



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CÍVIL

“Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Pedro Ramírez Alvarado

Winsley Ocman Tananta Salas

ASESORA:

Mg. Luisa Del Carmen Padilla Maldonado

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

TARAPOTO – PERÚ

2019

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) PEDRO RAMÍREZ ALVARADO
 cuyo título es: DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA APLICANDO GRANULOS DE PLASTICO REICLADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL TR. SAN MARTIN, DISTRITO DE TABALOSOS-2018."

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13, TRECE.

Tarapoto, 20 de 12 de 2018



PRESIDENTE



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



SECRETARIO

Ivan Gustavo Reátegui Acedo
 INGENIERO CIVIL -
 CIP. 70705



VOCAL

Luisa del Carmen Padilla Maldonado
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 85279



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

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) WINSLEY OCHAN TANANTA SALAS
cuyo título es: DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA APLICANDO GRANULOS DE PLASTICO RECICLADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL TR. SAN MARTIN, DISTRITO DE TABALOSOS - 2018 "

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13, TRECE.

Tarapoto, 20 de 12 de 2018



PRÉSIDENTE



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



SECRETARIO

Ivan Gustavo Reátegui Acedo
INGENIERO CIVIL
CIP. 70705



VOCAL

Luisa del Carmen Padilla Maldonado
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 85279



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

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis a Dios por su gracia y bendición.

A nuestros queridos padres, gracias al apoyo incondicional y sobre todo a sus consejos que nos ayudaron mucho para seguir adelante.

Gracias a ellos, que estuvieron en los momentos difíciles de nuestras vidas y que nos ayudaron y nos brindaron todo su apoyo y también a nuestros hermanos que son muy importantes en nuestras vidas.

Agradecimiento

A nuestra institución, Universidad César Vallejo, y a la Escuela profesional de ingeniería Civil, por habernos dado la oportunidad de escalar un peldaño más en el campo del conocimiento.

A nuestra Directora de Escuela Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña, por brindarnos grandes docentes que nos ayudaron a desarrollarnos intelectualmente durante nuestro proceso de formación, así como también en brindarnos las facilidades cuando se requiere de su apoyo.

A compañeros y amigos de promoción por compartir conocimientos, experiencias y anécdotas, vividas durante nuestra etapa de formación.

Declaratoria de Autenticidad

Yo WINSLEY OCMAN TANANTA SALAS, identificado con DNI N° 70077100, PEDRO RAMÍREZ ALVARADO, Identificado con DNI. N° 71518739 estudiantes del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: ” **diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del jr. San Martín, distrito de Tabalosos - 2018**”;

Declaramos bajo juramento que:

La Tesis es de nuestra autoría

Hemos 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), auto plagio (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), asumimos las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 20 de octubre de 2018



WINSLEY OCMAN TANANTA SALAS
DNI: 70077100



PEDRO RAMÍREZ ALVARADO
DNI: 71518739

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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del jr. San Martín, distrito de Tabalosos - 2018**”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero civil.

La 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

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Declaración de Autenticidad	vi
Presentación.....	vii
Índice.....	viii
ANEXOS	ix
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Trabajos Previos	18
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	22
1.4. Formulación del problema	40
1.5. Justificación del estudio	40
1.6. Hipótesis.....	41
1.7. Objetivos	42
II. MÉTODO.....	43
2.1. Diseño de investigación.....	43
2.2. Variables, operacionalización.....	44
2.3. Población y muestra.....	47
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	47
2.5. Métodos de análisis de datos.....	48
2.6. Aspectos éticos.....	49
III. RESULTADOS	50
IV. DISCUSIÓN.....	100
V. CONCLUSIONES	102
VI. RECOMENDACIONES	104
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	107

ANEXOS

Matriz de consistencia

Instrumentos de recolección de datos

Validación de instrumentos

Constancia de autorización donde se ejecutó la investigación.

Acta de aprobación de originalidad

porcentaje de turnitin

Autorización de publicación de tesis al repositorio

Autorización final de trabajo de investigación

Índice de tablas

Tabla 1	Requerimientos para los agregados gruesos.....	38
Tabla 2	Requerimientos para los agregados finos.....	38
Tabla 3	Requisitos para las mezclas asfálticas en caliente.....	39
Tabla 4	Características de diseño asfalto convencional y aplicando gránulos de plásticos	77
Tabla 5	Comparación de los costos del asfalto convencional frente al asfalto aplicando gránulos de plástico.....	83
Tabla 6	Diferencias de la vida útil para cada diseño de mezclas asfálticas.....	84
Tabla 7	resumen del volumen de tráfico diario	88
Tabla 8	índice medio diario semanal.....	90
Tabla 9	índice medio diario anual	92
Tabla 10	Matriz de Consistencia	108
Tabla 11	Instrumento-hoja de cálculo para el ensayo Marshall	114
Tabla 12	Hoja de cálculo para el conteo vehicular según el IMDA.....	115
Tabla 13	Especificaciones de los gránulos de plástico.....	115

Índice de gráficos

Gráfico 1 Peso unitario.....	65
Gráfico 2 Porcentaje de vacíos.....	65
Gráfico 3 VMA	66
Gráfico 4 V.LL.C. A	66
Gráfico 5 Flujo	67
Gráfico 6 Estabilidad.....	67
Gráfico 7 Peso unitario.....	74
Gráfico 8 Porcentaje de vacíos.....	74
Gráfico 9 VMA	75
Gráfico 10 V.LL.C. A	75
Gráfico 11 Flujo	76
Gráfico 12 Estabilidad.....	76

Índice de imágenes

Imagen 1	Gránulos de plásticos.....	29
Imagen 2	Comportamiento Asfalto Convencional y Asfalto Modificado.....	31
Imagen 3	Deformación de la Carpeta Asfáltica.	32
Imagen 4	Relación costo tiempo de un pavimento.....	37
Imagen 5	Análisis granulométrico de los agregados.....	50
Imagen 6	Curva granulométrica.....	50
Imagen 7	Análisis cuantitativo.....	51
Imagen 8	Resultado de ensayo abrasión de los Ángeles.....	52
Imagen 9	Gradación de partículas.....	53
Imagen 10	Resultados de caras fracturadas.....	53
Imagen 11	Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción agregado grueso.....	54
Imagen 12	Resultados del porcentaje de equivalencia de arena.....	55
Imagen 13	Resultados de límite líquido y plástico pasante malla n° 40.....	55
Imagen 14	Curva granulométrica pasante malla n° 40.....	56
Imagen 15	Resultados de límite líquido y plástico pasante malla n° 200.....	56
Imagen 16	Curva granulométrica pasante malla n° 200.....	57
Imagen 17	Resultado ensayo de sales solubles.....	57
Imagen 18	Resultados de ensayo durabilidad al sulfato de magnesio.....	58
Imagen 19	Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción.....	58
Imagen 20	Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 4.5%).....	60
Imagen 21	Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 5.0%).....	61
Imagen 22	Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 5.5%).....	62
Imagen 23	Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 6.0%).....	63
Imagen 24	Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 6.5%).....	64
Imagen 25	Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 4.5%)	69

Imagen 26	Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 5.0%)	70
Imagen 27	Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 5.5%)	71
Imagen 28	Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 6.0%)	72
Imagen 29	Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 6.5%)	73
Imagen 30	Análisis de precios unitarios – mezcla asfáltica convencional.....	81
Imagen 31	Análisis de precios unitarios – mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico.....	82
Imagen 32	resultados del ensayo de CBR de diseño.....	93
Imagen 33	resultados de diseño del pavimento flexible.....	94
Imagen 34	Resumen	99

RESUMEN

La tesis titulada “Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018” tuvo como objetivo primordial determinar un mejor comportamiento de la carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado y por ende realizar un comparativo con la carpeta asfáltica convencional. Para llevar a cabo esta investigación se ha realizado el análisis de ensayos asfálticos por grupos como instrumento, por un lado, el grupo de control para realizar la mezcla asfáltica convencional y como otro grupo el control para realizar la mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado.

El tipo de investigación fue experimental descriptiva cuya población fueron las vías o calles del distrito de Tabalosos, el laboratorio de la universidad César Vallejo y laboratorio externo para el estudio de mezclas asfálticas. Para el diseño de la mezcla asfáltica el número de muestras que se tomaron fueron 10 diseños de diferentes porcentajes de C:A entre las convencionales y los que aplican gránulos de plástico reciclado.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron: Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos, Observación y Trabajo de gabinete.

Según los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de la mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado presentó un aumento en el flujo con respecto a la mezcla asfáltica convencional, lo cual indica que además de proporcionar propiedades elásticas a la mezcla, también aporta buena rigidez, estabilidad, además disminuye el porcentaje de vacíos, por ende, aumenta la vida útil del pavimento, en la cual se obtiene una mezcla con cualidades importantes para ser resistente ante las deformaciones permanentes.

En lo económico, al realizar el análisis de precios unitarios se pudo constatar que el costo total por m³ de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado es más económico, en comparación a una mezcla asfáltica convencional.

Palabras claves: carpeta asfáltica, gránulos, plástico reciclado.

ABSTRACT

The thesis entitled "Asphalt folder design applying recycled plastic granules to improve the passability of Jr. San Martín, district of Tabalosos-2018" had as its primary objective to determine a better behavior of the asphalt folder by applying granules of recycled plastic and therefore a comparison with the conventional asphalt folder. To carry out this research, the analysis of asphalt tests by groups has been carried out as an instrument, on the one hand, the control group to carry out the conventional asphalt mixing and as another group the control to perform the asphaltic mixture applying recycled plastic granules.

The type of research was descriptive experimental whose population were the roads or streets of the district of Tabalosos, the laboratory of the César Vallejo University and external laboratory for the study of asphalt mixtures. For the design of the asphalt mixture the number of samples that were taken were 10 designs of different percentages of C: A between the conventional ones and those that apply granules of recycled plastic.

The techniques and instruments of data collection were: Topographical Survey, Soil Mechanics Study, Observation and Cabinet Work.

According to the results obtained in the laboratory tests of the asphaltic mixture applying recycled plastic granules presented an increase in the flow with respect to the conventional asphalt mixture, which indicates that in addition to providing elastic properties to the mixture, it also provides good rigidity, stability, also decreases the percentage of voids, therefore, increases the useful life of the pavement, in which a mixture with important qualities is obtained to be resistant to permanent deformations.

In economic terms, when carrying out the analysis of unit prices, it was found that the total cost per m³ of asphalt mix using recycled plastic granules is cheaper, compared to a conventional asphalt mix.

Keywords: asphalt binder, granules, recycled plastic.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel global, las construcciones viales están más desarrolladas que en nuestro país, siendo estos países las que continuamente vienen innovando respecto a temas que mejoren la calidad del pavimento (el comportamiento del pavimento frente a cargas y agentes ambientales), el coste y que sean amigables con el medio ambiente. El desarrollo se produce a través de las vías, es importante para el crecimiento económico, es por eso que la mayoría de las ciudades del mundo realizan este tipo de proyecto.

De esta manera los países europeos como Holanda, Escocia y Francia a través de sus investigadores están desarrollando nuevas y mejores técnicas con respecto a los pavimentos (pavimentos elaborados a partir de material inorgánico reciclado), que vayan desde lo más esencial que es aminorar los costos y contribuir al cuidado del medio ambiente, aprovechando también las condiciones climáticas y geográficas del lugar donde se vaya pavimentar.

En el Perú, se producen unos 3,500 millones de botellas de plástico cada año, de las cuales menos del 50% son recicladas (*fuentes: Albina Ruiz de la ONG Ciudad saludable*). Esto resulta o se convierte en un problema muy serio ya que la mayoría de estos residuos plásticos que no se reutilizan terminan en los ríos y océanos, y por ende contribuyen a la contaminación del medio ambiente que es una consecuencia grave de estas actividades con la que estamos luchando en la actualidad.

La red vial nacional existente cuenta con 14,612 km de carreteras asfaltadas, 5,070 km de caminos con solución básica y 7,001 km de no pavimentadas que hacen un total de 26,683 km en toda su extensión (*Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – Provias Nacional a diciembre del 2016*), las cuales se clasifican de acuerdo al estado en que se encuentran. Esto refleja que todavía estamos en temas de subdesarrollo en cuanto a temas de infraestructura vial a causa de que tenemos varios kilómetros de vías que no han sido pavimentadas, así como otras que no están siendo mantenidas de la manera correcta y a su debido tiempo, y que suponen mucho riesgo al ser transitadas que

pueden dar como consecuencia accidentes y por ende pérdida de vidas humanas, así como materiales.

Un diseño y ejecución de pavimentos en Perú resulta ser muy costosa en ámbitos económicos, lo que hace que el gobierno gaste mucho dinero para la construcción de estas, las mismas que debido a las fallas que presentan suponen un gasto adicional en su mantenimiento, teniendo como consecuencia que la población se vea afectada en el desarrollo de su población, así como también ocasiona que los vehículos se degraden más rápido.

En la región San Martín, la mayoría de las vías que conectan los pueblos se encuentran en muy mal estado, además de esto muchos accesos y puntos en las principales ciudades de esta mencionada región todavía no han sido pavimentadas, siendo esto uno de los factores principales para que el nivel de desarrollo de la región sea muy bajo.

En el distrito de Tabalosos, Jr. San Martín lugar donde se realizó la investigación, el estado de las calles se encuentra en pésimas condiciones para el flujo vehicular e incluso peatonal, la misma que se ve afectada aún más cuando hay precipitaciones pluviales que ocasionan el cambio radical en la superficie del terreno convirtiéndola en riesgosa al momento de transitar, así como también debido a que las pendientes longitudinales son mayores que las transversales lo que dificulta la adecuada evacuación de la precipitación pluvial hacia las cuentas colectoras, esto ocasiona agrietamientos, y el deterioro de la vía. Según datos establecidos, la información de medición de tráfico son 40 entre autos y camionetas por día, camión de 2 ejes 15 por día, camión de 3 ejes 3 por día, semitrailer 3 por día (*Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones*), así mismo con precipitaciones anuales dentro de 50 y 100 mm (*fuelle: SENAMHI*). Del mismo modo al ver que hay mucha contaminación por residuos plásticos y el peligro que esto genera con razón al medio ambiente y al nivel del desarrollo de la población del lugar, decidimos abarcar este problema que resulta intolerable.

1.2. Trabajos Previos

Para llevar a cabo esta investigación aplicando gránulos de plástico reciclado en la carpeta asfáltica para el tránsito vehicular del Jr. San Martín, distrito Tabalosos 2018, recurrimos a distintas fuentes de información relacionados al tema entre las cuales tenemos.

A nivel internacional

PEDRAZA, Elkin. En su tesis titulada: *Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos* (tesis pregrado), Universidad Católica De Colombia, en la ciudad de Bogotá. 2014. Concluyó que:

- Los resultados evidenciados de los parámetros Marshall de estabilidad, flujo, peso unitario de la mezcla, y módulo de rigidez para los trozos de desperdicios plásticos, se concluye que el porcentaje óptimo que mejora de manera substancial las propiedades mecánicas del asfalto es de alrededor de 0,4% del porcentaje de los trazos de desperdicios plásticos con respecto al peso de la muestra.
- El diseño de mezcla asfáltica con desperdicios plásticos es sensible a la dosificación de este material en planta.
- Confirma un aumento en la durabilidad que ya puede ser afectada por agentes externos como lo son los atmosféricos (agua, ozono, oxígeno y humedad), la radiación solar, el calor, los microorganismos, los agentes químicos, y desde luego la acción directa de las cargas de tránsito. Estos cambios generados por dichos agentes dependerán del tipo de polímero, su composición y estructura química, lo cual está por fuera del alcance del presente trabajo.

HUERTAS, Guillermo y CAZAR, Juan. En su tesis titulado; *Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico ac-20* (tesis pregrado), Universidad de las fuerzas armadas de Ecuador. 2014. Concluyó que:

- La mejor manera de añadir al mismo como material constitutivo, además de que es la forma más viable de introducir el PET tipo 1 pues presentó el mayor valor de estabilidad entre las tres formas analizadas manteniendo una deformación similar.

- Al introducir el PET tipo fibra se tengan dimensiones mayores a 3mm de ancho pues dimensiones menores no resisten el calor de la mezcla y compactación de una briqueta y por ende de un pavimento en caliente, ocasionando que las fibras se deformen en exceso y pierdan desde su longitud hasta su consistencia.

A nivel nacional

CHÁVEZ, Janina. En su tesis titulada: *Análisis de la carpeta asfáltica modificado con polímeros SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017* (tesis pregrado). Universidad César Vallejo, Lima. Perú. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Que la resistencia a esfuerzos de carga es mayor en la carpeta asfáltica modificada con polímeros SBS, contribuyendo a soportar mayores cargas de diseño (repeticiones de tránsito vehicular) en el clima frígido de la región Junín.
- El cemento con polímeros SBS crea una superficie poca susceptibilidad a la humedad, generando una capa impermeable a agentes deterioradores que afectan a los pavimentos, Sobre todo en climas fríos como la región Junín.
- La trabajabilidad del cemento asfáltico se incrementa considerablemente al incorporar los polímeros SBS, lo cual aporta a la mezcla a obtenga una mejor maniobrabilidad y adherencia durante la formación de la carpeta asfáltica.
- Es evidente que la vida útil de la carretera se prolonga con el uso de la mezcla asfáltica con polímero SBS, pero cabe mencionar también que es necesario tener en cuenta una buena calidad en el proceso constructivo con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

ESTRADA, Víctor. En su tesis titulada: *Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70 -28* (Tesis pregrado). Universidad Andina Del Cusco. Perú. 2017. Llegó a las siguientes conclusiones:

- La mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70 -28 nos ofrecerá un mayor nivel de estabilidad”, ya que el valor de estabilidad que se obtuvo en la mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70 -28 es mucho más elevado que el valor de estabilidad de la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 plus

lo que demuestra una mayor cohesión y adhesividad de la mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70 -28, la cual influye posteriormente en el desempeño de la mezcla.

- La mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS PG 70 -28 tiene un mejor comportamiento mecánico que la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus.
- La mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70 -28 presenta una mayor resistencia a la deformación permanente, garantizando de esta manera una resistencia a los problemas de deformación permanente o ahuellamiento que se generan en los pavimentos debido a la acción de volumen de tráfico pesado y cargas lentas.

SILVESTRE, Deyvis. En su tesis titulada: *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017* (Tesis pregrado). Universidad César Vallejo. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Se comprueba que la deformación por carga, obtenidas mediante el ensayo de diseño Marshall en la mezcla con incorporación de plástico mejora la resistencia a la deformación en un 3.11% lo que implica mayor soporte de cargas frente al tradicional.
- La relación entre las deformaciones y la capacidad para soportar cargas de la mezcla asfáltica modificada con plástico se incrementa en un 4.49 % en comparación a la mezcla asfáltica tradicional lo cual hace que sea mucho más resistente a la hora de soportar cargas.
- En la investigación se comprueba que existe una reducción de la densidad de la mezcla en un 1.7% mejorando la productividad de la producción y colocación.
- Se comprueba que existe un ahorro de 2.63% en la producción de la mezcla asfáltica y mejorando las características físicas y mecánicas de la mezcla y dándole mayor factibilidad económica. Ya que no es necesario usar el filler ni mejorador de adherencia, el plástico actúa como un mejorador de adherencia y un agregado fino.

- el uso de la mezcla asfáltica modificada con plástico reciclado (PET) existe una prolongación 25% en la vida útil de la carpeta asfáltica ya que al tener menos vacío hace que sea más impermeable, más resistente deformaciones.

A nivel local

PINCHI, Luis. En su tesis titulada: *diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente tramo banda de shilcayo – las palmas* (tesis pregrado). Universidad Nacional De San Martín. Morales. Perú. 2017. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinaron los principales parámetros que se requieren para efectuar el diseño del pavimento asfáltico de un pavimento, que para el caso se trata del espesor de un pavimento flexible en caliente.
- Se determinó el espesor adecuado del pavimento a usar en el proyecto, el mismo que quedo determinado como sigue: la estructura del pavimento será de 5 pulgadas de material de sub-base material del Río Huallaga y una capa de 4 pulgadas material de base chancada Rio Huallaga y 3 pulgadas de capa de rodadura carpeta asfáltica (Grava chancada, gravilla y arena zarandeada del Río Cumbaza), para un tránsito mediano - pesado.

La información obtenida en el proyecto en estudio servirá como fuente de información para ser tomada en cuenta para efectos de diseño de pavimentos asfálticos, tanto a nivel académico como para la ejecución de proyectos en la región, rescatando básicamente la metodología de diseño, pudiendo ser contrastada con cada realidad.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Estudios básicos

1.3.1.1. Topografía

Según el MANUAL DE CARRETERAS (2014) afirmó que:

Contendrá la información de los trabajos topográficos realizados, en forma directa e indirecta de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante. Incluirá la información cartográfica georreferenciada correspondiente, a las escalas requeridas, considerando las áreas levantadas, longitud de poligonales, magnitud de los errores de cierre, puntos de control enlazados a la Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas UTM y geográficas, comprendiendo básicamente lo siguiente: Definición de la franja a levantar, teniendo en cuenta, la longitud del proyecto y considerando un ancho suficiente para poder efectuar variaciones del trazo. Establecimiento de una red de puntos ubicados a distancias no mayores a 10 metros o según lo establezcan los documentos de la entidad contratante. Colocación de BMs (Bench Mark) cada 500 m o a las distancias que establezca la entidad contratante, tomando como referencia las cotas de los hitos de control vertical del IGN, o con la aprobación de la entidad contratante, se podrá establecer la indicada cota de referencia mediante otro método. Detalles planimétricos, altimétricos, planos topográficos, levantamientos complementarios y otros, de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante. (p. 322).

1.3.1.2. Estudio de Mecánica de Suelos

Según el MANUAL DE CARRETERAS (2014) afirmó que:

Comprenderán los trabajos de campo, laboratorio y gabinete que permitan evaluar y establecer las características físico-mecánicas de los suelos de fundación que abarque el estudio, de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante, estableciendo básicamente lo siguiente: El Perfil Estratigráfico en las escalas correspondientes, cuyos resultados se obtendrán luego de efectuar las respectivas prospecciones de campo, así como los análisis y pruebas de laboratorio. Representará en forma gráfica los tipos de suelos y características físico – mecánicas, espesor de los estratos, nivel freático y demás detalles. Para el caso de variante o vías de evitamiento, se realizará además las investigaciones geológicas y geotécnicas necesarias. (p. 323).

1.3.1.3. Diseño del pavimento

Según el MANUAL DE CARRETERAS (2014) afirmó que:

El diseño del pavimento del proyecto deberá cumplir con las disposiciones del Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos vigente, conteniendo la memoria de cálculo, planos y demás documentos, según corresponda y teniendo en consideración básicamente lo siguiente:

Resumen de los parámetros de diseño de la estructura de pavimento. Presentación de los análisis de laboratorio efectuados, sustentando adecuadamente las metodologías usadas. Estrategia de mantenimiento o conservación, en función a la evolución de daños en el tiempo y las medidas correctivas correspondientes. Resumen de las distintas acciones que deberán efectuarse desde el inicio hasta el final de la vida útil del proyecto. (p. 326).

1.3.2. Asfaltos

Según la REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE QUÍMICA (2003) afirmó.

El asfalto es un material bituminoso de color negro, constituido principalmente por asfáltenos resinas y aceites, elementos que proporcionan características de consistencia, aglutinación y ductilidad; es sólido o semisólido y tiene propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales. Al calentarse se ablanda gradualmente hasta alcanzar una consistencia líquida. Estos pueden tener dos orígenes; los derivados de petróleos y los naturales. (p. 05).

1.3.2.1. Composición química del asfalto

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE QUÍMICA (2003) afirmó. “El asfalto está compuesto por los siguientes elementos”. (p. 03).

Elemento	concentración (%)
Carbono	82-88(%)
Hidrogeno	8-11(%)
Azufre	0-6(%)
Oxigeno	0-1,5(%)
Nitrógeno	0-1(%)

PFIEFFER (2002) afirmó. “Da la composición del asfalto en:

- ✓ grupos alifáticos saturados o parafinas.
- ✓ grupos nafténicos o ciclo parafinas.
- ✓ grupos conteniendo anillos aromáticos". (p. 2).

1.3.2.2. Producción del Asfalto

SIMPSON (2003) afirmó.

El asfalto es adquirido del refinado por destilación del petróleo crudo. Es un procedimiento en el cual las diversas porciones (artículos) se aíslan de los no refinados, mediante métodos para una expansión en etapas de temperatura. Hay dos formas de refinación con las que se puede crear a raíz de haber unido petróleo sin refinar:

- ✓ Refinado al vacío
- ✓ Extracción solvente

Las porciones de luz se aíslan mediante refino básico. Los destilados más pesados, también llamados gasoils, se pueden aislar apenas por una mezcla del calor y del vacío. Se puede crear utilizando refinado al vacío a una temperatura de alrededor de 480 ° C (900 ° F), que puede variar ligeramente dependiendo del aceite que se está refinando, o el nivel de black-top que se entrega. En el mango de extracción disoluble, más gasóleos son expulsados del aceite, dejando un techo negro restante.

Contingente a la utilización, es el tipo de negro-top. En las refinerías, debe haber enfoques para controlar las propiedades de las tapas negras que se crean con un objetivo final específico para satisfacer ciertas necesidades. Esto se logra más a menudo que no, la mezcla de algunos tipos de petróleo sin refinar antes de la preparación, para crear evaluaciones moderadas. A lo largo de estas líneas un negro extremadamente pegajoso top y un negro menos grueso superior, se puede unir para obtener una negro-top con espesor medio. (p. 09).

1.3.2.3. Propiedades físicas

INSTITUTO VENEZOLANO DEL ASFALTO (2018) afirmó.

El asfalto es un líquido viscoso constituido esencialmente por hidrocarburos o sus derivados, a continuación, enlistamos algunas de sus propiedades:

Consistencia: Se refiere a la dureza del material, la cual depende de la temperatura. A altas temperaturas se considera el concepto de viscosidad para definirla.

Durabilidad: Capacidad para mantener sus propiedades con

el paso del tiempo y la acción de agentes envejecedores.

Susceptibilidad Térmica: Variación de sus propiedades con la temperatura.

Pureza: Definición de su composición química y el contenido de impurezas que posee.

Seguridad: Capacidad de manejar el asfalto a altas temperaturas sin peligros de inflamación. (p. 10).

1.3.2.4. Función

INSTITUTO VENEZOLANO DEL ASFALTO (2018) afirmó que:

Impermeabilizar la estructura del pavimento. Esto hace que disminuya la penetración de agua procedente de lluvias o precipitaciones de otros tipos de impacto fluvial para que no afecte la carpeta asfáltica y los vehículos se pueden deslizar con facilidad y sin ningún tipo de riesgo.

Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados. esto hace que mejore la capacidad portante de la estructura.

Es el único material que garantiza una ejecución económica con estas dos características juntas, lo cual le permite tener la capacidad de flexibilidad sin agrietarse y así presta un mejor servicio a los usuarios de las vías. (p.12).

1.3.2.5. Clasificación

El INSTITUTO VENEZOLANO DEL ASFALTO (2018) afirmó que:

Asfaltos rebajados: Materiales asfálticos líquidos compuestos por asfalto y un solvente, utilizados regularmente asfálticos líquidos compuestos por asfalto y un solvente, utilizados regularmente en la elaboración de carpetas de **mezclas en frío e impregnaciones**. Actualmente son considerados peligrosos para el medio ambiente debido a que el solvente se evapora al esparcirlo en el pavimento.

Emulsiones asfálticas: Materiales asfálticos líquidos estables, compuestos por la unión de agua y asfalto a través de una solución jabonosa.

Asfaltos soplados con aire: Son asfaltos sometidos a un tratamiento de soplado de aire a altas temperaturas para proporcionar ciertas características deseadas para la realización de ciertos trabajos como aplicaciones hidráulicas, material para techar, etc.

Asfaltos AC: Son los cementos asfálticos obtenidos del proceso de destilación del petróleo. También se les conoce como asfaltos no modificados.

Asfaltos modificados: Son los cementos asfálticos combinados con algún polímero para mejorar las propiedades físicas de éste. (p. 20).

1.3.3. Análisis de costos

Según el MANUAL DE CARRETERAS (2014) afirmó que:

Los análisis de precios unitarios, contienen el costo de los recursos de mano de obra, materiales y equipos necesarios para cumplir de manera integral la actividad o partida correspondiente, en concordancia con lo establecido en el “Glosario de Partidas” aplicables a obras de rehabilitación mejoramiento y construcción de carreteras y puentes, vigente. Estará conformado básicamente por: Bases de cálculo de los costos, Análisis de costo directo, Análisis de los costos indirectos, Resumen de los componentes de los costos. (p. 320).

1.3.3.1. Estudio de mercado

Según PETROBLOGGER (2013) afirmó.

El Asfalto es una mezcla de hidrocarburos de alto peso molecular, que en conjunto presentan propiedades termoplásticas, cuyo estado y nivel de consistencia varían con facilidad de sólido a semisólido e incluso a líquido viscoso, si la temperatura es favorable para ello. Se producen de la destilación del petróleo crudo en las refinerías de petróleo. Los asfaltos, se elaboran usando modernas tecnologías y rigurosa selección de petróleos de óptima composición química, ofreciendo al país diversos grados de asfaltos de acuerdo a las condiciones climáticas de cada región. (p. 02).

1.3.3.2. Costo de producción

Según PRODUCCIÓN DE ASFALTOS, AGLOMERANTES Y EMULSIONES. (2013) afirma que:

El precio de las diferentes mezclas asfálticas no presenta gran variabilidad y para ser competitivos deben ser similares o inferiores al Índice Pitch. El índice pitch multiplicado por el valor del Fondo de Vacío Asfáltico de refinería da el valor del cemento asfáltico que se vende a las empresas constructoras (productores). Mensualmente se publica el valor de este indicador y se tienen estadísticas desde el año 2006. En noviembre de 2013, el valor de este indicador fue de 590.62 [USD/TM]. Considerando una tasa de cambio de 520 [\$/USD] se calculó el precio del cemento asfáltico durante el 2013. Además, se presenta un gráfico con la evolución del precio en los últimos 5 años. (p. 11).

1.3.4. Transitabilidad

MTC (2008) afirmó. “Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo”. (p. 52).

1.3.4.1. Índice medio de demanda (IMD)

Según el MANUAL DE CARRETERAS (2014) afirma que: Conteos de tráfico en estaciones sustentadas y aprobadas por la entidad contratante. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, y se realizarán durante un mínimo de 7 días continuos de 24 horas. Factores de corrección (horario, diario, estacional), para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDA), por tipo de vehículo y total. Encuesta de origen-destino (O/D) del proyecto y de una ruta alterna, con un mínimo de tres días consecutivos (dos días de la semana y sábado o domingo) por estación; el mínimo de estaciones O/D será de tres (03). La encuesta se realizará de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante. (p. 322).

1.3.5. Eficacia del tránsito vehicular

ESTUDIOS DE MOVILIDAD Y TRÁNSITO PARA CIUDADES (2009) afirmó que:

Define estrategias que faciliten un mejor desempeño de la movilidad de la ciudad en su connotación más tradicional, prestando atención a que se den las condiciones para que el desplazamiento urbano de cosas y personas resulte lo más eficiente posible. Todo esto en previsión del crecimiento futuro de la ciudad, y también respondiendo a los conflictos y problemas que la afectan actualmente. (p. 18).

1.3.5.1. Condiciones básicas de transitabilidad

Según ESTRATEGIAS PARA EL TRANSPORTE RURAL (2004) afirmó que :

Las condiciones deseables de un sistema eficiente y adecuado de transitabilidad son las siguientes.

Acceso básico. Se puede definir como una infraestructura de caminos que sea transitable durante todo el año por vehículos motorizados. El mejoramiento y conservación de caminos rurales aseguran la transitabilidad permanente de productos desde las fincas a las plantas de procesamiento o mercados.

Disponibilidad de servicios. Se refiere a que en la zona de producción exista el servicio de transporte, es decir que se pueda obtener transporte para el traslado de los productos en el momento oportuno.

Bajos costos. Se consideran bajos costos aquellos que pueden ser cubiertos ampliamente con los ingresos obtenidos por la venta del producto.

Calidad. Está relacionada con el transporte de los productos en tiempo y forma, asegurando su integridad física, sanitaria y organoléptica, así como la conservación de su empaque.

Seguridad en los servicios. Tiene que ver tanto con los accidentes de tránsito como con el robo de la mercadería. (p. 33).

1.3.6. Pavimentos flexibles

TORRES (2007) afirmó que:

Es una estructura cuya capa superior está constituida por materiales granulares o por mezclas asfálticas, la cual se adapta a las deformaciones de la base. El pavimento flexible también conocido como pavimento de asfalto es una estructura formada por varias capas como lo son la sub-rasante, la sub base, la base y la carpeta asfáltica; cada una con una función determinada, las cuales en conjunto tienen los siguientes propósitos:

Resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito. Tener la impermeabilidad necesaria. Resistir la acción destructora de los vehículos. Resistir los agentes atmosféricos. Poseer una superficie de rodadura adecuada, que permita fluidez y comodidad hacia el tránsito de vehículos. Ser flexible para adaptarse a ciertas fallas de la base o sub-base. (p. 40).

1.3.7. Plástico

1.3.7.1. Definición

Para la revista REINFORCED PLASTICS AND COMPOSITES MAGAZINE (2011) por lo general. “Los plásticos son polímeros que se moldean a partir de la presión y el calor. Una vez que alcanzan el estado que caracteriza a los materiales que solemos denominar como plásticos, resultan bastante resistentes a la degradación y a la vez son livianos”. (p. 23).

1.3.7.2. Reciclado de plásticos

MACCARTNEY (2017) afirmó.

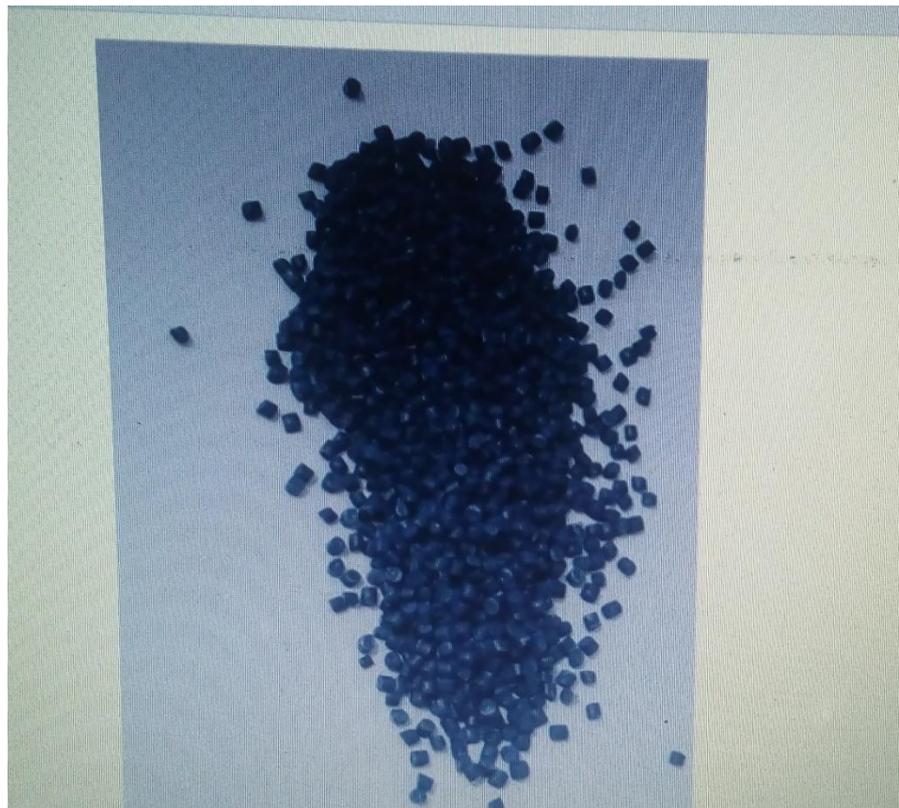
El plástico nos rodea en un sinnúmero de formas diferentes. Por ejemplo, botellas, contenedores, bolsas, empaques industriales, juguetes, instrumentos de cocina, etcétera. Debido a su naturaleza y disponibilidad, han surgido centros

de recolección de plástico y algunos empresarios han visto en el negocio del reciclaje una buena fuente de ingresos. Toneladas y toneladas de plástico desechable son recolectadas y enviadas a bodegas, donde se empaican y reenvían a plantas de procesamiento de plástico. Desafortunadamente, no todos los países tienen la infraestructura necesaria para reciclar el plástico. Solamente unos cuantos países en desarrollo pueden hacerlo. Esto significa que el desecho de materiales plásticos es un gran problema a escala mundial. (p. 07).

1.3.7.2.1. Obtención del gránulo de plástico y ubicación:

JOALDO (2011). “En esta tesis se logró obtener los gránulos de plástico a través de la empresa Jcv Comercial en la dirección R. coronel Ezequiel 29, Guarulhos, Sao Paulo, 07152. Brasil”. (sn).

Imagen 1 Gránulos de plásticos



Fuente: granulado para inyección plástica polímero.

Sao Paulo, 07152. Brasil, 2011

1.3.7.3. Asfaltos modificados

RODRIGUEZ (2001) afirmó.

Actualmente se utiliza una gran variedad de polímeros comerciales con composición química y propiedades diferentes, para emulsiones de asfaltos modificados. Actualmente existen en el mercado un gran número de asfaltos modificados con polímeros, que en general utilizan un emulgente catiónico para lograr la unión y estabilidad del cemento asfáltico, el polímero y el agua, constituyendo una emulsión asfáltica catiónica con polímeros. Teniendo en cuenta el objetivo final de hacer la alteración de asfalto, es importante conocer la similitud de esto con el modificador para que existan juntos como sistema, es decir, debe ser miscible, mostrando una mezcla monofásica. La invisibilidad provoca la presencia de una etapa momentánea. Un polímero es bueno con asfalto cuando la heterogeneidad de la mezcla no puede ser valorada por un examen visual.

Pavimentos más ricos en partes de olor y alquitranes serán más buenos, ya que estas porciones son las que permiten que el polímero se desintegre. Los pavimentos más ligeros son los más ricos en asfáltenos y sumergidos.

La conducta de asfalto depende esencialmente de tres componentes:

- Temperatura
- Tiempo de carga
- Envejecimiento

A altas temperaturas y bajo cargas gestionadas, el asfalto continúa como un fluido pegajoso, es una mezcla de plástico que hace el que se produzca ahuellamiento. A bajas temperaturas y bajo cargas rápidas, se desarrolla claramente débil, trayendo divisiones transversales y división cálida.

Imagen 2 Comportamiento Asfalto Convencional y Asfalto Modificado.

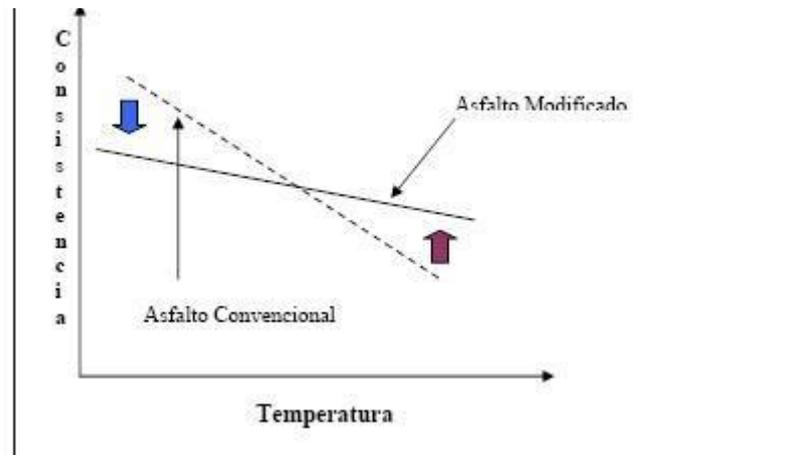


Imagen n°02. Comportamiento Asfalto Convencional y Asfalto Modificado.

Fuente: Deformaciones Permanentes en mezclas asfálticas. Mórea, Francisco, 2011. p 31.

El objetivo buscado con la expansión de los polímeros a la parte del asfalto es mejorar su reología, buscando:

- Reducir la indefensión cálida
- Reducir la debilidad en las atmósferas frías y aumentar el apego en el clima caliente.
- Reduzca la indefensión al cargar los tiempos de aplicación.
- Aumentar la impermeabilidad a la distorsión y ruptura perpetuas en un ámbito más amplio de temperaturas, tensiones y tiempo de carga.
- Mejorar el cumplimiento de los totales. (p. 34).

1.3.7.4. Razones para usar modificadores del asfalto:

1.3.7.4.1. Deformación de la carpeta asfáltica

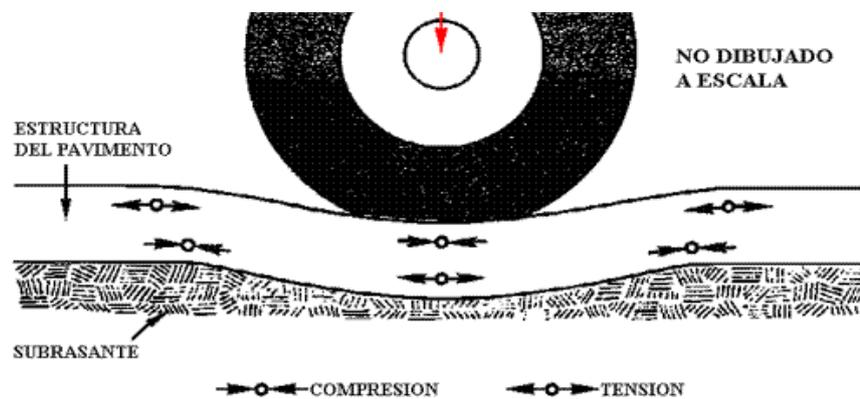
GARNICA (2005) afirmó.

Una distinción entre una carpeta inflexible, y concreto hidráulico, es que cada uno de ellos absorbe y transmite los montones a las capas básicas del asfalto. Como se comprueba que un organizador inflexible ingesta las pilas distribuidas, debido a su carácter de material inflexible, la propiedad con la cual no numerada una carpeta asfáltica, sobre la base de que, debido a su

temperamento, un organizador asfáltico tiene la carga directamente, Lo deforma y lo transmite en una forma apropiada a la capa inferior.

La figura 2 muestra esquemáticamente la torsión en la mitad izquierda de un organizador de asfalto, mientras que en el lado correcto la envoltura inflexible está desfigurada.

Imagen 3 Deformación de la Carpeta Asfáltica.



Fuente: Deformaciones Permanentes en mezclas asfálticas. Morea, Francisco, 2011. p 35.

Con la posibilidad de que la carga esta aplicada esta oportunidad producida de que es excesivamente inflexible, esto producirá grietas inmutables en la superficie de apoyo.

En el suelo adaptable se produce una torsión sin cambios cuando se agregan agregados de desfiguración plástica, con cargas recalentadas a altas temperaturas incluidas entre 40°C y 65°C (sobre el propósito de ablandamiento de la parte superior negra), tal como se ha dicho anteriormente está soportado por cargas elevadas y tiempos de uso moderados o retardados. Los elementos que soportan la presencia de deformaciones perpetuas son los altos pesos de hinchamiento de los neumáticos de los vehículos, a pesar de que esto no depende del modelista, de una sustancia asfáltica alta en la mezcla, de la utilización de totales alargados y redonda, a pesar de la afición del pétreo a la humedad.

Otro fenómeno que se presenta, similar a la deformación permanente es el de agrietamiento por baja temperatura, este se presenta cuando el asfalto es demasiado rígido, debido a que presenta una elasticidad demasiado baja, lo que propicia que el asfalto se vea sujetado a esfuerzos de tensión antes de recibir alguna

carga. (p. 26).

1.3.7.5. Procesos de modificación del asfalto

1.3.7.5.1. Por vía seca

RODRIGUEZ (2001) afirmó.

Es cualquier método donde el material se le adiciona mezclándolo con los agregados antes de adicionar el cemento asfáltico.

Cuando el material se quiere adicionar como un agregado más en la mezcla asfáltica por lo general constituyendo una parte del agregado fino lo cual puede estar entre el 1 y 3 % del peso total de los agregados de la mezcla. Por ello, este método no necesita de un equipo especial solo una forma de adicionar la cantidad necesaria en el momento adecuado para que se mezcle con el agregado cuando estos lleguen a alcanzar una temperatura determinada antes de añadirle el ligante. (p. 35).

1.3.7.5.2. Por vía húmeda

RODRIGUEZ (2001) afirmó.

En este proceso húmedo, el plástico es mezclado con el cemento asfáltico para obtener la mezcla modificada asfalto- plástico lo cual será usado al igual que un ligante modificado.

La modificación de un asfalto ligante depende de varios factores entre ellos; el tamaño, tipo, textura y proporción de plástico, tipo de asfalto, temperatura, tiempo durante el mezclado.

Hay cuatro formas más usadas del proceso húmedo las cuales son:

El mezclado por batchadas o tecnología McDonald, mezclado continuo y mezclado terminal. (p. 35).

1.3.7.6. Agentes modificadores de asfalto

1.3.7.6.1. Polímeros

IBAÑES (2006) afirmó.

Un polímero es una molécula larga formada por la reacción química de varias moléculas pequeñas las que forman largascadenas.

Uno de los primeros polímeros conocidos por el hombre y su respectivo uso fue el látex natural, también llamado hule. Extraído del sangrado de un árbol llamado ulcuahuitl (árbol del hule)

Los polímeros pueden formarse resultando con distintas propiedades físicas; pero las que se usan en la modificación de asfaltos se clasifican en dos grupos principales. (p. 05).

- Elastómeros.
- Plastómeros.

1.3.7.6.2. Los elastómeros

IBAÑES (2006) afirmó. “Es un material que al estirarse y por poseer elasticidad regresan a su forma original. Lo cual hace que mientras no esté estirado no añade resistencia al asfalto; en cambio en su estado estirado se logra una gran resistencia y que al retirarle el esfuerzo aplicado retoma su forma inicial”. (p. 06).

1.3.7.6.3. Los plastómeros

IBAÑES (2006) afirmó.

Es un material rígido tridimensional, este polímero se caracteriza por acelerar la resistencia a temprana edad. Y la desventaja es que puede romperse a una gran deformación si no se tiene con la estructura adecuada porque son bastante rígidos.

Los plastómeros más usados son: el etil vinilo acetato (EVA) polietileno y poliolefinas.

Por ello la mezcla asfáltica en su diseño debe realizarse eligiendo un polímero correcto verificando que sea compatible con el asfalto y su aplicación. Generalmente se usa el elastómero ya que tiene una mayor resiliencia, y flexibilidad lo cual es necesario en un pavimento, mientras que los plastómeros aportan rigidez y estabilidad en un pavimento.

Lo que se obtiene de la modificación de un pavimento depende básicamente de la concentración, peso, composición y orientación molecular de un polímero

o, también de la procedencia del asfalto, su refinación y de los agregados que se usa. La diferencia de un asfalto modificado frente al tradicional es que tiene diferente reología, flujo

y susceptibilidad térmica. (p. 06).

1.3.7.7. Pavimento adicionado gránulos de plástico reciclado

MACCARTNEY (2017) afirmó.

Tiene que ver con la incorporación de gránulos de plásticos reciclados al pavimento ya que son materiales o sustancias estables ante el cambio de temperaturas lo cual se añade al asfalto para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas y disminuir la susceptibilidad a los cambios de temperaturas y la humedad.

Lo cual al añadirle modificadores producen una actividad que incrementa la adherencia entre los materiales y el asfalto. También aumenta las resistencias a las deformaciones y esfuerzos de tensión repetidos y su flexibilidad reduciendo el agrietamiento.

Estos materiales en este caso los gránulos de plástico reciclado se aplican directamente al material asfáltico antes de mezclarlos con los demás materiales. (p. 04).

1.3.7.8. Gránulos de plástico reciclado

MACCARTNEY (2017) afirmó.

El ingeniero Escoces ha conseguido desarrollar un tipo de plástico que puede sustituir parte de esa mezcla y que, lo más importante, está formado 100 % por residuos reciclados. Asegura que puede eliminar el 10% de betún que se utiliza en la fabricación del asfalto convencional y sustituirlo por la mezcla de plástico reciclado. Además, asegura que el material que resulta es hasta un 60 % más fuerte, y su vida útil puede ser un 10 % mayor que la de las carreteras tradicionales. (p.05).

1.3.7.8.1. Ventajas del uso de asfaltos modificados con gránulos de plásticos reciclado.

MARS (2014) afirmó. que: Los gránulos de plástico ofrece todo tipo de ventajas en comparación con la construcción actual, tanto en desarrollo de las carreteras como en su mantenimiento, Por ejemplo, estas calzadas de plástico son más ligeras, reduciendo la carga sobre el suelo y permitiendo un mayor espacio para facilitar la instalación de cables y tuberías bajo la superficie. (p. 75).

1.3.7.8.2. Clasificación de las ventajas de los asfaltos modificados con gránulos de plástico reciclado Clasificación

MACCARTNEY (2017) afirmó. Que se clasifican de las siguientes:

Mecánicas

- ❖ Aumenta la resistencia a la deformación y rotura en un rango más amplio de temperaturas y cargas.
- ❖ Los asfaltos modificados con gránulos de plástico reciclado son más duros, pero flexibles lo que evita la formación de ahuellamiento y grietas.
- ❖ tienen más resistencia mecánica como a la tracción y buena adhesión a los agregados.
- ❖ Los gránulos de plástico reciclado se comprimen al aplicar un esfuerzo, pero retoman su forma al ser retirado la fuerza.
- ❖ tiene mayor durabilidad
- ❖ menores gastos de mantenimiento debido a la durabilidad que posee.
- ❖ Se obtienen mezclas más flexibles a bajas temperaturas de servicio reduciendo el fisuramiento.

Térmicas

- Disminuyen la susceptibilidad térmica.
- Disminuyen la fragilidad en climas y aumentan la cohesión en tiempos de calor.
- Varía su comportamiento de acuerdo a la temperatura en que se encuentren.

Económicas

- El costo depende generalmente de su proceso de reciclado.
- Menores gastos en conservación de los asfaltos.

Tiempo de vida

- Los gránulos de plástico reciclado proporcionan una excelente resistencia al envejecimiento.
- Mejora la vida útil de las mezclas: reduciendo los trabajos de mantenimiento.
- Los gránulos de plástico reciclado aumentan la rigidez de los asfaltos lo cual ayuda a soportar cargas de una forma prolongada sin deformarse.
- impermeabilidad ante la humedad.
(p. 10).

1.3.7.8.3. Desventajas del uso de gránulos de plástico reciclado en los asfaltos

MACCARTNEY (2017) afirmó.

- ❖ No haya lo suficiente plástico reciclado para vías de bastantes kilómetros.
- ❖ Dificultad al mezclar no todos los plásticos reciclados son compatibles con el asfalto.
- ❖ Deben de tenerse en cuenta los máximos cuidados al realizar la mezcla.
- ❖ Los agregados deben de estar muy limpios.
- ❖ La colocación debe realizarse a una temperatura determinada por su rápido endurecimiento.

En la siguiente grafica se muestra la diferencia económica entre los asfaltos convencional y modificado con plásticos reciclados. (p. 11).

Imagen 4 Relación costo tiempo de un pavimento.



Fuente:(huertas cadena Guillermo, pavimentos con tereftalato de polietileno, 2014.

1.3.8. Ensayos en el diseño de asfaltos

1.3.8.1. Definición

MACCARTNEY (2017) afirmó. “La mezcla asfáltica está compuesta por agregados y el asfalto lo cual deben de ser seleccionados y evaluados independiente mente y ya luego como un todo”. (p. 10).

1.3.8.2. Ensayo a los agregados

MTC (2013) afirmó. Es el ensayo que se realiza a los agregados para verificar los requisitos de calidad y las verificaciones técnicas de

resistencia y durabilidad. Teniendo como base las normas técnicas peruanas, el MTC, ASTM Y EL AASHTO.

❖ ESTOS ENSAYOS QUE SE REALIZARON SON:

o **Agregados gruesos.**

Tabla 1 Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayo	Norma
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422, MTC E 204.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E209
Abrasión los ángeles	MTC E207
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791
Caras fracturadas	MTC E210
Absorción	MTC E206

Fuente: manual de crreteras-EG-2013.

o **Agregados finos.**

Tabla 2 Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma
equivalente de arena	MTC E 209
índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 211
índice de durabilidad	MTC E 214
índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 211
Absorción	MTC E 205

Fuente: manual de crreteras-EG-2013.

1.3.8.3. Ensayo al asfalto

MARS (2014) afirmó. “Es el ensayo que se realiza al asfalto para ver el cumplimiento de las propiedades de diseño de la mezcla asfáltica”. (p. 12).

1.3.8.4. Ensayo a la mezcla asfáltica convencional y con gránulos de plástico reciclado

1.3.8.4.1. Ensayo Marshall

ZUÑIGA (2015) afirmó.

Es el ensayo por el cual se determina el contenido óptimo de asfalto para una combinación determinada de agregados.

El método Marshall solo es aplicable a mezclas asfálticas en caliente y los que usan cemento asfáltico con viscosidad o penetración con agregados máximos a 25 mm o menos. Y usa muestras normalizadas de probetas de 64 mm de espesor y 103 mm de diámetro. (p. 35).

Tabla 3 Requisitos para las mezclas asfálticas en caliente.

Parámetro de diseño	Clases de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15	5.44	4.53
	KN	KN	KN
3. Flujo 0,01” (0,25 mm)	8 -	8 -	8 -
	14	16	20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 -	3 - 5	3 -
	5		5
	Inmersión – Compresión (MTC E 518)		
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)		1.700- 4.000	

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de carreteras-EG-2013 (MTC).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo influye en el diseño de carpeta asfáltica la aplicación de gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018?

1.4.2. Problemas específicos

¿Qué variación de costos presenta el diseño de carpeta asfáltica que aplica gránulos de plástico reciclado a comparación de una carpeta asfáltica convencional?

¿Influye en la durabilidad del pavimento flexible, la aplicación de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018?

1.5. Justificación del estudio

Justificación teórica

El proyecto de investigación desde un enfoque teórico busca diseñar la carpeta asfáltica con gránulos de plástico reciclado, para mejorar la transitabilidad del lugar de estudio, además de contribuir con el cuidado del medio ambiente con el reciclaje de residuos plásticos, los mismos que acrecentarán el desarrollo de la población de estudio y contribuirán a mejorar la calidad de vida.

Justificación práctica

Esta investigación servirá de base para que nuevos investigadores realicen trabajos con respecto a estos temas de diseño de carpetas asfálticas modificadas, aplicando gránulos de plástico reciclado, de acuerdo a esto tendrán las disposiciones y especificaciones necesarias para realizar estos tipos de proyectos.

Justificación económica

El diseño de la carpeta asfáltica aplicando gránulos de plásticos reciclado, económicamente hablando contribuirá a reducir los costos en comparación con un pavimento flexible convencional.

Justificación social

La realización de este trabajo de investigación es muy importante porque beneficia a la población de estudio mejorando la transitabilidad, contribuyendo al cuidado del medio ambiente y optimizando la calidad de vida.

Justificación metodológica

EL instrumento a usar en esta investigación será la norma CE.010 que concierne al diseño de pavimentos, que nos brinda las disposiciones básicas y necesarias para hacer el correcto diseño de pavimentos de acuerdo a temas de ingeniería, además del ASTM Y EL AASHTO para los ensayos correspondientes.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- La utilización de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018 influye de manera positiva, aportando mejores características físicas y estructurales, así como mayor flexibilidad para el mejor funcionamiento del pavimento.

1.6.2. Hipótesis específicas

- La utilización de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018 presenta disminución en los costos a comparación de un pavimento flexible convencional.
- La utilización de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018 influye en el pavimento otorgándole mayor durabilidad.

1.7. Objetivos

1.7.1. General

- Diseñar carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad en el jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018.

1.7.2. Específicos

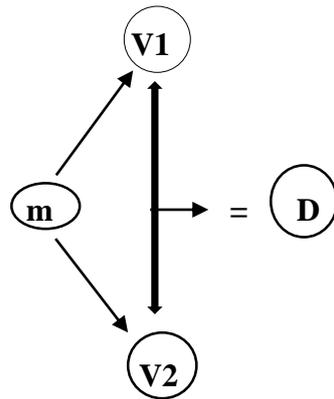
- Realizar los ensayos correspondientes para el diseño de mezclas asfálticas en caliente por el método Marshall aplicando gránulos de plástico y por el método convencional.
- Determinar el porcentaje de mejora con respecto a las propiedades estructurales y físicas de la mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico en comparación a la tradicional.
- Efectuar el análisis de costo unitario para una carpeta asfáltica convencional y una carpeta asfáltica que aplica gránulos de plástico reciclado y presupuesto total.
- Evaluar las cantidades de gránulos de plástico que se pueda utilizar en la carpeta asfáltica.
- Realizar el diseño del pavimento flexible.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue experimental descriptiva, y se representó con el siguiente gráfico, ya que se describió el comportamiento de una de las variables, de acuerdo a ello diseñar; en consecuencia, conocer la influencia que tiene en nuestra variable dependiente.

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó el diseño Marshall con el cemento asfáltico PEN 60/70, añadiéndole a esto los gránulos de plástico, manteniendo las características de la mezcla asfáltica convencional. Una vez obtenido los resultados de diseño se hizo una comparación con el diseño de carpeta asfáltica convencional, de acuerdo a esto determinar las hipótesis planteadas para medir la variable de mejora de transitabilidad.



Dónde:

V1= Variable independiente

Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado

V2= Variable dependiente

Mejorar la transitabilidad

m= Muestra

D= Diseño

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables

- Variable independiente

Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado: Esta variable es independiente debido a que al modificar los componentes de una carpeta asfáltica agregándole gránulos de plástico reciclado, influye en la mejora de las características físicas y estructurales.

Esto se pudo contrastar por el ensayo que se hizo por el método Marshall y se comparó con una mezcla asfáltica convencional.

- Variable dependiente

Mejorar la transitabilidad: Esta variable es dependiente porque de acuerdo a cómo se dieron los resultados del diseño de la carpeta asfáltica se pudo establecer y determinar la mejora de la transitabilidad.

2.2.2. Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos plástico reciclado	Mezcla de material pétreo con productos asfálticos añadiendo Pequeños componentes en forma de granos, derivado de desperdicios plásticos que crean una capa más resistente y duradera. (Los autores)	La variable Diseño de la carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado contiene cuatro dimensiones; resistencia, susceptibilidad a la humedad, trabajabilidad, costos, que serán medidos mediante ensayos a la carpeta asfáltica con los gránulos y los agregados.	Estudios básicos	Topografía Mecánica de suelos Diseño de la mezcla asfáltica convencional por el método Marshall Diseño de la mezcla asfáltica modificada con gránulos por el método Marshall Diseño del pavimento	Intervalo
			Asfaltos	Asfaltos modificados Composición Producción Propiedades físicas Función Clasificación	Intervalo

			Análisis de Costos	Costo de producción de un asfalto convencional Costo de producción del asfalto modificado	Intervalo
Mejorar la transitabilidad	Son características superiores al estado o condición en el que se encuentra una determinada red vial, para favorecer el desplazamiento de vehículos de un lugar a otro en condiciones regulares.	Consiste en mejorar las características geométricas y estados estructurales de la carpeta de rodadura en referencia al diseño convencional.	Transitabilidad	IMD(índice medio de demanda)	Razón
			Eficacia del tránsito vehicular	Condiciones básicas de transitabilidad	Razón
	(Los autores)				

Fuente: Operacionalización de las variables de estudio

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población para la siguiente investigación fueron las vías o calles del distrito de Tabalosos, el laboratorio de la universidad César Vallejo y laboratorio externo para el estudio de mezclas asfálticas.

2.3.2. Muestra

La muestra fueron recogidas del jr. San Martín cuadras 1, 2, 3 y 4, del jr. Cuzco cuadras 1 y 2 y jr. Moyobamba cuadras 1, 2 y 3 para el diseño del pavimento.

Para el diseño de la mezcla asfáltica el número de muestras que se tomaron fueron 10 diseños de diferentes porcentajes de C:A entre las convencionales y los que aplican gránulos de plástico reciclado.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Levantamiento topográfico	La información obtenida fue procesada en Excel y en el programa Civil CAD 2016.
Estudio de mecánica de suelos	La información obtenida fue procesada en tablas de Excel, a través de Windows, y Microsoft Word 2016.
Observación	Ficha técnica del ensayo Marshall y el IMDA (índice medio diario anual)
Trabajo de gabinete	Materiales e implementos de oficina

2.4.2. Validez y confiabilidad

La validez y confiabilidad de las fichas técnicas que se van a utilizar en esta investigación estarán respaldadas por tres (03) profesionales de Ingeniería Civil, con grado de maestría designados por la Escuela Profesional, lo cuales deberán estar debidamente colegiados y en condición de habilitados.

2.5. Métodos de análisis de datos

En esta investigación, los datos obtenidos mediante la principal técnica de observación (ficha técnica) fueron procesados y a su vez comparados mediante tablas y gráficos de barras para poder observar las diferencias entre los grupos de control todos estos de acuerdo a las normas nacionales (MTC) e internacionales (AASHTO). Con respecto al IMDA fue procesado mediante la siguiente fórmula:

$$IMDa = IMDs * FC$$

$$IMDs = \sum Vi/7$$

- Dónde:
IMDs= índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada.
- IMDa= índice medio anual.
- FC= factores de corrección estacional.
- Vi= volumen vehicular diario por cada uno de los días de conteo.

Con respecto a las demás técnicas de recolección de datos para diseñar el pavimento, fueron procesados en tablas y de acuerdo al programa Civil CAD versión 16.

2.6. Aspectos éticos

La información que se encuentra en esta investigación, se determina como confidencial, puesto que, en el proceso de recolección de fuentes de carácter teórico, se ha recurrido a la Norma ISO 690, para que los contenidos de las referencias bibliográficas se encuentren respaldadas con el derecho de autor.

III. RESULTADOS

3.1. Ensayos de agregado grueso

3.1.1. Análisis granulométrico por tamizado

El análisis granulométrico tuvo por objetivo la determinación cuantitativa en función al tamaño de las partículas de suelo, por el que lo clasifica la norma.

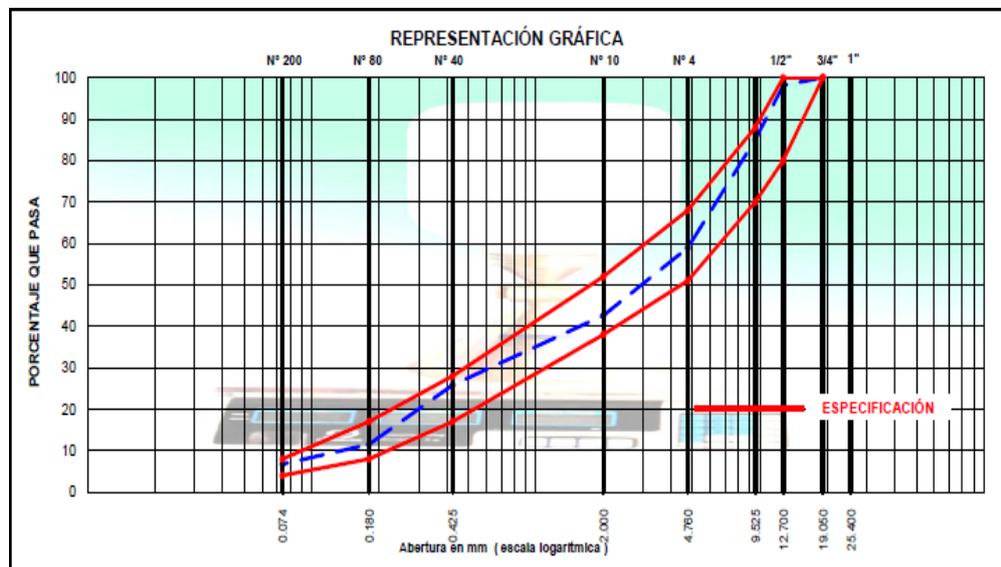
Resultados obtenidos

Imagen 5 Análisis granulométrico de los agregados.

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MAXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100							
1"	25.400						PESO INICIAL	2967.4 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de fracción	600.0 gr
1/2"	12.700	55.9	1.9	1.9	98.1	80 - 100	Humedad Natural	4.4
3/8"	9.525	388.0	13.1	15.0	85.0	70 - 88	PROPORCIONES	
N°4	4.750	774.5	26.1	41.1	58.9	51 - 68	Grava Chancada	40.0 %
N° 10	2.000	166.2	16.3	57.4	42.6	38 - 52	Arena Chancada	43.0 %
N° 40	0.425	171.0	16.8	74.2	25.8	17 - 28	Arena Natural	17.0 %
N° 80	0.180	145.7	14.3	88.5	11.5	8 - 17		%
N° 200	0.074	48.3	4.7	93.2	6.8	4 - 8	OBSERVACION: El material del río cumbaza debe ser zarandeado por la malla 3/8 al 100%	
< 200	-	68.8	8.8	100.0				

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Imagen 6 Curva granulométrica



Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Se observa en la imagen n° 06 que la curva granulométrica cumple con la gradación de agregados dispuesto por la norma MAC para diseño de mezclas asfálticas.

3.1.2. Durabilidad al sulfato de magnesio

Este estudio nos sirvió para conocer las propiedades (características físicas de resistencia) de nuestro agregado.

Resultados obtenidos

Imagen 7 Análisis cuantitativo.

AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/4"	1/2"	51.5	670±10	670		662.0	8.0	1.2	0.62	
1/2"	3/8"	25.4	330±5	330		310.0	20.0	6.1	1.54	
3/8"	N° 4	23.1	300±5	300		288.5	11.5	3.8	0.88	
TOTALES		100.0		1300.0		1260.5			3.04	

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen n° 07 se puede observar en cuanto al análisis cuantitativo de nuestro ensayo, la durabilidad que obtiene nuestro agregado es de 3.04% que está dentro de la norma del MTC, ya que el máximo es de 18% para nuestra zona, por ende, está correcto.

3.1.3. Abrasión los Ángeles

Este ensayo sirvió para determinar la resistencia a esfuerzos y el desgaste de los agregados.

Imagen 8 Resultado de ensayo abrasión de los Ángeles.

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº 4				
Nº 4 - Nº 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla Nº 12		3856.4		
(%) Que pasa en la malla Nº 12		1143.6		
Nº de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		22.9%		

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Según la imagen n° 08 el desgaste que tiene el agregado es de 22%, siendo menor a lo estipulado en la norma del MTC E 207 para nuestra zona, por lo mismo podemos concluir que el agregado estuvo en condiciones para ser utilizado.

3.1.4. Partículas chatas y alargadas

Este ensayo sirvió para conocer el porcentaje de agregados que presentan formas alargadas y chatas; ya que el demasiado contenido de esto dificulta la compactación de la mezcla.

Imagen 9 Gradación de partículas.

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradoación original (%)	Promedio de caras fracturadas	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	55.9	8.7	15.6	1.9	29.3	
1/2"	3/8"	388	19.9	5.1	13.1	67.1	
TOTAL		443.9			14.96	96.4	
						Porcentaje % =	6.4

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

De acuerdo a la imagen n° 09 el porcentaje de partículas chatas y alargadas es de 6.4 %, estando estos agregados en buenas condiciones para ser utilizados, porque la norma MTC E 223 nos especifica que el máximo porcentaje es de 10%.

3.1.5. Caras fracturadas

Este ensayo sirve para determinar el porcentaje de caras fracturadas de los agregados, ya que esto facilita su adherencia.

Imagen 10 Resultados de caras fracturadas.

A.- CON UNA CARA FACTURADA							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradoación original (%)	Promedio de caras fracturadas	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	55.9	50.2	89.8	1.9	169.2	
1/2"	3/8"	388	372.1	95.9	13.1	1254.0	
TOTAL		443.9			14.96	1423.1	
						Porcentaje % =	95.1

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradoación original (%)	Promedio de caras fracturadas	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	55.9	42.7	76.4	1.9	143.9	
1/2"	3/8"	388	302.8	78.0	13.1	1020.4	
TOTAL		443.9			14.96	1164.3	
						Porcentaje % =	77.8

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Como podemos observar en la imagen n° 10 el porcentaje de caras fracturas para una cara es de 95.1% y para dos caras es de 77.8 que está de acuerdo a la norma MTC E 210, ya que el mínimo es 85/50 %.

3.1.6. Gravedad específica y absorción

Estos ensayos sirven para determinar el volumen ocupado por el agregado en mezclas y los valores de absorción son usados para calcular el cambio de masa de un agregado a consecuencia del agua.

Imagen 11 Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción agregado grueso.

AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	500.3	500.2		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	312.1	312.0		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	188.2	188.2		
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	496.0	496.2		
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	183.9	184.2		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.635	2.637		2.636
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.658	2.658		2.658
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.697	2.694		2.695
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.867	0.806		0.84%

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen n° 11 podemos ver que los resultados cumplen ya que presenta un porcentaje de absorción de 0.84 % y de acuerdo a la norma del MTC E 206 el máximo valor para esto es de 1%.

3.2. Ensayos de agregado fino

3.2.1. Equivalente de arena

Este estudio sirve para determinar si el porcentaje de arena que tienen los agregados finos están dentro de las especificaciones para diseñar mezclas asfálticas.

Imagen 12 Resultados del porcentaje de equivalencia de arena

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		9:35	9:37	9:39	
Hora de salida de saturación (más 10')		9:45	9:47	9:49	
Hora de entrada a decantación		9:47	9:49	9:51	
Hora de salida de decantación (más 20')		10:07	10:09	10:11	
Altura máxima de material fino	mm	136.00	138.00	140.00	
Altura máxima de la arena	mm	86.00	88.00	90.00	
Equivalente de arena	%	63.2	63.8	64.3	
Equivalente de arena promedio	%	63.8			
Resultado equivalente de arena	%	64			

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

De acuerdo a la imagen n° 12 el resultado de equivalente de arena nos da un 64%, que está dentro de los parámetros de acuerdo a la norma del MTC.

3.2.2. Índice de plasticidad (malla n° 40 y malla n° 200)

Estos ensayos nos sirven para determinar el índice de plasticidad que tienen los agregados de esta manera determinar si son aptos para el diseño de mezclas.

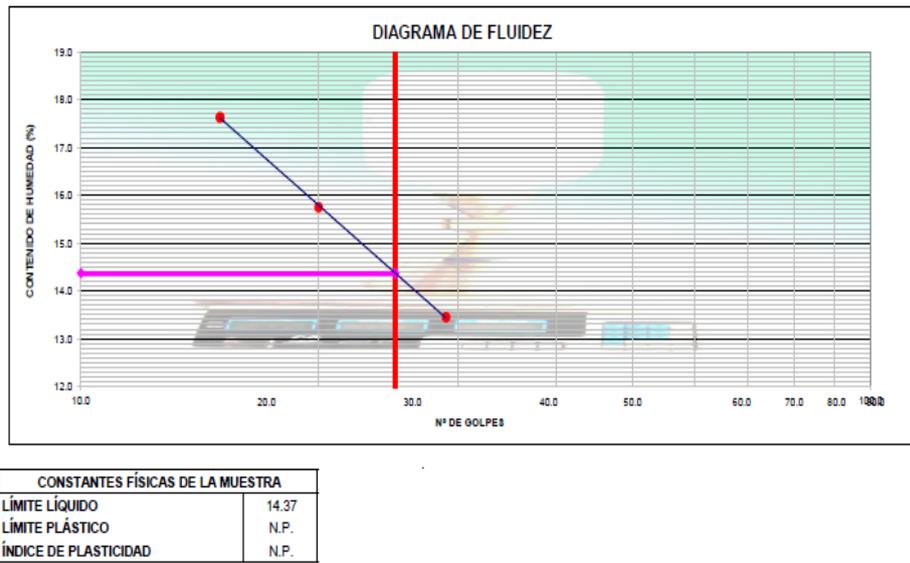
Imagen 13 Resultados de límite líquido y plástico pasante malla n° 40.

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	11	12	13	
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.93	33.00	38.66	
TARRO + SUELO SECO	30.49	30.14	35.35	
AGUA	2.44	2.86	3.30	
PESO DEL TARRO	12.35	11.98	16.63	
PESO DEL SUELO SECO	18.14	18.16	18.72	
% DE HUMEDAD	13.45	15.75	17.63	
Nº DE GOLPES	29	20	15	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Imagen 14 Curva granulométrica pasante malla n° 40.



Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

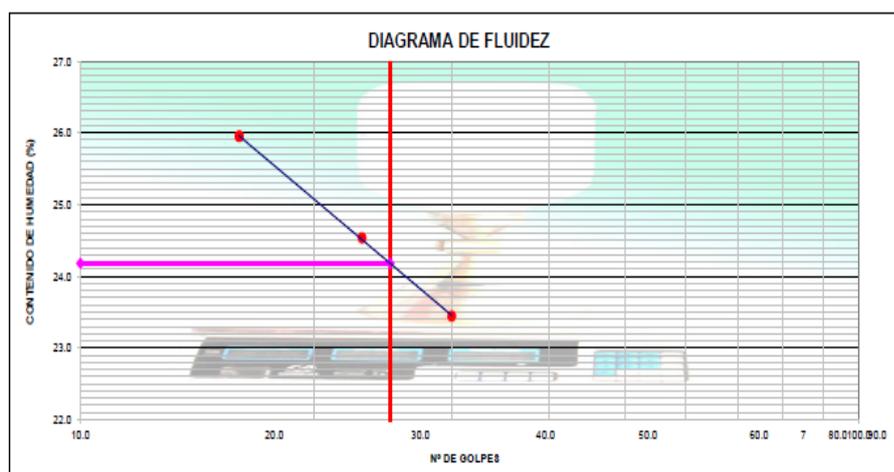
Imagen 15 Resultados de límite líquido y plástico pasante malla n° 200.

LÍMITE LÍQUIDO			
	10	11	12
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.88	38.85	32.85
TARRO + SUELO SECO	31.99	34.18	29.58
AGUA	3.89	4.47	3.27
PESO DEL TARRO	16.25	15.96	16.98
PESO DEL SUELO SECO	15.74	18.22	12.80
% DE HUMEDAD	23.44	24.53	25.85
Nº DE GOLPES	30	23	18

LÍMITE PLÁSTICO			
	19	20	
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.83	23.95	
TARRO + SUELO SECO	24.05	23.00	
AGUA	1.58	0.95	
PESO DEL TARRO	16.58	18.65	
PESO DEL SUELO SECO	7.47	4.35	
% DE HUMEDAD	21.15	21.84	

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Imagen 16 Curva granulométrica pasante malla n° 200.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.18
LÍMITE PLÁSTICO	21.50
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	2.68

Fuente: Consultores T&F Amazonicos SAC.

Para la malla n° 40 nuestro agregado no presenta índice de plasticidad, y para nuestra malla n° 200 presenta un IP=2.68%, estando estos de acuerdo a la norma del MTC E 111, que nos dice que para la malla n° 40 no debe existir IP y para la malla n° 200 debe ser máximo 4%.

3.2.3. Contenido de sales solubles

Este ensayo sirve para determinar el porcentaje de sales solubles en los agregados, de esta manera conocer si serán nocivos para la mezcla.

Imagen 17 Resultado ensayo de sales solubles.

MUESTRA:	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2	3	4	
ENSAYO N°					
(1) Peso muestra (gr)	500.00	550.00	580.00		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alicuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.027	0.029	0.031		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.054	0.053	0.053		0.053%

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

La imagen nos muestra un 0.053% de porcentaje de sales, que está en los límites de la norma del MTC, de este modo se pueden utilizar estos agregados.

3.2.4. Durabilidad al sulfato de magnesio

Imagen 18 Resultados de ensayo durabilidad al sulfato de magnesio.

AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso min. requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 4	16.7	100	100	-	98.9	1.1	1.1	0.2	-
Nº 4	Nº 8	16.7	100	100	-	97.5	2.5	2.5	0.4	-
Nº 8	Nº 16	16.7	100	100	-	95.1	4.9	4.9	0.8	-
Nº 16	Nº 30	16.7	100	100	-	94.0	6.0	6.0	1.0	-
Nº 30	Nº 50	16.7	100	100	-	93.8	6.2	6.2	1.0	-
Nº 50	Nº 100	16.7	100	100	-	92.0	8.0	8.0	1.3	-
< Nº 100										
TOTALES				600.0		571.3			4.78	

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen podemos observar que el porcentaje de durabilidad es de 4.78% estando dentro de los límites según el MTC, ya que el máximo es de 18%.

3.2.5. Gravedad específica y absorción

Imagen 19 Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción.

AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	996.5	996.6		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	996.5	996.6		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	885.3	884.2		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	111.2	111.4		
F	Peso de material seco en estufa (105°C)(gr)	299.2	299.2		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	110.4	110.6		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.691	2.688		2.688
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.698	2.693		2.695
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.710	2.705		2.708
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.267	0.267		0.27%

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

Si cumple ya que el máximo es 1% según la norma, y en la tabla tenemos un 0.27%.

3.3. Ensayos Marshall a las mezclas asfálticas

3.3.1. Mezcla asfáltica convencional

Esta mezcla asfáltica convencional se realizó en caliente, para ello empleamos diferentes agregados y materiales que se detallaran a continuación:

- Grava chancada < 1/2-cantera río Huallaga (39%)
- Arena chancada < 3/8-cantera río Huallaga (36%)
- Arena natural-cantera río Cumbaza (25%)
- Aditivo mejorador de adherencia Quimibond 3000-0.5%
- Asfalto convencional PEN 60/70-Petro Perú

Para encontrar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla se procedió a realizar de acuerdo al ensayo Marshall, 5 puntos de contenido de cemento asfáltico que vamos a presentar a continuación:

Imagen 20 Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 4.5%)

BRIQUETAS		Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.5	4.5	4.5	4.5	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.79	38.79	38.79		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	58.71	58.71	58.71		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1209.5	1203.8	1208.8		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1212.9	1209.0	1212.8		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	674.2	673.2	675.0		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	538.7	535.8	537.8		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gf.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	538.7	535.8	537.8		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.245	2.247	2.248	2.246	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.435	2.435	2.435		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	7.8	7.7	7.7	7.8	3 - 5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))$		2.667	2.667	2.667		
20	V.M.A. $100-(2+3+4)/(16/19)$	%	19.6	19.5	19.5	19.6	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. $100*(20-18)/20$	%	60.2	60.4	60.6	60.3	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((100/17)-(1/5))$		2.611	2.611	2.611		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100*5*(22-19))/(22*19)$	%	-0.80	-0.80	-0.80		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1-(23*(2+3+4)/100)$	%	5.27	5.27	5.27		
25	FLUJO	mm	5.1	3.2	5.3	4.1	2 - 4
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1129	1230	1226		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.98	0.98	0.98		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1084	1181	1177	1132	Mín. 815
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2117	3725	2221	2921	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 4.5 % de asfalto.

Imagen 21 Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 5.0%)

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.58	38.58	38.58		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	56.42	56.42	56.42		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1195.4	1175.7	1190.9		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1197.1	1179.0	1194.7		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	674.4	665.0	673.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	522.7	514.0	521.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	522.7	514.0	521.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.287	2.287	2.283	2.287	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.468	2.468	2.468		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	7.3	7.3	7.5	7.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((2/8)+(3/7)+(4/8))$		2.667	2.667	2.667		
20 V.M.A. $100-(2+3+4)/(16/19)$	%	18.5	18.5	18.7	18.5	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. $100*(20-18)/20$	%	60.4	60.5	59.8	60.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((100/17)-(1/5))$		2.674	2.674	2.674		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100*5*(22-19))/(22*19)$	%	0.10	0.10	0.10		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1-(23*(2+3+4)/100)$	%	4.91	4.91	4.91		
25 FLUJO	mm	3.2	4.5	4.1	3.8	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1440	1083	1324		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1440	1083	1324	1262	Mín. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4557	2412	3229	3484	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 5.0 % de asfalto.

Imagen 22 Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 5.5%)

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.38	38.38	38.38		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	56.12	56.12	56.12		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0195	1.0195	1.0195		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.638	2.638	2.638		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1188.8	1185.9	1184.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1188.8	1188.7	1186.4		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	669.5	668.9	668.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	519.1	521.8	518.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	519.1	521.8	518.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.286	2.273	2.285	2.279	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.478	2.478	2.478		
18 VACÍOS (17-18)*100/17	%	7.8	8.3	7.8	8.0	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.667	2.667	2.667		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	19.0	19.5	19.0	19.2	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	59.1	57.3	59.0	58.2	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.704	2.704	2.704		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.52	0.52	0.52		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.01	5.01	5.01		
25 FLUJO	mm	4.3	3.6	3.4	3.9	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1351	1529	1378		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.04		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1351	1529	1433	1440	Mín. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3157	4259	4178	3708	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 5.5 % de asfalto.

Imagen 23 Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 6.0%)

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.18	38.18	38.18		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.82	55.82	55.82		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0195	1.0195	1.0195		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.836	2.836	2.836		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.888	2.888	2.888		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1183.5	1184.7	1188.1		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1184.8	1186.3	1190.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	670.5	670.6	673.6		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	514.3	515.7	516.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	514.3	515.7	516.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.301	2.297	2.301	2.299	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.456	2.456	2.456		
18 VACÍOS (17-18)*100/17	%	6.3	6.5	6.3	6.4	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((2/8)+(3/7)+(4/8))$		2.667	2.667	2.667		
20 V.M.A. $100-(2+3+4)/(18/19)$	%	18.9	19.0	18.9	19.0	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. $100*(20-18)/20$	%	66.6	66.0	66.5	66.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((100/17)-(1/5))$		2.899	2.899	2.899		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100*5*(22-19))/(22*19)$	%	0.45	0.45	0.45		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1-(23*(2+3+4)/100)$	%	5.57	5.57	5.57		
25 FLUJO	mm	3.1	3.5	3.4	3.3	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1252	1208	1238		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.04	1.04	1.04		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1302	1256	1288	1279	Mín. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4200	3600	3843	3900	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 6.0 % de asfalto.

Imagen 24 Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A 6.5%)

BRIQUETAS		Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	37.97	37.97	37.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.53	55.53	55.53		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0195	1.0195	1.0195		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1199.8	1184.5	1189.8		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1190.9	1187.1	1190.0		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	665.0	664.8	666.8		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	525.9	522.3	523.2		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	525.9	522.3	523.2		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.262	2.268	2.272	2.265	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.442	2.442	2.442		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	7.3	7.1	7.0	7.2	3 - 5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.667	2.667	2.667		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	20.7	20.5	20.3	20.6	Min. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	64.5	65.3	65.8	64.9	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.704	2.704	2.704		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.52	0.52	0.52		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.01	6.01	6.01		
25	FLUJO	mm	2.21	2.43	2.7	2.3	2 - 4
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1323	1378	1367		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.04	1.00		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1323	1433	1367	1378	Min. 815
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	5986	5898	5139	5942	1700 - 4000

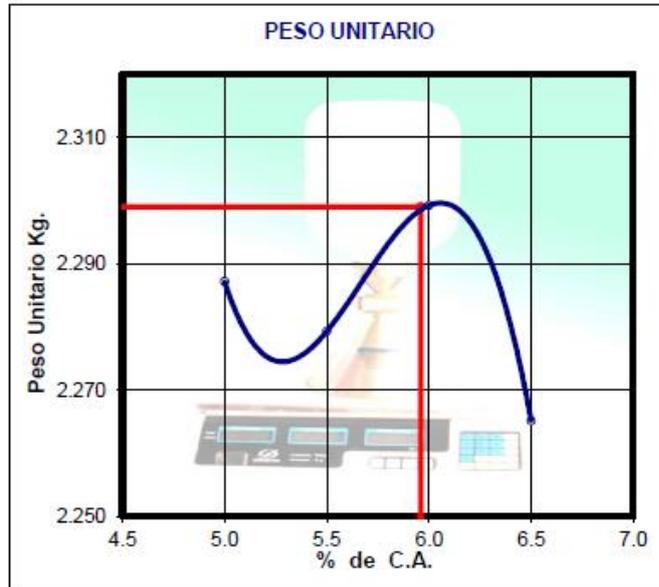
Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la imagen se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 6.5 % de asfalto.

Después de obtener los datos de los 5 puntos del ensayo Marshall, se realizaron las gráficas para conocer el óptimo contenido de asfalto.

Gráfico n° 6. Peso unitario

Gráfico 1 Peso unitario

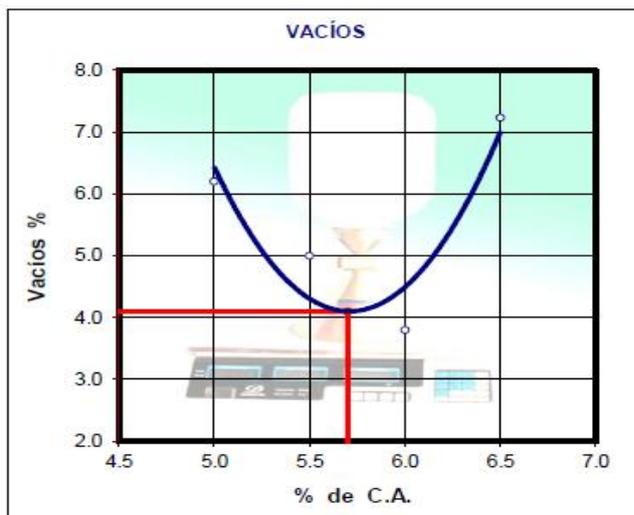


% C.A	P.U (gr/cm2)
4.50	2.246
5.00	2.287
5.50	2.279
5.82	2.299
6.00	2.299
6.500	2.265

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 6 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.82% con un peso específico de 2.299 gr/cm2.

Gráfico 2 Porcentaje de vacíos

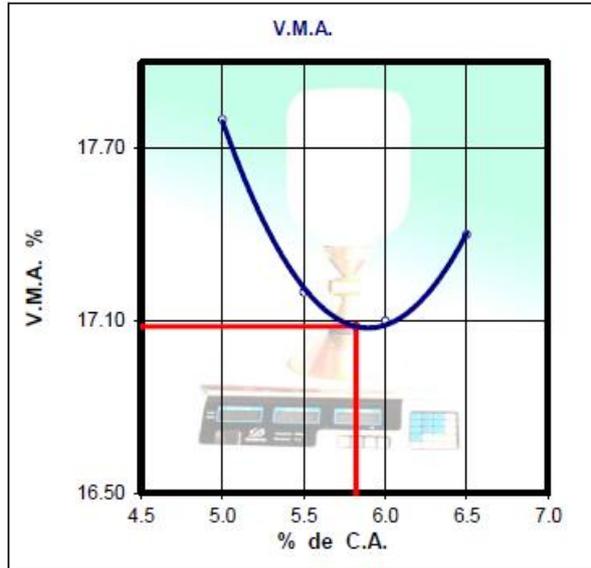


% C.A	% VACÍOS
4.50	7.8
5.00	7.3
5.50	8.0
5.82	4.1
6.00	6.4
6.500	7.2

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 7 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.82% con un porcentaje de vacíos de 4.1%.

Gráfico 3 VMA

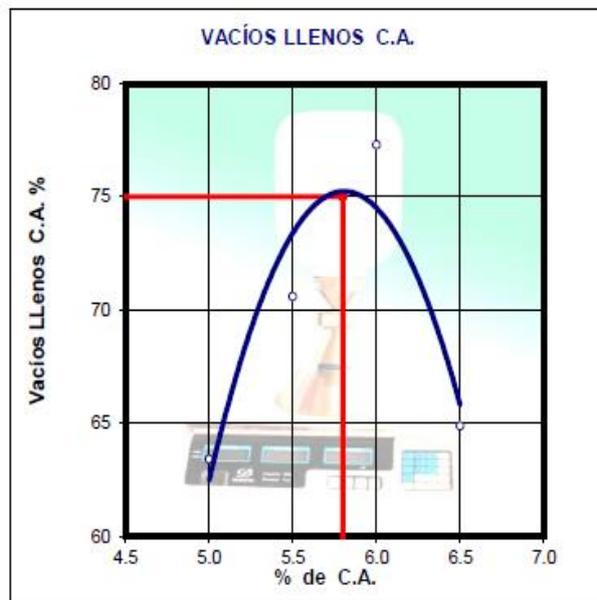


% C.A	% VMA
4.50	19.6
5.00	18.5
5.50	19.2
5.82	17.1
6.00	19.0
6.500	20.6

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 8 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.82% con un VMA de 17.1%.

Gráfico 4 V.LL.C. A

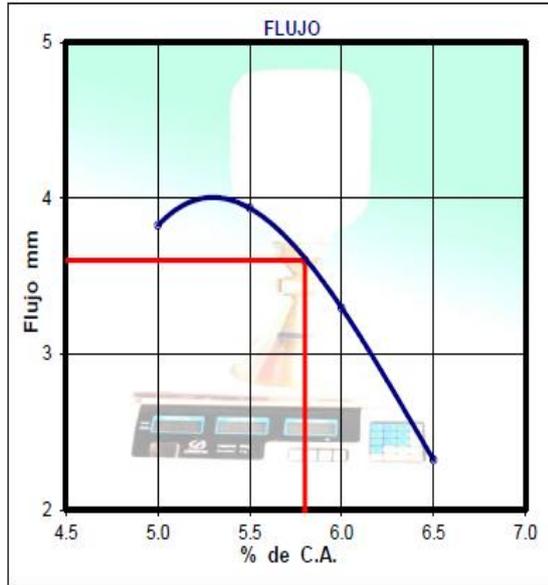


% C.A	% V.LL.C.A
4.50	60.3
5.00	60.3
5.50	58.2
5.82	75.0
6.00	66.3
6.500	64.9

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 9 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.82% con un V.L.L.C. A de 75.0%.

Gráfico 5 Flujo

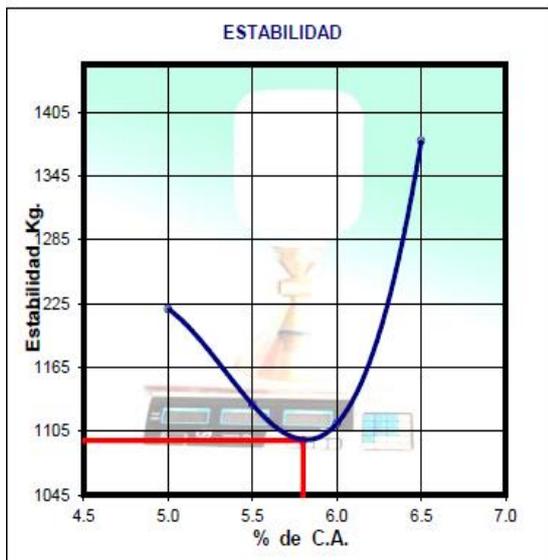


% C.A	FLUJO (mm)
4.50	4.1
5.00	3.8
5.50	3.9
5.82	3.6
6.00	3.3
6.500	2.3

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 10 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.82% con un flujo de 3.60 mm.

Gráfico 6 Estabilidad



% C.A	ESTABILIDAD (kg)
4.50	1132
5.00	1262
5.50	1440
5.82	1096
6.00	1279
6.500	1378

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 11 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.82% con una estabilidad de 1096 kg.

3.3.2. Mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico

Esta mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico se realizó en caliente, para ello empleamos diferentes agregados y materiales que se detallaran a continuación:

- Grava chancada < 1/2-cantera río Huallaga (30%)
- Arena chancada < 3/8-cantera río Huallaga (25%)
- Arena natural-cantera río Cumbaza (15%)
- Aditivo mejorador de adherencia Quimibond 3000-0.5%
- Asfalto convencional PEN 60/70-Petro Perú
- Gránulos de plástico reciclado- plasterbase plásticos (30%)

Para encontrar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla se procedió a realizar de acuerdo al ensayo Marshall, 5 puntos de contenido de cemento asfáltico que vamos a presentar a continuación:

Imagen 25 Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 4.5%)

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.5	4.5	4.5	4.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	35.24	35.24	35.24		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	59.34	59.34	59.34		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.92	0.92	0.92		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0073	1.0073	1.0073		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.838	2.838	2.838		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.888	2.888	2.888		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1209.5	1203.8	1208.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1212.9	1209.0	1212.8		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	874.2	873.2	875.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	538.7	536.8	537.8		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.0	0.0	0.0		
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.0	0.0	0.0		
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	538.7	536.8	537.8		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.245	2.247	2.248	2.246	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.510	2.510	2.510		
18 Gravedad específica	gr/cm3	0.90	0.90	0.90	0.90	
19 30 % de Granulos de Plastico	%	30.0	30.0	30.0	30%	
20 VACÍOS (17-16)*100/17 (Incluyendo el 30% de Granulos de Plastico)	%	4.07	4.05	4.04	4.06	3 - 5
21 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/8)+(3/7)+(4/8))		2.872	2.872	2.872		
22 V.M.A. $100 - (2+3+4) \cdot (10/21)$	%	19.8	19.7	19.7	19.7	Mín. 14
23 VACÍOS LLENOS CON C.A. $100 \cdot (22-20)/22$	%	79.4	79.4	79.5	79.4	
24 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.700	2.700	2.700		
25 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100 \cdot 5 \cdot (24-21))/(24 \cdot 21)$	%	0.39	0.39	0.39		
26 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1 - (25 \cdot (2+3+4)/100)$	%	4.13	4.13	4.13		
27 FLUJO	mm	3.03	3.34	3.33	3.2	2 - 4
28 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1088	1088	1081		
29 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.98	0.98	0.98		
30 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1047	1076	1069	1061	Mín. 815
31 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3454	3222	3211	3338	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la tabla se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 4.5 % de asfalto y 30% de gránulos de plástico.

Imagen 26 Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 5.0%)

BRIQUETAS		Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.52	38.52	38.52		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.60	55.60	55.60		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.87	0.87	0.87		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0073	1.0073	1.0073		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1210.0	1210.7	1211.2		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1211.4	1211.5	1211.8		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	662.1	662.3	662.0		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	549.3	549.3	549.8		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.00	0.00	0.00		
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.00	0.00	0.00		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	549.3	549.3	549.8		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.203	2.204	2.203	2.204	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.493	2.493	2.493		
18	Gravedad específica	gr/cm3	0.90	0.90	0.90	0.90	
19	30 % de Granulos de Plastico	%	30.0	30.0	30.0	30%	
20	VACÍOS (17-16)*100/17 (Incluyendo el 30% de Granulos de Plastico)	%	4.39	4.37	4.39	4.38	3 - 5
21	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.670	2.670	2.670		
22	V.M.A. $100-(2+3+4)/(16/21)$	%	21.6	21.6	21.6	21.6	Min. 14
23	VACÍOS LLENOS CON C.A. $100*(22-20)/22$	%	79.7	79.7	79.7	79.7	
24	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.703	2.703	2.703		
25	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100*5*(24-21))/(24*21)$	%	0.45	0.45	0.45		
26	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1-(25*(2+3+4)/100)$	%	4.57	4.57	4.57		
27	FLUJO	mm	3.40	3.38	3.35	3.4	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1150	1165	1160		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	0.98		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1150	1165	1137	1158	Min. 815
31	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3382	3447	3393	3415	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la tabla se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 5 % de asfalto y 30% de gránulos de plástico.

Imagen 27 Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 5.5%)

BRIQUETAS		Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	37.53	37.53	37.53		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	56.06	56.06	56.06		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0073	1.0073	1.0073		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1210.0	1209.4	1209.5		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1210.7	1209.9	1210.0		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	682.0	682.0	680.0		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	528.7	527.9	530.0		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.00	0.00	0.00		
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.00	0.00	0.00		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	528.7	527.9	530.0		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.289	2.291	2.282	2.290	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.470	2.470	2.470		
18	Gravedad específica	gr/cm3	0.90	0.90	0.90	0.90	
19	30 % de Granulos de Plastico	%	30.0	30.0	30.0	30%	
20	VACÍOS (17-16)*100/17 (Incluyendo el 30% de Granulos de Plastico)	%	3.10	3.07	3.18	3.09	3 - 5
21	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.671	2.671	2.671		
22	V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/21)	%	19.0	18.9	19.3	19.0	Mín. 14
23	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(22-20)/22	%	83.7	83.8	83.5	83.7	
24	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.698	2.698	2.698		
25	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(24-21))/(24*21)	%	0.38	0.38	0.38		
26	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(25*(2+3+4)/100)	%	5.14	5.14	5.14		
27	FLUJO	mm	3.60	3.65	3.60	3.6	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1180	1200	1180		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1190	1200	1180	1195	Mín. 815
31	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3306	3288	3278	3297	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la tabla se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 5.5 % de asfalto y 30% de gránulos de plástico.

Imagen 28 Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 6.0%)

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	37.00	37.00	37.00	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	56.09	56.09	56.09	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.90	0.90	0.90	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0073	1.0073	1.0073	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1208.5	1210.8	1215.8	
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1208.7	1210.9	1216.0	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	670.5	670.6	673.8	
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	538.2	540.3	542.4	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.0	0.0	0.0	
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.0	0.0	0.0	
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	538.2	540.3	542.4	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.245	2.241	2.242	2.243
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.450	2.450	2.450	
18	Gravedad específica	gr/cm3	0.90	0.90	0.90	0.90
19	30 % de Granulos de Plastico	%	30.0	30.0	30.0	30%
20	VACÍOS (17-16)*100/17 (Incluyendo el 30% de Granulos de Plastico)	%	3.41	3.46	3.45	3.43
21	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.671	2.671	2.671	
22	V.M.A. $100-(2+3+4)/(18/21)$	%	21.0	21.1	21.1	21.0
23	VACÍOS LLENOS CON C.A. $100*(22-20)/22$	%	83.8	83.6	83.6	83.7
24	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.697	2.697	2.697	
25	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100*5*(24-21))/(24*21)$	%	0.36	0.36	0.36	
26	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1-(25*(2+3+4)/100)$	%	5.66	5.66	5.66	
27	FLUJO	mm	3.70	3.80	3.75	3.8
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1202	1194	1177	
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
30	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1202	1194	1177	1198
31	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3249	3142	3139	3195

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la tabla se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 6.0 % de asfalto y 30% de gránulos de plástico.

Imagen 29 Diseño de mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico (C.A 6.5%)

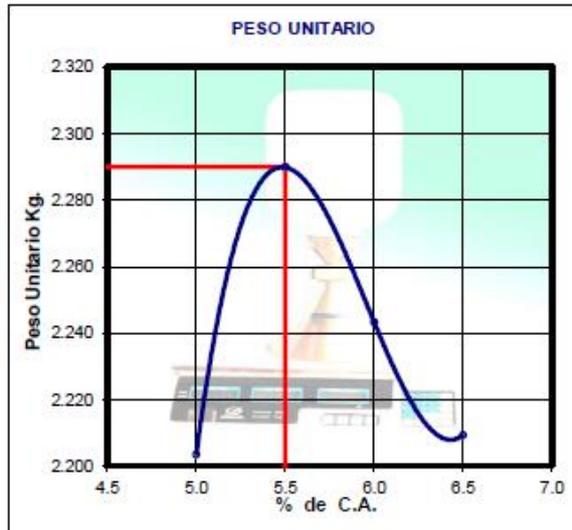
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.81	38.81	38.81		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.79	55.79	55.79		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.90	0.90	0.90		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0073	1.0073	1.0073		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.838	2.838	2.838		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.888	2.888	2.888		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1205.0	1200.2	1185.0		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1208.7	1210.9	1210.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	865.9	865.0	873.8		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	542.8	545.9	538.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.0	0.0	0.0		
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.0	0.0	0.0		
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	542.8	545.9	538.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.220	2.199	2.209	2.209	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.445	2.445	2.445		
18 Gravedad específica	gr/cm3	0.90	0.90	0.90	0.90	
19 30 % de Granulos de Plastico	%	30.0	30.0	30.0	30%	
20 VACÍOS (17-16)*100/17 (Incluyendo el 30% de Granulos de Plastico)	%	3.66	3.92	3.79	3.79	3 - 5
21 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/8)+(3/7)+(4/8))		2.871	2.871	2.871		
22 V.M.A. $100-(2+3+4)/(18/19)$	%	22.3	23.0	22.7	22.7	Min. 14
23 VACÍOS LLENOS CON C.A. $100*(20-18)/20$	%	83.6	83.0	83.3	83.3	
24 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL $(2+3+4)/((100/17)-(1/5))$		2.714	2.714	2.714		
25 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL $(100*5*(22-19))/(22*19)$	%	0.80	0.80	0.80		
26 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO $1-(23*(2+3+4)/100)$	%	5.94	5.94	5.94		
27 FLUJO	mm	3.50	3.60	3.55	3.6	2 - 4
28 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1175	1115	1125		
29 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.04	1.00		
30 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1175	1160	1125	1167	Min. 815
31 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3357	3221	3169	3289	1700 - 4000

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En la tabla se muestra los resultados del ensayo Marshall realizado para un porcentaje de 6.5 % de asfalto y 30% de gránulos de plástico.

Después de obtener los datos de los 5 puntos del ensayo Marshall aplicando gránulos de plástico, se realizaron las gráficas para conocer el óptimo contenido de asfalto.

Gráfico 7 Peso unitario

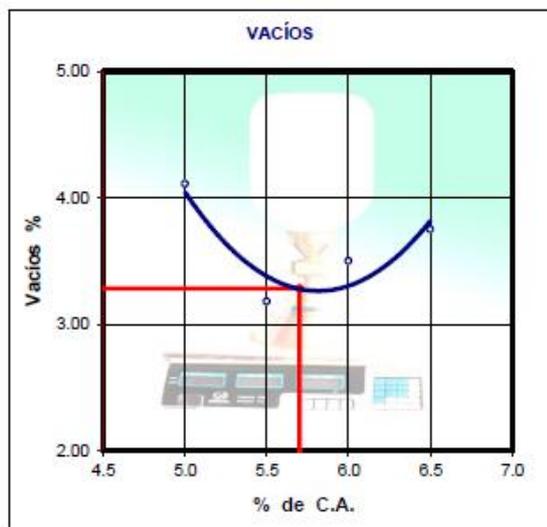


% C.A	P.U (gr/cm ²)
4.50	2.246
5.00	2.204
5.50	2.290
5.67	2.290
6.00	2.243
6.500	2.209

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 12 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.67% con un peso específico de 2.290 gr/cm².

Gráfico 8 Porcentaje de vacíos

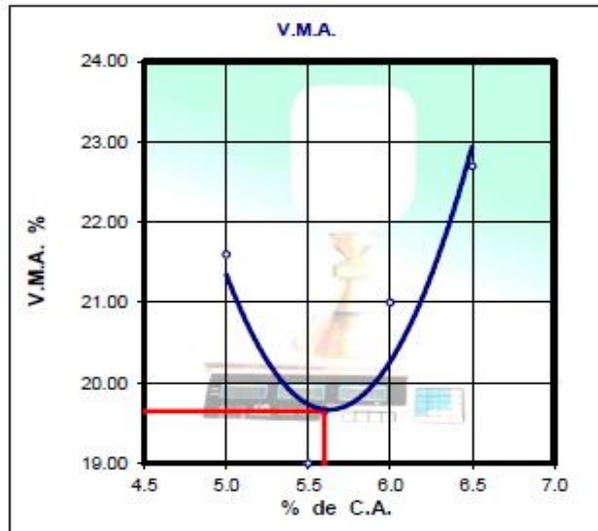


% C.A	% VACÍOS
4.50	4.06
5.00	4.38
5.50	3.09
5.67	3.3
6.00	3.43
6.500	3.79

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 13 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.67% con un porcentaje de vacíos de 3.3%.

Gráfico 9 VMA

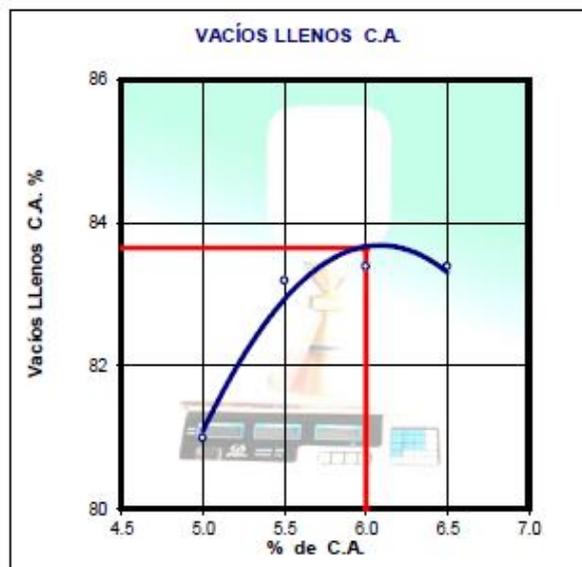


% C.A	% VMA
4.50	19.7
5.00	21.6
5.50	19.0
5.67	19.7
6.00	21.0
6.500	22.7

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 14 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.67% con un VMA de 19.7%.

Gráfico 10 V.LL.C. A

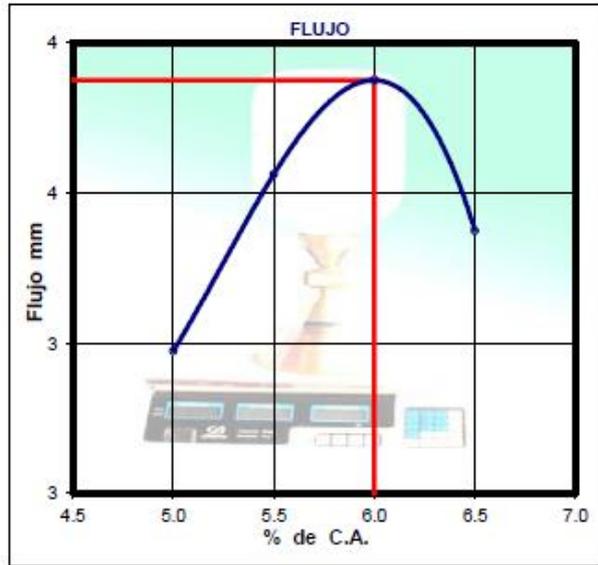


% C.A	% V.LL.C.A
4.50	79.4
5.00	79.7
5.50	83.7
5.67	83.7
6.00	83.7
6.500	83.3

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 15 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.67% con un V.L.L.C. A de 83.7%.

Gráfico 11 Flujo

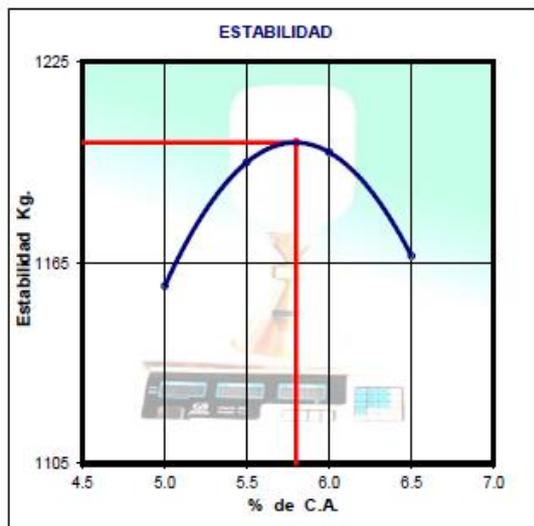


% C.A	FLUJO (mm)
4.50	3.2
5.00	3.4
5.50	3.6
5.67	3.75
6.00	3.8
6.500	3.6

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 16 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.67% con un flujo de 3.75 mm.

Gráfico 12 Estabilidad



% C.A	ESTABILIDAD (kg)
4.50	1061
5.00	1158
5.50	1195
5.67	1201
6.00	1198
6.500	1167

Fuente: Consultores T&F Amazónicos SAC.

En el gráfico n° 17 se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.67% con una estabilidad de 1201 kg.

A continuación, se detallan los parámetros volumétricos de diseño de mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica aplicando gránulos de plásticos.

Tabla 4 Características de diseño asfalto convencional y aplicando gránulos de plásticos

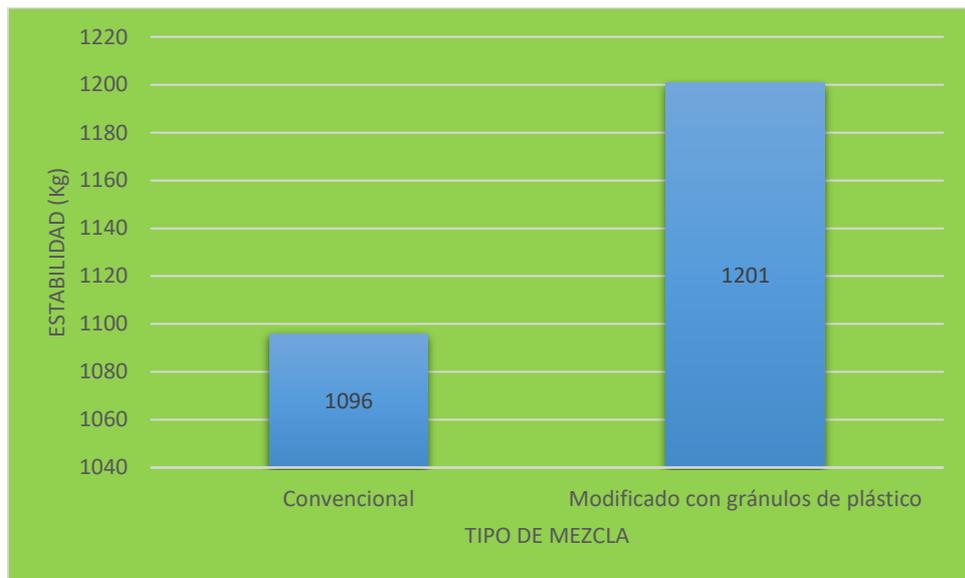
PARÁMETROS DE DISEÑO	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICOS.
% de cemento asfáltico en peso	5.82	5.67
Peso específico probeta	2.299	2.290
Vacíos	4.1	3.3
Vacíos agregado mineral	17.1	19.7
Vacíos llenados con cemento asfaltico	75.0	83.7
Flujo	3.6	3.75
Estabilidad	1096	1201
Factor de Rigidez	3044	3203

Fuente: Comparación entre las características físicas para ambos tipos de mezclas asfálticas

En la tabla mostrada se puede apreciar las diferencias en las características de los dos diseños de asfalto en caliente, como por ejemplo los vacíos, flujo, estabilidad, y el factor de rigidez.

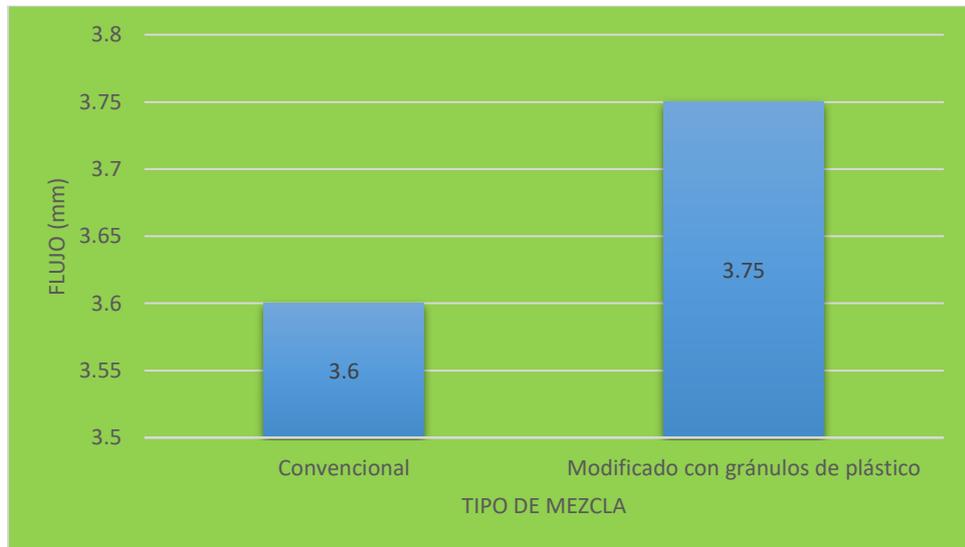
3.3.3. Comparación estadística de las mezclas asfálticas de acuerdo a sus propiedades.

Para evaluar la capacidad que tiene cada diseño de mezcla que se realizó, se deben evaluar la incidencia que generan sus principales atributos para hacer de ellos una mezcla resistente a deformaciones, dentro de ellos tenemos la estabilidad, flujo, factor de rigidez.



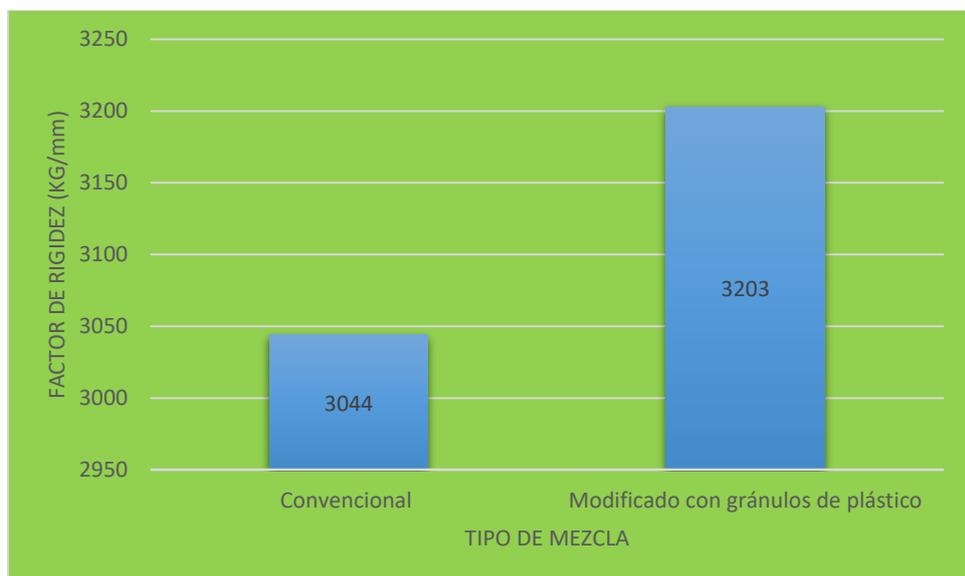
Fuente: Comparación del factor estabilidad para ambos tipos de mezclas

Como se puede ver en el gráfico, la mezcla asfáltica que aplica gránulos de plástico en su composición presenta un aumento de estabilidad, resistiendo una carga adicional de 105 kg, es decir un 8.74% más en comparación a la convencional, de esta manera nos indica que este tipo de mezcla es más resistente a las deformaciones y por ende da mayor vida útil del pavimento.



Fuente: Comparación entre el flujo para ambos casos de mezclas

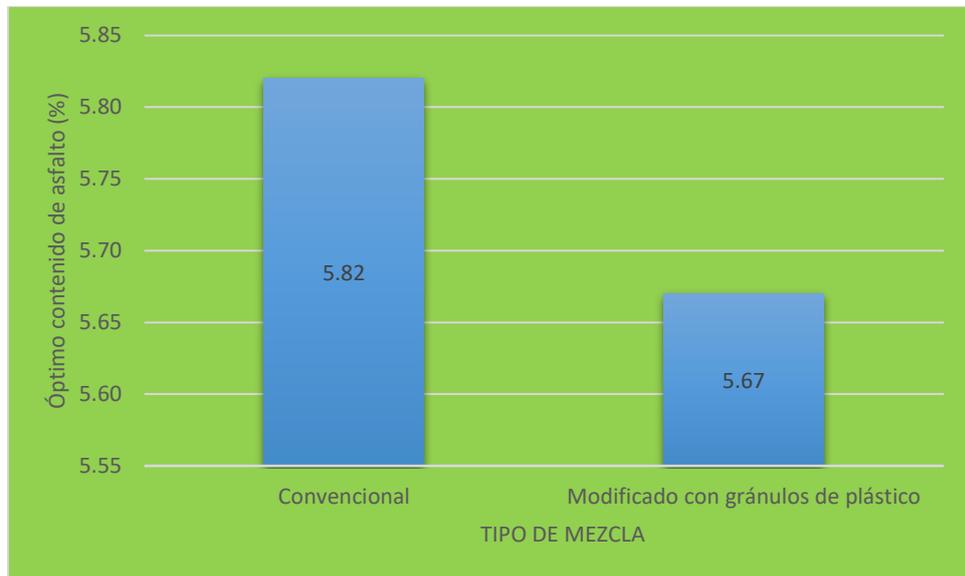
En el gráfico se puede observar que la mezcla modificada presenta un leve aumento del flujo en comparación a la mezcla convencional, ambos casos están dentro de los límites de la norma que es de 2-4, esto nos indica que la mezcla modificada además de aportar estabilidad también aporta rigidez que es muy favorable para la vida útil del pavimento.



Fuente: Comparación entre las rigideces de ambos pavimentos

Para ambos casos de mezclas se puede observar una clara diferencia en cuanto a rigidez, es decir el modificado con gránulos de plástico presenta 159 kg más de rigidez que el convencional, un 4.96% más, por lo mismo podemos afirmar

que la mezcla modificada aporta una mayor rigidez a la mezcla, el cual evidencia un mejor comportamiento frente a deformaciones, por ende, adquiere más vida útil el pavimento.



Fuente: Comparación de utilización de porcentaje de asfalto para ambos casos de mezclas asfálticas

Como era de esperarse según las hipótesis que se propuso al inicio, la adición de gránulos de plástico disminuye en porcentaje la utilización de asfalto, en este caso en un 0.15% en comparación a la mezcla convencional.

3.4. Costos

3.4.1. Costos de producción

Imagen 30 Análisis de precios unitarios – mezcla asfáltica convencional

MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL					
PARTIDA	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60/70				
RENDIMIENTO	M3/DÍA				
COSTO UNITARIO DIRECTO POR: M3	S/. 840.03	SIN IGV			
	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	21.01	0.56
OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	17.03	0.45
PEÓN	hh	3.0000	0.0800	15.33	1.23
					2.24
MATERIALES					
PETROLEO DIESSEL B5	gal		6.0625	12.00	72.75
ARENA NATURAL (P/ ASFALTO)	m3		0.4200	50.00	21.00
GRAVA CHANCADA (P/ ASFALTO)	m3		0.5600	90.00	50.40
ARENA CHANCADA (P/ ASFALTO)	m3		0.4200	80.00	33.60
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	gal		40.0000	14.00	560.00
MEJORADOR DE ADHERENCIA (QUIMIBOND)	kg		0.7720	31.00	23.93
FILLER (CAL HIDRATADA)	kg		43.0100	0.88	37.85
					799.53
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	2.24	0.067
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd ³	hm	1	0.0267	175	4.667
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1	0.0267	177	4.720
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2	0.0533	140	7.467
PLANTA DE ASFALTO DE 60 - 115 Ton/hr	hm	1	0.0267	800	21.333
					38.25

Fuente: Costo unitario para una mezcla de asfalto convencional

En la tabla mostrada se puede apreciar el análisis de precios unitarios de la mezcla asfáltica convencional, asimismo el costo total de producción por m3 de asfalto convencional es de s/. 840.03.

Imagen 31 Análisis de precios unitarios – mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico

MEZCLA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO					
PARTIDA	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60/70				
RENDIMIENTO	M3/DÍA				
COSTO UNITARIO DIRECTO POR: M3	S/. 825.39	SIN IGV			
	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIALS/.
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	21.01	0.56
OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	17.03	0.45
PEÓN	hh	3.0000	0.0800	15.33	1.23
					2.24
MATERIALES					
PETROLEO DIESEL B5	gal		6.0625	12.00	72.75
ARENA NATURAL (P/ ASFALTO)	m3		0.4000	50.00	20.00
GRAVA CHANCADA (P/ ASFALTO)	m3		0.5000	90.00	45.00
ARENA CHANCADA (P/ ASFALTO)	m3		0.4200	80.00	33.60
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	gal		40.0000	14.00	560.00
GRÁNULOS DE PLÁSTICO	kg		5.0000	10.71	53.55
					784.90
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	2.24	0.067
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1	0.0267	175	4.667
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1	0.0267	177	4.720
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2	0.0533	140	7.467
PLANTA DE ASFALTO DE 60 - 115 Ton/hr	hm	1	0.0267	800	21.333
					38.25

Fuente: Costo unitario para una mezcla de asfalto modificado

En la tabla mostrada se puede apreciar el análisis de precios unitarios de la mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico, asimismo el costo total de producción por m3 de asfalto aplicando gránulos de plástico es de s/. 825.39.

3.5. Beneficios

3.5.1. Ahorro en la producción de mezclas asfálticas

Tabla 5 Comparación de los costos del asfalto convencional frente al asfalto aplicando gránulos de plástico

DESCRPCIÓN	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO	% VARIACIÓN
PRECIO MEZCLA ASFÁLTICA TOTAL	S/.840.03	S/.825.39	+1.74
AHORRO (M3)		S/.14.64	

Fuente: Comparación de precios entre las dos mezclas

En la tabla mostrada se puede apreciar que el precio total de la mezcla asfáltica aplicando gránulos de plástico se disminuye en un 1.74% con respecto a la mezcla convencional y a su vez con un ahorro por m3 de s/.14.64.

3.5.2. Vida útil del pavimento

Tabla 6 Diferencias de la vida útil para cada diseño de mezclas asfálticas

DESCRPCIÓN	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO	% VARIACIÓN
VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO	20 AÑOS	30 AÑOS	+5 AÑOS

Fuente: Comparación entre la variación de duración de la vida útil del pavimento

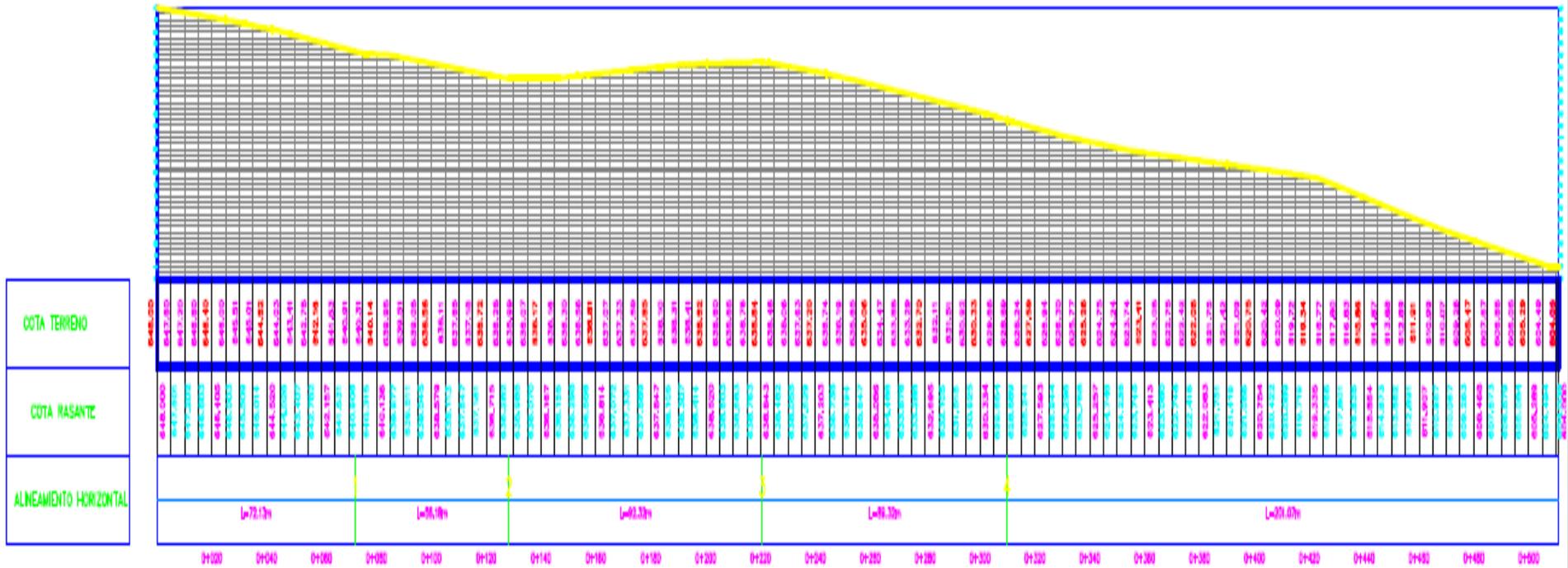
En la tabla mostrada se puede apreciar que, aplicando gránulos de plástico, el periodo de vida útil del pavimento se extiende 10 años con respecto al pavimento con mezcla convencional, mejorando así el tiempo de servicio de las carreteras.

3.6. Diseño del pavimento

Una vez realizados los ensayos correspondientes para las mezclas asfálticas con el método Marshall ya establecidos, las diferencias entre estos de acuerdo a nuestros objetivos propuestos, se procedió a realizar el diseño del pavimento, para ello vamos a enumerar los pasos y ensayos que se realizó también para cumplir con este propósito.

3.6.1. Plano en perfil de la zona de estudio

PERFIL LONGITUDINAL DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO TABALOSOS – 2018 0+000.00 – 0+511.02



3.6.2. Estudio de tráfico

3.6.2.1. Determinación de estaciones

Como siguiente paso del estudio fue imprescindible determinar en base a las 2 etapas anteriores, el tipo de estación y su ubicación adecuada, así como también determinar la representatividad del tramo.

Se determinó, cumpliendo con las normas dadas por el manual para el estudio del tráfico vehicular y tratando de cumplir con las condiciones básicas (alimentación y alojamiento), en nuestro caso por tener un alto índice de tráfico se situará una estación en la esquina de la cuadra del Jr. San Martín C-01 cruce con el Jr. Iquitos C-1.

UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN:

ESTACION N° 1

Departamento : San Martín
Provincia : Lamas.
Distrito : Tabalosos.

Imagen n° 3: Lugar: “Esquina de la cuadra del Jr. San Martín C-1 cruce con el Jr. Iquitos C-1.”



Fuente: Plano catastral de la zona de estudio

3.6.2.2. Volumen de Tráfico Diario

El volumen de tráfico promedio diario se ha obtenido de la suma del conteo de los vehículos en ambas direcciones (entrada y salida), lo cual nos ha permitido tener una idea más general del tipo y cantidad de vehículos que se observan diariamente.

A continuación, vemos en el Cuadro Resumen (CUADRO N° 01) el acumulado de todo el tráfico vehicular con los totales por día (7 días), en ambos sentidos y desagregado por el tipo de vehículo.

ESTACION N° 1 (esquina JR. SAN MARTÍN – JR IQUITOS)

Tabla 7 resumen del volumen de tráfico diario

COD.	E-01	UBICACIÓN	TABALOSO	DIA	16 DE			
ESTACION		N	S		SET.			
N				AÑO	2018			
ESTACION	JR. SAN	SENTIDO	AMBOS					
N	MARTÍN							
	N – JR							
	IQUITO							
	S							
TIPO DE VEHICULO		LUNE	MARTES	MIERCOL	JUEVE	VIERNE	SABAD	DOMING
		S		ES	S	S	O	O
		10-	11-SET	12-SET	13-SET	14-SET	15-SET	16-SET
		SET						
Moto Lineal		101	105	88	102	100	97	95
Moto Taxi		78	80	82	80	75	82	70
Automóvil		7	7	5	6	8	9	3
Camioneta		4	5	5	3	4	3	3
Camioneta Rural		5	4	1	3	2	4	2
Micro		0	0	0	0	0	0	0
Omnibus	2E	0	0	0	0	0	0	0
	3E	0	0	0	0	0	0	0
Camión	2E	1	0	0	1	0	1	0
	3E	0	0	0	0	0	0	0
	4E	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayle	2S2	0	0	0	0	0	0	0
rs	2S3	0	0	0	0	0	0	0
	3S2	0	0	0	0	0	0	0
	(+)(=)3S	0	0	0	0	0	0	0
	3							
Traylers	2S2	0	0	0	0	0	0	0

2S3	0	0	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0	0	0
(+)(=)3S	0	0	0	0	0	0	0
3							
TOTAL	196	201	181	195	189	196	173

El Índice Medio Diario semanal de obtuvo de promediar el sumatorio total según el tipo de vehículo entre el número total de días en que se ha realizado el conteo, siendo en este caso un número de 7 por la Estación-01.

$$\text{IMDs} = \frac{\sum V_i}{7} \quad (\text{E-01})$$

Donde:

$\sum V_i$ = Sumatoria del volumen vehicular diario del total de días de conteo

7 = N° de días Estación-01

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la muestra vehicular

A continuación, se presenta los cuadros y gráficos, resultado de la determinación de Índice Medio Diario Semanal de la Estación N°1, donde se presentan el promedio y porcentaje de los datos obtenidos.

ESTACIÓN N°1 (esquina JR. SAN MARTÍN – JR IQUITOS)

Tabla 8 índice medio diario semanal

TIPO DE VEHICULO	IMDs	%	
Moto Lineal	98	51.85%	
Moto Taxi	78	41.27%	
Automóvil	6	3.17%	
Camioneta	4	2.12%	
Camioneta Rural	3	1.59%	
Micro	0	0.00%	
Omnibus			
	2E	0	0.00%
	3E	0	0.00%
Camión			
	2E	0	0.00%
	3E	0	0.00%
	4E	0	0.00%
Semitraylers			
	2S2	0	0.00%
	2S3	0	0.00%
	3S2	0	0.00%
	(+)(=)3S3	0	0.00%
Traylers			
	2S2	0	0.00%
	2S3	0	0.00%
	3S2	0	0.00%
	(+)(=)3S3	0	0.00%
TOTAL	189	100.00%	

3.6.2.3. Índice Medio Diario Anual

El índice medio diario anual se ha obtenido de la multiplicación del Índice Medio Diario semanal x el factor de corrección obtenido del Ministerio de Transporte y Comunicaciones; en el caso de vehículos ligeros el factor es igual a 0.90781 y para vehículos pesados e igual a 0.98398.

A continuación, se presenta los Cuadros y Gráficos respectivos producto de la determinación de los Índices Medios Diarios anuales de ambas estaciones.

$$\text{IMDa} = \text{FC} * \text{IMDs}$$

Donde:

FC = Factor de corrección estacional

IMDa = Índice Medio Diario Anual

ESTACIÓN N°1 (esquina JR. SAN MARTIN – JR IQUITOS)

Tabla 9 índice medio diario anual

TIPO DE VEHICULO		IMDa	%
Moto Lineal		89	51.74%
Moto Taxi		71	41.28%
Automóvil		5	2.91%
Camioneta		4	2.33%
Camioneta Rural		3	1.74%
Micro		0	0.00%
Omnibus	2E	0	0.00%
	3E	0	0.00%
Camión	2E	0	0.00%
	3E	0	0.00%
	4E	0	0.00%
Semitraylers	2S2	0	0.00%
	2S3	0	0.00%
	3S2	0	0.00%
	(+)(=)3S3	0	0.00%
Traylers	2S2	0	0.00%
	2S3	0	0.00%
	3S2	0	0.00%
	(+)(=)3S3	0	0.00%
TOTAL		172	100.00%

3.6.3. Estudio de suelos (CBR sub rasante y CBR de agregados)

Para el estudio de suelos de la sub rasante se realizaron tres calicatas, en las zonas críticas del lugar de estudio, estas excavaciones se hicieron de acuerdo al estudio de tráfico según la norma del MTC capítulo IV, sección suelos. Además de esto se realizó el respectivo estudio también para los agregados teniendo como cantera el lugar más cercano a la tesis, la cantera del río mayo.

Imagen 32 resultados del ensayo de CBR de diseño



CBR DE DISEÑO

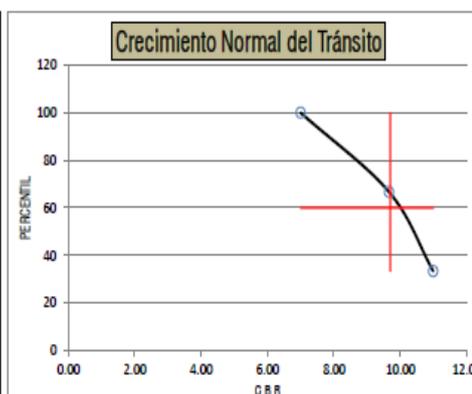
PROYECTO : Diseño de Carpeta Asfáltica Aplicando Gránulos de Plástico Reciclado para Mejorar la Transitableidad del Jr. San Martín, Distrito de Tabalosos - 2018
 UBICACIÓN : Sector: Jr. San Martín / Dist.: Tabalosos / Prov.: Lamas / Reg.: San Martín
 FECHA : Octubre del 2,018

NIVEL DE TRAFICO (ESAL)	PERCENTIL DE DISEÑO
10 ⁴ o menos	60
ente 10 ⁴ y 10 ⁶	75
10 ⁶ o más	87.5

PERCENTIL DE DISEÑO

CBR DE DISEÑO

DATOS		3			
(1) No.	(2) CBR	(3) CBR ORDENADO	(4) PERC. > 0 =	(5) No. > 0 =	(6) CBR > 0 =
1	10.99	10.99	33.33	1	10.99
2	9.66	9.66	66.67	2	9.66
3	7.00	7	100	3	7
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



Fuente: CBR de diseño para la estructura del pavimento

En la siguiente imagen se observa el resultado del ensayo de CBR en la cual nos da un CBR de diseño de 9.67% resultado con el cual procedemos a diseñar el pavimento flexible.

3.6.4. Diseño del pavimento flexible

Para este diseño se tomó para la carpeta asfáltica, el diseño modificado, es decir el que presenta gránulos de plástico en su composición estructural, de esta manera los cálculos de los espesores de capas para la base, sub base y carpeta de rodadura se realizaron con el respectivo estudio de suelos y el de tráfico.

Imagen 33 resultados de diseño del pavimento flexible

Datos de Diseño

Tipo de Tránsito	: Mediano - Pesado		
Índice Medio Diario Proyectado	: 229 Vehículos		
Vehículos Livianos	: 94.00 %		
Vehículos Pesados	: 6.00 %		
	Veh. Livianos hasta 4000 lbs/eje	= 195 Vehículos	} 94.00 % (Vehículos Livianos)
	Veh. Livianos > 4000 lbs/eje pero < 8000 lbs/eje	= 21 Vehículos	
	Vehículos Tipo C-2	= 6 Vehículos	} 6.00 % (Vehículos Pesados)
	Vehículos Tipo C-3	= 7 Vehículos	
Condiciones del Tipo de Carretera	: Pavimentadas con bajo volumen de tránsito		
Clasificación Funcional	: Local		
Número de Carriles	: 01 carril		
Periodo de Diseño "Pd"	: 15 años		
Tasa de Crecimiento de Anual de Tránsito	: 2.0 %		
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	: Pi = 4.0		
Índice de Serviciabilidad Final (Pf)	: Pf = 2.0		
C.B.R. de Diseño Sub Rasante Natural	: 9.70 %	(C.B.R. Como Mínimo al 95% de Compactación)	
C.B.R. Sub Base	: 86.74 %	(C.B.R. al 100% de Compactación)	
C.B.R. Base	: 99.82 %	(C.B.R. al 100% de Compactación)	
Temperatura Media de la Zona	: 28.0 °C		
Calidad de Drenaje	: Excelente		
Gránulos de Plástico Reciclado	: 30%		

Procedimiento de Cálculo

1. Cálculo del Factor de Crecimiento:

$$\text{Factor de Crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$\text{Factor de Crecimiento} = 17.29$$

2. Determinación del Número de Ejes Equivalentes en el Carril de Diseño para el Perio de Diseño:

Tipo de Vehículo	Nº veh./día (02 sent.)	Nº veh./día (01 sent.)	Nº veh./año	F.C.	ESAL en carril de diseño	Factor de Crecimiento	ESALdiseño
Veh. Livianos hasta 4000 lbs.	390.00	195.00	71,175.00	0.002	142.40	17.29	2462.00
Veh. Livianos entre > 4000 lbs. hasta 8000 lbs.	42.00	21.00	7,665.00	0.030	230.00	17.29	3977.00
Vehículos Tipo C-2	12.00	6.00	2,190.00	3.560	7,796.40	17.29	134800.00
Vehículos Tipo C-3	14.00	7.00	2,555.00	2.530	6,464.20	17.29	111766.00
Total	458.00	229.00	83,585.00	6.12	14,633.00		253,005.00
						W₁₈ =	2.53E+05

4. Tránsito en el Carril de Diseño (W_{18}) : $W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18}^0$
- Se considera para : $D_D = 1.00$ (Factor de Distribución Direccional)
 $D_L = 1.00$ (Factor de Distribución por Carril)
- Entonces : $W_{18} = 253,005.00$
 $W_{18} = 2.53E+05$
3. Factor de Confiabilidad "R" : $R = 95\%$ (Para una via cuya funcionalidad es local)
4. Desviación Estandar Normal "Zr" : $Z_r = -0.524$ (Obtenido en función de la confiabilidad)
5. Perdida por Serviciabilidad " ΔPSI " : $\Delta PSI = P_i - P_f$
 $\Delta PSI = 2.00$
6. Módulo Resiliente Efectivo del Suelo "Mr" : $Mr = 3000 \times C.B.R.^{0.65}$ (En psi) \Rightarrow Ec. "a"
 $Mr = 4326 \times \ln(C.B.R.) + 241$ (En psi) \Rightarrow Ec. "b"
- a. Módulo resiliente de sub rasante natural = 13138 psi = 13.14 ksi
- b. Módulo resiliente de sub base granular = 19548 psi = 19.55 ksi
- c. Módulo resiliente de base = 20155 psi = 20.16 ksi
7. Error Estandar "So" : $So = 0.40$ (Se recomienda valores entre 0.40 y 0.50 para pavimentos flexibles)

8. Número Estructural Requerido "SN":

a. Número estructural requerido para Sub Rasante Natural :

$$SN = 2.40$$

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(Mr) - 8.07$$

$$5.40 = 6.00$$

b. Número estructural requerido para Sub Base Granular :

$$SN = 1.89$$

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(Mr) - 8.07$$

$$5.40 = 5.80$$

c. Número estructural requerido para Base Granular :

$$SN = 1.25$$

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(Mr) - 8.07$$

$$5.40 = 4.80$$

9. Coefficientes de Drenaje Recomendado "m" :

Para el proyecto se esta considerando una condición de drenaje:

Excelente

De acuerdo a esto se considera los siguientes niveles de humedad próximos a la saturación que son:

- a. Para Sub Base Granular : 5.0 % - 25.0 %
- b. Para Base Granular : 1.0 % - 5.0 %

Con estos datos referenciales de humedades próximos a la saturación, entramos a los monogramas respectivos de donde se obtendra los coeficientes de drenaje recomendado. De esta manera se obtuvo los siguientes valores:

- a. Para Base Granular : $m_2 = 1.30$
- b. Para Sub Base Granular : $m_3 = 1.20$

10. Coefficientes de Capas :

a. Carpeta asfáltica con Granulos de Plastico

Módulo de elasticidad "E" : $E = 475000$ psi

Coefficientes: $a_1 = 0.43$ pulg⁻¹

b. Base Granular :

Módulo resilente de Base Granular : 20155 psi
(C.B.R. = 99.82 %)

Coefficientes: $a_2 = 0.16$ pulg⁻¹

c. Sub Base Granular :

Módulo resilente de SubBase Granular : 19548 psi
(C.B.R. = 86.74 %)

Coefficientes: $a_3 = 0.07$ pulg⁻¹

11. Diseño de Espesores :

Con el valor ESALdiseño entramos a tabla para encontrar los espesores mínimos recomendados:

Para un ESALdiseño de **253,005.00** tenemos :

a. Se sabe que la carpeta asfáltica se cimentará sobre la base granular, por tanto el espesor requerido para esta será:

Espesor carpeta asfáltica con Granulos de Plastico (Eca) :

$$Eca = \frac{SN \text{ (Base Granular)}}{a1}$$

$$Eca = 2.91 \text{ pulg.}$$

$$Eca = 3.00 \text{ pulg.}$$

Por recomendaciones de espesores mínimos de la AASHTO se tiene que para un ESALdiseño entre 50,001 - 150,000 se considere un espesor de 2.00 pulg. Por el nivel de Trafico EAL 10^4

Por tanto, se tiene: $Eca = 2.00 \text{ pulg.}$ Base Tipo II y III

La diferencia se considera una espesor de colchón de piedra chancada (Ecpch) :

$$Ecpch = 1.00 \text{ pulg.}$$

b. Se sabe que la base granular se cimentará sobre la sub base granular, por tanto el espesor requerido para esta será:

Espesor base granular (Ebg) :

$$Ebg = \frac{SN \text{ (Sub Base Granular)} - (a1 \times Eca)}{(a2 \times m2)}$$

$$Ebg = 4.95 \text{ pulg.}$$

$$Ebg = 5.00 \text{ pulg.}$$

El espesor total es :

$$Ebg \text{ T} = Ebg + Ecpch$$

$$Ebg \text{ T} = 6.00 \text{ pulg.}$$

c. Se sabe que la sub base granular se cimentará sobre la sub rasante natural, por tanto el espesor requerido para esta será:

Para el cálculo solo tener en cuenta el Ebg (Espesor de base granular) obtenido inicialmente:

$$Ebg = 5.00 \text{ pulg.}$$

Espesor sub base granular (Esbg) :

$$Esbg = \frac{SN \text{ (Sub Base Granular)} - (a1 \times Eca) - (a2 \times m2 \times Ebg)}{(a3 \times m3)}$$

$$Esbg = 5.95 \text{ pulg.}$$

$$Esbg = 6.00 \text{ pulg.}$$

Imagen 34 Resumen

Resumen

12. Espesores a tener en consideración para un tránsito liviano - pesado :

- a. Carpeta asfáltica : Espesor carpeta asfáltica + Granulos de Plastico = 2.00 pulg.
- b. Base Granular : Espesor base granular = 6.00 pulg.
- c. Sub Base Granular : Espesor sub base granular = 6.00 pulg.

Nota: Se considera una sola capa en la estructura de sub base y base, debido a que estos tienen espesores mínimos.
De esta manera la estructura del pavimento será:

<u>a. Carpeta asfáltica con G.P:</u>	Espesor carpeta asfáltica con G.P = 2.00 pulg.	A considerar : = 2.00 pulg.
<u>b. Base Granular :</u>	Espesor base granular = 6.00 pulg.	A considerar : = 6.00 pulg.
<u>c. Subbase Granular :</u>	Espesor Subbase granular = 6.00 pulg.	A considerar : = 6.00 pulg.
	Espesor Parcial	Espesor Final



Sección Típica de Pavimento Flexible en (cm)

Fuente: Diseño estructural del pavimento

En la siguiente imagen se puede apreciar el diseño del pavimento flexible en la cual nos da una sub base granular con CBR de 86.74% con espesor de 15 cm, base granular con CBR de 99.82% con espesor de 15 cm y la carpeta asfáltica con gránulos de plástico de espesor 5 cm.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados que obtuvimos de acuerdo a nuestras investigaciones, podemos afirmar que guardan relación con lo que postula PEDRAZA, Elkin. en su tesis titulada: **Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos** (tesis pregrado), Universidad Católica de Colombia, en la ciudad de Bogotá. 2014. Quien concluyó que Los resultados evidenciados de los parámetros Marshall de estabilidad, flujo, peso unitario de la mezcla, y módulo de rigidez para los trozos de desperdicios plásticos, se concluye que el porcentaje óptimo que mejora de manera substancial las propiedades mecánicas del asfalto es de alrededor de 0.4% del porcentaje de los trozos de desperdicios plásticos con respecto al peso de la muestra, de esta manera podemos mencionar que el asfalto modificado posee mejores propiedades físicas y estructurales a comparación de un asfalto convencional.

Podemos señalar también que nuestros resultados guardan relación con lo que dice SILVESTRE, Deyvis. En su tesis titulada: **Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017** (Tesis pregrado). Universidad César Vallejo, quien menciona que Se comprueba que existe un ahorro de 2.63% en la producción de la mezcla asfáltica y mejorando las características físicas y mecánicas de la mezcla y dándole mayor factibilidad económica, ya que el hacer el análisis de costo para ambos diseños de mezclas se obtuvo una reducción en los gastos para una mezcla modificada.

Al realizar las comparaciones de nuestras mezclas asfálticas en los 10 puntos que se realizó, observamos que la mezcla modificada con gránulos de plástico presentaba mejores propiedades en cuanto a los vacíos, es decir estaba por debajo de los vacíos del convencional, otorgándole a la mezcla modificada mayor impermeabilidad y mejor adherencia, del mismo modo la mezcla modificada presento mayor rigidez y mejor estabilidad teniendo como consecuencia un pavimento con mayor resistencia, por ende, mayor tiempo de vida.

Al inicio de la investigación, de acuerdo a los antecedentes con que se contaba, se creyó que no se utilizaría en gran porcentaje en la mezcla estos gránulos, pero al ser partículas mayores a 3/8 con similitud a los agregados, se utilizó en un 30%

para los diseños, sustituyendo como se afirmó en un inicio en parte a los agregados y al betún del asfalto, obteniendo así mejores características en la mezcla.

V. CONCLUSIONES

Habiéndose realizado los dos ensayos Marshall para las mezclas asfálticas convencionales y modificada con gránulos de plástico de 15 briquetas para cada uno (5 puntos para ambos casos), se logró verificar que la mezcla modificada presenta disminución en cuanto al óptimo contenido de asfalto, del mismo modo para esta mezcla modificada se puede alegar que el valor en que se debe utilizar estas partículas de plástico es en un 30% de acuerdo a nuestro diseño.

Se verifica que la mezcla modificada a comparación de la convencional presenta mejor estabilidad, resistiendo a una carga adicional de 105 kg, es decir un 8.74% más, es de esta manera que nos indica que este tipo de mezcla de aplica gránulos de plástico es más resistente a las deformaciones y agrega mayor vida útil al pavimento.

El diseño de mezclas asfálticas modificada con gránulos de plástico presenta un aumento de rigidez de 159 kg, es decir un 4.96% más que la convencional, esto evidencia mejor comportamiento del pavimento frente a las deformaciones, por ende, va dar mayor tiempo de servicio al pavimento.

El porcentaje ideal de gránulos de plástico de acuerdo a los resultados de nuestra investigación, es de 30% para cada diseño de mezcla.

De acuerdo a los costos que se realizó para ambos diseños de mezcla, el modificado presenta menores costos en comparación al convencional, es decir el costo total de producción por m³ de asfalto convencional es de S/840.03 y del modificado es de S/825.39, habiendo una reducción de S/14.64 a favor del modificado.

El plástico reciclado no podría abastecer tramos o proyectos de gran envergadura.

La zona de estudio de acuerdo al IMD que se realizó, presenta una demanda menor a 200 vehículos por día, por este modo y de acuerdo a las normas del MTC, se hicieron 3 calicatas en las zonas críticas para hacer el estudio de suelos.

Para el estudio de los agregados para el diseño del pavimento se utilizó la cantera del río Mayo, esto por ser la más cercana al lugar de estudio, de este modo facilitar los trabajos en un futuro.

Con los resultados del diseño de la mezcla asfáltica con gránulos y la información del estudio de suelos de nuestros agregados y lugar de estudio, se logró diseñar el pavimento; este consta de cuatro capas incluyendo al terreno natural, las cuales son: Sub base granular= 15cm, base granular=15cm y carpeta modificada=5cm.

El pavimento diseñando con la carpeta asfáltica modificada a comparación de uno convencional, tiene un tiempo de vida en un 5% más, es decir 10 años más que un pavimento con carpeta asfáltica normal.

VI. RECOMENDACIONES

El uso de plástico reciclado en mezclas asfálticas trae consigo muchas mejoras en cuanto a sus capacidades físicas y estructurales, es por esto que recomendamos que se continúen con las investigaciones, y que esta tesis sirva de base para lograr nuevas y mejores técnicas para la mejora de los pavimentos.

Se recomienda a los estudiantes a complementar el estudio realizando todas las pruebas que fueran posibles, y si se podría dar una prueba real en un tramo, para de este modo obtener mejores y más acertadas conclusiones.

Se recomienda realizar estos mismos estudios para las zonas altas de la sierra, para comprobar si al igual que esta investigación cumplen con las especificaciones.

Realizar esta misma investigación para asfaltos por la vía húmeda, es decir para asfaltos es frío y comprobar de esta forma si cumplen con las especificaciones.

Para poder utilizar el plástico reciclado en carpeta para proyectos de gran magnitud sería factible en nuestra región crear plantas que procesen estas partículas y formar una asociación con las plantas que producen mezclas asfálticas.

A los estudiantes, realizar nuevas y mejores técnicas en razón al estudio de este tipo de pavimentos y de esta manera colaborar con el cuidado del medio ambiente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEDRAZA, Elkin. *Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos* (tesis pregrado), Universidad Católica De Colombia, en la ciudad de Bogotá. 2014.

RODRÍGUEZ, Fernando. *Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero* (tesis pregrado), Universidad Austral de Chile, en la ciudad de Valdivia. 2008.

HUERTAS, Guillermo y CAZAR, Juan. *Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico ac-20* (tesis pregrado), Universidad de las fuerzas armadas de Ecuador. 2014.

CHÁVES, Janina. *Análisis de la carpeta asfáltica modificado con polímeros SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017* (tesis pregrado). Universidad César Vallejo, Lima. Perú.

ESTRADA, Víctor. *Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70 -28* (Tesis pregrado). Universidad Andina Del Cusco. Perú. 2017.

SILVESTRE, Deyvis. *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017* (Tesis pregrado). Universidad César Vallejo.

PINCHI, Luis. *Diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente tramo banda de shilcayo – las palmas* (tesis pregrado). Universidad Nacional De San Martín. Morales. Perú. 2017.

MANUAL DE CARRETERAS. *Diseño geométrico de carreteras*. 2da edición. Perú. Dirección general de caminos y ferrocarriles. 2014. 329p. ISBN: 9786123041922

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de materiales*. Dirección general de caminos y ferrocarriles. 2da edición. Perú. 2016. 1269p. ISBN: 9788460701231.

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE QUÍMICA. *anal química*. ciudad universitaria facultad de química universidad complutense. 2da edición. España. 2003. 200p. ISBN: 84-87863-55-8

INSTITUTO VENEZOLANO DEL ASFALTO. *Norma INVEAS*. 1ra edición. Venezuela. Hernández Caballero, Serafín editor, 2018. 180p. ISBN: 1316-7081

NORMA CE.010. *Pavimentos urbanos*. 1ra edición. Perú. Industrial grafica apolo S.A.C. 2010. 79p. ISBN: 978-9972-9433-5-5

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2013. *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima: Macro, 2013.

SALINAS. Pedro José. *Metodología de la investigación científica*. Mérida. Universidad de los Andes. 2010. 182p. ISBN: 956-8845-88-12

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. México. JEC. 2010. 634P. ISBN: 978-1-4562-2396-0

MORONE. Guillermo. *Metodología de la investigación científica*. 1ra edición. México. D.R. 2004. 105p. ISBN: 968 – 6624 – 87– 2

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Diseño de la carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”

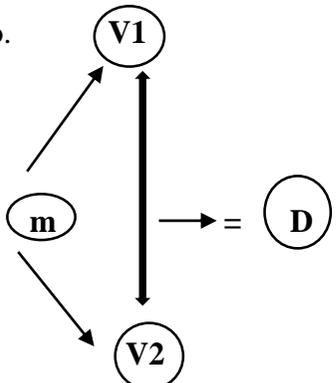
Tabla 10 Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influye en el diseño de carpeta asfáltica la aplicación de gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad en el jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La utilización de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018 influye de manera positiva, en el mejoramiento de la transitabilidad y aportando mayor flexibilidad para el mejor funcionamiento del pavimento.</p>	<p>Variable independiente: Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</p>		
			<p>Operacional</p>	<p>Indicadores</p>	<p>Escala de medición</p>
			<p>Mezcla de material pétreo con productos asfálticos añadiendo Pequeños componentes en forma de</p>	<p>. Topografía . Mecánica de suelos . Diseño de la mezcla asfáltica convencional por el método Marshall Diseño de la mezcla asfáltica modificada</p>	<p>Intervalo</p>

<p>Problemas específicos</p> <p>. ¿Qué variación de costos presenta el diseño de carpeta asfáltica que aplica gránulos de plástico reciclado a comparación de una carpeta asfáltica convencional?</p> <p>. ¿Influye en la durabilidad del pavimento flexible, la aplicación de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica para mejorar la transitabilidad en el</p>	<p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar el estudio topográfico del jr. San Martín. Realizar el estudio de mecánica de suelos de acuerdo a las normas en el Jr. San Martín. Realizar estudios del IMD (índice medio de demanda) para conocer el tipo y volumen del tráfico. Realizar los ensayos correspondientes para el diseño de mezclas asfálticas en caliente por el método Marshall aplicando gránulos de plástico y por el método convencional. Determinar el porcentaje de mejora con respecto a las propiedades estructurales y físicas de la mezcla asfáltica aplicando gránulos de 	<p>Hipótesis específicas</p> <p>. La utilización de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018 presenta disminución en los costos a comparación de un pavimento flexible convencional.</p> <p>. La utilización de gránulos de plástico reciclado en carpeta asfáltica para mejorar la transitabilidad en el Jr. San Martín, distrito</p>	<p>granos, derivado de desperdicios plásticos que crean una capa más resistente y duradera.</p>	<p>con gránulos por el método Marshall</p> <p>. Diseño del pavimento</p>	
			<p>. Asfaltos modificados</p> <p>. Composición</p> <p>. Producción</p> <p>. Propiedades físicas</p> <p>. Función</p> <p>. Clasificación</p>	Intervalo	

<p>Jr. San Martín, distrito Tabalosos-2018?</p>	<p>plástico en comparación a la tradicional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las cantidades de gránulos de plástico que se pueda utilizar en la carpeta asfáltica. • Efectuar el análisis de costo unitario para un pavimento flexible convencional y un pavimento flexible que aplica gránulos de plástico reciclado en la carpeta asfáltica y presupuesto total. • Realizar el diseño del pavimento flexible. 	<p>Tabalosos-2018 influye en el pavimento otorgándole mayor durabilidad.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1444 188 1637 719"></td> <td data-bbox="1637 188 1939 719"> <p>. Costo de producción de un asfalto convencional</p> <p>. Costo de producción del asfalto modificado</p> </td> <td data-bbox="1939 188 2143 719"> <p>Intervalo</p> </td> </tr> </table>				<p>. Costo de producción de un asfalto convencional</p> <p>. Costo de producción del asfalto modificado</p>	<p>Intervalo</p>
	<p>. Costo de producción de un asfalto convencional</p> <p>. Costo de producción del asfalto modificado</p>	<p>Intervalo</p>						
<p>Variable dependiente: Mejorar la transitabilidad</p>								
<p>Operacional</p>			<p>Indicadores</p>		<p>Escala de medición</p>			
<p>Son características superiores al</p>			<p>. IMD (índice medio de demanda)</p>		<p>Razón</p>			

			estado o condición en el que se encuentra una determinada red vial, para favorecer el desplazamiento de vehículos de un lugar a otro en condiciones regulares.	. Condiciones básicas de transitabilidad	Razón
--	--	--	--	--	-------

MÉTODO Y DISEÑO	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
<p>Tipo de estudio:</p> <p>Diseño experimental del tipo experimental descriptiva</p>	<p>Población:</p> <p>La población para la siguiente investigación será las vías o calles que existen en el distrito de Tabalosos y el laboratorio de la universidad César Vallejo.</p>	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Levantamiento topográfico. . Estudio de mecánica de suelos. . Observación . Trabajo de gabinete. 	<p>Forma de tratamiento de datos:</p> <p>La información recolectada se procesara mediante el software Windows, programas como Excel y Word.</p>
<p>Diseño de investigación:</p> <p>El diseño de investigación a realizar es experimental descriptiva, representado por el siguiente gráfico.</p> 	<p>Muestra:</p> <p>La muestra va ser recogida del jr. San Martín cuadras 1, 2, 3 y 4, del jr. Cuzco cuadras 1 y 2 y jr. Moyobamba cuadras 1, 2 y 3 para el diseño del pavimento.</p> <p>Para el diseño de la mezcla asfáltica el número de muestras que se tomará serán 6 briquetas entre las convencionales y los</p>	<p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Ficha Técnica . Ficha de IMDA . Civil CAD 2016. . Hojas Excel 	<p>Forma de análisis de la información:</p> <p>Mediante los resultados obtenidos del levantamiento topográfico y estudios de laboratorio con los parámetros establecidos en las normas técnicas peruanas, se procederá a brindar información que servirá para tener conocimiento de la</p>

<p>Dónde:</p> <p>V1= Variable independiente</p> <p>Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</p> <p>V2= Variable dependiente</p> <p>Mejorar la transitabilidad</p> <p>m= Muestra</p> <p>D= Diseño</p>	<p>que aplican gránulos de plástico reciclado.</p>		<p>influencia de los gránulos de plástico en la carpeta asfáltica en un pavimento.</p>
--	--	--	--

Tabla 11 Instrumento-hoja de cálculo para el ensayo Marshall

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL				
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA				
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA				
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE				
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")				
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO				
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER				
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)				
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)				
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)				
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)				
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)				
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm ³)				
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)				
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm ³)				
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041				
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)				
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm ³)				
20	V.M.A. (%)				
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)				
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL				
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)				
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)				
25	FLUJO (mm)				
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)				
27	FACTOR DE ESTABILIDAD				
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)				
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)				

Fuente: Manual de carreteras-MTC 2017

Tabla 12 Hoja de cálculo para el conteo vehicular según el IMDA

Tipo de vehículo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
Auto							
Moto							
Camioneta							
Combi							
Camión							
Micro							
Mini Bus 2 ejes							
Trailer 2 ejes a más							
Volquete 2 ejes a más							
Maquinarias							
Total							

Fuente: Manual de carreteras-MTC 2017

Tabla 13 Especificaciones de los gránulos de plástico

Propiedad	Unidad	Método de prueba	Condición de prueba	Resultado
Derretir Índice de flujo	g / 10 min	ASTM D-1238	230 °C × 2,16 kg	12
Resistencia a la tracción al Rendimiento	kg / cm 2	ASTM D-638	23 °C	360
Alargamiento a la tracción en el descanso	%	ASTM D-638	23 °C	> 200
flexión Módulo	kg / cm 2	ASTM D-790A	23 °C	15000
Dureza	R-Scale	ASTM D-785	23 °C	100
Izod Resistencia al impacto	KG-cm / cm	ASTM D-256	23 °C Barra de 1/8 "	3
La desviación de calor Temperatura	°C	ASTM D-648 a 4,6 kg / cm 2	no recocido barra de 1/4 "	115
Moldura Contracción	%	FCFC Método	23 °C	1.4 ~ 1.8
Gravedad específica		ASTM D-792	23 °C / 23 °C	0.9

Fichas de los ensayos Marshall validados por el laboratorio y el ingeniero responsable.



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Las Palmeras N° 433 - Banda de Shicayo - Cel: 942932814 - 944619717 - 971946138
RPM: #042932814 - #044619717 - #071946138
Email: consultorestyfamaz.s.a.c@hotmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

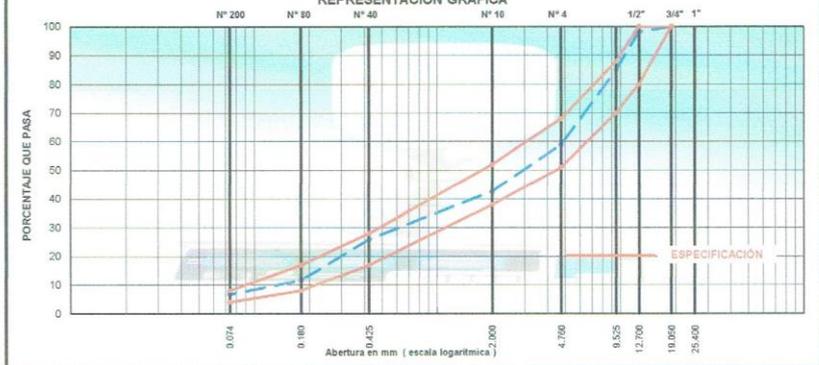
MTC E-503 - ASTM D-648 - AASHTO T-30

TESIS :	DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO RECICLADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO DE TABALOSOS-2018	HECHO POR :	R.F.CH
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO PEN 60/70. EN CALIENTE.	ING° RESP. :	J.A.A.S
MUESTRA :	01	FECHA :	25/10/2018
CANTERA :	Grava Chancada 39% - Arena Chancada 36% + Arena Natural 25% Rio Cumbaza.		
UBICACIÓN :	CHANCADORA AMAZONICOS		

COMBINACION DE MATERIAL

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						PESO INICIAL 2987.4 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de fracción 600.0 gr
1/2"	12.700	55.9	1.9	1.9	98.1	80 - 100	Humedad Natural 4.4
3/8"	9.525	388.0	13.1	15.0	85.0	70 - 88	
N° 4	4.760	774.5	26.1	41.1	58.9	51 - 68	Grava Chancada 40.0 %
N° 10	2.000	106.2	16.3	57.4	42.6	38 - 52	Arena Chancada 43.0 %
N° 40	0.425	171.0	18.8	74.2	25.8	17 - 28	Arena Natural 17.0 %
N° 80	0.180	145.7	14.3	88.5	11.5	8 - 17	%
N° 200	0.074	48.5	4.7	93.2	6.8	4 - 8	
< 200	-	65.8	6.8	100.0			OBSERVACION: El material del río cumbaza debe ser zarandeado por la malla 3/8 al 100%

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.

JOSE A. AGUIÑO SAAVEDRA
INGENIERO CIVIL
CIP. 104344



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.

Oscar Torres Orrego
GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Las Palmeras N° 433 - Banda de Shicayo - Cel: 942932814 - 944619717 - 971946138
RPM: #942932814 - #944619717 - #971946138
Email: consultoresyfamaz.s.a.c@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

TESIS :	DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO RECICLADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO DE TABALOSOS-2018	HECHO POR: R.F.CH
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO PEN 60/70, EN CALIENTE.	FECHA: 25/10/2018
MUESTRA :	01	
CANTERA :	Grava Chancada 38% - Arena Chancada 36% - Rio Huallaga Arena Natural 25% - Rio Cumbaza.	

Diseño C.A. 5.82 %

TAMIZ ASTM	ENSAYO								GRANULOMÉTRICO				
	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200				
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074					
PESO RETENIDO	gr 0	55.9	388.0	774.5	109.2	177.0	145.7	48.3	88.8				
RETENIDO PARCIAL	% 0.0	1.9	13.1	28.1	18.3	18.8	14.3	4.7	8.8				
RETENIDO ACUMULADO	% 0.0	1.9	15.0	41.1	57.4	74.2	88.5	93.2	100.0				
PASA	% 100.0	98.1	85.0	58.9	42.6	25.8	11.5	6.8					
ESPECIFICACIÓN	% 100	89-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8					
ASFALTO LIQUIDO									FRACCIÓN	%	880.0		
TRAMO ASFALTADO									PESO TOTAL	gr.	2867.4		



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.82	5.82	5.82	5.82	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.67	38.67	38.67		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.51	55.51	55.51		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.638	2.638	2.638		
7 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8 PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1209.8	1209.9	1209.3		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1219.8	1208.2	1201.1		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	858.8	877.8	878.8		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	523.8	527.4	522.3		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	523.8	527.4	522.3		
16 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.	2.309	2.283	2.298	2.287	
17 PESO ESPECIFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.389	2.389	2.389		
18 VACIOS (11-16)/100/17	%	3.3	4.4	3.8	3.8	3 - 5
19 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)+(2/6)+(3/7)+(4/8)		2.667	2.667	2.667		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/18)	%	18.4	18.4	18.8	18.9	Mín. 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	82.0	77.1	79.9	79.7	
22 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (100*5)/(22-19)/(22/19)		2.690	2.690	2.690		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5)/(22-19)/(22/19)	%	0.33	0.33	0.33		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-23/(2+3+4)/100	%	5.51	5.51	5.51		
25 FLUJO	mm	2.88	2.71	2.95	2.8	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	944	962	967		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.98	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	906	924	967	932	Mín. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3041	3408	3278	3242	1700 - 4000

CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.

JOSE A. ARGUINO SAAVEDRA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 184344



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.

INGENIERO DE LABORATORIO EN SUELOS
DANIEL LINDA DRAGO
GERENTE

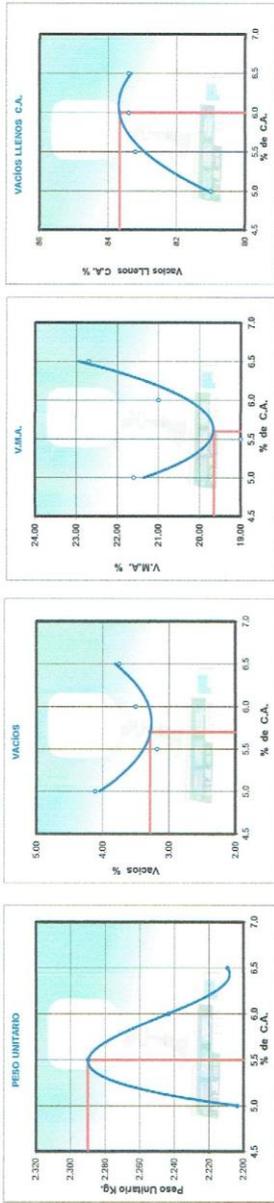
Consultores T&F Amazonicos S.A.C.
 ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Los Palmeras N° 433 - Banda de Shilcayo - Cel: 9429012814 - 9446019717 - 9719446138
 RPM: #9429012814 - #9444519717 - #9719446138
 Email: consultoresyfarmas.s.a.c@notmail.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC-2-05

HECHO POR: R.F.CH
 FECHA: 25/10/2018

TESIS : DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO RECICLADO PARA MEJORAR LA TRANSIBILIDAD DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO DE TABALOSOS-2018
 MATERIA : DISEÑO DE ASFALTO PEN 60/70. EN CALIENTE.
 MUESTRA : 01
 CANTERA : Grava Chancada 30% - Arena Chancada 25% Rio Hualaga Arena Natural 15% Rio Cumbaza + 30% de Granulos de Plastico Reciclado

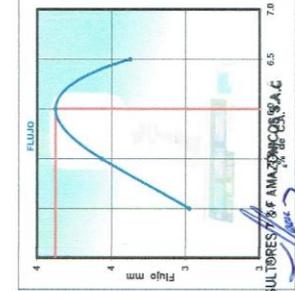
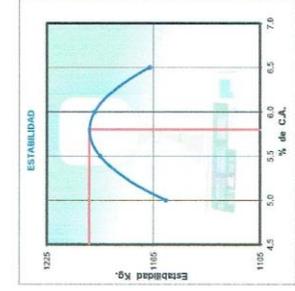


RESUMEN DE RESULTADOS

	- 0.3%	OPTIMO % C.A.	+ 0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.37	5.87	5.97	(+/- 0.2%)
PESO UNITARIO	1.990	2.290	2.990	3 - 8
V.M.A.	19.7	20.0	20.0	Min 14
VACIOS LLENOS CON C.A.	83.4	83.7	84.0	Min 74
FLUJO	3.45	3.75	4.1	2 - 4
ESTABILIDAD	1200.7	1201	1201.3	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3480.3	3203	2985	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTABILIDAD	8.50	8.8	7.1	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA	91.5	91.8	91.8	Min. 75

DOBRIFICACIÓN

Grava Chancada Rio Hualaga
 Arena Chancada Rio Hualaga
 Arena Natural Rio Cumbaza
 30% de Granulos de Plastico
 Cemento Asfaltico - adherencia Quimibond 3000



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
 Ing. T&F Amazonicos S.A.C.
 PUNTO 00 - 70
 Calle 10 de Agosto 1000
 PUNTO 00 - 70

Ing. **Jose Aquino Saavedra**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 104344



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Las Palmeras N° 433 - Banda de Shilcayo - Cel: 942932814 - 944619717 - 971946138
RPM: #942932814 - #944619717 - #971946138
Email: consultorestyfamaz.s.a.c@hotmail.com

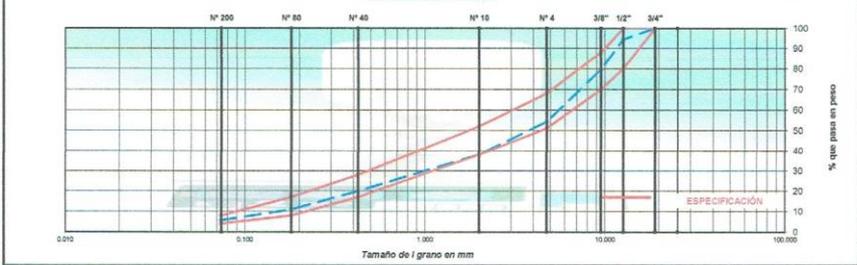
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

TESIS :	DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO RECICLADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO DE TABALOSOS-2018	HECHO POR: R.F.CH
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO PEN 60/70. EN CALIENTE.	FECHA: 25/10/2018
MUESTRA :	01	
CANTERA :	Grava Chancada 30% - Arena Chancada 25% Rio Huallaga Arena Natural 15% Rio Cumbaza + 30% de Granulos de Plastico Reciclado	

Diseño C.A. 5.87 % + 30 % de Granulos

TAMIZ ASTM	ENSAYO					GRANULOMÉTRICO					FRACCIÓN	%	PESO TOTAL	
	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	gr.				%
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075						
PESO RETENIDO	gr. 0	168.0	445.0	783.0	632.0	705.0	348.0	207.0	218.5					
RETENIDO PARCIAL	% 0.0	5.5	14.8	25.4	16.2	18.1	8.9	5.3	5.8					
RETENIDO ACUMULADO	% 0.0	5.5	20.4	45.8	62.0	80.1	89.1	94.4	100.0					
PASA	% 100.0	94.5	79.6	54.2	38.0	19.9	10.9	5.61						
ESPECIFICACIÓN	% 100	80-100	70-88	51-68	35-52	17-28	6-17	4-8						
ASFALTO LIQUIDO												2110.5		
TRAMO ASFALTADO												3000.0		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.87	5.87	5.87	5.87	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	43.20	43.20	43.20		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	50.22	50.22	50.22		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5 PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0073	1.0073	1.0073		
6 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.636	2.636	2.636		
7 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.688	2.688	2.688		
8 PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1213.0	1209.8	1211.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1213.4	1210.0	1211.9		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	652.0	651.0	652.2		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	561.4	559.0	559.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr.	0.0	0.0	0.0		
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.0	0.0	0.0		
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	561.4	559.0	559.7		
16 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.161	2.164	2.166	2.163	
17 PESO ESPECIFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.422	2.422	2.422		
18 Gravedad especifica	gr/cm3	0.90	0.90	0.90	0.90	
19 30 % de Granulos de Plastico	%	30.0	30.0	30.0	30%	
20 VACIOS (17-18)/100*17 (Incluyendo el 30% de Granulos de Plastico)	%	4.14	4.09	4.09	4.12	3 - 6
21 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(26)+(3/7)+(4/8)		2.688	2.688	2.688		
22 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	23.6	23.6	23.6	23.6	Mín. 14
23 VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	82.6	82.6	82.6	82.6	
24 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100*17)-(1/5)		2.645	2.645	2.645		
25 C.A. ABSORBIO POR AGREGADO TOTAL (100*(9)/(22-19))/(22*19)	%	-0.32	-0.32	-0.32		
26 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)/100	%	5.97	5.97	5.97		
27 FLUJO	mm	3.72	3.69	3.71	3.7	2 - 4
28 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1229	1118	1253		
29 FACTOR DE ESTABILIDAD	K.	1.00	1.00	1.00		
30 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1229	1118	1253	1200	Mín. 816
31 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3304	3030	3377	3237	1700 - 4000

CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
JOSÉ A. AQUINO SAAVEDRA
INGENIERO CIVIL
CIP. 104344



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
Técnico de Laboratorio de Suelos
Escuela N° 10000
Escuela N° 10000
Escuela N° 10000

Imagen 35 En esta imagen podemos observar la zona donde se desarrollará la investigación, jr. San Martín c1, c2, c3 y c4, jr. Cuzco c1 y c2, y jr. Moyobamba c1, c2 y c3.

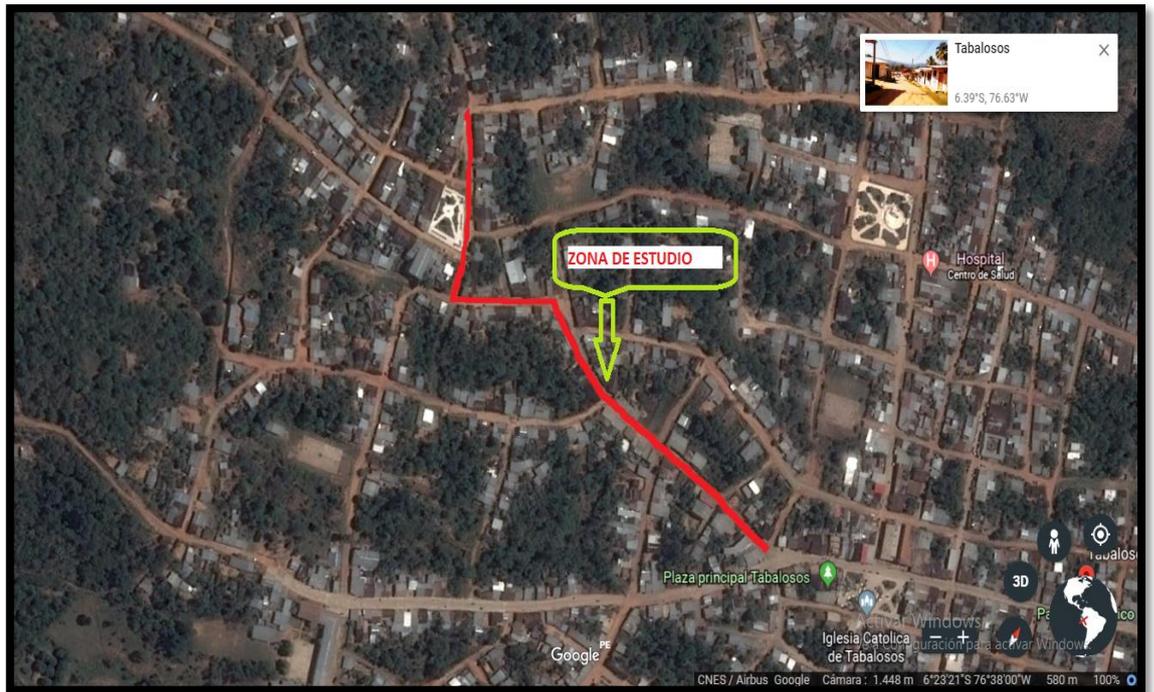


Imagen 36 En esta imagen se puede observar que se está ingresando las coordenadas tomadas con GPS para dar inicio al levantamiento topográfico.



Imagen 37 En esta imagen se puede observar realizando el levantamiento de detalles desde la E-4.



Imagen 38 Se puede observar la ubicación de la calicata n° 1 en la progresiva 0+440



Imagen 39 Se puede observar la ubicación de la calicata n° 2 en la progresiva 0+240



Imagen 40 Se puede observar la ubicación de la calicata n° 3 en la progresiva 0+080



Imagen 41 Se puede observar pesando la muestra para el ensayo de humedad natural



Imagen 42 Se puede observar colocando la descripción a cada tarro por calicatas y el número de capa que corresponde para el ensayo de humedad natural



Imagen 43 Se puede observar colocando los tarros en el horno a una temperatura de 110° C para el ensayo de humedad natural



Imagen 44 Se puede observar al tesista extrayendo la muestra luego de 24 horas. De secado en el horno a una temperatura de 110°C para el ensayo de humedad natural



Imagen 45 Se puede observar realizando el proceso de secado de la muestra en la estufa para el ensayo de granulometría



Imagen 46 Se puede observar realizando el proceso de secado de la muestra en la estufa para el ensayo de granulometría



Imagen 47 Se puede observar que se está sumergiendo las briquetas para el baño María.



Imagen 48 Podemos observar los gránulos de plástico para la mezcla modificada.



Imagen 49 Se puede observar las 15 briquetas de la mezcla modificada.



Imagen 50 Se puede observar la briqueta en la prensa Marshall lista para la rotura.



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

Apellidos y nombres del experto: ING. ANDRÉS PINEDO DELGADO
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Especialidad : INGENIERO CIVIL - METODÓLOGO
 Instrumento de evaluación : FICHA TÉCNICA
 Autor (s) del instrumento (s): PEDRO RAMÍREZ ALVARADO, WENSLEY DEHAN TANANIA SALAS

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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</u>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variables: <u>Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</u> 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: <u>Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</u>					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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</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						46

(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, 13 de Julio de 2018

Sello personal y firma



Mg. ANDRÉS PINEDO DELGADO
 Reg. CIP N° 129022



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ING. JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : FICHA TÉCNICA
 Autor (s) del instrumento (s): PEPRO RAMÍREZ ALVARADO, WENSLEY OSMAN TANANTA SALAS

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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</u> .				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variables: <u>Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</u> 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: <u>Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</u> .				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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado</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						46

(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)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Tarapoto, 13 de Julio de 2018

Sello personal y firma


 JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6777

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

Apellidos y nombres del experto: ING. LUIS PAREDES AGUILAR
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : FECHA TÉCNICA
 Autor (s) del instrumento (s): PEORO RAMÍREZ ALVARADO WENSLEY OCHAN TANANTA SALAS

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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado 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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variables: Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado 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: Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado				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 carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado					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					42	

(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: 42

Tarapoto, 13 de Julio de 2018

Sello personal y firma

 Ing. LUIS PAREDES AGUILAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 77374

Constancia de autorización por parte del municipio de Tabalosos para realizar nuestros estudios.



Municipalidad Distrital de Tabalosos
PROVINCIA DE LAMAS – REGIÓN SAN MARTÍN



"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Tabalosos, 31 de Agosto del 2018

OFICIO N°208-2018-A-MDT

Sr.(a)
Pedro Ramírez Alvarado
Est. Ingeniería Civil

ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

REFERENCIA : Carta N°001-2018-CVG
Nota de Coordinación N°060-2018-GIDUyR/MDT

Me dirijo a usted saludándole cordialmente a nombre de la Municipalidad Distrital de Tabalosos. En cumplimiento al documento de la referencia, autorizo el permiso para desarrollar el Proyecto de Investigación, denominado "Diseño de Carpeta Asfáltica Gránulos de Plástico Reciclado para Mejorar la Transitabilidad del Jr. San Martín, Distrito de Tabalosos – 2018", a fin de cumplir con el desarrollo de la tesis en mención.

Agradeciendo la atención al presente, me suscribo de usted.

Atentamente,



JACKSON TORRES DAVILA
ALCALDE

DISTRIBUCION

1. Interesados.
2. Archivo.

JIRON IQUITOS S/N-PLAZA CENTRAL-TABALOSOS



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mg. Tania Arévalo Lazo, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada "**DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO GRÁNULOS DE PLÁSTICO RECICLADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO DE TABALOSOS-2018**", del (de la) estudiante Tananta Salas Winsley Ocman, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18%, 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.

06 de marzo del 2019

Mg. Tania Arévalo Lazo
DNI: 44086934

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

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo Mg. Ing. Zadiith Nancy Garrido Campaña docente de la Facultad Ingenierías y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) del trabajo de investigación titulada

"Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos - 2018", del (de la) estudiante **Ramírez Alvarado, Pedro** constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% 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.

Cacatachi, 09/02/2019



.....
Mg. Ing. Zadiith Garrido Campaña
DNI: 43235341



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CÍVIL

“Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Pedro Ramírez Alvarado
Winsley Oeman Tananta Salas



Match Overview		
18%		
1	repository.ucatolica.ed... Internet Source	1%
2	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	1%
3	www.fao.org Internet Source	1%
4	core.ac.uk Internet Source	1%
5	Submitted to Universid... Student Paper	1%
6	itzamna.bnct.ipn.mx:8... Internet Source	1%
7	www.clubensayos.com Internet Source	1%



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Winsley Osmán Tananta Salas
identificado con DNI N° 70077100, egresado de la Escuela Profesional de
Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo,
autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo
de investigación titulado
" DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO DRENAJOS
DE PLÁSTICO RECLAMADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD
DEL JR. SAN MARTÍN, DISTRITO DE TABALOSOS #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: 70077100

FECHA: 26 de Marzo del 2018

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



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.0
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Pedro Ramírez Alvarado
identificado con DNI N° 71518139, egresado de la Escuela Profesional de
Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo,
autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo
de investigación titulado
"Diseño de Carpeta asfáltica aplicando gránulos
de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad
del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos - 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: 71518139

FECHA: 05 de abril del 2019

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



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:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara
Directora de Investigación

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Pedro Ramírez Alvarado
Winsley Ocman Tananta Salas

INFORME TÍTULADO:

“Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero civil

SUSTENTADO EN FECHA: 20 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 13


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