sólido, es una materia o sustancia que ha terminado su ciclo de vida, y que ya no se considera útil, de tal manera se convierte en un desecho y se debe almacenar en un lugar adecuado.
- En el marco de la definición global de residuo, se tiene un sistema que permite clasificar a los residuos de acuerdo a su peligrosidad y en función a ello los residuos pueden ser:
- Residuos No peligrosos, aquellos que al manipularse no representan riesgos a la salud y al ambiente.
- Residuos Peligrosos aquellos que por sus características intrínsecas representan riesgos a la salud y al ambiente.

Es importante para fundamentar adecuadamente la presente investigación tener en claro, su clasificación:

Tabla 11 Clasificación de los residuos sólidos.

Según su origen	Según su gestión	Según su peligrosidad
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Residuo domiciliario. ▪ Residuo comercial. ▪ Residuo de limpieza de espacios públicos. ▪ Residuo de establecimiento de atención de salud. ▪ Residuo industrial. ▪ Residuo de las actividades de construcción. ▪ Residuo agropecuario. ▪ Residuo de instalaciones o actividades especiales. 	<p>Residuo de ámbito municipal.</p> <p>Residuo de ámbito no municipal.</p>	<p>Residuos peligrosos.</p> <p>Residuos no peligrosos.</p>

Nota: Definición desprendida de la Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos, en sus artículos 14 y 15.

I.4. Formulación Del Problema

Problema general

¿De qué manera se reaprovecha los residuos de poliestireno expandido, para la diseño de adoquines tipo I para pisos de transito liviano?

Problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles son las propiedades físico mecánicos de los residuos de poliestireno expandido, para su reutilización en el diseño de adoquines tipo I para pisos de transito liviano?
- ✓ De qué manera se podrá obtener de los adoquines tipo I para pisos de transito liviano con la mezcla de emulsión asfáltica, agregados y poliestireno expandido.

1.5. Justificación del Estudio

En la ciudad de Tarapoto se viene experimentando el uso incontrolable del poliestireno expandido en sus diversos productos y que estos finalmente son destinados al botadero municipal, río Shilcayo y Cumbaza, parques y áreas verdes. Dejando notar que no existe un plan de manejo de residuos de origen poliestireno expandido y que está demostrado que genera un grado de contaminación.

Es por ello una de las motivaciones del presente proyecto pretende es la búsqueda del reaprovechamiento del poliestireno expandido mediante la fabricación de adoquín para piso en veredas peatonales de tránsito liviano, consistente en la mezcla emulsión asáltico, agregado grueso, agregado fino y poliestireno expandido; por lo tanto tiene como finalidad el reciclado de poliestireno expandido y así aportar a la disminución de la contaminación ambiental generado por este producto, considerando que los primeros beneficiarios en todo este proceso son los pobladores del distrito de Tarapoto en la Provincia de San Martín.

Esta investigación permitirá obtener un nuevo producto a base producto a base de agregados, emulsión asfáltica y este material reciclado pretendiendo solucionar parte de la demanda de adoquines tipo I para pisos de tránsito liviano.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

El reaprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido, permitirán el diseño de adoquines tipo I para pisos de tránsito liviano.

1.6.2. Hipótesis específicas

- ✓ Aprovechando las propiedades físico mecánicas de los residuos de poliestireno expandido será factible, para su reutilización en la elaboración de Adoquines tipo I para piso.
- ✓ Se lograra obtener de adoquines tipo I para piso en veredas de tránsito liviano con la mezcla de emulsión asfáltica, agregados y poliestireno expandido.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo General

Obtener el diseño de un adoquín para piso de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de mezcla.
- Diseño de adoquines tipo I de la mezcla de emulsión asfáltica de agregados.
- Evaluación y ensayos estándares para los adoquines Tipo I.

II. MÉTODO.

2.1. Diseño de Investigación.

Luego de plantear nuestro problema general y la hipótesis, tenemos que identificar el plan que vamos a desarrollar para poder llevar a la práctica la presente investigación.

✓ **Método de investigación**

En correspondencia a nuestro enfoque cuantitativo de investigación y siendo éste de diseño experimental, y que esto nos puede permitir aceptar no o la hipótesis planteada, es necesario poder contar con un método de investigación lógico y alineado a la estructura investigativa.

En ese sentido el método de investigación establecida es el método tecnológico. Debido que en su proceso comprende de dos acciones, de investigar y transformar, enfocándose con mayor énfasis en la transformación con el objetivo de ir de las ideas a las acciones.

✓ **Diseño experimental**

Sera experimental debido a que se experimentará con los residuos de poliestireno expandido, manipulando variables como cantidad de emulsion Asfáltica, arena fina y arena triturada, de tal manera de establecer un orden y grado de confianza con el experimento.

Su Temporalidad es longitudinal debido a que los datos obtenidos del campo y del laboratorio son de un mismo tiempo. El diseño de investigación a elaborar es Experimental.

GE-----O-----X₁

Donde:

GE= Relación volumétrica de agregados, emulsión asfáltica y residuo de poliestireno expandido

O= Observación.

X₁= Propiedades Físicas y Mecánicas de los adoquines para pisos de transito liviano.

2.2. Variables, Operacionalización.

Variable Independiente: Reaprovechando residuos de poliestireno expandido, Agregados y emulsión Asfáltica CCS – 1h.

Variable Dependiente: Diseño de adoquines para pisos de transito liviano.

Tabla 12: Operacionalización de variables de la investigación

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica	Es el aprovechamiento racional de residuos de poliestireno expandido y sus posibles mezclas con agregados de diversos orígenes, en el sector de la construcción.	Proceso de reaprovechamiento del poliestireno expandido con fines viales al ser mezclado con agregados de origen pétreo y emulsión asfáltica	Relación volumétrica.	Nominal.
Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano	Son elementos prefabricados macizos, elaborados con una mezcla de agregados y un aglutinante, a través	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los componentes de fabricación de los adoquines y condiciones de elaboración	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas de los componentes AGREGADO GRUESO -Granimetría -Peso específico y absorción. 	

	de un proceso industrial de consolidación; se utilizan como capa de rodadura en todo tipo de pavimentos.	con una mezcla de agregados y emulsión asfáltica.	<p>-Peso volumétrico.</p> <p>- pH.</p> <p>AGREGADO FINO</p> <p>-Granimetría</p> <p>-Peso específico y absorción.</p> <p>-Peso volumétrico.</p> <p>- PH</p> <p>EMULSION ASFALTICA</p> <p>-Certificación de calidad del fabricante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión 	Nominal.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra.

2.3.1. Población.

La población está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de los elementos que posea esta característica se denomina población o universo, es decir, la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de investigación.¹

Para este trabajo de investigación se toma como población la cantidad total de 42 Adoquines tipo I que se va trabajar.

Este tipo de población se considera finita. La población es aquella cuyos elementos en su totalidad son identificables por el investigador, desde el punto de vista del conocimiento que se tiene sobre la cantidad total. Es decir cuando el investigador cuenta con el registro de todos los elementos que conforman la población en estudio.²

Se analizarán experimentalmente adoquines enteros en un total de 03 diseños de producción con 14 muestras por diseño.

El ensayo será 14 adoquines enteros por lote/ diseño con el resultado de carga máxima y mínima del ensayo y se medirá la resistencia a la compresión individual de cada adoquín.

Se medirá la resistencia por lote para cada tipo de adoquín y se calcula el promedio de los resultados individuales válidos por lote. Para validar los resultados individuales se adoptó el criterio de rango máximo (r_{max}) que surge de la metodología propuesta por el Reglamento Argentino CIRSOC 201 (2005) para el control de conformidad del hormigón a partir de probetas cilíndricas³

Se calculó el recorrido r como la diferencia entre el valor individual máximo ($find_{max}$) y el valor individual mínimo ($find_{min}$) dividido por el promedio de los resultados por lote y por tipo de adoquín (f_{exp}) según la ecuación (1). El valor

¹ Tamayo Mario, 2008

² Ramírez t, 1999

³ P. Vila M. N. Pereyra A. Gutiérrez, 2017.

de r se limitó a un 20% del valor promedio f_{exp} según ecuación (2) para ambos tipos de adoquines.

$$r = \frac{(f_{ind_max} - f_{ind_min})}{f_{exp}} \quad (1)$$

$$r \leq r_{max} = 0,2 * f_{exp} \quad (2)$$

En los lotes en que r fue mayor al 20% se descartó el resultado individual más apartado, volviéndose a calcular r con los valores individuales restantes, verificándose nuevamente y calculándose el nuevo promedio por lote (f_{exp_entero}).

2.3.1. Muestra.

Con respecto a la muestra, se tomara una muestra no probabilística de carácter intencional, para ello se elaborara 42 Adoquines tipo I, con la finalidad de realizar los estudios y ensayos necesarios, a fin de determinar las características y propiedades de los mismos, lo cual dará tendencia más no precisión.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.

De acuerdo a la naturaleza del problema de índole experimental, se puede afirmar que la investigación utilizó como técnica de recolección de datos la observación y el experimento.

Tabla 13 Etapas de la investigación con sus técnicas, instrumentos y resultados

Etapas	Fuente	Técnica	Instrumento
Preparado de pasta	Directa	Observación	Manual MTC EG -2013. Norma Técnica Peruana NTP 399.611. NTE . CE 010 Pavimentos Urbanos.
Secado de los diseños de Adoquín tipo I	Directa	Observación	NTE . CE 010 Pavimentos Urbanos.
<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de Humedad • Peso específico y absorción. • pH • Peso Unitario • Granulometría. • Pruebas de resistencia 	Directa	Observación	Ficha de resultados.

Fuente: Elaboración propia

2.4.1. Validez y Confiabilidad

La validación estará a cargo de 3 ingenieros civiles con grado de magister, colegiados, habilitados y categorizados de acuerdo a los parámetros de la escuela profesional.

Los agregados utilizados en esta investigación fueron tomados en las mismas canteras para así evitar alteraciones.

Así mismo los agregados fueron analizados en el Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo sede Tarapoto.

2.5. Método de Análisis de Datos.

Lo primero que se necesita fueron los resultados de los análisis de laboratorio de los agregados (Arena Fina y Arena Triturada) y luego al de resistencia de los diseños del adoquín tipo I. Con estos resultados se determinó los datos comparativos sobre la emulsión asfáltica para poder establecer la mejor muestra elaborada, se tomaron en consideración la norma técnica peruana y las propiedades físicas y mecánicas de poliestireno expandido.

2.5.1. Procedimiento de la recolección de datos

El estudio se realizó en la Universidad Cesar Vallejo - Filial Tarapoto.

Tabla 14: Materiales y Equipos de la investigación

Materiales	<ul style="list-style-type: none">• Arena fina.• Arena Gruesa.• Emulsión Asfáltica Catiónica rotura lenta CSS - 1h.• Residuos poliestireno expandido (Tecnopor).• Agua destilada.• Papel filtro.
Equipos	<ul style="list-style-type: none">• Taras.• Balanza.• Horno.• Cámara fotográfica.• pH metro.
Herramientas	<ul style="list-style-type: none">• Molde de Adoquín 20 cm x 10 cm x 4 cm.• Barrilejo.• Palana.
Formato	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de campo.
EPP	<ul style="list-style-type: none">• Botas, guantes, lentes Mandil.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2. Procedimiento para la toma de muestras para la etapa experimental.

Se procedió a la recolección de 1 saco de arena fina y 01 saco de arena triturada que fueron llevados al laboratorio para su respectivo análisis.

Pasos Previos

- a. Reconocimiento del entorno:** se realizó reconocimiento del lugar y entorno del estudio, se realizará llenado de fichas de campo.
- b. Extracción de los agregados como muestra:** se extrajo muestras de diferentes puntos del Rio Cumbaza – Sector 03 de Octubre y/o Juan Guerra, para llevar al laboratorio y analizar sus características físicas químicos.
- c. Embolsado y etiquetado de muestra.** Se colocó las muestras en bolsas y rotular para ser llevado y analizado en un laboratorio certificado – Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto.

Pasos Experimentales

- a. **Muestra para enviar al laboratorio:** para transportar las muestras se utilizó sacos.



Figura 3: Muestra de Arena fina.



Figura 4: Muestra de Arena Triturada

- b. **Trabajo de laboratorio:** Las muestras fueron sometidas a un proceso de saturación y tamizado por la malla N° 200 para el análisis granulométrico de Arena Fina y Arena Triturada.

En el laboratorio se ha realizado las siguientes pruebas:

1. Porcentaje de humedad natural – ASTM D -2216.
2. Peso específico y absorción fino AASHTO T – 84 y AASHTO T – 85.
3. Peso unitario suelto – ASTM C -29.
4. Peso unitario varillado – ASTM C -29.
5. Análisis granulométrico tamizado ASTM D – 422.
6. Ensayo de compresión de adoquines tipo I.



Figura 5 . Porcentaje de Humedad.



Figura 6: Peso específico y absorción del agregado

Fino (AASHTOT – 84 AASHTOT – 85)

c. Preparación de pasta: Para la muestra, se utilizó los siguientes materiales:

- Arena fina.
- Arena triturada.
- Emulsión asfáltica - Catiónica rotura lenta CSS – 1h.
- Poliestireno expandido (tecnopor) triturado.
- Molde de adoquín 20 cm x 10 cm x 4 cm.



Figura 7: Muestra de emulsión asfáltica CSS -1h, poliestireno expandido (tecnopor) y molde del Adoquín (20 cm x 10 cm x 4 cm)

d. Mezclado de material: En este proceso se mezcló todos los materiales que se utilizó. En las figuras se observan las muestras de emulsión asfáltica CSS -1h, poliestireno expandido (tecnopor), agregados (arena fina y arena triturada). Para cada muestra se hizo con medidas diferentes.



Figura 8: Mezcla de materiales

e. Fabricación del adoquín: La pasta se colocó al molde donde se trabajó con ayuda de espátula y barrillero.



Figura 9 : Llenado de la mezcla en el molde adoquín (20 cm x 10 cm x 4 cm)

Secado: Finalmente se dejó al aire libre para su secado, tiempo estimado 28 días.



Figura 10: Muestras del adoquín para piso

Prueba de resistencia:

Para determinar la resistencia de los adoquines tipo I se realizó 03 diseños con 04 adoquines por diseño para realizar los ensayos de compresión de los adoquines, los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo e– Tarapoto.

El proceso de compresión se realizó a los 7, 14 y 28 días.

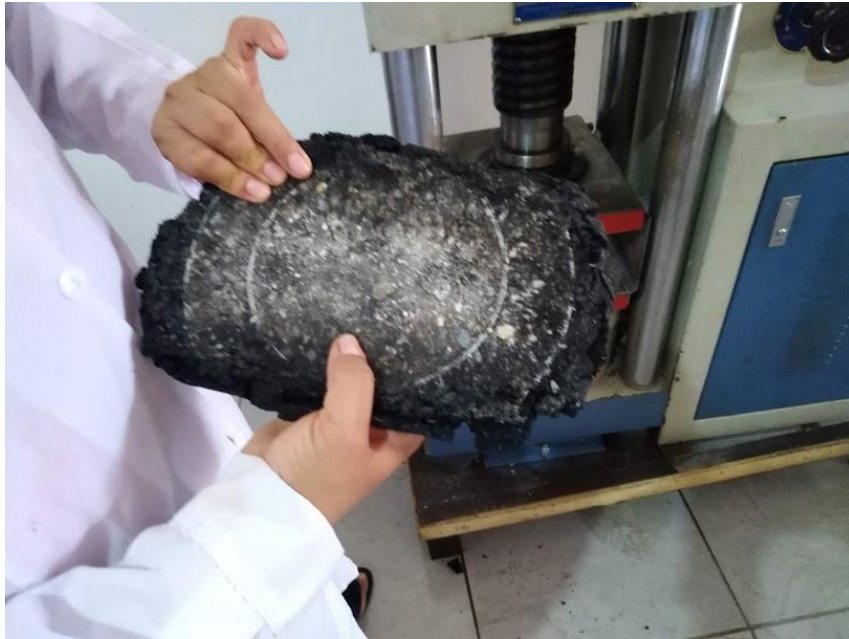


Figura 11: Muestras del adoquín para piso sometido al ensayo de compresión

2.7. Aspectos Éticos.

Se respetará la información como confidencial, debido a que en el proceso de recopilación teórica, se empleó la norma ISO 690-2, para avalar los derechos de autor de las referencias bibliográficas.

III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del presente proyecto de investigación, los cuales están estructurados por cada objetivo y se evidenciarán en tablas y figura:

a) Resultados de los análisis físicos y químicos.

Tabla 15 Características de físicas del agregado de arena fina.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO	VALOR	MEDIDA
Peso específico del agregado	2.60	g/cm ³
% de absorción	1.21	%
Peso unitario suelto	1427	kg/cm ³
Peso unitario compactado	1546	kg/cm ³
% de humedad	2.43	%
pH	6.9	
Módulo de Fineza	1.99	

Tabla 16: Características de físicas del agregado de arena triturada

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO	VALOR	MEDIDA
Peso específico del agregado	2.59	g/cm ³
% de absorción	1.01	%
Peso unitario suelto	1524	kg/cm ³
Peso unitario compactado	1687	kg/cm ³
% de humedad	1.16	%
pH	6.8	
Módulo de Fineza	2.82	

b) **Diseño de adoquines tipo I de la mezcla de emulsión asfáltica y agregados.**

De acuerdo a los estudios realizados en laboratorio a cada agregado se obtiene el siguiente diseño óptimo de un adoquín para tránsito liviano de 20x10x4 cm, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 399.611.

Experimento N° 01

Elaboración de adoquines para piso con concentraciones diferentes de agregados para 7 adoquines por diseño

Tabla 17 Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 01.

VARIABLES	N° DE MUESTRAS	
	Diseño 01	Diseño 02
Arena Fina (Kg)	8	8
Arena Triturada (Kg)	6	6
Poli estireno expandido (kg)	0.1	0.2
Emulsión asfáltica (Lt)	1.5	1.5

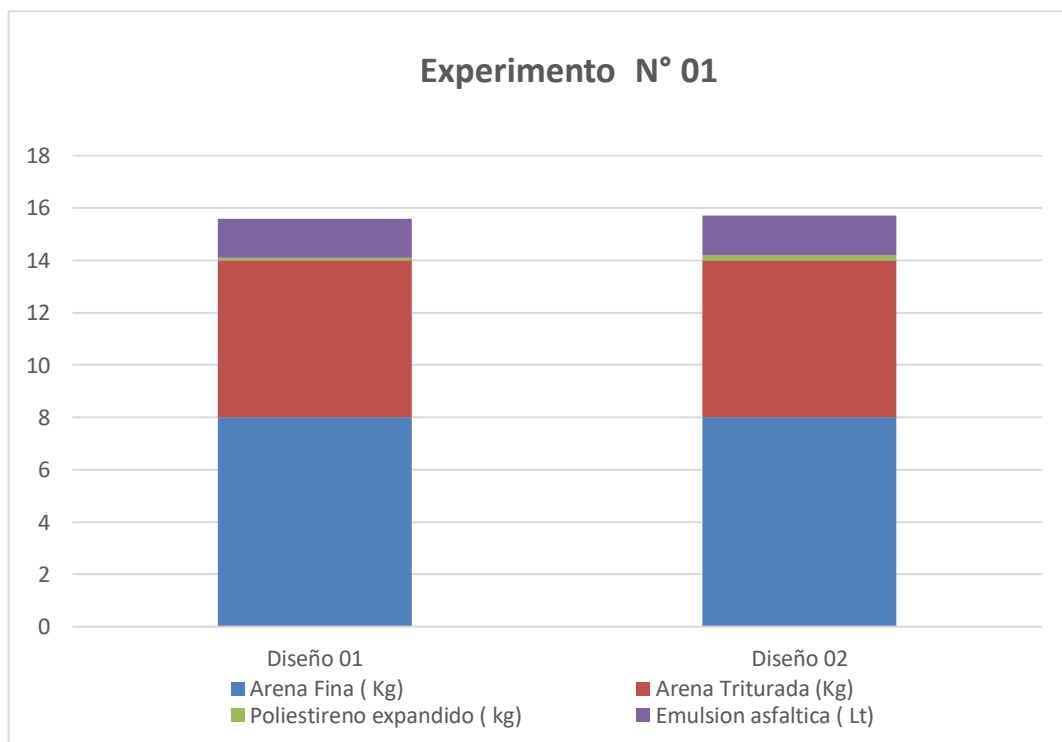


Figura 12: Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 01.

Interpretación 02 :

En el primer experimento, se utilizó emulsión asfáltica CSS – 1h, arena fina, arena triturada, poliestireno expandido. En esta primera prueba se realizaron 7 testigos, cada muestra con diferentes concentraciones de materiales. Para determinar las posibles cantidades para la elaboración del adoquín tipo I y se consideró que diseño 01 se puede trabajar por la buena trabajabilidad y adherencia en comparación de la otra muestra.

Experimento N° 02

Elaboración de adoquines para piso con concentraciones diferentes de agregados para 14 adoquines por diseño

Tabla 18 Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 02

VARIABLES	N° DE MUESTRAS		
	DISEÑO 01	DISEÑO 02	DISEÑO 03
Arena Fina (Kg)	15.31	15.21	15.11
Arena Triturada (Kg)	19.30	19.20	19.10
Poliestireno expandido (kg)	0.215	0.318	0.415
Emulsión asfáltica (Lt)	3.318	3.318	3.318

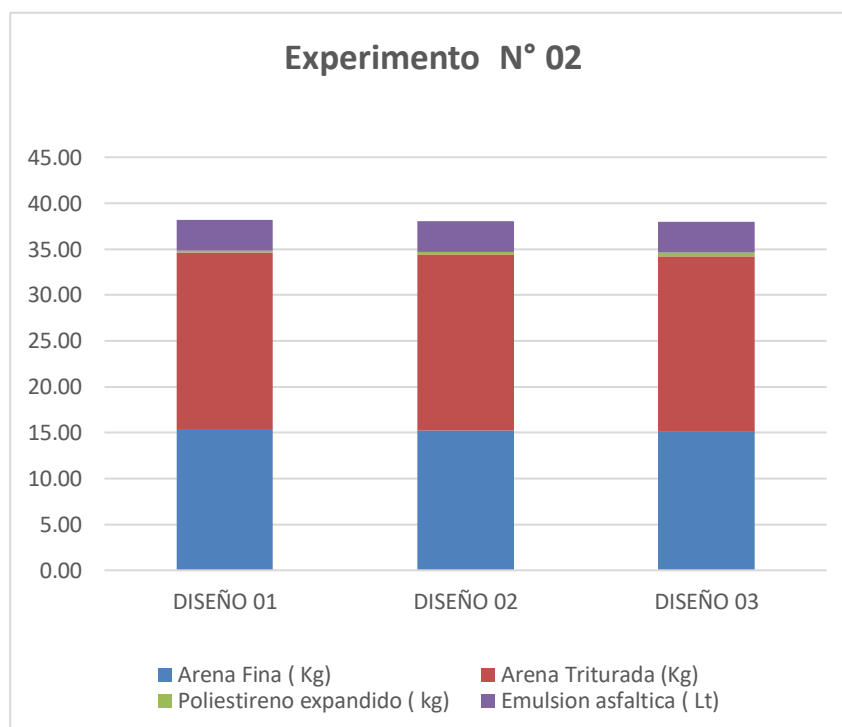


Figura 13: Cantidad de agregados e insumos adoquines Tipo I – Experimento N° 02

Interpretación 03:

En este segundo experimento, se utilizó emulsión asfáltica CSS – 1h, arena fina, arena triturada, poliestireno expandido. En esta segunda prueba se realizaron 03 diseños con 14 testigos, cada diseño con diferentes concentraciones de materiales. Se puede considerar que diseño 01 que se puede trabajar por la buena resistencia a comparación de las otras muestras.

c). Dosificación de adoquín al 10 % de Poliestireno expandido.

Es necesario determinar la cantidad de materiales por 01 adoquín Tipo I.

Tabla 19 Cantidad de materiales por unidad de adoquín al 10 % de Poliestireno expandido.

MATERIALES	CANTIDAD DE MATERIALES) POR UNIDAD DE ADOQUIN
EMULSIÓN ASFÁLTICA (ml)	0.237
ARENA FINA (45%) kg	1.08
ARENA TRITURADO (55%) kg	1.35
POLIESTIRENO (10% INCLUIDO) kg	0.0154

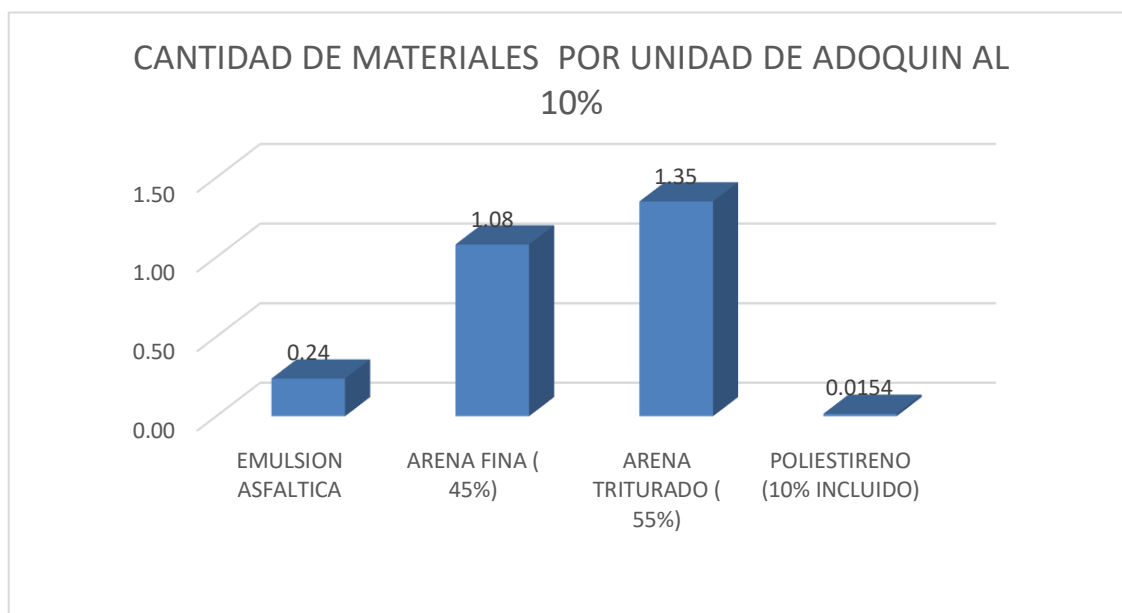


Figura 14: Cantidad de materiales por unidad de adoquín al 10% de Poliestireno expandido

Interpretación 04:

En este segundo experimento, se utilizó emulsión asfáltica CSS – 1h, arena fina, arena triturada, poliestireno expandido. En esta segunda prueba se realizaron 03 diseños con 14 testigos, cada diseño con diferentes concentraciones de materiales. Se puede considerar que diseño 01 que se puede trabajar por la buena resistencia a comparación de las otras muestras.

d). Prueba de resistencia a la compresión a los 28 días.

Para la elaboración del adoquín para tránsito liviano se tuvo en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP 399.611, donde señala que dicho adoquín debe cumplir con cierto parámetro en este caso debe tener una resistencia de $F'_{C} = 290 \text{ KG/CM}^2$.

Tabla 20 Prueba del resistencia del adoquín

NTP 399.611(KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)		
	DISEÑO 01	DISEÑO 02	DISEÑO 03
290	295.32	281.56	273.96

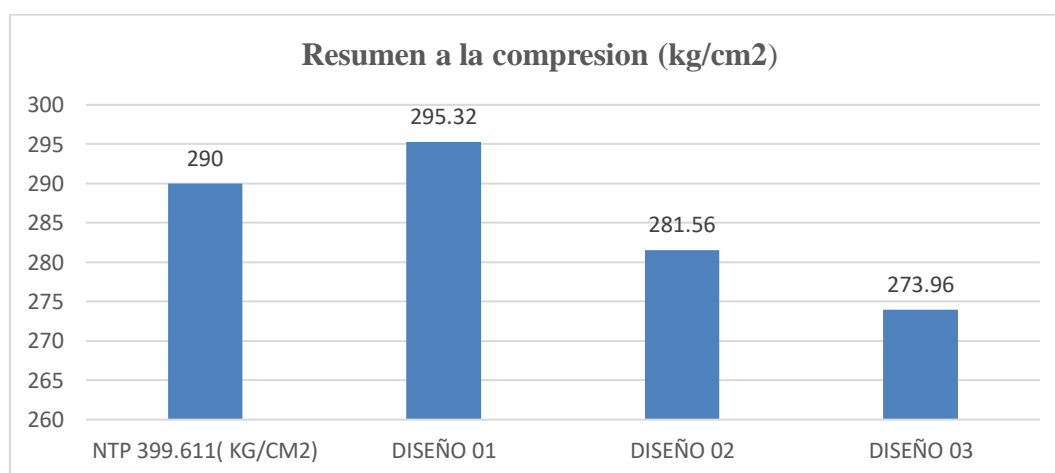


Figura 14: Prueba del resistencia del adoquín

Interpretación 05:

Según los ensayos realizados, la resistencia a la compresión superó el valor de 290 kg/cm^2 en promedio de por cada unidad, las unidades fabricadas y ensayadas se obtuvo un valor de 295.32 kg/cm^2 en el diseño N° 01 (10% de Poliestireno), lo que significa estamos por encima del valor esperado.

IV. DISCUSIÓN

- En la presente investigación tuvo como principal objetivo, obtener Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018”, teniendo como objetivos específicos la elaboración de un adoquín para piso de tránsito liviano, y de esta manera obtener las propiedades mecánicas del mismo; posteriormente se debía realizar el ensayo de resistencia a la compresión individual en unidades de adoquines, teniendo como referencia la NTP 399.611. se acepta la hipótesis principal de la investigación que establece que es posible elaborar adoquines para piso con el uso de residuos poliestireno expandido.
- El presente estudio se aplicó de manera válida y correcta el diseño experimental, manipulando las variable independiente para observar así los efectos que esta tiene sobre la variable dependiente, con la realización de los ensayos de laboratorio a los agregados, se procedió a realizar diseños de agregados para la fabricación de adoquines para tránsito liviano.
- En este segundo experimento, se utilizó emulsión asfáltica CSS – 1h, arena fina, arena triturada, poliestireno expandido. En esta segunda prueba se realizaron 03 diseños con 14 testigos, cada diseño con diferentes concentraciones de materiales. Se puede considerar que diseño 01 que se puede trabajar por la buena resistencia a comparación de las otras muestras.
- Según los ensayos realizados, la resistencia a la compresión superó el valor de 290 kg/cm² en promedio de por cada unidad, habiendo realizado pruebas en adoquín con una proporción de 0.237 ml emulsión asfáltica, 1.08 kg de arena fina, 1.36 arena triturada, 0.0154 kg, se obtuvo 295.32 kg/cm² de resistencia, estos resultados son prometedores ya que fueron examinados a los 28 días de curado, por esto, el adoquín cumplió con la NTP 399.611 lo que significa estamos por encima del valor esperado

V. CONCLUSIONES

La investigación denominada "Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018", concluye que:

- Al mezclar los agregados de arena zarandeada triturada y arena fina canto rodado del río Cumbaza se puede lograr mayor dureza y es más densidad lo cual genera condiciones óptimas para dosificación de bajas resistencias (Modulo de Fineza = 2.63).
- La calidad del agregado mezclado tiene influencia en la cantidad de emulsión asfáltica y esto influye en forma positiva en la fabricación de adoquines para tránsito liviano.
- La sustitución de arena por poliestireno expandido ha demostrado ser factible, ya que no afecta en gran medida el cambio de la composición realizado. Además, contribuye a reducir el impacto ambiental ocasionado por este residuo sólido urbano.
- Según los ensayos realizados, la resistencia a la compresión superó el valor de 290 kg/cm² en promedio de por cada unidad, las unidades fabricadas y ensayadas se obtuvo un valor de 290.752 kg/cm², lo que significa estamos por encima del valor esperado. La resistencia de los adoquines puede ser mejorada, modificando la dosificación, agregando más emulsión asfáltica en la composición. No obstante, el costo se elevaría y no sería factible utilizar este tipo de materiales de construcción.
- La investigación realizada tiene validez y confiabilidad interna de acuerdo al estudio, ya que se han aplicado instrumentos y técnicas respaldados por las Normas Técnicas Peruanas.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir las especificaciones plasmadas en la NTP 399.611 para la evaluación de las propiedades de los agregados.
- Tener en cuenta los datos obtenidos de ésta investigación para futuros trabajos relacionados, y así realizar variaciones en el diseño, con respecto a la proporcionalidad de agregados.
- La metodología e instrumentos utilizados en esta investigación pueden servir de guía para otras investigaciones en las que se evalúen con otras canteras y quizá mejorar la relación volumétrica de los agregados, teniendo siempre en cuenta que éstas propiedades pueden cambiar debido a la calidad de los mismos.
- El porcentaje de resistencia final del adoquín puede mejorarse, mejorando su dosificación, o también sometiendo al producto terminado a un proceso de curado con un mayor control, en el cual la humedad se pueda conservar eficientemente durante este proceso.

VII. REFERENCIAS.

- LOPEZ Sergio. En su trabajo de investigación titulado: Uso de polvo de llanta como agregado fino en una mezcla de concreto para elaboración de adoquines. Tesis de Pregrado Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. 110 p.
- TELLEZ García y VILLANUEVA Juan. En su trabajo de investigación titulado: La resistencia a la compresión de los adoquines en concreto en Nicaragua. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Nicaragua. 2013. 100 p.
- MORALES Juna, SUASTE Daniel, AVILA Ángel. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México. 2017. 115p.
- SANTIAGO Miguel, SANTAMARIA-CUELLAR María del Rocío, CONTRERAS Georgina, GUERRERO Víctor, HERNANDEZ Ana María. En su trabajo de investigación titulado: Diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado. Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacan. México. 2015. 12 p.
- BUZON Jorge. En su trabajo de investigación titulado: Fabricación de adoquines para uso de vías peatonales, usando cuesco de Palma Aceitera. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Nicaragua. 2010. 12 p.
- PASTOR Ayrton, PIERRE Jean, SEMINARIO Jean, TINEO Andrés. ZAPATA Jean. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado. Tesis de Pregrado. Universidad de Piura 2015. 99 p.
- BARRANTES Jorge y HOLGUIN Rita. En su trabajo de investigación titulado: Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de transito liviano. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Trujillo. 2015. p72.
- SOTO Elmer, Reaprovechamiento de residuos industriales de la Minería - Metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para Piso Rímac – 2017. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo. Lima. 85p.

- DAVALOS Yvete. Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Agustín. Arequipa. 117 p.
- Coronado Iturbide, J. (2002). Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Accesible en: <http://www.camineros.com/docs/cam060.pdf>.
- MTC. Especificaciones técnicas generales para la construcción. EG – 2013. Manual de carreteras.
- MTC. Manual de Carreteras 2013: Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos – sección suelos y pavimentos. Lima: MTC.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Diseño de adoquines para pisos de transito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
¿De qué manera se reaprovecha los residuos de poliestireno expandido, para el diseño de adoquines tipo I para piso en veredas de transito liviano?	General. Diseñar de adoquines tipo I para piso de transito liviano con el reaprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica.	Hipótesis General El reaprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido, permiten el diseño de adoquines tipo I para piso de transito liviano.	Variable Independiente: Reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica.		
			Operacional	Indicadores	Escala de Medición
			Proceso de reaprovechamiento del poliestireno expandido con fines viales al ser mezclado con agregados de origen pétreo y emulsión asfáltica.	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometría. • Peso específico. 	Nominal
			Variable dependiente: Adoquines para pisos de transito liviano.		
			Operacional	Indicadores	Escala de Medición

			<p>Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los componentes de fabricación de los adoquines y condiciones de elaboración con una mezcla de agregados y elusión asfáltica.</p>	<p>Propiedades físicas de los componentes AGREGADO GRUESO -Granulometría -Peso específico - PH AGREGADO FINO -Granulometría -Peso específico -Módulo de fineza - PH EMULSION ASFALTICA -Certificación de calidad del fabricante. Resistencia a la compresión</p>	Nominal
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

ESTUDIOS DE LABORATORIO

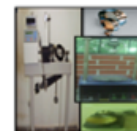
ESTUDIOS DE ARENA



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Tesis	:	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización	:	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra	:	Cantera Río Cumbaza
Material	:	Arena Fina Canto Rodado
Para Uso	:	Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)
Hecho Por	:	Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha	:	Setiembre del 2,018

PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	20.32	21.23	21.85	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	215.52	215.32	216.85	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	211.00	210.85	212.00	grs.
PESO DEL AGUA grs	4.52	4.47	4.85	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	190.68	189.62	190.15	grs.
% DE HUMEDAD	2.37	2.36	2.55	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.43			

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

Revisado Por:

V° B°:



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Tesis	: Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización	: Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra	: Cantera Río Cumbaza
Material	: Arena Fina Canto Rodado
Para Uso	: Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)
Hecho Por	: Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha	: Setiembre del 2,018

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO AASHTO T - 84 Y AASHTO T - 85

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	500.00	500.00	500.00	
B	Peso Frasco + Agua	gr.	660.90	660.90	660.90	
C	Peso Frasco + Agua + A	gr.	1160.90	1160.90	1160.90	
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	gr.	964.00	965.85	965.65	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío (C - D)	gr	196.90	195.05	195.25	
F	Peso de Material Seco en Estufa (105° C)	gr	493.94	493.95	494.18	
G	Volumen de Masa (E - (A - F))	cc	190.84	189.00	189.43	
	Pe Bulk (Base Seca) (F / E)	gr./cc	2.51	2.53	2.53	2.52
	Pe Bulk (Base Saturada) (A / E)	gr./cc	2.54	2.56	2.56	2.55
	Pe Aparente (Base Seca) (F / G)	gr./cc	2.59	2.61	2.61	2.60
	% de Absorción ((A - F) / F) * 100)	%	1.23	1.22	1.18	1.21

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

Revisado Por:

V° B°:



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Tesis	:	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización:	:	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra:	:	Cantera Río Cumbaza
Material	:	Arena Fina Canto Rodado
Para Uso	:	Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)
Hecho Por	:	Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha	:	Setiembre del 2,018

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	16,580	16,510	16,700	kg.
PESO DE MOLDE	9,100	9,100	9,100	kg.
PESO DE MATERIAL	7,480	7,410	7,600	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	m ³
PESO UNITARIO	1,424	1,410	1,447	kg./m ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,427			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	17,260	17,300	17,280	kg.
PESO DE MOLDE	9,155	9,155	9,155	kg.
PESO DE MATERIAL	8,105	8,145	8,125	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	kg.
PESO UNITARIO	1,543	1,550	1,546	kg./m ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,546			kg./m ³

Observaciones:

.....

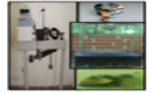
.....

.....

.....

Revisado Por:

V° B°:



Tesis: Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización: Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra: Cantera Río Cumbaza
Material: Arena Fina Canto Rodado
Para Uso: Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)

Hecho Por: Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha: Setiembre del 2,018

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones	
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa		
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
Nº 4	4.760	14.60	3.24%	3.24%	96.76%	95%	100%
Nº 8	2.380	9.20	2.04%	5.29%	94.71%	80%	100%
Nº 10	2.000	8.70	1.93%	7.22%	92.78%		
Nº 16	1.190	7.00	1.56%	8.78%	91.22%	50%	85%
Nº 20	0.840	33.20	7.38%	16.16%	83.84%		
Nº 30	0.590	76.50	17.00%	33.16%	66.84%	25%	60%
Nº 40	0.426	56.50	12.56%	45.71%	54.29%		
Nº 50	0.297	41.30	9.18%	54.89%	45.11%	5%	30%
Nº 60	0.250	76.50	17.00%	71.89%	28.11%		
Nº 80	0.177	43.40	9.64%	81.53%	18.47%		
Nº 100	0.149	54.30	12.07%	93.60%	6.40%		
Nº 200	0.074	12.20	2.71%	96.31%	3.69%	0%	10%
Fondo	0.01	16.60	3.69%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		450.00					

Tamaño Máximo: 1.99

Modulo de Fineza AF: _____

Modulo de Fineza AG: _____

Equivalente de Arena: _____

Descripción Muestra: Agregado fino canto rodado

SUCS = _____ AASHTO = _____

LL = _____ WT = _____

LP = _____ WT+SAL = _____

IP = _____ WSDL = _____

IG = _____ WT+SDL = _____

D 90 = _____ %ARC. = _____ **3.69**

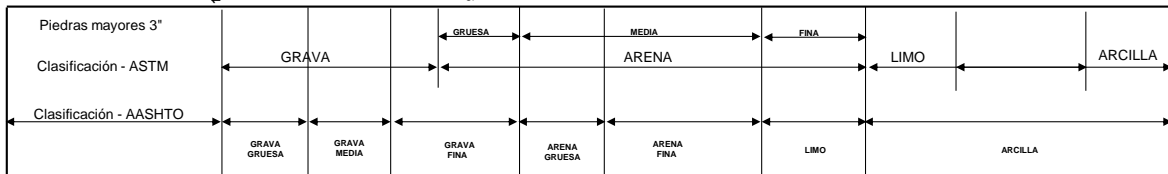
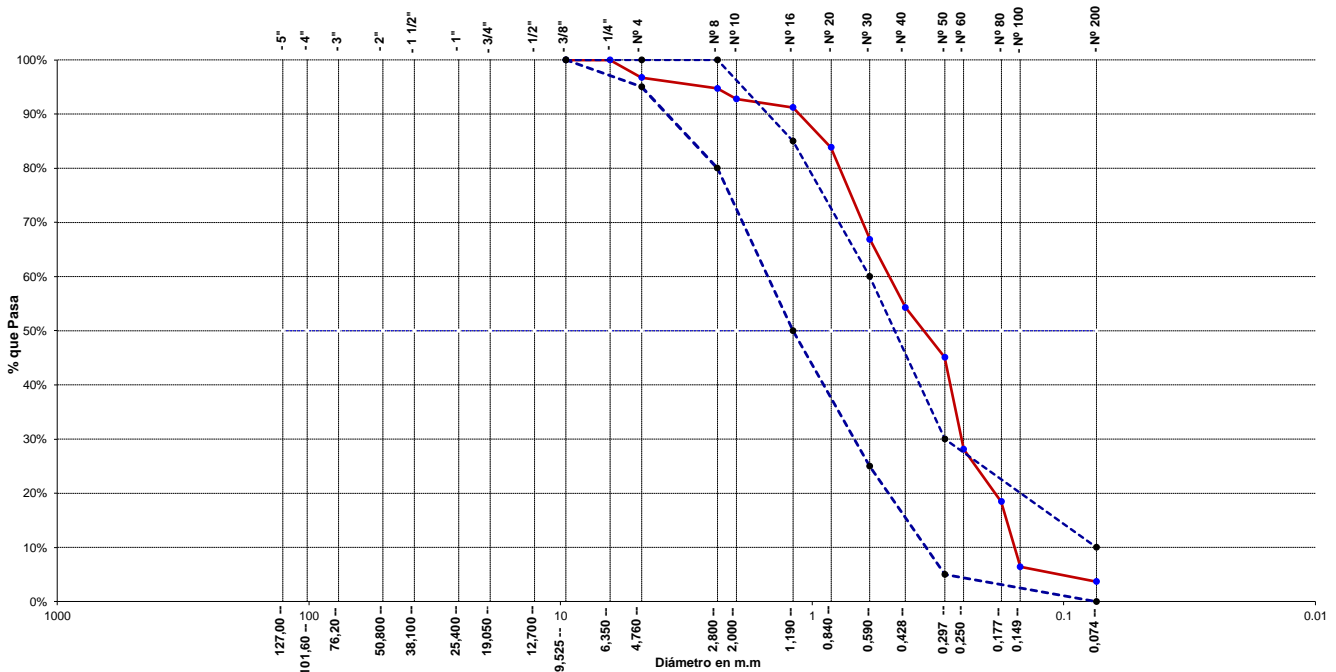
D 60 = _____ %ERR. = _____

D 30 = _____ Cc = _____

D 10 = _____ Cu = _____

Observaciones: Arena Canto Rodado - Cantera Río Cumbaza

Título del gráfico



Revisado Por:

Vº Bº:

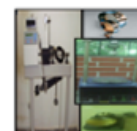
ESTUDIOS DE ARENA TRITURADA



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Tesis	:	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización	:	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra	:	Cantera Río Cumbaza
Material	:	Arena Triturada Zarandeada
Para Uso	:	Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)
Hecho Por	:	Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha	:	Setiembre del 2,018

PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	30.65	32.52	36.85	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	265.53	269.45	270.41	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	263.00	266.45	267.85	grs.
PESO DEL AGUA grs	2.53	3.00	2.56	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	232.35	233.93	231.00	grs.
% DE HUMEDAD	1.09	1.28	1.11	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.16			

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

Revisado Por:

V° B°:



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Tesis	:	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización	:	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra	:	Cantera Río Cumbaza
Material	:	Arena Triturada Zarandeada
Para Uso	:	Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)
Hecho Por	:	Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha	:	Setiembre del 2,018

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO AASHTO T - 84 Y AASHTO T - 85

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	600.00	600.00	600.00	
B	Peso Frasco + Agua	gr.	660.90	660.90	660.90	
C	Peso Frasco + Agua + A	gr.	1260.90	1260.90	1260.90	
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	gr.	1029.00	1029.00	1029.00	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío (C - D)	gr	231.90	231.90	231.90	
F	Peso de Material Seco en Estufa (105° C)	gr	594.00	593.95	593.99	
G	Volumen de Masa (E - (A - F))	cc	225.90	225.85	225.89	
	Pe Bulk (Base Seca) (F / E)	gr./cc	2.56	2.56	2.56	2.56
	Pe Bulk (Base Saturada) (A / E)	gr./cc	2.59	2.59	2.59	2.59
	Pe Aparente (Base Seca) (F / G)	gr./cc	2.63	2.63	2.63	2.63
	% de Absorción ((A - F) / F) * 100)	%	1.01	1.02	1.01	1.01

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

Revisado Por:

V° B°:



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Tesis	:	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización:	:	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra:	:	Cantera Río Cumbaza
Material	:	Arena Triturada Zarandeada
Para Uso	:	Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquin Tipo I)
Hecho Por	:	Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha	:	Setiembre del 2,018

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	17,100	17,030	17,190	kg.
PESO DE MOLDE	9,100	9,100	9,100	kg.
PESO DE MATERIAL	8,000	7,930	8,090	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	m ³
PESO UNITARIO	1,523	1,509	1,540	kg./m ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,524			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	18,090	17,960	18,010	kg.
PESO DE MOLDE	9,155	9,155	9,155	kg.
PESO DE MATERIAL	8,935	8,805	8,855	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	kg.
PESO UNITARIO	1,701	1,676	1,685	kg./m ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,687			kg./m ³

Observaciones:

.....

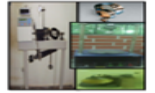
.....

.....

.....

Revisado Por:

V° B°:



Tesis: Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización: Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra: Cantera Río Cumbaza
Material: Arena Triturada Zarandeada
Para Uso: Diseño de Mezcla (Elaboración de Adoquín Tipo I) **Hecho Por:** Est. Ing. Juliana Pinedo Culqui
Fecha: Setiembre del 2,018

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo:
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa			
5"	127.00							2.82
4"	101.60							
3"	76.20							
2"	50.80							
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	
1/4"	6.350	56.40	10.97%	10.97%	89.03%			
Nº 4	4.760	32.30	6.28%	17.25%	82.75%	95%	100%	
Nº 8	2.380	16.50	3.21%	20.45%	79.55%	80%	100%	
Nº 10	2.000	21.20	4.12%	24.58%	75.42%			
Nº 16	1.190	11.60	2.26%	26.83%	73.17%	50%	85%	
Nº 20	0.840	65.40	12.72%	39.55%	60.45%			2.45
Nº 30	0.590	33.40	6.49%	46.04%	53.96%	25%	60%	
Nº 40	0.426	87.60	17.03%	63.08%	36.92%			
Nº 50	0.297	65.40	12.72%	75.79%	24.21%	5%	30%	
Nº 60	0.250	56.50	10.99%	86.78%	13.22%			
Nº 80	0.177	21.20	4.12%	90.90%	9.10%			
Nº 100	0.149	23.20	4.51%	95.41%	4.59%			
Nº 200	0.074	11.00	2.14%	97.55%	2.45%	0%	10%	
Fondo	0.01	12.60	2.45%	100.00%	0.00%			
PESO INICIAL		514.30						

Descripción Muestra: Arena Triturada Zarandeada

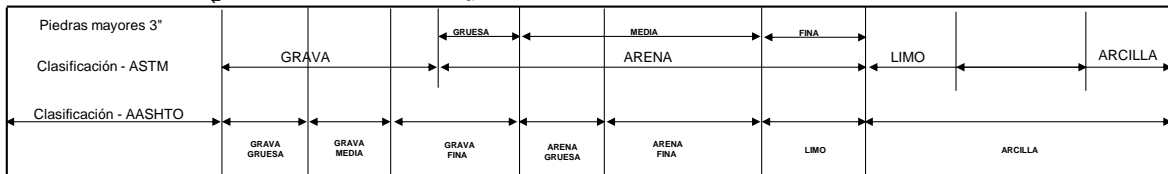
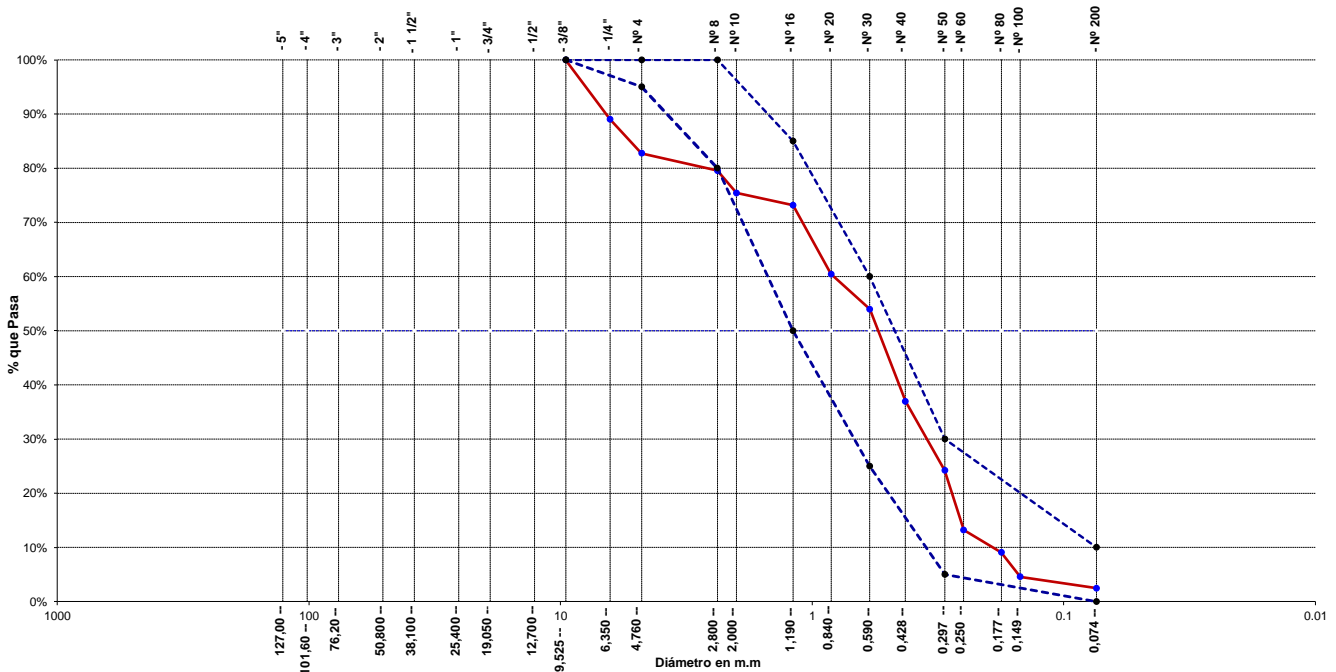
SUCS = _____ **AASHTO =** _____

LL = _____ WT = _____
 LP = _____ WT+SAL = _____
 IP = _____ WSA = _____
 IG = _____ WT+SDL = _____
 D 90 = _____ %ARC. = _____ **2.45**
 D 60 = _____ %ERR. = _____
 D 30 = _____ Cc = _____
 D 10 = _____ Cu = _____

Observaciones:

Arena Triturada - Cantera Río Cumbaza

Título del gráfico



Revisado Por:

Vº Bº:

ESTUDIO COMBINACIÓN DE AGREGADOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



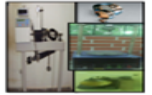
Tesis	: Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización	: Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra	: Combinación Arena Fina 45% + Arena Triturada 55% (Cantera Rio Cumbaza)
Material	: Arena fina de Rio Cumbaza (45%) + Arena Triturada Zarandeada de Rio Cumbaza (55%)
Para Uso	: Diseño de Mezcla de Concreto para el Uso de Adoquines Tipo I
Fecha	: Noviembre del 2,018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	41.69	38.87	37.71	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	266.85	265.52	258.45	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	263.45	262.45	255.00	grs
PESO DEL AGUA grs	3.40	3.07	3.45	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	221.76	223.58	217.29	grs
% DE HUMEDAD	1.53	1.37	1.59	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.50			%

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO (AASHTO T - 84 Y AASHTO T - 85)					
LATA	1	2	3	UNIDAD	
PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	552.35	560.45	558.45	grs.	A
PESO DEL FRASCO + AGUA	660.90	660.90	660.90	grs.	B
PESO DEL FRASCO + AGUA + A	1213.25	1221.35	1219.35	grs.	C
PESO DE MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	999.00	1004.00	1002.65	grs.	D
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACION (C-D)	214.25	217.35	216.70	grs.	E
PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	545.00	553.65	550.00	grs.	F
VOLUMEN DE MASA (E-(A-F))	206.90	210.55	208.25	cm3	G
PE BULK (BASE SECA) (F / E)	2.54	2.55	2.54	grs./cm3	
PE BULK (BASE SATURADA) (A / E)	2.58	2.58	2.58	grs./cm3	
PE APARENTE (BASE SECA) (F / G)	2.63	2.63	2.64	grs./cm3	2.63
% DE ABSORCIÓN ((A - F) / F) * 100)	1.35	1.23	1.54	%	1.37

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE MOLDE	9100	9100	9100	grs
PESO DEL SUELO + MOLDE	17322	17311	17045	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	8222	8211	7945	grs
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	0.0053	0.0053	0.0053	cm3
PESO UNITARIO	1565	1563	1512	grs/cm3
PROMEDIO grs/cm3	1547			grs/cm3

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE MOLDE	9100	9100	9100	grs
PESO DEL SUELO + MOLDE	17855	17845	17622	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	8755	8745	8522	grs
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	0.0053	0.0053	0.0053	cm3
PESO UNITARIO	1666	1664	1622	grs/cm3
PROMEDIO grs/cm3	1651			grs/cm3

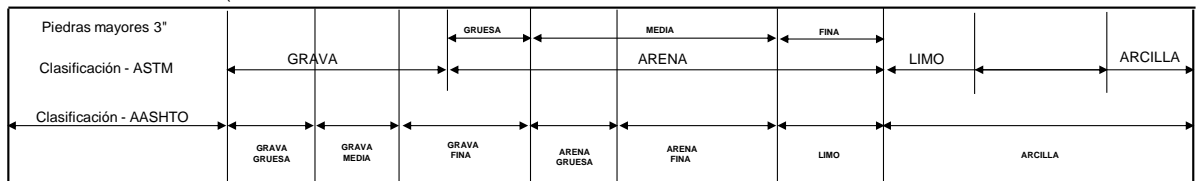
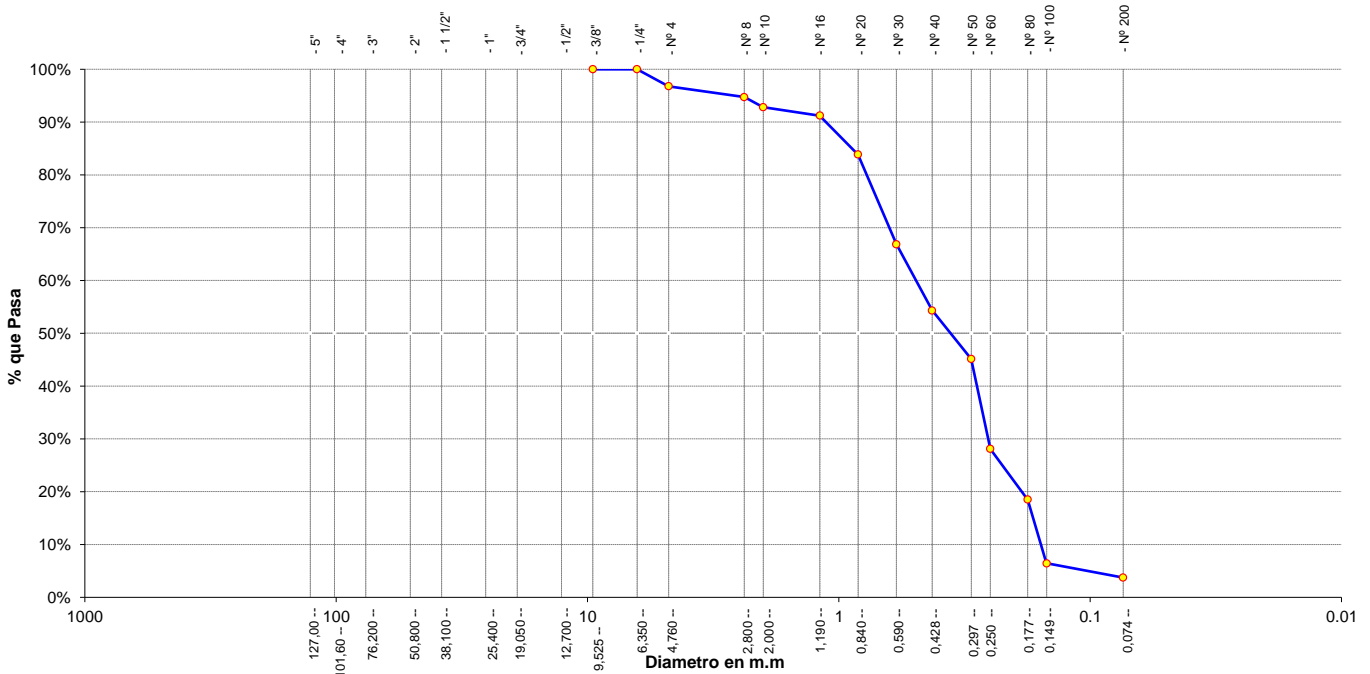


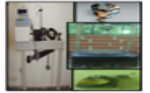
Tesis :	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización :	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra :	Cantera Río Cumbaza - Sector 03 de Octubre y/o Juan Guerra
Material :	Hormigón Canto Rodado Tamaño Maximo 2"
Para Uso :	Diseño de Mezcla de Concreto para el Uso de Adoquines Tipo I
Fecha :	Noviembre del 2,018

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)							
5"	127.00						Modulo de Fineza AF:	1.99
4"	101.60						Modulo de Fineza AG:	
3"	76.20						Equivalente de Arena:	
2"	50.80						Descripción Muestra:	
1 1/2"	38.10						Grupo: Suelo de Grano Fino	
1"	25.40						Sub Grupo: Arenas	
3/4"	19.050						Material: Arena Fina Canto Rodado	
1/2"	12.700						SUCS =	AASHTO =
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LL =	WT =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LP =	WT+SAL =
Nº 4	4.760	14.60	3.24%	3.24%	96.76%		IP =	WSAL =
Nº 8	2.380	9.20	2.04%	5.29%	94.71%		IG =	WT+SDL =
Nº 10	2.000	8.70	1.93%	7.22%	92.78%			WSDL =
Nº 16	1.190	7.00	1.56%	8.78%	91.22%		D 90=	%ARC. =
Nº 20	0.840	33.20	7.38%	16.16%	83.84%		D 60=	%ERR. =
Nº 30	0.590	76.50	17.00%	33.16%	66.84%		D 30=	Cc =
Nº 40	0.426	56.50	12.56%	45.71%	54.29%		D 10=	Cu =
Nº 50	0.297	41.30	9.18%	54.89%	45.11%		Observaciones :	
Nº 60	0.250	76.50	17.00%	71.89%	28.11%		Arena Canto Rodado - Cantera Río Cumbaza	
Nº 80	0.177	43.40	9.64%	81.53%	18.47%			
Nº 100	0.149	54.30	12.07%	93.60%	6.40%			
Nº 200	0.074	12.20	2.71%	96.31%	3.69%			
Fondo	0.01	16.60	3.69%	100.00%	0.00%			
PESO INICIAL		450.00						

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



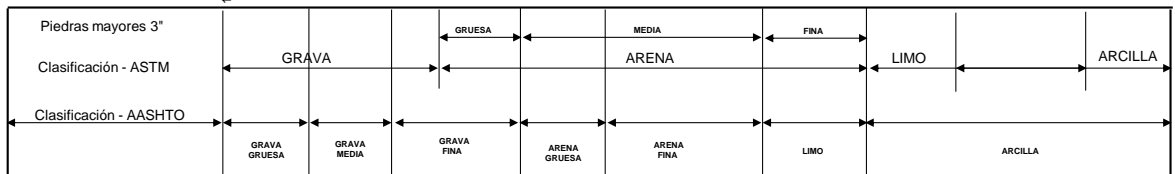
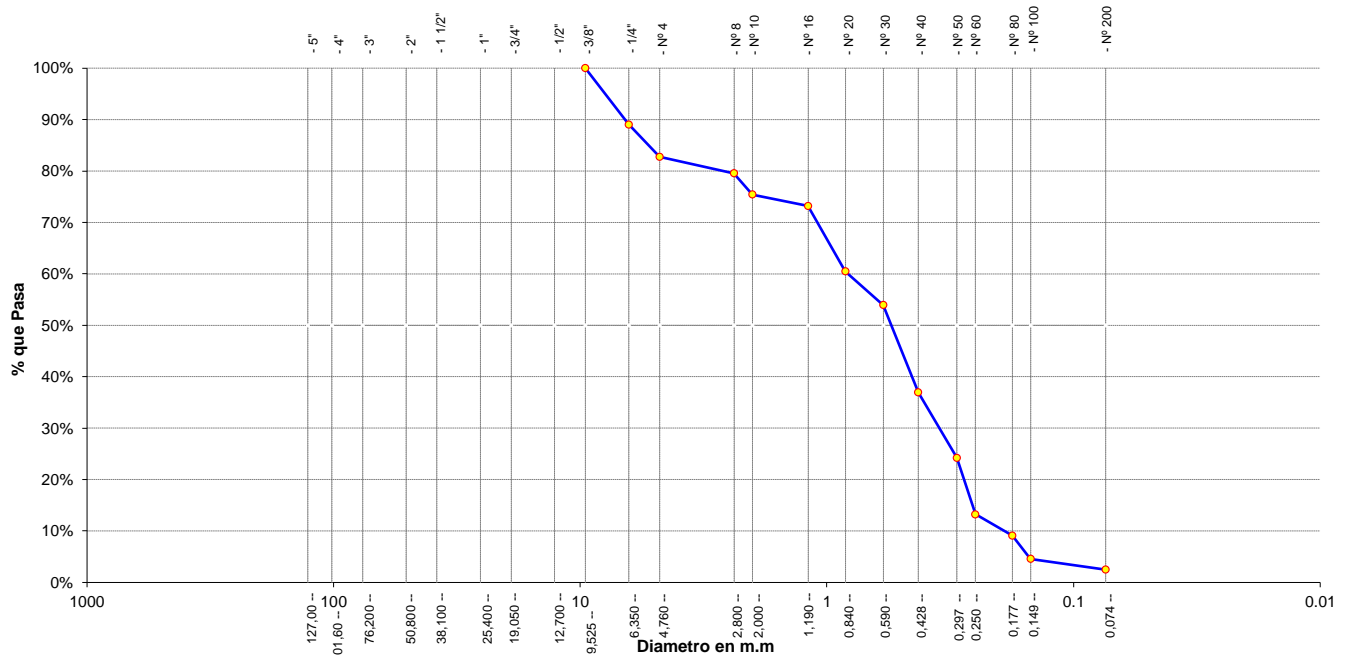


Tesis : Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
 Localización : Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
 Muestra : Cantera de Cerro Paco – Sector Banda de Shilcayo - Vía de Evitamiemo – Puente Tarapoto
 Material : Arena arcillosa de color amarillento rojizo
 Para Uso : Material Ligante para afirmado
 Fecha : Noviembre del 2,018

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00						2.82
4"	101.60						Modulo de Fineza AG:
3"	76.20						Equivalente de Arena:
2"	50.80						Descripción Muestra: Grupo: Suelo de Grano Grueso Sub Grupo: Arenas Material: Arena Triturada SUCS = _____ AASHTO = _____ LL = _____ WT = _____ LP = _____ WT+ SAL = _____ IP = _____ WSAL = _____ IG = _____ WT+SDL = _____ WSDL = _____ D 90 = _____ %ARC. = 2.45 D 60 = _____ %ERR. = _____ D 30 = _____ Cu = _____ D 10 = _____ Cc = _____ Observaciones : Arena Triturada - Cantera Río Cumbaza
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1/4"	6.350	56.40	10.97%	10.97%	89.03%		
Nº 4	4.760	32.30	6.28%	17.25%	82.75%		
Nº 8	2.380	16.50	3.21%	20.45%	79.55%		
Nº 10	2.000	21.20	4.12%	24.58%	75.42%		
Nº 16	1.190	11.60	2.26%	26.83%	73.17%		
Nº 20	0.840	65.40	12.72%	39.55%	60.45%		
Nº 30	0.590	33.40	6.49%	46.04%	53.96%		
Nº 40	0.426	87.60	17.03%	63.08%	36.92%		
Nº 50	0.297	65.40	12.72%	75.79%	24.21%		
Nº 60	0.250	56.50	10.99%	86.78%	13.22%		
Nº 80	0.177	21.20	4.12%	90.90%	9.10%		
Nº 100	0.149	23.20	4.51%	95.41%	4.59%		
Nº 200	0.074	11.00	2.14%	97.55%	2.45%		
Fondo	0.01	12.60	2.45%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		514.30					

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado





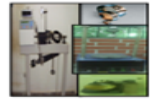
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI

TARAPOTO - PERU



Tesis :	Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización :	Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra :	Combinación Arena Fina 45% + Arena Triturada 55% (Cantera Rio Cumbaza)
Material :	Combinación Teórica de 75% de hormigón canto rodado tamaño máximo 1" + 25% de ligante (Arena arcillosa de color amarillento rojizo)
Para Uso :	Diseño de Mezcla de Concreto para el Uso de Adoquines Tipo I
Fecha :	Noviembre del 2,018

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

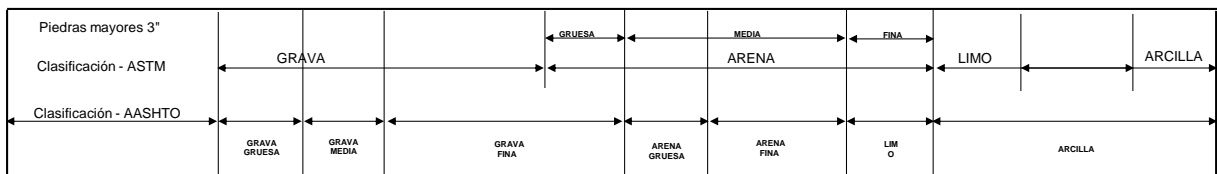
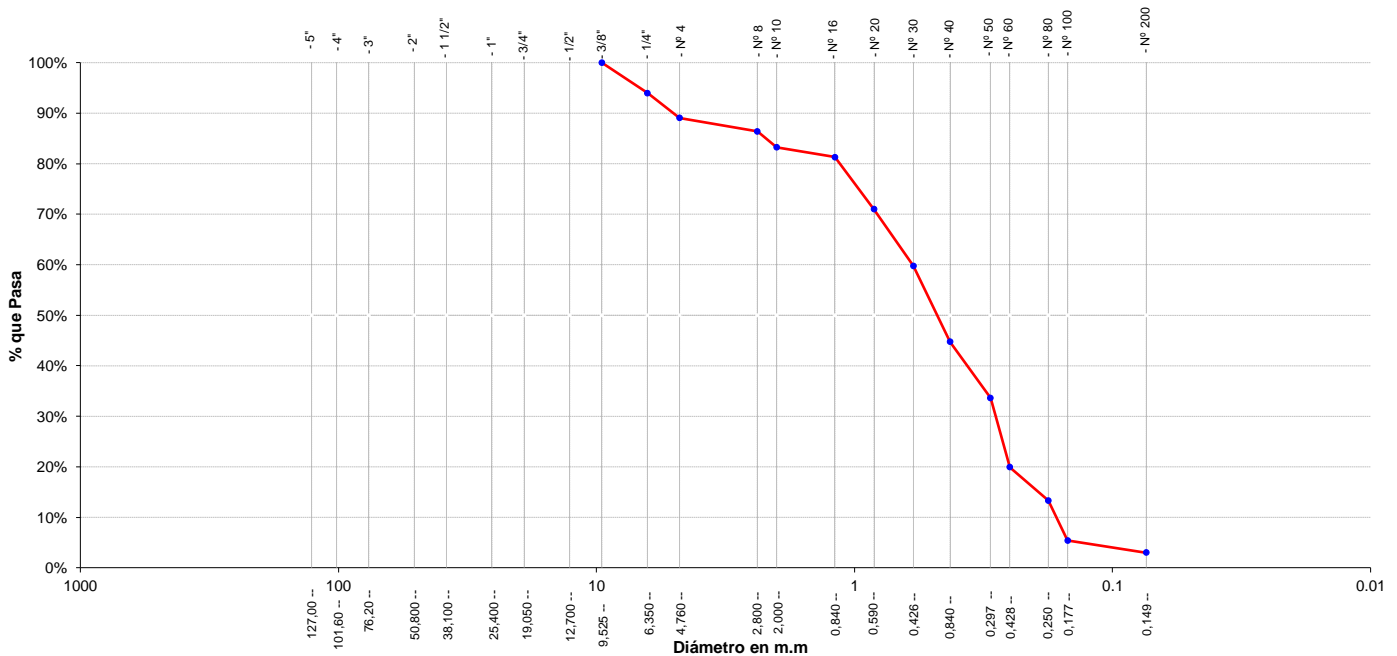
Tamices		% Que Pasa		x1	x2	Combinación	Especificaciones	Tamaño Máximo:	Modulo de Fineza AF:
Ø	(mm)	Arena Fina	Arena Triturada	45%	55%	100%		Modulo de Fineza AG:	Equivalente de Arena:
2"	50.80								
1 1/2"	38.10								
1"	25.40								
3/4"	19.050								
1/2"	12.700								
3/8"	9.525	100.00%	100.00%	45.00%	55.00%	100.00%			
1/4"	6.350	100.00%	89.03%	45.00%	48.97%	93.97%			
Nº 4	4.760	96.76%	82.75%	43.54%	45.51%	89.05%			
Nº 8	2.380	94.71%	79.55%	42.62%	43.75%	86.37%			
Nº 10	2.000	92.78%	75.42%	41.75%	41.48%	83.23%			
Nº 16	1.190	91.22%	73.17%	41.05%	40.24%	81.29%			
Nº 20	0.840	83.84%	60.45%	37.73%	33.25%	70.98%			
Nº 30	0.590	66.84%	53.96%	30.08%	29.68%	59.76%			
Nº 40	0.426	54.29%	36.92%	24.43%	20.31%	44.74%			
Nº 50	0.297	45.11%	24.21%	20.30%	13.31%	33.61%			
Nº 60	0.250	28.11%	13.22%	12.65%	7.27%	19.92%			
Nº 80	0.177	18.47%	9.10%	8.31%	5.00%	13.31%			
Nº 100	0.149	6.40%	4.59%	2.88%	2.52%	5.40%			
Nº 200	0.074	3.69%	2.45%	1.66%	1.35%	3.01%			
Fondo	0.01								

SUCS =		AASHTO =	
LL =	WT =		
LP =	WT + SAL =		
IP =	WSAL =		
IG =	WT + SDL =		
	WSDL =		
D 90 =	%ARC. =	3.01	
D 60 =	%ERR. =		
D 30 =	Cc =		
D 10 =	Cu =		

Observaciones :

Combinación Teórica de 45% de arena fina (Cantera Rio Cumbaza) + 55% de arena triturada (Cantera Rio Cumbaza)

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado





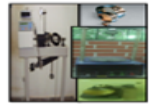
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI

TARAPOTO - PERU

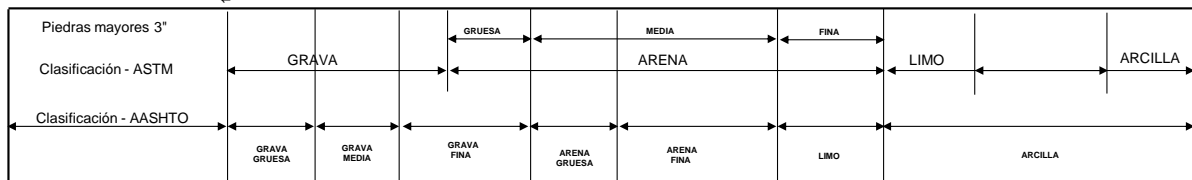
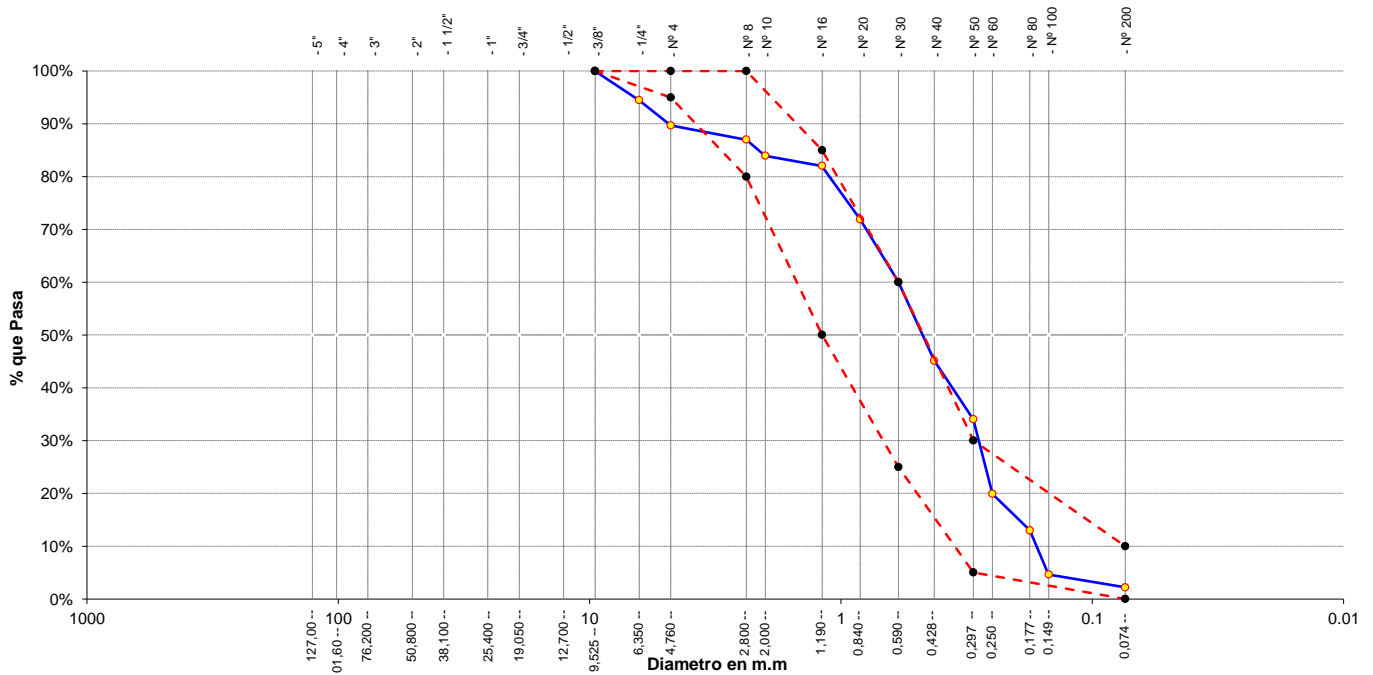


Tesis : Diseño de Adoquines para Tránsito Liviano reaprovechando Poliestireno Expandido, Agregados, Emulsión Asfáltica en la Ciudad de Tarapoto
Localización : Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra : Combinación Arena Fina 45% + Arena Triturada 55% (Cantera Río Cumbaza)
Material : Combinación Física de 70% de hormigón canto rodado tamaño máximo 1" + 25% de ligante (Arena arcillosa de color amarillento rojizo)
Para Uso : Diseño de Mezcla de Concreto para el Uso de Adoquines Tipo I
Fecha : Noviembre del 2,018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)								
5"	127.00							Modulo de Fineza AG:	
4"	101.60							Equivalente de Arena:	
3"	76.20							Descripción Muestra:	
2"	50.80							Grupo: Suelo de Grano Grueso	
1 1/2"	38.10							Sub Grupo: Gravias y Arenas	
1"	25.40							Material: Arena Fina 45% + Arena Triturada 55%	
3/4"	19.050							SUCS =	
1/2"	12.700							AASHTO =	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	LL =	WT =
1/4"	6.350	365.30	5.53%	5.53%	94.47%			LP =	WT+SAL =
Nº 4	4.760	317.30	4.81%	10.34%	89.66%	95%	100%	IP =	WSAL =
Nº 8	2.380	174.90	2.65%	12.99%	87.01%	80%	100%	IG =	WT+SDL =
Nº 10	2.000	201.70	3.06%	16.05%	83.95%			D 90 =	%ARC. =
Nº 16	1.190	127.00	1.92%	17.97%	82.03%	50%	85%	D 60 =	%ERR. =
Nº 20	0.840	669.30	10.14%	28.11%	71.89%			D 30 =	Cc =
Nº 30	0.590	782.60	11.86%	39.97%	60.03%	25%	60%	D 10 =	Cu =
Nº 40	0.426	985.60	14.93%	54.90%	45.10%			Observaciones :	
Nº 50	0.297	729.30	11.05%	65.95%	34.05%	5%	30%	Combinación Física de 45% de arena fina (Cantera Río Cumbaza) + 55% de arena triturada (Cantera Río Cumbaza)	
Nº 60	0.250	932.20	14.12%	80.08%	19.92%				
Nº 80	0.177	458.60	6.95%	87.03%	12.97%				
Nº 100	0.149	552.20	8.37%	95.39%	4.61%				
Nº 200	0.074	161.50	2.45%	97.84%	2.16%	0%	10%		
Fondo	0.01	142.50	2.16%	100.00%	0.00%				
PESO INICIAL		6600.00							

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado

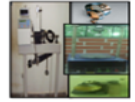


ESTUDIO ADOQUIN TIPO. I



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNVERSIARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA ELABORACIÓN DE ADOQUIN TIPO I

PROYECTO DE TESIS	:	DISEÑO DE ADOQUINES PARA TRÁNSITO LIVIANO REAPROVECHANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, AGREGADOS, EMULSIÓN ASFALTICA EN LA CIUDAD DE TARAPOTO
UBICACIÓN	:	DISTRITO: TARAPOTO / PROVINCIA: SAN MARTÍN / REGIÓN: SAN MARTÍN
MATERIALES	:	COMBINACIÓN ARENA FINA 45% + ARENA TRITURADA 55% (CANTERA RIO CUMBAZA)
REALIZADO	:	EST. ING. CIVIL JULIANA PINEDO CULQUI
FECHA	:	NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIALES

EMULSION ASFALTICA	POLIESTIRENO	CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE ADOQUIN	
CATIONICA ROTURA LENTA CSS_1h	EXPANSIVO	CON FACTOR DE SEGURIDAD	
PESO ESPECIFICO	:	1.40 gr./cm3	F'c DISEÑO
:	2.37 gr./cm3	PESO ESPECIFICO	:
PESO UNITARIO	:	215.00 gr./cm3	RESIST. PROMEDIO
:	2367.00 kg./m3	PESO UNITARIO	:
NTP	:	10%	ADOQUIN
:	399.611	ADICIÓN	:
			TIPO I

CARACTERISTICAS DE FISICAS DEL AGREGADO (COMBINACIÓN 45% DE ARENA FINA + 55% DE ARENA TRITURADA)

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	:	2.63	g/cm3
% DE ABSORCION	:	1.37	%
PESO UNITARIO SUELTO	:	1547.00	kg/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO	:	1651.00	kg/cm3
% DE HUMEDAD	:	1.50	%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	:	3/8"	9.525 mm
CONSISTENCIA (De acuerdo a la fluidez del asfalto)	:	5" - 6"	Seca
MODULO DE FI NEZA	:	2.43	
VOLUMEN DE AIRE INCLUIDO (Tabla 3)	:	3.00	%

PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACION - SECUENCIA DE DISEÑO , f'c =210 kg/cm2 - CON 10% DE POLIESTIRENO

PASO 1: CONTENIDO DE ASFALTO

Relación - Arena/Asfalto : 0.63

PASO 2: CONTENIDO DE EMULSION ASFALTICA

Emulsión : 331.2 lt/m3

PASO 3: CONTENIDO DE ARENA (COMBINACION DE AGREGADOS)

Volumen de la Emulsión Asfáltica (Ea) : 0.140 m3
 Volumen de aire incluido : 0.030 m3
 VOLUMEN DEL AGREGADO (Vac) : 0.830 m3
 Masa del Agregado combinado : 2184 Kg/m3

PASO 4: CANTIDAD DE CONCRETO ASFALTICO M3

Cantidad de Concreto Asfáltico : 1.411 m3
 Factor Emulsión Asfáltica (Bal. De 3.75lt) : 88.32 bal/m3

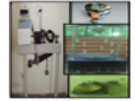
TABLA 1: PROPORCION FINAL - CORRECCION POR HUMEDAD

MATERIALES	PESO EN Kg./m3	VOLUMEN EN M3
EMULSION ASFALTICA	331.21	0.140
AGREGADO GLOBAL (COMBINACIÓN 45% + 55%)	2216.31	1.433
AIRE	3.00	0.030
TOTAL	2550.52	1.602



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



CANTIDAD TEÓRICA DE AGREGADOS POR ADOQUIN

MATERIALES	PROPORCION (POR UNIDAD)			DOSIFICACION (CANTIDAD DE MATERIALES) POR UNIDAD DE ADOQUIN	
EMULSION ASFALTICA	1			0.237 ml	
COMBINACIÓN DE AGREGADO	45% Arena fina	55% Arena Triturada	2.77 kg	1.08 kg arena fina	1.35 kg arena triturada
POLIESTIRENO (10% INCLUIDO)	1.10 %	0.154 kg		0.0154 kg	

INFORMACION TECNICA DEL ADOQUIN TIPO I:

ADOQUIN TIPO I - $f'c = 210 + 85 \text{ kg/cm}^2$

LARGO	:	0.20	m.	AREA	:	0.0200	m ²
ANCHO	:	0.10	m.	VOLUMEN	:	0.0008	m ³
ALTO	:	0.04	m.				

AREA NETA	:	0.0200	m ²
VOLUMEN NETO	:	0.0008	m ³
DESPERDICIO 3%	:	1.03	%

CANTIDAD FISICA DE AGREGADOS PARA 14 ADOQUINES

FISICA CORREGIDA

EMULSION ASFALTICA	:	3.318	lt
ARENA FINA	:	15.311	kg.
ARENA TRITURADA	:	19.303	kg.
POLIESTIRENO (10% INCLUIDO)	:	0.215	grs.





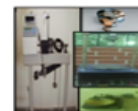
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI

TARAPOTO - PERU



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA ELABORACIÓN DE ADOQUIN TIPO I

PROYECTO DE TESIS	:	DISEÑO DE ADOQUINES PARA TRÁNSITO LIVIANO REAPROVECHANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, AGREGADOS, EMULSIÓN ASFALTICA EN LA CIUDAD DE TARAPOTO
UBICACIÓN	:	DISTRITO: TARAPOTO / PROVINCIA: SAN MARTÍN / REGIÓN: SAN MARTÍN
MATERIALES	:	COMBINACIÓN ARENA FINA 45% + ARENA TRITURADA 55% (CANTERA RIO CUMBAZA)
REALIZADO	:	EST. ING. CIVIL JULIANA PINEDO CULQUI
FECHA	:	NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIALES

EMULSION ASFALTICA		POLIESTIRENO		CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE ADOQUIN	
CATIONICA ROTURA LENTA CSS_1h		EXPANSIVO		CON FACTOR DE SEGURIDAD	
PESO ESPECIFICO	: 2.37 gr./cm3	PESO ESPECIFICO	: 1.40 gr./cm3	F _o c DISEÑO	: 210 Kg/cm2
PESO UNITARIO	: 2367.00 kg./m3	PESO UNITARIO	: 215.00 gr./cm3	RESIST. PROMEDIO	: 295 Kg/cm2
NTP	: 399.611	ADICIÓN	: 20%	ADOQUIN	: TIPO I

CARACTERISTICAS DE FISICAS DEL AGREGADO (COMBINACIÓN 45% DE ARENA FINA + 55% DE ARENA TRITURADA)

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	:	2.63	g/cm3
% DE ABSORCION	:	1.37	%
PESO UNITARIO SUELTO	:	1547.00	kg/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO	:	1651.00	kg/cm3
% DE HUMEDAD	:	1.50	%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	:	3/8"	9.525 mm
CONSISTENCIA (De acuerdo a la fluidez del asfalto)	:	5" - 6"	Seca
MODULO DE FI NEZA	:	2.43	
VOLUMEN DE AIRE INCLUIDO (Tabla 3)	:	3.00	%

PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACION - SECUENCIA DE DISEÑO , f_o c =210 kg/cm2 - CON 20% DE POLIESTIRENO

PASO 1: CONTENIDO DE ASFALTO

Relación - Arena/Asfalto : 0.63

PASO 2: CONTENIDO DE EMULSION ASFALTICA

Emulsión : 331.2 lt/m3

PASO 3: CONTENIDO DE ARENA (COMBINACION DE AGREGADOS)

Volumen de la Emulsión Asfáltica (Ea) : 0.140 m3

Volumen de aire incluido : 0.030 m3

VOLUMEN DEL AGREGADO (Vac) : 0.830 m3

Masa del Agregado combinado : 2184 Kg/m3

PASO 4: CANTIDAD DE CONCRETO ASFALTICO M3

Cantidad de Concreto Asfáltico : 1.411 m3

Factor Emulsión Asfáltica (Bal. De 3.75lt) : 88.32 bal/m3

TABLA 1: PROPORCION FINAL - CORRECCION POR HUMEDAD

MATERIALES	PESO EN Kg./m3	VOLUMEN EN M3
EMULSION ASFALTICA	331.21	0.140
AGREGADO GLOBAL (COMBINACIÓN 45% + 55%)	2216.31	1.433
AIRE	3.00	0.030
TOTAL	2550.52	1.602



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI

TARAPOTO - PERU



CANTIDAD TEÓRICA DE AGREGADOS POR ADOQUIN

MATERIALES	PROPORCION (POR UNIDAD)		DOSIFICACION (CANTIDAD DE MATERIALES) POR UNIDAD DE ADOQUIN	
EMULSION ASFALTICA	1		0.237 ml	
COMBINACIÓN DE AGREGADO	45% Arena fina	55% Arena Triturada	2.77 kg	1.08 kg arena fina 1.35 kg arena triturada
POLIESTIRENO (20% INCLUIDO)	1.20 %	0.154 kg	0.0154 kg	

INFORMACION TECNICA DEL ADOQUIN TIPO I:

ADOQUIN TIPO I - $f'c = 210 + 85 \text{ kg/cm}^2$

LARGO	:	0.20	m.	AREA	:	0.0200	m ²
ANCHO	:	0.10	m.	VOLUMEN	:	0.0008	m ³
ALTO	:	0.04	m.				

AREA NETA	:	0.0200	m ²
VOLUMEN NETO	:	0.0008	m ³
DESPERDICIO 3%	:	1.03	%

CANTIDAD FISICA DE AGREGADOS PARA 14 ADOQUINES

FISICA CORREGIDA		
EMULSION ASFALTICA	:	3.318 lt
ARENA FINA	:	15.208 kg.
ARENA TRITURADA	:	19.200 kg.
POLIESTIRENO (20% INCLUIDO)	:	0.318 grs.





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA ELABORACIÓN DE ADOQUIN TIPO I

PROYECTO DE TESIS	:	DISEÑO DE ADOQUINES PARA TRÁNSITO LIVIANO REAPROVECHANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, AGREGADOS, EMULSIÓN ASFALTICA EN LA CIUDAD DE TARAPOTO
UBICACIÓN	:	DISTRITO: TARAPOTO / PROVINCIA: SAN MARTÍN / REGIÓN: SAN MARTÍN
MATERIALES	:	COMBINACIÓN ARENA FINA 45% + ARENA TRITURADA 55% (CANTERA RIO CUMBAZA)
REALIZADO	:	EST. ING. CIVIL JULIANA PINEDO CULQUI
FECHA	:	14

MATERIALES

EMULSION ASFALTICA	POLIESTIRENO	CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE ADOQUIN	
CATIONICA ROTURA LENTA CSS_1h	EXPANSIVO	CON FACTOR DE SEGURIDAD	
PESO ESPECIFICO : 2.37 gr./cm3	PESO ESPECIFICO : 1.40 gr./cm3	F'c DISEÑO :	210 Kg/cm2
PESO UNITARIO : 2367.00 kg./m3	PESO UNITARIO : 215.00 gr./cm3	RESIST. PROMEDIO :	295 Kg/cm2
NTP : 399.611	ADICIÓN : 30%	ADOQUIN :	TIPO I

CARACTERISTICAS DE FISICAS DEL AGREGADO (COMBINACIÓN 45% DE ARENA FINA + 55% DE ARENA TRITURADA)

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	:	2.63	g/cm3
% DE ABSORCION	:	1.37	%
PESO UNITARIO SUELTO	:	1547.00	kg/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO	:	1651.00	kg/cm3
% DE HUMEDAD	:	1.50	%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	:	3/8"	9.525 mm
CONSISTENCIA (De acuerdo a la fluidez del asfalto)	:	5" - 6"	Seca
MODULO DE FI NEZA	:	2.43	
VOLUMEN DE AIRE INCLUIDO (Tabla 3)	:	3.00	%

PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACION - SECUENCIA DE DISEÑO , f'c = 210 kg/cm2 - CON 30% DE POLIESTIRENO

PASO 1: CONTENIDO DE ASFALTO

Relación - Arena/Asfalto : **0.63**

PASO 2: CONTENIDO DE EMULSION ASFALTICA

Emulsión : **331.2** lt/m3

PASO 3: CONTENIDO DE ARENA (COMBINACION DE AGREGADOS)

Volumen de la Emulsión Asfáltica (Ea) : **0.140** m3
 Volumen de aire incluido : **0.030** m3
 VOLUMEN DEL AGREGADO (Vac) : **0.830** m3
 Masa del Agregado combinado : **2184** Kg/m3

PASO 4: CANTIDAD DE CONCRETO ASFALTICO M3

Cantidad de Concreto Asfáltico : **1.411** m3
 Factor Emulsión Asfáltica (Bal. De 3.75lt) : **88.32** bal/m3

TABLA 1: PROPORCION FINAL - CORRECCION POR HUMEDAD

MATERIALES	PESO EN Kg./m3	VOLUMEN EN M3
EMULSION ASFALTICA	331.21	0.140
AGREGADO GLOBAL (COMBINACIÓN 45% + 55%)	2216.31	1.433
AIRE	3.00	0.030
TOTAL	2550.52	1.602



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
 TARAPOTO - PERU



CANTIDAD TEÓRICA DE AGREGADOS POR ADOQUIN

MATERIALES	PROPORCION (POR UNIDAD)			DOSIFICACION (CANTIDAD DE MATERIALES) POR UNIDAD DE ADOQUIN	
EMULSION ASFALTICA	1			0.237 ml	
COMBINACIÓN DE AGREGADO	45% Arena fina	55% Arena Triturada	2.77 kg	1.08 kg arena fina	1.35 kg arena triturada
POLIESTIRENO (30% INCLUIDO)	1.30 %	0.154 kg		0.0154 kg	

INFORMACION TECNICA DEL ADOQUIN TIPO I:

ADOQUIN TIPO I - $f'c = 210 + 85 \text{ kg/cm}^2$

LARGO	:	0.20	m.	AREA	:	0.0200	m ²
ANCHO	:	0.10	m.	VOLUMEN	:	0.0008	m ³
ALTO	:	0.04	m.				

AREA NETA	:	0.0200	m ²
VOLUMEN NETO	:	0.0008	m ³
DESPERDICIO 3%	:	1.03	%

CANTIDAD FISICA DE AGREGADOS PARA 14 ADOQUINES

FISICA CORREGIDA			
EMULSION ASFALTICA	:	3.318	lt
ARENA FINA	:	15.111	kg.
ARENA TRITURADA	:	19.103	kg.
POLIESTIRENO (30% INCLUIDO)	:	0.415	grs.



Validación de instrumentos



CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018. ", del autor Juliana Pinedo Culqui, estudiante del Programa de estudio de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Dichos instrumentos serán aplicados a una muestra representativa de 64 adoquines tipo I en el proceso de investigación, que se aplicará el de Septiembre del 2018.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 20 de Julio de 2018.



Mg. Ing. JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
DNI N°: 25208561

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN


Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018.", del autor Juliana Pinedo Culqui, estudiante del Programa de estudio de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Dichos instrumentos serán aplicados a una muestra representativa de participantes del proceso de investigación, que se aplicará el de Septiembre de 2018.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 18 de Julio de 2018


Mg. VICTOR EVARISTO SAMANIEGO ZATTA
DNI N°: 01146907

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018. ", del autor Juliana Pinedo Culqui, estudiante del Programa de estudio de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Dichos instrumentos serán aplicados a una muestra representativa de 64 adoquines tipo I en el proceso de investigación, que se aplicará el de Septiembre del 2018.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 18 de Julio de 2018.



Geoffrey Wigberto Salas Delgado
INGENIERO CIVIL
CIP 13957

Mg. Ing. Geoffrey Wigberto Salas Delgado.

DNI N°:42709982

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA****I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Geoffrey Wigberto Salas Delgado.
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo.
 Especialidad : Ingeniero Civil.
 Instrumento de evaluación : Planillas de observación del diseño de mezclas.
 Autor (s) del instrumento (s) : Juliana Pinedo Culqui.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Tarapoto, 18 de Julio del 2018.



Geoffrey Wigberto Salas Delgado
 Ingeniero Civil

Sello personal y firma

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA****I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Ing. Mg JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo.
 Especialidad : Ingeniero Civil.
 Instrumento de evaluación : Planillas de observación del diseño de mezclas.
 Autor (s) del instrumento (s) : Juliana Pinedo Culqui.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.			X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

ESTA CORRECTAMENTE APLICADO TODOS LOS INSTRUMENTOS.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Tarapoto, 20 de Julio del 2018.

Sello personal y firma


 JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 8777



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: SAMAMÉ ZATTA Víctor EDUARDO
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN TOME
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : _____
 Autor (s) del instrumento (s): JULIANA PINEDO CULQUI.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Diseño de Adecuación</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <u>Diseño de adecuación</u> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Diseño de adecuación para Pico Trámite</u>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Tarapoto, 18 de Julio del 2018

.....
 VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 38935
 REG. CONSULTOR C 6455
 Sello personal y firma

Autorización de Publicación de tesis al Repositorio

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo **Juliana Pinedo Culqui**, identificado con DNI N° 41253812, egresado de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....


FIRMA

DNI: 41253812

FECHA: 16 de Marzo del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

Acta de Aprobación de Originalidad de la tesis

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

La Dra. ANA NOEMI SANDAVO, ha revisado la tesis de la estudiante **JULIANA PINEDO CULQUI** Titulada: **“DISEÑO DE ADOQUINES PARA PISOS DE TRANSITO LIVIANO REAPROVECHANDO RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, AGREGADOS Y EMULSIÓN ASFÁLTICA - TARAPOTO, 2018”** constato que la misma tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa **TURNITIN**.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 19 de diciembre del 2018



Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN
UCV - TARAPOTO

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

Reporte de Software Turnitin

Feedback Studio - Perfil 1: Microsoft Edge
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1086034597&ks=1&o=1327012599&ro=103&lang=es

feedback studio | Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:
Juliana Pinedo Culqui

Resumen de coincidencias X

24 %

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	3 %	>
2	zonasegura.seace.gob... Fuente de Internet	2 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %	>
4	dimer.com.mx Fuente de Internet	2 %	>
5	www.concretonline.com Fuente de Internet	1 %	>
6	www.laccei.org Español (Perú) Teclado Latinoamérica	1 %	>

Página: 1 de 64 | Número de palabras: 12316 | Text-only Report | High Resolution | **Activado**

Para cambiar entre métodos de entrada, presiona la tecla Windows+Espacio.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Juliana Pinedo Culqui

INFORME TÍTULADO:

“Diseño de adoquines para pisos de tránsito liviano reaprovechando residuos de poliestireno expandido, agregados y emulsión asfáltica - Tarapoto, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 19/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 17

Mg. PEDRO ANTONIO GONZALES SÁNCHEZ
Jefe de Investigación Formativa e Investigación Docente
UCV - Filial Tarapoto