



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**  
**“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE  
CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE  
UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-  
LAMBAYEQUE”**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Yalico Lazaro Guillermo Angel**  
**ORCID:0000-0002-5699-1590**

**Asesor:**

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**  
**ORCID:0000-0003-3182-8735**

**Línea de Investigación:**  
**Infraestructura, Tecnología y Medio ambiente**

**Pimentel – Perú**  
**2022**

APROBACIÓN DE JURADO:

**“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE  
CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE  
UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-  
LAMBAYEQUE”**

---

**Bach. Yalico Lazaro Guillermo Angel**

**Autor**

---

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**

**Asesor**

---

**Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl**

**Presidente del Jurado**

---

**Mg. Marín Bardales Noé Humberto**

**Secretario del Jurado**

---

**Mg. Tepe Atoche Victor Manuel**

**Vocal del Jurado**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente investigación a mi madre Marleny, mi abuela Solvey, a mi hermana Carla, a mis tíos Fernando y Silvia y mis sobrinos Dairon y Valentina, son personas que quiero mucho son partes de mi familia que me han apoyado a lo largo de mi carrera como profesional.

Guillermo Angel Yalico Lazaro

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida, guiarme por el camino del bien y protegerme.

A mi madre y mi abuela por su apoyo incondicional a largo de mi carrera universitaria y por sus consejos que siempre me han dado para ir por el buen camino.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería civil que han sido gran parte de mi vida universitaria por proporcionarme conocimiento académico y experiencias.

A Alejandra por su apoyo incondicional y por aconsejarme siempre en las circunstancias difíciles que he pasado.

Guillermo Angel Yalico Lazaro

## Resumen

Perú muestra un incremento en el parque automotor necesitándose así pavimentos asfálticos que cumplan con resistir desplazamientos, deformaciones bajo la acción de cargas y ser durables, reduciendo así costos de mantenimiento y rehabilitación. Por lo tanto, la investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la fibra de bagazo de caña (FBC) en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica. La metodología es de tipo aplicada – tecnológica con un diseño experimental, la muestra consto de 180 briquetas asfálticas para diseñar los tipos de tránsito (A, B y C), los agregados pétreos fueron obtenidos de la cantera la Pluma, ubicada en Batán Grande Km 5 y la FBC de la empresa Agroindustria Pomalca S.A.A. Los resultados correspondientes a la calidad de los agregados pétreos cumplieron con los estándares de la norma MTC EG 2013 de la sección 423-01 y 02; el diseño granulométrico realizado para las mezclas convencionales y modificadas con FBC resultó un tipo de gradación MAC - 02 de la combinación teórica de los agregados. Se concluye que usar FBC en mezcla asfáltica con 0.50%, mejora la estabilidad, flujo, índice de rigidez y los parámetros volumétricos para los tipos de tránsito analizados, el tipo “A” mostró una estabilidad de 8.04%, índice de rigidez 7.35% y un flujo 13.8 (0.01”), el “B” mostró una estabilidad de 5.37 %, índice de rigidez 12.58% y un flujo 14.8 (0.01”) y para “C” mostró una reducción en la estabilidad en un 1.92%, índice de rigidez 12.18% y un flujo de 17.5 (0.01”).

**Palabras claves:** Fibra de bagazo de caña de azúcar, mezcla asfáltica, estabilidad, flujo, índice de rigidez y mezcla asfáltica.

## Abstract

Peru shows an increase in the vehicle fleet, thus requiring asphalt pavements that comply with resisting displacement, deformation under the action of loads and being durable, thus reducing maintenance and rehabilitation costs. Therefore, the research aimed to evaluate the influence of cane bagasse fiber (FBC) on the mechanical properties of an asphalt mixture. The methodology is of an applied type - technological with an experimental design, the sample consisted of 180 asphalt briquettes to design the types of traffic (A, B and C), the stone aggregates were obtained from the La Pluma quarry, located in Batán Grande Km. 5 and the FBC of the company Agroindustria Pomalca S.A.A. The results corresponding to the quality of the stone aggregates complied with the standards of the MTC EG 2013 standard of section 423-01 and 02; the granulometric design carried out for the conventional and modified mixtures with FBC resulted in a type of gradation MAC - 02 of the theoretical combination of the aggregates. It is concluded that using FBC in asphalt mixture with 0.50% improves stability, flow, stiffness index and volumetric parameters for the types of traffic analyzed, type "A" showed a stability of 8.04%, stiffness index 7.35% and a flow 13.8 (0.01"), the "B" showed a stability of 5.37%, index of rigidity 12.58% and a flow 14.8 (0.01") and for "C" it showed a reduction in stability in 1.92%, index of stiffness 12.18% and a flow of 17.5 (0.01").

**Keywords:** Sugarcane bagasse fiber, asphalt mixture, stability, flow, stiffness index and asphalt mixture.

## ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN .....	12
1.1.	Realidad Problemática .....	12
1.2.	Trabajos previos.....	16
1.3.	Teorías relacionadas al tema. ....	22
1.4.	Formulación del problema.....	37
1.5.	Justificación e importancia del estudio .....	37
1.6.	Hipótesis.....	38
1.7.	Objetivos .....	38
1.7.1.	Objetivo General.....	38
1.7.2.	Objetivos Específicos. ....	38
II.	MATERIAL Y MÉTODO.....	39
2.1.	Tipo y Diseño de investigación.....	39
2.2.	Población y muestra.....	39
2.3.	Variables y Operacionalización .....	40
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	42
2.5.	Procedimiento de análisis de datos.....	43
2.6.	Criterios éticos.....	48
2.7.	Criterios de Rigor Científico.....	48
III.	RESULTADOS.....	49
3.1.	Resultados en tablas y figuras. ....	49
3.2.	Discusión de los resultados.....	93
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
4.1.	Conclusiones.....	94
4.2.	Recomendaciones.....	96
	REFERENCIAS .....	97
	ANEXOS.....	103

## Índice de tabla

Tabla 1. Selección del tipo de cemento asfáltico .....	24
Tabla 2. Requerimientos para los agregados gruesos .....	27
Tabla 3. Requerimientos para los agregados finos .....	27
Tabla 4. Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC) .....	28
Tabla 5. Requisito para mezcla de concreto bituminoso .....	33
Tabla 6. Vacíos mínimos en el agregado mineral. ....	35
Tabla 7. Características biométricas de fibra de diversas fuentes .....	37
Tabla 8. Número de ensayos para mezclas asfálticas .....	40
Tabla 9. Operacionalización de la variable dependiente.....	41
Tabla 10. Operacionalización de la variable independiente.....	42
Tabla 11. Requerimiento para la calidad del agregado fino.....	49
Tabla 12. Requerimiento para la calidad del agregado grueso.....	49
Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado grueso .....	50
Tabla 14. Análisis granulométrico del agregado fino .....	51
Tabla 15. Análisis granulométrico del filler.....	52
Tabla 16. Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño convencional.....	53
Tabla 17. Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño con FBC a 0.25%. ....	54
Tabla 18. Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño con FBC a 0.50%. ....	56
Tabla 19. Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño con FBC a 1.00 %. ....	57
Tabla 20. Resumen de los resultados de las propiedades físicas - mecánicas para el tránsito liviano - Muestra convencional y modificadas con FBC. ...	91
Tabla 21. Resumen de los resultados de las propiedades físicas - mecánicas para el tránsito mediano - Muestra convencional y modificadas con FBC. ...	92
Tabla 22. Resumen de los resultados de las propiedades físicas - mecánicas para el tránsito pesado - Muestra convencional y modificadas con FBC. ...	92



## Índice de figuras

Figura 1. Proceso de fabricación de los productos asfálticos. ....	23
<i>Figura 2.</i> Cemento asfáltico Pen 60/70.....	24
Figura 3. Combinación de agregados pétreos, filler, FBC y C.A Pen 60/70 (mezcla asfáltica en caliente).....	29
Figura 4. Elaboración de la mezcla asfáltica por su temperatura. ....	30
<i>Figura 5.</i> Fibra de bagazo de caña. ....	36
Figura 6. Instrumentos, laboratorio LEMS W&C. ....	43
Figura 7. Diagrama de Procesos. ....	44
Figura 8. Cantera La Pluma - Batan Grande km 5.....	45
Figura 9. Obtención de los materiales .....	45
Figura 10..Elaboración de ensayos para los agregados .....	46
Figura 11.Elaboración de la mezcla asfáltica.....	46
Figura 12.Grupo de briquetas asfálticas. ....	47
Figura 13. Baño de agua maría .....	47
Figura 14. Equipo Marshall - Briquetas asfálticas.....	48
Figura 15.Curva granulométrica del agregado grueso.....	51
Figura 16.Curva granulométrica del agregado fino.....	52
Figura 17.Curva granulométrica tipo MAC- 2, para el diseño .....	54
Figura 18.Curva granulométrica MAC-2, para el diseño con 0.25%FBC ...	55
Figura 19.Curva granulométrica MAC- 2, para el diseño con 0.50% FBC. ...	56
Figura 20.Curva granulométrica MAC- 2, para el diseño con 1.00% FBC. ...	58
<i>Figura 21.</i> Vacíos de aire - Tránsito "C" de la mezcla convencional.....	58
Figura 22.Vacíos de aire - Tránsito "B" de la mezcla convencional. ....	59
Figura 23.Vacíos de aire - Tránsito "A" de la mezcla convencional.....	59
Figura 24.V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.....	60
Figura 25.V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional. ....	60
Figura 26.V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional. ....	60
Figura 27.P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional. ....	61
Figura 28.P.unitario - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional. ...	61
Figura 29.P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional. ....	61
Figura 30.Polvo/asfalto- Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional. ...	62
Figura 31.Polvo/asfalto - Tránsito "B" de la mezcla convencional. ....	62

Figura 32.Polvo/asfalto - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.	62
Figura 33.Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.....	63
Figura 34.Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional. ....	63
Figura 35.Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional. ....	63
Figura 36.Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.....	64
Figura 37.Estabilidad - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional..	64
Figura 38.Estabilidad - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional....	65
Figura 39.Índice de rigidez - Tránsito "C" de la mezcla convencional.....	65
Figura 40.Índice de rigidez - Tránsito "B" de la mezcla convencional.....	65
Figura 41.Índice de rigidez - Tránsito "A" de la mezcla convencional.....	66
<i>Figura 42. Vacíos de aire - Tránsito liviano "C", mezcla con 0.25% FBC. .</i>	<i>66</i>
Figura 43.Vacíos de aire - Tránsito "B" de la mezcla con 0.25% FBC.....	67
Figura 44.Vacíos de aire - Tránsito "A" de la mezcla con 0.25% FBC.....	67
Figura 45.V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.....	68
Figura 46.V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC. ...	68
Figura 47.V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	68
Figura 48.P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC. ...	69
Figura 49.P.unitario - Tránsito "B" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	69
Figura 50.P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.	69
Figura 51.Polvo/asfalto- Tránsito "C" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	70
Figura 52.Polvo/asfalto - Tránsito "B" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	70
Figura 53.Polvo/asfalto - Tránsito "A" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	70
Figura 54.Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.....	71
Figura 55.Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	71
Figura 56.Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	72
Figura 57.Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.	72
Figura 58.Estabilidad - Tránsito "B" de la mezcla con 0.25% FBC. ....	73
Figura 59.Estabilidad - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.	73
.....	73
Figura 60.Índice de rigidez - Tránsito "C" de la mezcla con 0.25%FBC ....	73
Figura 61.Índice de rigidez-Tránsito "B" de la mezcla con 0.25% FBC.....	74
Figura 62.Índice de rigidez-Tránsito "A" de la mezcla con 0.25% FBC.....	74
<i>Figura 63. Vacíos de aire - Tránsito liviano "C", mezcla con 0.50% FBC. .</i>	<i>75</i>

Figura 64.	Vacíos de aire - Tránsito "B" de la mezcla con 0.50% FBC.....	75
Figura 65.	Vacíos de aire - Tránsito "A" de la mezcla con 0.50% FBC.....	75
Figura 66.	V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.....	76
Figura 67.	V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC. ...	76
Figura 68.	V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	76
Figura 69.	P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC. ..	77
Figura 70.	P.unitario - Tránsito "B" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	77
Figura 71.	P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.	77
Figura 72.	Polvo/asfalto- Tránsito "C" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	78
Figura 73.	Polvo/asfalto - Tránsito "B" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	78
Figura 74.	Polvo/asfalto - Tránsito "A" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	78
Figura 75.	Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.....	79
Figura 76.	Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	79
Figura 77.	Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	80
Figura 78.	Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.	80
Figura 79.	Estabilidad - Tránsito "B" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	81
Figura 80.	Estabilidad - Tránsito "A" de la mezcla con 0.50% FBC. ....	81
Figura 81.	Índice de rigidez -Tránsito "C" de la mezcla con 0.50% FBC ....	81
Figura 82.	Índice de rigidez-Tránsito "B" de la mezcla con 0.50%FBC.....	82
Figura 83.	Indice de rigidez -Tránsito "A"de la mezcla con 0.50%FBC.....	82
<i>Figura 84.</i>	Vacíos de aire - Tránsito liviano "C", mezcla con 1.00% FBC. .	83
Figura 85.	Vacíos de aire-Tránsito "B" de la mezcla con 1.00% FBC.....	83
Figura 86.	Vacíos de aire - Tránsito "A" de la mezcla con 1.00% FBC.....	83
Figura 87.	V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.....	84
Figura 88.	V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC. ...	84
Figura 89.	V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	85
Figura 90.	P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC. ..	85
Figura 91.	P.unitario - Tránsito "B" de la mezcla con 1.00 % FBC.....	86
Figura 92.	P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.	86
Figura 93.	Polvo/asfalto- Tránsito "C" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	86
Figura 94.	Polvo/asfalto - Tránsito "B" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	87
Figura 95.	Polvo/asfalto - Tránsito "A" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	87
Figura 96.	Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.....	87

Figura 97. Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	88
Figura 98. Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	88
Figura 99. Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	89
Figura 100. Estabilidad - Tránsito "B" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	89
Figura 101. Estabilidad - Tránsito "A" de la mezcla con 1.00% FBC. ....	90
Figura 102. Índice de rigidez-Tránsito "C" de la mezcla con 1.00%FBC ....	90
Figura 103. Índice de rigidez-Tránsito "B" de la mezcla con 1.00%FBC.....	90
Figura 104. Índice de rigidez-Tránsito "A" de la mezcla con 1.00%FBC.....	91
Figura 105. Cuarteo del agregado grueso y fino.....	211
Figura 106. Ensayo de equivalente de arena. ....	211
<i>Figura 107. Ensayo granulométrico. ....</i>	<i>211</i>
Figura 108. Elaboración de la mezcla asfáltica.....	212
Figura 109. Vaciado y compactación con el martillo Marshall. ....	212
Figura 110. Briquetas sumergidas en baño maría y medición de las dimensiones.....	212
Figura 111. Briquetas asfálticas después del ensayo Marshall .....	213

## **I INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **1.1.1. A nivel internacional**

En Colombia, la caña de azúcar es el segundo producto con mayor amplitud en sus cosechas, realizaron estudios sobre los desechos que producen las agroindustrias azucareras, obteniendo que aproximadamente producen 6 millones de toneladas de bagazo de caña de azúcar (BCA) y solo 1 millón de estos son utilizados para otras actividades y lo sobrante de los residuos son arrojados al ríos y quemados contaminando el suelo, el aire y el agua (Cueva *et al.*, 2017).

Brasil es uno de los países que ha realizado múltiples investigaciones para los pavimentos asfálticos, con el objetivo de reducir la degradación de la superficie de rodadura, dado que cada vez es más notorio las fallas que se manifiestan como agrietamiento por fatiga y deformaciones permanentes esto son los resultados de la acción climática y por los esfuerzos de los vehículos, conllevando que la estructura tenga menor vida útil en comparación con otras estructuras, por lo tanto se ha llevado a cabo utilizar técnicas de reciclaje, mantenimiento y adicionar otros componentes en la mezcla asfáltica con el fin de alargar su vida útil, reducir costos de mantenimiento y aliar con el tema ambiental (Centofante *et al.*, 2018).

Saboo y Kumar (2016), mencionan que las altas tensiones son dadas por las cargas de vehículos pesados y el aumento de temperatura está afectando al desempeño del pavimento asfáltico, ya que aumenta el envejecimiento prematuro de los materiales esto afecta a las propiedades de las mezclas reduciendo su resistencia, estabilidad dando como consecuencia un mal estado a la red vial, no cumple con el confort a los usuarios, mayores costos de manteniendo afectando económicamente la inversión del país.

Los tecnólogos en pavimento están realizando investigaciones del comportamiento funcional y estructural de los pavimentos asfálticos con residuos orgánicos (fibra de caña, fibra de cocoa, cáscara de arroz) provenientes de las agroindustrias, con el objetivo de proteger el ecosistema y tener pavimentos sostenibles con mayor vida útil, sabiendo que para la construcción de pavimentos se usa gran cantidad de materiales no renovables y esto conlleva a la degradación del medio ambiente (Guan *et al.*, 2019).

Figuroa y Fonseca (2015), señala que Colombia es uno de los países con mayor deficiencia en infraestructura vial, se manifiesta fisuras, desplazamientos permanentes en las superficies asfálticas cuando estas reciben cargas de tránsito, estos problemas son dados por un mal manejo en la dosificación ligante-agregado y su interacción en tanto al rendimiento que ofrecen los materiales ante los cambios imprevistos del clima y su compactación que se presentan en la mezcla.

En Jordania se ha llevado a cabo investigaciones, del comportamiento físico - mecánico de las mezclas asfálticas debido al gran crecimiento del volumen, carga de tráfico, presiones de los neumáticos y los cambios de climas afectando al desempeño de la infraestructura asfáltica, es uno de los países donde la temperatura local del pavimento se encuentran en rangos de  $-7^{\circ}\text{C}$  durante la temporada de invierno y hasta  $48^{\circ}\text{C}$  durante el verano dando como resultado agrietamiento temprano, deformación, hundimiento, piel de cocodrilo todo estas falla conlleva a un aspecto económico asociado con la rehabilitación y el remplazo de pavimento deteriorado (Bdour *et al.*, 2015).

Herrera de la rosa *et al.*, (2018), los especialistas del asfalto en Cuba buscan las mejoras de las propiedades de mezcla de asfalto, dado que un constante mantenimiento implica altos costos, esto forma un elemento fundamental para el desarrollo del país en el ámbito socioeconómico.

Khurshid *et al.*, (2019) el reto que se enfrentan a diario los gerentes de infraestructura vial en la construcción de pavimentos flexibles es de cómo mantener el desempeño aceptable de estos, dado que existe un escenario de aumento de vehículos diarios esto conlleva a mayores esfuerzos en la capa superficial de rodadura y además en la mayoría de los casos no se cuentan con los fondos para llevar a cabo la reparación, limpieza y restauración de la vía.

Existen dos tipos de estructuras para carreteras que son el pavimento flexible y rígido, los pavimentos flexibles son los más usados debido a las ventajas que ofrece como menores costo en su colocación, mantenimiento, reparación, resistencia a la temperatura, en china el 90% de sus carreteras están conformadas por pavimento flexible mientras en EE.UU presenta un 95% aproximadamente, su desempeño depende del incremento en la intensidad de carga repetida de los vehículos esto puede producir fallas en los pavimentos como grietas, ahuellamiento, baches (Yue *et al.*, 2019).

El Instituto Nacional de Carreteras (INVIAS) de Colombia realizó un estudio estadístico, del estado de la red vial donde posee 9115 km aproximadamente, donde el 75.11% son carreteras pavimentadas, 24.69% sin pavimentar, con respecto a las carreteras pavimentadas el 47.29% se encuentran en condiciones mala o regular, visualizando este panorama se buscó implementar nuevas tecnologías con nuevos materiales, para aumentar el grado de desempeño, rendimiento mecánico y funcional frente a deformaciones permanentes, grietas por fatiga y acción climática (Lozano *et al.*, 2020).

El Gobierno de Corea del Sur tiene un aproximado del 93% de sus carreteras pavimentadas, al pasar de los años a ocurrido un aumento en el número vehículos y cambio climático, para evitar los costos excesivos en mantenimiento de carreteras, el gobierno pretende emplear nuevos materiales (caucho, fibra natural, cenizas) para los pavimentos asfálticos con la finalidad de aumentar el rendimiento, la durabilidad, comodidad y seguridad (Choi *et al.*, 2019).

Los pavimentos flexibles es uno de los métodos más usados en China por sus cualidades de resistencia a la fatiga, deslizamiento, comodidad del usuario y la rapidez en puesta en obra, pero los problemas que más impactan a las mezclas de asfaltos son el agrietamiento térmico dado por los cambios de temperatura, hundimiento, fisuras longitudinales y transversales, piel cocodrilo estos daños pueden ser causa por la deficiencia en el proceso constructivo, dosificación de la mezclas o estudios técnicos deficientes (Luo *et al.*, 2019).

### **1.1.2. A nivel nacional**

Lozada (2018), menciona que en el distrito de San Ignacio se están presentando problemas en la superficie asfáltica como patologías de fallas longitudinales, transversales, grieta de borde, piel de cocodrilo y desintegración, realizando ensayos en laboratorio de la extracción de briquetas de la carpeta asfáltica existente se establece que el porcentajes de vacíos tiene un valor 5.58 % y un 4.79% de cemento asfáltico tiende a estar por debajo del diseño, de acuerdo a los resultados se establece que las fallas que se presentan en la carpeta asfáltica es por un mal manejo de los parámetros volumétricos.

Montoya (2019), en Lima y Callao como en otras ciudades del Perú hay un incremento en el número de vehículos y como consecuencia se visualiza un deterioro de la estructural superficial del pavimento en la cual se presentan gran

parte de sus calles con baches y grietas en su estudio realizado solo el 29% cuenta con una superficie de pavimento en buen estado este dato nos indica que la mayor parte de la infraestructura pavimentada no cuenta con las propiedades mecánicas-físicas para tener un buen desempeño bajo cargas repartidas de los vehículos, este déficit es uno de los factores de accidentes de tránsito en los últimos 20 años se ha tenido una tasa 2.59% de accidentes por el mal estado de las vías.

Vásquez (2019) menciona que en la ciudad de Chota luego de haberse instalado la carpeta asfáltica en menos de 4 años se presenta un deterioro significativo incumpliendo con la vida útil que esta fue diseñada, dando como problemas de averías a los vehículos que transitan por la vía, causando gastos, también produciendo desconciertos a los ciudadanos que no mejoran su calidad de vida, este problema conlleva a mayores gastos del proyecto dado que se realizan gastos adicionales como reparaciones, rehabilitación, reconstrucción, en su estudio que se realizó de las calles Jr. Gregoria de Malca y Jr. Mariscal Castilla se presentan las siguientes fallas y unos de los factores perjudiciales para la durabilidad de los pavimentos es el agua.

### **1.1.3. A nivel local**

En la actualidad la ciudad Chiclayo presenta un déficit en la infraestructura vial a nivel de pavimentos, conociéndose que cada vez hay aumento en el parque automotor, cargas de tránsito y agentes ambientales como consecuencia de esto se presentan fallas. Las mezclas asfálticas que se emplean no cuentan con la suficiente estabilidad (capacidad de resistir a la deformación y desplazamiento).

Según la Contraloría comprueba que existe hundimiento en la superficie de rodadura de la ciudad de Chiclayo, diario andino (2017) menciona que la contraloría regional verificó el hundimiento en las calles 7 de enero, Elías Aguirre y hubo problemas similares en la Av. Bolognesi por ende existe inseguridad de los peatones y vehículos que transitan, estas causas son dadas por la baja estabilidad y un control inadecuado en la compactación de la carpeta asfáltica.

Según Campos (2019), menciona que distrito de José de Leonardo Ortiz, en sus calles se presenta deterioro en la superficie de pavimentos flexible, incumpliendo con el periodo de vida útil que estos fueron diseñados, causando como problemas la inseguridad a los usuarios y mayor tiempo de transportes, las fallas más frecuentes y con mayor envergadura son el desprendimiento del



pavimento con un 58%, baches 19%, piel de cocodrilo 3% del total de vía, los valores presente tiende que hay problema en la adherencia agregado-asfalto, baja capacidad de estabilidad de las mezclas producidas para pavimentos y no hay mejoramiento en las obras civiles dado que son de baja factibilidad.

## **1.2. Trabajos previos.**

### **1.2.1. A nivel internacional**

Li *et al.*,(2020), en su investigación “Investigation on characteristics and properties of bagasse fibers: Performances of asphalt mixtures with bagasse fibers”, el autor le da una gran importancia a la fibra de bagazo de caña (FBC) como un material innovador y ecológico en la construcción de pavimentos, resistente a altas temperaturas y mayor rendimiento mecánico, menciona que las FBC son rugosas, esto otorga una mayor adherencia con el aglutinante mejorando su desempeño frente a deformaciones bajo cargas de tráfico y acción del clima.

Dalhat *et al.*, (2020), en su investigación “Chicken feather fiber modified hot mix asphalt concrete: rutting performance, durability, mechanical and volumetric properties”, cuyo objetivo es diseñar un concreto asfáltico con adiciones de plumas de pollo, para tráfico superiores a 1 000 000 de ejes equivalentes, se llevó a cabo el método Marshall para tráfico pesado usando briquetas con 75 golpes por cada cara, se concluyó que la adición de plumas de pollo aumento las propiedades físicas- mecánicas con un porcentaje de 0.3%.

Haichuan *et al.*, (2022), en su investigación “Effect of laboratory aging on the stiffness and fatigue cracking of asphalt mixture containing bamboo fiber”, por la búsqueda de mejorar el rendimiento de la resistencia de fatiga de las mezclas asfálticas y reducir la contaminación ambiental los autores emplearon la fibra de bambú y la fibra de poliéster en porcentaje de 0.30% en peso del material y realizo el ensayo de módulo dinámico en cual tuvo resultado que la fibra natural de bambú mejora la resistencia al agrietamiento estructural y a las deformaciones.

Mirkovic´ *et al.*, (2019), en su investigación “Effect of Different types of fly ash on properties of asphalt mixtures”, cuyo objetivo es realizar briquetas asfálticas con adición de cenizas volantes, estas fueron preparadas en diferente porcentaje 25%, 50%, 75% y 100% sustituyendo el filler, se utilizó asfalto B 50/70, donde concluye que el uso de cenizas volantes mejora las propiedades volumétricas, la estabilidad Marshall, resistencia a la humedad y deformaciones.

Aljubory et., (2021), en su investigación “Effects of cellulose fibers on the properties of asphalt mixtures”, el objetivo de la investigación es evaluar la fibra celulosa en por porcentajes 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% aplicando el método húmedo y seco en la mezcla asfáltica. Para determinar las propiedades volumétricas y mecánicas se usó la metodología Marshall y la prueba de resistencia a la tracción indirecta. Resultados: demostró que la estabilidad fue mejorada en un 28.6% con fibra celulosa (7.5%) y la densidad en un 1.53% con fibra celulosa (2.5%). Concluye que la fibra celulosa se puede emplear como un aditivo sostenible debido a que mejora el desempeño de la mezcla asfáltica.

Pirmohammad et al., (2020), en su investigación “Influence of natural fibers (kenaf and goat) on mixed mode I/II fracture strength of asphalt mixtures”, tuvo como objetivo emplear la fibra de kenaf y lana de cabra para determinar la resistencia a la fractura de la mezcla asfáltica. Empleo un ligante asfáltico 60/70 y selecciono un contenido de vacíos del 4% para todos los diseños la dosis y las longitudes de trabajo fueron (0.1%, 0.2% y 0.3%) y (4 mm, 8mm y 12 mm), respectivamente. Concluye que los 2 tipos de fibras mejoran la resistencia a la fractura, pero depende mucho de la longitud y el contenido que se utilice.

Choudhary *et al.*,(2018), en su investigación titulada “Properties of waste polyethylene terephthalate (pet) modified asphalt mixes: Dependence on pet size pet content, and mixing process” el objetivo es evaluar las propiedades de las mezclas asfálticas incorporando polietileno de tereftalato (PET), se analizó estadísticamente a través de la varianza usando tres variables el tipo de proceso, tamaño de las partículas y el contenido de PET en porcentaje de 2.5%, 5% y 7.5% del peso total de la briqueta, concluyendo que el 5% de PET es el óptimo porcentaje, brindando un aumento de estabilidad Marshall en un 30% mayor que las mezclas control.

Jamal *et al.*, (2017), en su investigación “Characterization of carbon nano-fiber modified hot mix asphalt mixtures”, cuyo objetivo es estudiar el desempeño y el rendimiento de las mezclas asfálticas con nano fibra de carbono, se llevó a cabo a realizar un total de 24 muestras con adición de nano fibra de carbono siendo el 4% el contenido óptimo, se concluyó que las mezclas modificadas, mejora la adhesión del aglutinante y ayuda a resolver los problemas de fatiga y deformaciones permanentes.

Sheng, *et al.*, (2019), en su investigación “Laboratory Investigation on the use of bamboo fiber in Asphalt mixtures for Enhanced Performance”, cuyo objetivo es determinar la estabilidad térmica de la fibra de bambú y obtener el contenido óptimo para un mayor desempeño en las mezclas asfálticas, para él estudió se usaron 4 porcentajes de fibra 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% del peso de la briqueta, realizaron ensayos con el método Marshall y estabilidad térmica para temperaturas de 180 °C, 230°C y 320°C para las fibras de bambú, concluyeron que los porcentajes óptimos es 0.2% y 0.3% proporcionando un mayor desempeño en resistir cargas externas.

Mansob *et al.*, (2017) en su investigación “Engineering characterisation of epoxidized natural rubber-modified hot-mix asphalt”, los especialistas en asfaltos añadieron caucho natural en porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% en la preparación de briquetas asfálticas con el objetivo de mejorar las características mecánicas y volumétricas de los pavimentos asfálticos, usaron un pet 80/100 y un tamaño de agregado máximo nominal de 19 mm, concluyó que las mezclas modificadas con caucho natural obtienen mayor resistencia al agrietamiento por fatiga.

Slebi, *et al.*, (2019) en su investigación “Mechanical performance of fibers in hot mix asphalt”, tuvo como objetivo “Evaluar las mezclas asfálticas incorporando fibras”, los ensayos que llevaron a cabo estabilidad, flujo y estabilidad térmica de la fibra, concluyeron que las fibras aumentan el rendimiento mecánico, mejora la interconexión entre agregado y asfalto, previene la exudación del asfalto en época de verano.

Bejarano y Caicedo (2017) en su tesis denominada “Análisis del Comportamiento Físico–Mecánico de la mezcla asfáltica tipo MDC.19 con fibra natural de caña de azúcar” cuyo objetivo es analizar el comportamiento y las características de las M.A.C con la adición de fibra natural de caña y encontrar la dosificación apropiada para la mejora de las mezclas resultantes, en su investigación busca una nueva tecnología para M.A.C para ello se realizaron especímenes asfálticas con un concreto asfáltico (60/70) con diferente porcentaje de fibra orgánica resultando 0.5% el porcentaje óptimo, para ello los resultados tiene un efecto positivo dando beneficios económicos, técnicos y ambientales, mejora la estabilidad, la relación de rigidez, y un menor desgaste comparadas con las mezclas convencionales, se aplicó el diseño Marshall y el ensayo de catabro.

Kusuma *et al.*, (2020), en su investigación titulada “An analysis of characteristic of Asphalt Pen 60/70 mixed with gilsonite additive”, llevó a cabo una investigación experimental, incorporando gilsonita en 4.5%, 5.5%, 6.5%, 7.5% y 8.5% en mezclas de asfalto, concluyó que los porcentajes óptimos son de 7.5% y 8.5%, ya que presento un aumento en la resistencia a las esfuerzas externas, mayor durabilidad y las mezclas modificadas tienden a tener mayor desempeño en climas cálido.

Mrova (2017), en su investigación “Investigation of usability of basalt fibers in hot mix asphalt concrete”, llevó a cabo a realizar 21 especímenes asfálticos de acuerdo con las especificaciones técnicas de Turquía y evaluaron los especímenes modificados con fibras de basalto, concluyó que las mezclas de asfalto modificadas con fibra de basalto mejoran el desempeño mecánico, esto conlleva a mejorar su resistencia bajo las cargas de tráfico, siendo el 0.5% el contenido óptimo.

Ramadhansyah *et al.*, (2019), en su investigación “Stability and voids properties of hot mix asphalt containing black rice husk ash”, tuvo como objetivo evaluar las propiedades físicas- mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas con cenizas de cáscara de arroz en porcentajes de 2%, 4% y 6% del peso del espécimen, concluyó que las mezclas modificadas con un porcentaje 6% proporcionaron un aumento en la resistencia Marshall, mayor rigidez y cumple con las condiciones de huecos de aire.

Coicue y Sepulveda (2017), en su investigación denominada “Polietileno de baja densidad como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19”, se usó polietileno de baja densidad (trozos de bolsas plásticas) por medio de la vía seca, para la elaboración de las briquetas se utilizó un PEN (60/70) se concluye que el porcentaje óptimo (PEBD) es 1% mejorando las propiedades mecánicas en un 23%, en los ensayos de Marshall por medio de la vía humedad las muestras pierde adherencia en el concreto asfáltico-agregado esto tiende que las propiedades estén por debajo de lo establecido por INVIAS, pero ocurre lo contrario cuando las briquetas son modificadas por la vía seca los resultados son positivos mejorando la resistencia a las cargas impuestas por el tránsito en un 25.04%, esto a su vez reduce un 20% de las apariciones de grietas, fisuras, la relación de vacíos no se altera significativamente dado que se encuentra en los rangos especificados por la norma.

Loaiza & Colorado (2018), en su investigación “Marshall stability and flow tests for asphalt concrete containing electric arc furnace dust waste with high ZnO Contents from the steel making process”, tuvo como objetivo “evaluar la deformación, rigidez, parámetros volumétricos y estabilidad para briquetas asfálticas modificadas con polvo de hornos eléctricos”, concluyó que las briquetas convencionales no alcanzan las condiciones mínimas de diseño, con respecto a las briquetas modificadas mejoró en un 47.36% la estabilidad con un porcentaje de adición del 20% del peso total del espécimen.

Segura (2016), en su tesis investigación “Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas, con escoria de acero”, tuvo como objetivo evaluar los beneficios y desventajas sustituyendo un porcentaje del agregado convencional con escoria de acero para M.A.C, se aplicó el método Marshall para el estudio, los resultados fueron favorables siendo el porcentaje óptimo de escoria de acero un 12.5%, ofrece beneficios ambientales y económicos reduciendo los costos de mantenimiento, al aumentar la escoria el concreto asfáltico tiende a disminuir y estabilidad aumenta mejorando la resistencia a la deformación que es producida por la carga distribuida del tránsito.

### **1.2.2. A nivel nacional**

Farfán y Flores (2019), en su investigación “Análisis y propuesta de carpeta asfáltica con la tecnología (S.M.A) modificada con fibra natural de caña de azúcar, cusco 2018” para la preparación de los especímenes se realizó con el método S.M.A siendo la mezcla con filler, cemento asfáltico y fibra, la gradación es abierta se tiene que los porcentajes de vacíos son mayores para ello se utilizó fibra orgánica para reducir el escurrimiento donde prevalece el agregado grueso, para obtener el óptimo contenido de concreto asfáltico se realizó en rangos de 6%, 6.5%, 7% y 7.5% los resultados de estabilidad, flujo y rigidez fueron similares adicionando fibra de caña siendo el óptimo 10% de peso de la muestra.

Sosa (2018), en su investigación denominada “Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima–Perú 2018” su objetivo está basado en evaluar la mejora en su comportamiento mecánico con la adición del aditivo orgánico, teniendo como resultados para mezclas asfálticas convencionales 1362.4 kg y con adición del aditivo orgánico en un 8% dando un valor de 1056.4 kg ,esta disminución de estabilidad Marshall se dio por el exceso de aditivo

orgánico, Concluyó que una dosificación del 3% aditivo orgánico aumenta la estabilidad y la relación del índice de rigidez (kg/mm).

Cervera (2017), en su investigación denominada “Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016” usaron partículas de caucho reciclado en cantidades de 0.5% y 1% de peso de la mezcla, los especímenes fueron preparado para tránsito pesado, se realizaron las pruebas en cual se tuvo que al 1% obtuvo mejoras en los resultados para las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas y al plazo de 5 años los costos de mantenimiento reducirían en 8.4%.

### **1.2.3. Nivel local**

Quipusco y Villegas (2019), en su investigación denominada “Efectos de sustituir agregado grueso convencional por siderúrgico en las propiedades Físico-Mecánicas de mezclas asfálticas en caliente” sustituyeron el agregado grueso por siderúrgico buscando reducir la explotación de las canteras, en comparación de costos el acero es S/4.24 por m<sup>2</sup> más costoso por el transporte. Realizaron un control de calidad de los agregados y a la escoria determinando que el material que se eligió cumple con la normativa MTC, la absorción para la escoria no cumplió con 1% máx que debe tener el material teniendo 2.40% y para el diseño asfáltico empleo un tipo de MAC - 2. Realizando una evaluación integral de los resultados Marshall se concluye que la escoria en la mezcla asfáltica son beneficiosos en resistencia a la estabilidad dado que sigue la misma tendencia que la densidad, incrementándose hasta un 25% y luego reduciéndose por exceso de materia, el flujo tiende al incremento según se incrementa el porcentaje de escorias, el porcentaje de vacíos tienda a disminuir. (p. 115)

Valera (2018), en su tesis denominada “Evaluación del efecto de la cal hidrata y el polvo de ladrillo utilizado como relleno mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica” se utilizó la combinación del polvo de ladrillo-cal en cantidades (20-80, 40-60, 50-50, 60-40, 80-20 y 100-0) como filler y está siendo comparada con mezcla convencional que contengan cal hidrata para este tipo se utilizó una gradación MAC-2, la obtención de este residuo será de las demoliciones y construcciones que se están realizando de la ciudad de Chiclayo, concluye que el polvo de ladrillo mejora la resistencia a la deformación, pero una de las desventajas es el costos siendo más elevado a un 77% de la mezcla convencional.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema.**

Es importante entender los términos que intervienen en las variables de estudio, a continuación, se describirá las teorías relacionadas de la presente investigación.

#### **1.3.1. Asfalto**

Según Arenas (2006) el asfalto es un material natural oscuro que ha sido utilizado hace siglos por el hombre, la palabra asfalto que proviene de acadio, idioma hablado en Asiría entre los años 1400 y 1600 a.c en esta zona se le llamaba “Shalto” que tiene como significado “el o lo que hace caer” y así fue evolucionando y obteniendo otros términos como en francés (asphalte), actualmente conocido en español (asfalto) y en inglés (asphalt).

Según Arenas (2006), el asfalto es de color oscuro , que cuenta con propiedades ligante , adherencia y conformado por elementos carbono e hidrógeno que presentan una resistencia semisólida a temperatura ambiente y cambia de estado a liquidez en que su temperatura incrementa dando que en este estado el asfalto ha tenido usos en el ambiente de la construcción de distintas obras civiles y estos se puede obtener de su destilación, las cuales se depositan en una estructura de rocas porosas y estas pueden tener impurezas , mezclados con agua o con minerales variables.

Según Institute Asphalt (2001), los asfaltos que se utilizan en pavimentación, son también llamado cemento asfáltico, son materiales glutinosos, densos y es líquido a una temperatura elevada y por lo tanto esta esta propiedad ofrece que puedan unirse con otros materiales como agregado teniendo una mezcla uniforme, tiene un material impermeabilizante y resistente a daños químicos y sales, la desventaja de estos asfaltos en momento que se calientan a su vez se envejecen esto afectando a tus propiedades físicas de adherirse.

#### **1.3.2. Origen y Naturaleza del asfalto**

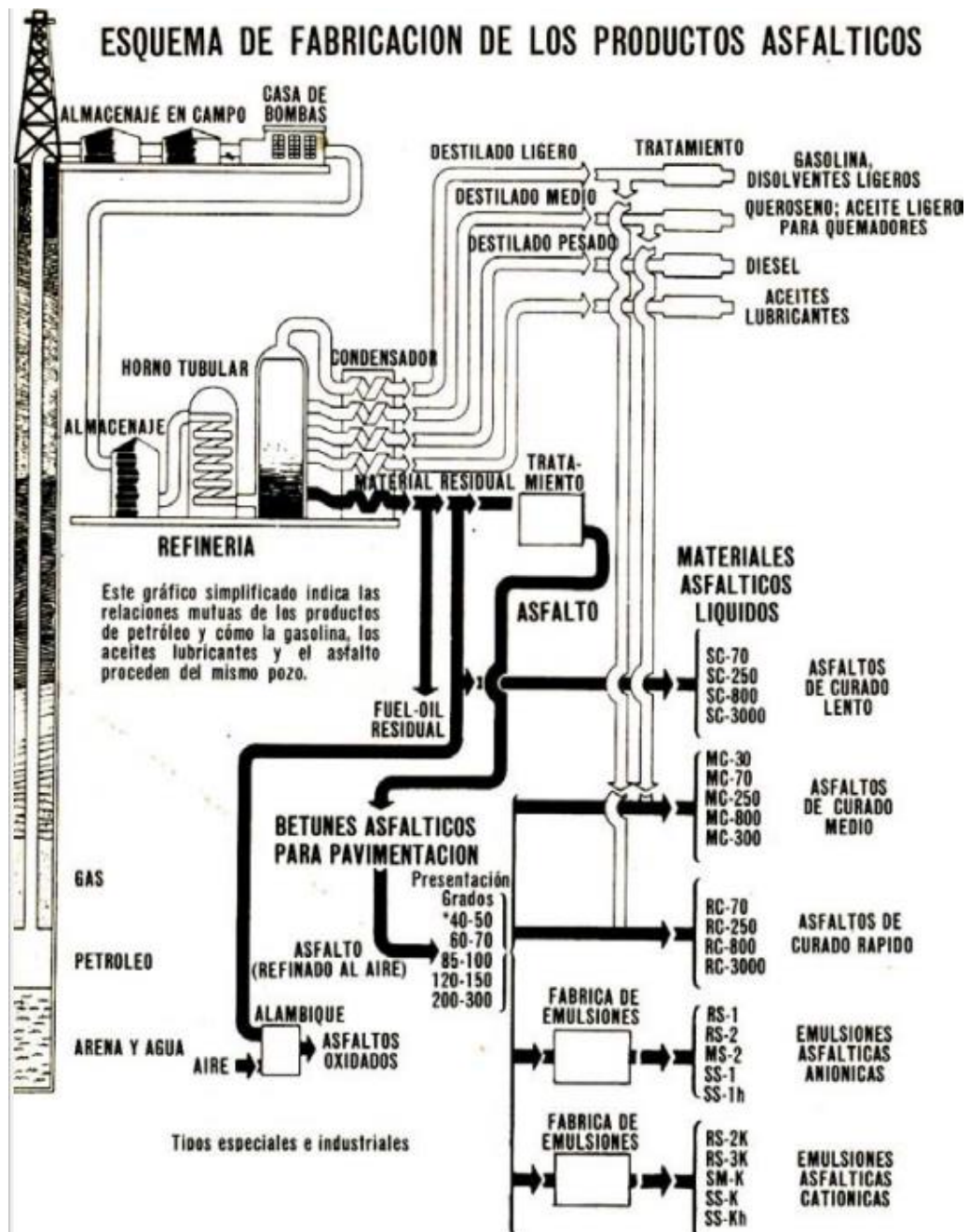
Son clasificados en dos categorías:

##### **1.3.2.1. Asfalto natural**

Según Arenas (2006), este tipo de asfalto se encuentran en depósitos naturales que están formados por una estructura de rocas porosas que son llamadas con el nombre de asfalto de roca o roca asfáltica, algunos de estos están libres de impurezas, agua, otras sustancias, estos asfaltos se presentan en manantiales, lagos, exudaciones, filones e impregnando rocas.

### 1.3.2.2. Asfalto derivado de petróleo

Según Institute (2001), los asfaltos son obtenidos por la refinería del petróleo y estas son las más densas, los tipos de asfaltos se diferencia por el uso que se le va a dar, los refinadores deben tener técnicas para el refinado del crudo para poder controlar las propiedades del asfalto ya que estos deben cumplir con los requisitos que se soliciten y para esto usualmente mezclan varios tipos de crudo que contengan diferentes características.



**Figura 1.** Proceso de fabricación de los productos asfálticos.

Fuente: Materiales básicos, UPCommons (2004).



### 1.3.3. Tipos de Asfaltos y usos

Son clasificados por su uso en la construcción de pavimentos y son tres tipos:

#### 1.3.3.1. **Cemento asfáltico**

Uno de los principales usos del cemento asfáltico es para la elaboración de la superficie asfálticas en caliente, estas se clasifican por viscosidad absoluta y por penetración para la selección del tipo de cementos asfálticos dependerá mucho de las características del clima, estos en el momento que serán calentadas a una temperatura de 175°C no deberán formar espuma y deben estar libre de agua sabiendo que esto afecta en la adherencia con los materiales pétreos, podrán ser modificados por cualquier tipo de aditivo como: polímeros, rejuvenecedores y deberá contar con los ensayos correspondientes (MTC EG, 2013).



Figura 2. Cemento asfáltico Pen 60/70.

Fuente: Elaboración propia.

#### **Tabla 1**

*Selección del tipo de cemento asfáltico*

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50		85-100	
60-70 o modificada	60-70	120-150	Asfalto modificado

Fuente: Tabla 415-01 – MTC- EG 2013.

#### 1.3.3.2. **Emulsiones Asfálticas**

Son llamadas con el nombre de emulsión que es proveniente de la mezcla de agua, cemento y agente emulsificante, estas son utilizadas para reducir la viscosidad del asfalto y puedan ser utilizadas en zonas de baja temperatura, cuando estas son aplicadas son de color marrón al momento que el agua comienza a

evaporarse y adherirse a otro material esta tienda a cambiar a un color negro y son clasificadas en dos tipos emulsiones aniónicas y catiónicas (Minaya y Ordoñez, 2001).

#### **1.3.3.3. Asfalto Diluido**

La destilación del petróleo al cemento asfáltico se obtiene los asfaltos diluidos siendo de menor viscosidad y serán utilizados en territorios de baja temperatura, los pavimentos. Estos asfaltos pueden ser curados de tres formas curado rápido (CR), curado medio (CM) y curado lento (CL) los dos primeros son producidos por la empresa Petroperú (Minaya y Huamán, 2001).

#### **1.3.4. Propiedades Físicas del Asfalto**

Para el diseño y ejecución de los pavimentos se deben considerar las propiedades físicas de un asfalto tales como:

##### **La durabilidad**

Es una propiedad en cuanto el asfalto puede permanecer con sus características originales para una carpeta asfáltica ya que estas pueden ser afectadas por su envejecimiento y degradación, el comportamiento de estas depende mucho por el diseño de la mezcla, la puesta en obra, el mantenimiento y los agregados deben ser lo suficientemente resistente (Institute Asphalt, 2001).

##### **Cohesión y Adhesión**

La adherencia es la característica del concreto asfáltico de poder adherir a los agregados durante una mezcla asfáltica para una carpeta asfáltica, la cohesión es la propiedad de mantenerlo al asfalto firme y el conjunto de estas ofrece propiedades más duraderas y resistentes. (Institute Asphalt, 2001).

##### **Susceptibilidad a la temperatura**

Esta característica del asfalto depende mucho de la temperatura en la que se encuentra dado, que a menor temperatura los asfaltos son más densos y el momento del incremento de temperatura son más blandos (menos viscosos) y existen asfaltos con diferentes susceptibilidad a la temperatura así que estos cuentan con el mismo grado de viscosidad esto se da porque el origen del crudo, llegando a la conclusión que cada asfalto que se va utilizar para una mezcla se debe conocer la temperatura adecuada en el momento que estos sean mezclados con los agregados (Institute Asphalt, 2001).

### **1.3.5. Agregados Pétreos**

Según Institute Asphalt (2001) que el agregado, también llamado como roca, agregado mineral u otro material inerte y duro, estos forman del 90 al 96% del peso total de una mezcla asfáltica, los agregados deben cumplir con los requisitos, dado que influye de una manera significativa en las propiedades físico-mecánico de la estructura del pavimento para ello se debe tener un buen manejo de los materiales pétreos tanto en su distribución granulométrico y sus propiedades. Los agregados pétreos son: el agregado grueso, agregado fino que pueden ser extraídos de forma natural de canteras y la otra forma es de manera artificial en la cual interviene la mano del hombre.

Padilla (2004), menciona que los agregados pétreos que no cumplan con los requerimientos de calidad estos deben ser cambiados por otros agregados de diferente cantera para así optimizar la durabilidad de la mezcla asfáltica y además de ello se tiene en cuenta el tamaño máximo del agregado la cual debe contar con una granulometría continua y bien distribuida con la finalidad que un futuro la mezcla asfáltica no produzca segregación.

Según Ministerio de transporte y comunicaciones EG (2013), los agregados deben cumplir con las especificaciones establecidas que se presentan en las siguientes tablas 2 y 3.

#### **1.3.5.1. Tipos de obtener los agregados pétreos.**

- a) Agregados naturales: normalmente son encontrados en grandes masas en yacimientos de canteras o ríos, son materiales inorgánicos que se derivan de las rocas, el hombre lo extrae de manera manual o mecánica para luego llevarlas al lugar donde serán utilizadas como material de construcción se le da una forma y dimensión adecuadas (Olguín, 2016).
- b) Agregados pétreos artificiales: son ubicados en macizos rocosos y para su obtención se sigue procedimientos de voladura con explosivos, después son limpiados superficialmente del polvo, triturados y por último son clasificados según su tamaño para ser utilizados en cualquier tipo de construcción.
- c) Agregados pétreos triturados: como su nombre lo dice es aquel material rocoso de tamaño muy grande o de aquel agregado natural que es rechazado por su granulometría y necesita un proceso de trituración.

- d) Agregados pétreos marginales: es llamado así aquel agregado que no cumple con alguna especificación que pueden ser por las propiedades físicas o mecánicas.

**Tabla 2**

*Requerimientos para los agregados gruesos*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad	MTC E 209	18% máx	15% máx
Abrasión	MTC E 207	40% máx	35% máx
Par. chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx	10% máx
Caras fracturas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx
Absorción	MTC E 206	1% máx	1% máx

*Fuente: MTC-EG 2013, Tabla 423-01.*

**Tabla 3**

*Requerimientos para los agregados finos*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de arena	MTC E 114	60	70
Angularidad de A.F	MTC E 222	30	40
I.P (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (Sulfato Mg.)	MTC E 209	-	18% máx.
I.P (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.5% máx.	0.5% máx.

*Fuente: MTC-EG 2013 Tabla 423-02.*

### **1.3.5.2. Polvo mineral (filler)**

Es uno más de los materiales que se utiliza en la elaboración de una mezcla asfáltica tiene la función de cubrir los espacios vacíos existentes en el aglomerante para así evitar el ingreso de partículas en su interior, el sistema de clasificación de suelos (SUCS) la denomina polvo mineral que pasa el total por la malla N° 200 y la normativa española UNE- EN- 933-2 la nombra como polvo mineral que pasa el total por el tamiz 0.063 mm (Padilla, 2004).

### **1.3.5.3. Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)**

La gradación para las mezclas asfálticas en caliente depende mucho del tamaño de las partículas de los agregados y se utiliza las cantidades que pasa por

los tamices establecidos y para la selección del tipo de gradación se debe realizar un análisis granulométrico teórico con la combinación del material granular posterior a eso se busca que tipo MAC pertenece en cual existe MAC -1, MAC – 2 y el MAC - 3 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Los tamices de 1", ¾", ½", 3/8", N° 4, N° 10, N° 40, N° 80 y N° 200 son los usados en el análisis granulométrico teórico para determinar los porcentajes que pasan y retienen de tal manera que se analicen y verifique que tipo MAC se aplicara a un diseño asfáltico.

**Tabla 4**

*Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)*

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
1"	100		
¾"	80 - 100	100	
½"	65 - 85	80 - 100	
3/8"	60 - 77	70 - 88	100
N° 4	43 - 54	51 - 68	65 - 87
N° 10	29 - 45	38 - 52	43 - 61
N° 40	14 - 25	17 - 28	16 - 29
N° 80	8 - 17	8 - 17	9 - 19
N° 200.	4 - 8	4 - 8	5 - 10

**Fuente:** Manual de carreteras – Especificaciones técnicas Generales para la construcción EG 2013 tabla 423-03.

### **1.3.6. Clasificación de las mezclas asfálticas con respecto a su temperatura.**

#### **1.3.6.1. Mezcla asfáltica en caliente**

Los pavimentos de mezclas asfálticas en caliente sus temperaturas oscilan entre los 135°C a 180°C, son de mayor envergadura en todo el mundo por sus grandes ventajas de tener bajos costos de construcción, rápido mantenimiento y la comodidad que proporciona al usuario, estas son aplicadas desde estacionamientos hasta instalaciones portuarias, entre otros al pasar el tiempo se está buscando mejorar el diseño exitoso de estas mezclas para ello se están realizando ensayos en laboratorio como pruebas de sensibilidad a la humedad, rendimiento y manejar una adecuada interpretación de resultados para demostrar una mayor vida útil del pavimento asfáltico y un mejor desempeño para el usuario (Asphalt Institute, 2015).



*Figura 3.* Combinación de agregados pétreos, filler, FBC y C.A Pen 60/70 (mezcla asfáltica en caliente).

Fuente: Elaboración propia.

### **1.3.6.2. Mezclas asfálticas tibias**

La mezcla asfáltica tibia es una tecnología que permite reducir la temperatura significativamente entre 30°C a 40°C con la finalidad de mejorar la adherencia, trabajabilidad y el proceso de compactación. Las ventajas de utilizar este tipo de mezclas asfálticas son:

- Reduce el consumo de energía.
- Incrementa la utilización de pavimentos reciclados.
- Reduce el consumo de combustible.
- Reduce el tiempo de exposición a humos para los trabajadores.
- Es posible trabajar en bajas temperaturas.
- Ayuda mejorar la compactación de capas delgadas.
- Mejora la vida útil del pavimento.
- Disminuye los gases VOC.

Para la producción de estas mezclas asfálticas tibias existen diferentes enfoques las cuales son presentadas a continuación:

**Mezcla de asfalto espumado:** se realiza un procedimiento de modificación al ligante asfáltico en caliente en la cual esta se encuentra en una cámara de expansión donde se le añade pequeñas dosis de agua y aire comprimido de tal manera que aumentara su volumen y reduce su viscosidad.

**Aditivos orgánicos:** En este método consiste en alterar la curva de viscosidad con aditivos orgánicos y se debe realizar a una temperatura superior de los 100°C.

**Aditivos químicos:** En este caso este tipo de aditivo no modifica la viscosidad del ligante asfáltico, sino que funciona en el interfaz ligante/agregado en cual llega a disminuir la temperatura del mezclado y de la compactación en un 30 a 40°C con respecto a las mezclas en caliente (Delgado, 2015).

#### 1.3.6.3. Mezclas asfálticas templada.

Este tipo de mezcla es elaborado a temperaturas menores de 100 °C con el ahorro de combustible y de emisiones en la atmosfera. Las ventajas en la parte económica es que permite utilizar un 100% de mezcla asfáltica reciclada (RAP) y las maquinarias son las mismas que se utilizan para compactación de las mezclas convencionales. En lo social permite que el tráfico utilice el pavimento de manera inmediata, mejora las condiciones de trabajo y por último en el aspecto ambiental se evita se evita de utilizar vertederos y reduce la utilización de los agregados y ligante asfáltico debido a que se puede emplear el RAP.

#### 1.3.6.4. Mezclas asfálticas en frío.

Este tipo de mezcla asfáltica es utilizada de una manera muy significativa en España, sus componentes es el asfalto rebajado o emulsionado, agregados pétreos, filler (en caso lo permita) y agua permite que la mezcla se pueda elaborar a temperatura ambiente en lo cual oscila entre los 25°C a 60°C. Estas pueden ser utilizadas para cubrir baches o huecos de cierto espesor solo se necesita ser tendido y compactado (Jiménez et al., 2009).

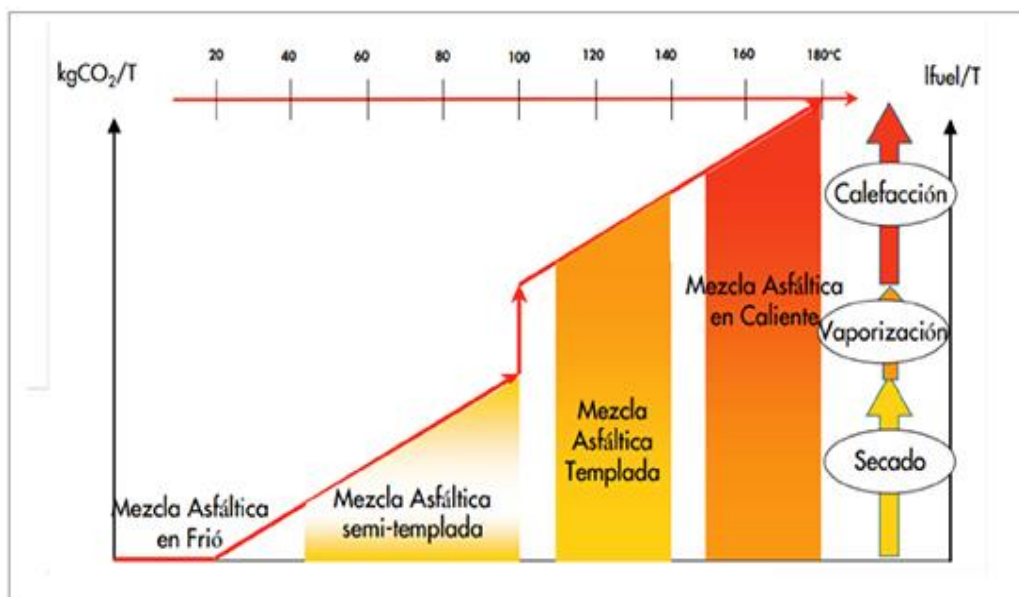


Figura 4. Elaboración de la mezcla asfáltica por su temperatura.

Fuente: López et al., (2017).

### **1.3.7. Clasificación de mezclas según la gradación**

Las mezclas asfálticas en calientes pueden ser producidos por diferente combinación de áridos y estas son mezcladas con un cemento asfáltico que tiene la propiedad de unir las partículas (cohesión), deben satisfacer las exigencias de servicios a la cual estas van hacer diseñadas, para un mayor desempeño previamente los agregados y el concreto asfáltico son calentados para lograr una mezcla con buena trabajabilidad (Asphalt Institute, 2015).

#### **1.3.7.1. Mezclas de gradación densa**

La gradación cuenta con una buena distribución de partículas deben estar totalmente libre de humedad o impurezas y este tipo pueden ser utilizadas en la base, subbase y carpeta superficial cuentan con bajo porcentaje de vacíos de aire en el interior de la mezcla asfáltica de tal manera que impide la filtración de agua o agentes externos (Asphalt Institute, 2015).

#### **1.3.7.2. Mezclas de gradación abierta**

La estructura superficial del pavimento es diseñada con huecos de aire, se encuentran entre un 18% y 23% permitiendo que el agua drene de una forma inmediata y reducir el deslizamiento, dado que la superficie tiene una apariencia de una capa porosa (Asphalt Institute, 2015).

#### **1.3.7.3. Mezcla de gradación SMA**

Es un tipo de mezcla asfáltica con alto contenido de agregado grueso entre un 70% a 80%, tiende a tener más del 6% del cemento asfáltico y material fino un 10% del peso, las mezclas S.MA son más duraderas y estas son producidas a temperaturas más bajas utilizando tecnologías que mantengan su trabajabilidad (Asphalt Institute, 2015). Tiene una alta resistencia a las deformaciones producidas por el tráfico pesado.

### **1.3.8. Método Marshall (ASTM D 6927)**

Este método se diseña con granulometría densa con tamaño máximo 25 mm, las probetas asfálticas son compactadas y sometidas a diferentes ensayos como estabilidad, flujo, densidad, parámetros volumétricos y las no compactadas se determina el peso específico teórico (MTC, 2016). Ensayo Rice pertenece a la normativa (ASMT D 2041) tiene como objetivo determinar la densidad teórica máxima con una mezcla asfáltica sin compactar a una temperatura de 25°C. Los equipos y materiales a utilizar en laboratorio para realizar el ensayo son: un



recipiente (picnómetro) de 2 lt, balanza con una precisión de 0.01 gr, bomba de vacíos con una presión de 4 kpa, manómetro de presión, termómetro y agua destilada.



**Figura 2.** Equipo Marshall.

**Fuente:** Elaboración propia

Se deben realizar una gama de probetas asfálticas con un tamaño de 63.5 mm de altura y 101.6 mm de diámetro, como mínimo se preparan 3 especímenes de diferente contenido de cemento asfáltico con un incremento de al menos 0.5% para la sección del cemento asfáltico óptimo, estas deben tener un 4% de vacíos, debe estar ubicado por dos contenidos de asfaltos por encima del esperado y dos porcentajes por debajo del valor esperado, cada probeta contiene 1.2 kg de agregado y un total de 15 especímenes sienta un total de 18 kg de agregado y un aproximado de 4 lt de cemento asfáltico (Asphalt Institute, 2015).

Para el control de las propiedades físicas – mecánicas de la mezcla asfáltica que se produce, se debe tener en consideración para que tipo de tránsito va hacer diseñada debido a que sus especificaciones técnicas reflejan diferentes parámetros en lo cual existe el tránsito liviano (35 golpes), tránsito mediano (50 golpes) y el tránsito pesado (75 golpes).

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) la estabilidad Marshall está relacionado con la capacidad de medir la resistir a la deformación y desplazamiento bajo cargas de tránsito y el flujo Marshall es una medida en centésimas de pulgada de la deformación de la briqueta compactada y son determinadas en una gama de gráficos interrelacionados.

**Tabla 5***Requisito para mezcla de concreto bituminoso*

Parámetros de Diseño	CLASE		
	A	B	C
Marshall MTC E 504	A	B	C
Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mín.)	8.15 kn	5.44 kn	4.53 kn
Flujo (0.01")	8 - 14.	8 - 16.	8 - 20.
Vacíos de aire MTC E 505	3 - 5.	3 - 5.	3 - 5.
V.M. A	Tabla 423-10		
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2.1	2.1	1.4
2. Resistencia retenida % (min)	75	75	75
Relación polvo - Asfalto	1.700 - 4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	80 mín.		

**Fuente:** Manual de carreteras – Especificaciones tecinas Generales para la construcción EG- 2013 Tabla 423-06.

### 1.3.9. Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica

Para mezclas asfálticas de una buena calidad se tiene una inspección en el proceso de producción y puesta estas deben satisfacer las exigencias cumpliendo con las propiedades de estabilidad, flexibilidad, trabajabilidad, impermeabilidad y resistencia a la fatiga por ende contribuye a una mayor duración de vida (Institute Asphalt, 2001).

#### Estabilidad

Propiedad de una mezcla asfáltica para prevenir deformaciones por acción de la carga de tránsito, estabilidad está relacionado con la fricción interna y la adhesión. La fricción es está relacionado con el agregado en su forma y textural, la adhesión depende del cemento asfaltico que se esté aplicando para una mezcla asfáltica, las especificaciones de la estabilidad dependen del tránsito estos valores deben estar en los rangos establecidos, y si el valor del flujo sobrepasa el límite está considerado como inestable y esta abajo del límite tiende hacer rígido o quebradiza (Institute Asphalt, 2001).

#### Durabilidad

Durabilidad de las mezclas bituminosas es la resistencia al desgaste del agregado para esto debe tener un porcentaje de cemento asfáltico que pueda cubrir por completo el agregado para reducir el envejecimiento prematuro, además el asfalto ocupa los vacíos entre las partículas dando una mayor impermeabilidad para evitar

la filtración de agua o aire en la estructura del pavimento, por supuesto estos deben contar con un porcentajes de vacíos dado que en climas cálidos se debe evitar la exudación del asfalto (Institute Asphalt, 2001).

### **Impermeabilidad**

El volumen de vacíos está relacionado con la impermeabilidad de mezclas compactadas, sabiendo que toda carpeta asfáltica compactada en la construcción contiene vacíos dado que estos deben estar en los límites establecidos, esta propiedad se debe dar para evitar la degradación o desprendimiento del agregado (Institute Asphalt, 2001).

### **Trabajabilidad**

Esta propiedad es la capacidad en que una mezcla puede ser colocada y compactada con facilidad, dado que cuentan con una buena distribución de partículas y estas deben estar libre de impurezas, en caso contrario las partículas son de tamaño más grande esto dificultad su compactación para esto es necesario contar con partículas más finas y a la vez mas asfalto para mejor su trabajabilidad estas modificaciones puede producir una mezclas menos estable, para ello se debe llevar un control estricto en el volumen vacíos (Institute Asphalt, 2001).

### **Flexibilidad**

Es una de las propiedades más deseables de una capa de rodadura dado que tiene la capacidad de poder acomodarse cuando estas están expuesta bajo carga de servicio sin producir ahuellamiento y sin que se agrieten, una mezcla bituminosa con altas cantidades de vacíos debe ser controlada con relleno mineral por ende se tendrá una mezcla con mejor trabajabilidad (Institute Asphalt, 2001).

### **Resistencia al resbalamiento**

La superficie del pavimento debe resistir el deslizamiento evitando el hidropilano que es dado por la pérdida de fricción de la rueda y el pavimento, el agregado debe tener una textura áspera y se debe evitar una mezcla inestable para evitar la exudación del asfalto dado que reduce la rugosidad (Institute Asphalt, 2001).

#### **1.3.10. Parámetros volumétricos de una mezcla compactada**

Minaya y Ordoñez (2001) en mayor parte de las mezclas se considera los vacíos como un componente que queda en ella tras la compactación, es importante que después de la compactación quede una proporción de vacíos para que la mezcla tenga un buen comportamiento en toda la condición de trabajo.

### 1.3.10.1. Vacíos en el agregado mineral (VMA)

Es la suma de vacíos que se presentan entre los agregados y el volumen que ocupa el asfalto óptimo, se indica con una porción del volumen total de espécimen compactado y sus valores de VMA deben ser los mínimos teniendo en cuenta el tamaño del agregado.

$$VMA = 100 * \left(1 - \frac{G_{mb} * (1 - P_b)}{G_{sb}}\right)$$

$G_{mb}$  = G.e bulk de la mezcla compactada.

$P_b$  = Contenido de asfalto.

$G_{sb}$  = G.e bulk del agregado.

VMA= Vacíos de agregado mineral.

#### Tabla 6

*Vacíos mínimos en el agregado mineral.*

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral (%)
N° 8	21
N° 4	18
3/8"	16
1/2"	15
3/4"	14
1"	13
1 1/2"	12
2"	11.5

**Fuente:** MTC EG-2013 Tabla 423-08.

### 1.3.10.2. Porcentaje de Asfalto efectivo ( $P_{be}$ )

Es el total de asfalto que se emplea en el espécimen asfáltico menos el asfalto que es tomado por los agregados, esta cantidad de asfalto óptimo nos conlleva a tener una componente de cohesión en la resistencia global de la mezcla.

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba} * P_s}{100}$$

$P_b$  = Total del contenido de asfalto, %.

$P_{ba}$  = Asfalto absorbido por el agregado, %.

$P_{be}$  = Contenido de asfalto efectivo, %.

$P_s$  = Contenido del agregado, %.

### 1.3.10.3. Vacíos llenos con asfalto (VFA)

Es el volumen de huecos llenos con concreto asfáltico efectivo (Minaya y Ordoñez, 2001).

$$VFA = \frac{VMA - VTM}{VMA} * 100$$

VMA=vacíos en el agregado, % del volumen bulk

VTM= vacíos de aire en el espécimen compactado.

### 1.3.10.4. Vacíos de aire (Va)

Es la cantidad de vacíos que quedan entre las partículas del agregado luego de haber sido sometido a la compactación.

$$V_a = \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}}\right) * 100$$

Va=Vacíos de aire del espécimen compactado.

Gmb=G.e bulk del espécimen compactado.

Gmm=G.e teórica máxima de la mezcla.

### 1.3.11. Bagazo de caña

Almazán, et al., (2013) en su libro afirma que la caña de género saccharum es una fibra natural que está compuesto por una parte fibrosa y la otra líquida, es un materia prima con alto contenido de humedad el sub producto derivado que es el bagazo de caña que presenta el 29% de la caña procesada, tradicionalmente esta es empleada como combustible, papel, carbón, alimentación de ganado, energía eléctrica, los tamaños de partículas de la fibra se encuentran en un rango de (0.5 a 19.05 mm) y su diámetro promedio es de 0.46 mm. Para la granulometría del residuo depende mucho del proceso que tenga en fabrica, también y la variedad de la caña que es recogida.



**Figura 5.** Fibra de bagazo de caña.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 1.3.11.1. Proceso de la obtención del bagazo de caña.

El residuo agroindustrial fibroso de la caña de azúcar es también llamado bagazo de la caña, su obtención es de la siguiente manera: la caña que se encuentra cultivada es extraída y cortada para luego ser vertido a un camión para ser transportada a la empresa azucarera de manera que hay será procesada primero la caña es sometido a dos lavados diferentes con finalidad de estar lo más limpio posible para la extracción del jugo, pasa por un dispositivo giratorio en cual desmenuza dejándola en pequeños fragmentos por medio de una cinta conduce a un conjunto de molinos para extraer el jugo dulce de caña triturada durante esta fase la caña pasa por un conjunto de 5 a más molinos consecutivos unos cilindros grandes comprimen la fibra, el jugo y el bagazo son desviados en canales diferentes una vez que abandonan los molinos siempre en cada fase debe ser supervisado por un operario (Dolores y Aldana, 2011).

**Tabla 7**

*Características biométricas comparativas de fibra de diversas fuentes*

<b>Características de la fibra</b>	<b>Dimensiones</b>
Longitud promedio (mm)	1.5
Diametro promedio ( $\mu\text{m}$ )	20
Diametro humen ( $\mu\text{m}$ )	12
Ancho de pared ( $\mu\text{m}$ )	4
Relación delgadez	75
Índice flexibilidad	0.6

**Fuente:** Manual de los derivados de la caña de azúcar la tabla 3 (p.34).

## 1.4. Formulación del problema

¿Cómo influye la fibra de bagazo de caña en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica?

## 1.5. Justificación e importancia del estudio

### 1.5.1. Justificación tecnológica

La investigación ampliara los conocimientos en el ámbito de nueva tecnología de las mezclas asfálticas para mejorar el desempeño en la construcción de la carpeta de rodadura, buscando una solución a los problemas de las propiedades mecánicas de las mezclas convencionales, para ello se indicará el porcentaje de bagazo de caña que se le adicionara el cual debe cumplir con los parámetros exigidas por las normas.

### **1.5.2. Justificación técnica**

Al implementar el bagazo de caña a mezclas asfálticas en caliente con los agregados (grueso y fino) y filler se buscará mejorar el grado de durabilidad, estabilidad, resistencia a la deformación de esta manera tener pavimentos más duraderos y satisfacer las necesidades de los usuarios mejorando la calidad de vida.

### **1.5.3. Justificación económica**

Se le dará un nuevo uso a la fibra de bagazo de caña, ya que este material se presenta en abundancia a nivel local en las fábricas de azúcar estas empresas generarían más ingresos dado que este material sería utilizado para infraestructura vial, a su vez se ahorraría en la compra de materia prima dado que este material sustituye cierto porcentaje de los agregados y sería de bajo costo.

### **1.5.4. Justificación ambiental**

Se aprovecharía el uso de esta materia orgánica generada por empresas azucareras de este modo se contribuiría a mitigar la contaminación ambiental y a su vez mejorar la calidad de vida de la sociedad.

## **1.6. Hipótesis**

La fibra de bagazo de caña influye significativamente en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica Chiclayo – Lambayeque.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Evaluar la influencia de la fibra de bagazo de caña en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica.

### **1.7.2. Objetivos Específicos.**

- a) Analizar la calidad de los agregados con respecto a la norma MTC EG 2013.
- b) Analizar el comportamiento granulométrico para el diseño convencional y con fibra de bagazo de caña en porcentajes de 0.25%, 0.50% y 1.00%.
- c) Evaluar las propiedades físicas – mecánicas de la mezcla modificada con fibra de bagazo de caña respecto a la mezcla convencional para cada tipo de tráfico aplicando la metodología Marshall.
- d) Determinar la dosificación óptima de fibra de bagazo de caña para la mezcla asfáltica para cada tipo de tráfico.

## **II. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de investigación.**

#### **2.1.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación del presente proyecto es **aplicada – tecnológica**. Es aplicada debido a que se basa a normativas ya establecidas con la finalidad de buscar y solucionar inmediatamente una problemática, en la parte tecnológica busca de una manera practica solucionar la problemática con nuevos diseños y nuevos procedimientos. (*Ñaupas Paitán et al., 2018*)

#### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es **experimental**, en cual la variable independiente (fibra de bagazo de caña) será usada en una mezcla asfáltica para observar los cambios que produce en las propiedades mecánicas (Variable dependiente). Para ello se tendrá un grupo control que vienen hacer las muestras de la mezcla asfáltica convencional y el grupo experimental que son las mezclas asfálticas modificadas con FBC.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

Por la naturaleza de la investigación estará conformada por todas las briquetas asfálticas que se desarrollaran para los 03 tipos de tráfico (liviano, medio y pesado) en las cuales están incluidas las muestras convenciones y las modificadas con fibra de bagazo de caña.

#### **2.2.2. Muestra**

Para la determinar la muestra total de briquetas asfálticas se debe tener en cuenta los porcentajes de cemento asfaltico que se van emplear en este caso serán de 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% con un PEN (60-70), el número de muestras por cada dosificación serán 3 de acuerdo al manual de ensayo de materiales (MTC, 2016) y se diseñara para los tipos de tránsito liviano (C), mediano (B) y pesado (A). En la siguiente tabla se muestra de qué forma se determinó la cantidad total de briquetas asfálticas.



**Tabla 8***Número de ensayos para mezclas asfálticas*

<b>Número de muestras de las briquetas asfálticas</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>	<b>Tipo de tránsito (A, B y C)</b>	<b>Dosificación de cemento asfáltico</b>	<b>Total</b>
Mezcla convencional	3	3	5	45
Mezcla asfáltica modificada	3 -Fibra de caña 0.25%	3	5	45
	3 -Fibra de caña 0.50%	3	5	45
	3 -Fibra de caña 1.00%	3	5	45
Total				180

Fuente: Elaboración propia.

**2.3. Variables y Operacionalización****2.3.1. Variable independiente**

Fibra de bagazo de caña.

**2.3.2. Variable dependiente**

Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica.

**2.3.3. Operacionalización**

Se detalla en la tabla 9 la operacionalización de la variable dependiente y en la tabla 10 se encuentra la tabla de la operacionalización de la variable independiente.

**Tabla 9**

*Operacionalización de la variable dependiente*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumentos de recolección de datos
<b>(dependiente)</b> Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica.	Calidad del agregado	Equivalente de arena	$\frac{H_{arena} * 100}{H_{fino}}$	Observación, recolección de datos, revisión de normativas MTC y uso de los formatos de laboratorio W&C Lems.
		Angularidad	$\frac{\left(V - \left(\frac{w}{Gsb}\right)\right) * 100}{V}$	
		I.P	I.P = LL - LP	
		Durabilidad	(E.O * P) /100	
		Sales solubles	$\frac{((R.S * 10^6) / V) * MS}{masa\ seca}$	
		Absorción	$\frac{100 * (m.ss - m.seca)}{masa\ seca}$	
		Partículas chatas y alargadas	$Conteo * \% \frac{ret}{100}$	
		Caras fracturadas	$\frac{C * D}{\%ret.}$	
		Estabilidad	$Estabilidad * FC$	
		Propiedades mecánicas	Flujo	
	Índice de rigidez	Estabilidad/flujo		
Propiedades físicas	Vacíos de aire	$\frac{100 * Gmm - Gmb}{Gmm}$		
	V.M. A	100 - %Vagr		
	P. unitario	$\frac{P.briqueta\ aire}{Volumen\ despl.}$		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10**  
Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumentos de recolección de datos
<b>Independiente</b> Fibra de bagazo de caña	Características físicas	Granulometría	100 – %acu. ret.	Observación, recolección de datos, revisión de normativas MTC.
	Dosificación	Absorción	$100 * \frac{(m. ss - m. seca)}{masa seca}$	
		0.25%, 0.50% y 1.00%	%	

**Fuente:** Elaboración propia.

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

### 2.4.1. Técnica de recolección de datos

Para la presente investigación la técnica que se empleó para la recolección de datos fue la observación, medición y revisión de normas legales.

#### Observación

Se utilizó para inspeccionar las características físicas de los agregados, mediante el cual se debe asegurar que la cantidad y calidad del material sea el adecuado cumpliendo con los estándares establecidos en la norma, en el procedimiento del ensayo de las briquetas asfálticas se observa cuidadosamente en la obtención de los resultados y estos serán registrados en los instrumentos de recolección de datos.

#### Revisión de contenido

Se revisaron libros, artículos científicos, manuales, normas AASHTO, MTC, ASTM y libros técnicos esto con el fin de facilitar un adecuado desarrollo de la investigación.

#### Validez y confiabilidad

Para el presente proyecto de investigación los instrumentos de recolección de datos serán validados por tres ingenieros civiles especialistas en cual se obtendrá un valor promedio de validación de la revisión y los documentos serán firmados. Para presentar la confiabilidad del proyecto se observó que los equipos

del laboratorio LEMS W&C deben estar en buen estado y previamente calibrados con la finalidad de no tener errores en los resultados.

#### 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se emplearon los formatos elaborados para la recolección de datos teniendo en cuenta los parámetros mínimos y máximos que nombra la normativa MTC (Ver anexo1), los equipos más importantes para este tipo investigación son: máquina de los ángeles, equipo Marshall, tamices, termómetro, horno eléctrico y entre otros.



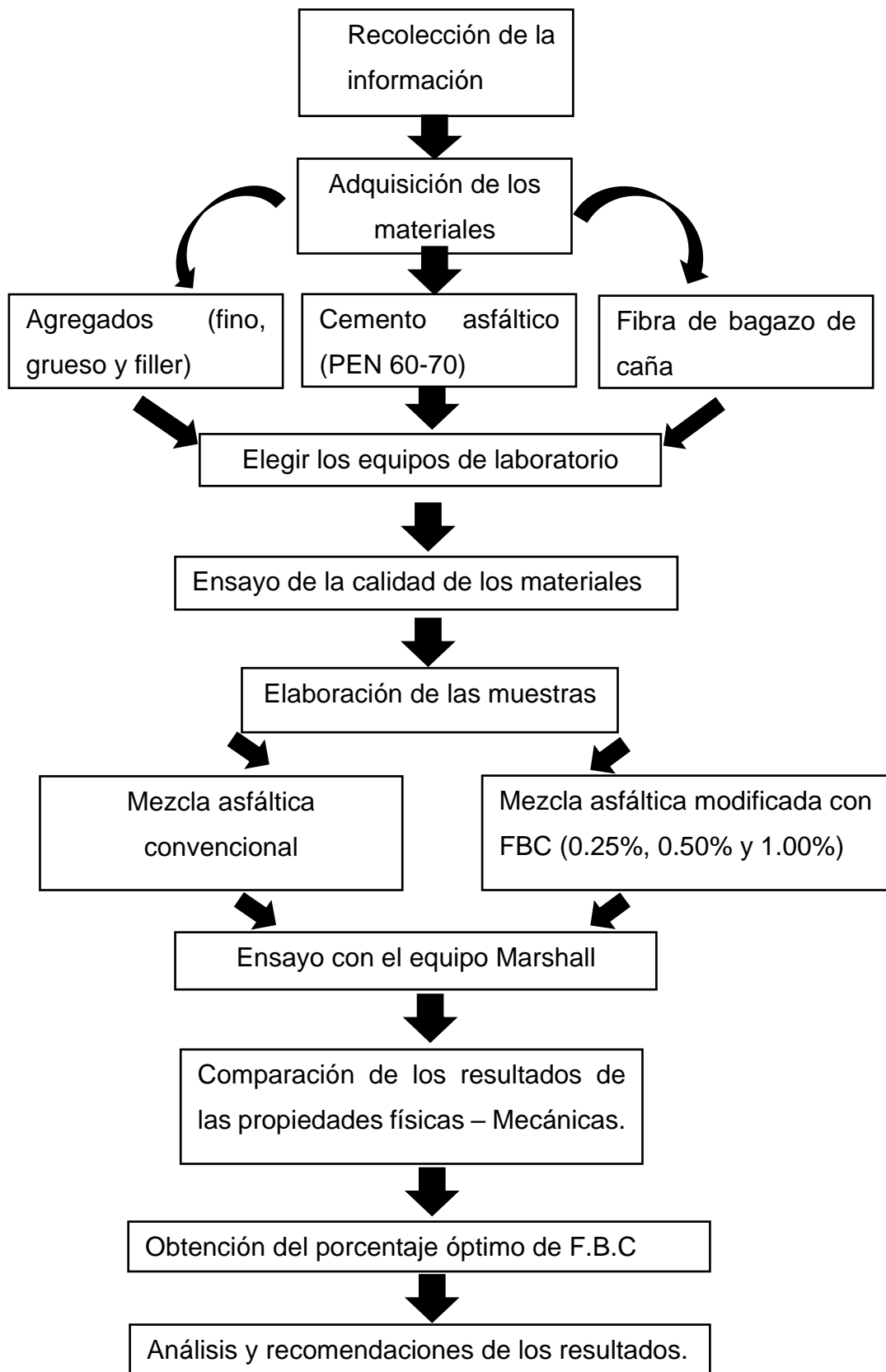
**Figura 6.** Instrumentos, laboratorio LEMS W&C.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.5. Procedimiento de análisis de datos

#### 2.5.1. Diagrama de flujo de procesos

En la figura 7, se describirá el procedimiento de análisis de datos que se realizarán en esta investigación con un diagrama de flujo de procesos.



**Figura 7.** Diagrama de Procesos.

**Fuente:** Elaboración por el autor.

## 2.5.2. Descripción de procesos

### 2.5.2.1. Adquisición de los materiales

El material que se adquirió para elaborar la mezcla asfáltica fue el agregado grueso, agregado fino y el cemento asfáltico tipo PEN 60/70 que fue donado por la planta asfáltica del Gobierno Regional, que se encuentra ubicada en la carretera BATANGRANDE km5 y con la obtención de la fibra de bagazo de caña fue obtenida por la empresa Agroindustria Pomalca S.A.A.



**Figura 8.** Cantera La Pluma - Batan Grande



**Figura 9.** Obtención de los materiales

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.5.2.2. Ensayos de calidad para el agregado.

De acuerdo a la normativa MTC EG – 2013 el agregado grueso y fino deben ser sometidos a diferentes ensayos los cuales deben cumplir con los parámetros de la tabla 423-01 y 423-02 respectivamente, para una zona < 3000 m.s.n.m. Ensayar los agregados es primer paso que se realiza antes de elaborar una mezcla asfáltica debido a que se podrá pronosticar si la mezcla asfáltica en caliente que se va llevar a cabo va ser de calidad y durable.



**Figura 10.**Elaboración de ensayos para los agregados

**Fuente:** Elaboración propia.

Posterior a los ensayos de calidad de los agregados se deben tomar los datos granulométricos de cada agregado (grueso, fino, filler y el material de adición en este caso será la fibra de bagazo de caña) con la finalidad de determinar un tipo de MAC, de acuerdo a la norma MTC EG -2013 tabla 423-03. Ya teniendo seleccionado el tipo de gradación se tendrá la dosificación de cada material posterior a esto se elaboran las muestras asfálticas.



**Figura 11.**Elaboración de la mezcla asfáltica.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 11, se puede observar que los agregados son pesados y mezclados con el cemento asfáltico para luego ser combinado y formar un aglutínate uniforme en el proceso de la combinación se debe tomar control de la temperatura de la mezcla asfáltica la cual debe estar entre los 120° C – 150°C con

la finalidad de facilitar su compactación de 35, 50 y 75 golpes por cara el número de golpes va de acuerdo al tipo de tránsito que se está diseñando y por último el espécimen debe pesar en total aproximadamente 1200 gr.



**Figura 12.** Grupo de briquetas asfálticas.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.5.2.3. Ensayo con el equipo Marshall (ASTM D 6927/ AASHTO T 225)**

Los especímenes asfálticos se podrán acondicionar al ensayo Marshall al momento que este alcance la temperatura ambiente o haya transcurrido 24 horas. Como se observa en la figura 12, de acuerdo al procedimiento técnico del manual de ensayo de materiales del MTC, los especímenes deben tomar un baño maría de  $60^{\circ}\text{C}\pm 1$  por un tiempo de 30 a 40 min.



**Figura 13.** Baño de agua maría

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la ruptura de los especímenes en el aparato Marshall el ensayo no debe superar los 30 segundos desde el momento que se saca el espécimen del agua maría, el equipo Marshall aplica una fuerza de compresión al espécimen a una velocidad constante de 50 mm/min, se determina la estabilidad Marshall y el flujo



Marshall el ensayo termina cuando la estabilidad decrece lo que significa que el espécimen ya ha fallado.



**Figura 14.** Equipo Marshall - Briquetas asfálticas.

**Fuente:** Elaboración propia.

## **2.6. Criterios éticos**

Honestidad: los resultados que se obtendrán después haberse realizados los ensayos en el laboratorio, por ningún motivo estos serán modificados o alterados ya que se desea una información confiable. Pino (2015), algunos investigadores cometen el error de alterar o inventar los resultados para presentar su hipótesis como validad, esto expresa que los autores no cuentan con uno de los valores muy importante como es honestidad en su investigación.

Originalidad: no se realizará plagio de otras investigaciones tomando como si fuera de la elaboración propia y si se toma algún material que esta realizado dar nuevas interpretaciones respetando el derecho de los autores para ello estos serán citados.

## **2.7. Criterios de Rigor Científico**

Fiabilidad de los resultados, estudios son confiables dado que se ejecutaron con la revisión de normativas, ayuda de especialista además se contó con un equipo excelente para la recolección de datos y esta evidencia brinda seguridad fiable de los resultados.

Relevancia de los resultados obtenidos serán de gran utilidad dado que los profesionales especializados del entorno de la construcción de pavimentos podrán emplear nuevos materiales como una nueva tecnología para ser aplicadas en mezclas asfálticas y esto a su vez reduciendo la contaminación del medio ambiente.

Validez de los resultados, el análisis de datos de realizaron fue de manera adecuado debido que se recibió asesoramiento de ingenieros especialistas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados en tablas y figuras.

En el presente capítulo se muestra los resultados en tablas y figuras que se obtuvieron de los ensayos que se efectuaron en laboratorio, en el cual se extrajeron de los reportes de pruebas que se encuentran anexados en el presente proyecto.

##### 3.1.1. Resultados del desarrollo objetivo N° 1.

La tabla 11 muestra los resultados de ensayos realizados para verificar si el agregado fino alcanza los requerimientos que exige la normativa MTC EG2013. Observándose que los ensayos para el agregado fino cumplen con los parámetros mínimos y máximos.

**Tabla 11**

*Requerimiento para la calidad del agregado fino.*

Ensayos	Referencia	Resultados	Requerimiento (MTC)
			≤ 3000 (m.s.n.m)
Equivalente de arena	MTC E 114	63.00%	60% min
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	40.47%	30% min
I.P (malla n°40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad	MTC E 209	2.59%	-
I.P (malla n°200)	MTC E 111	2.22%	4% máx
Sales solubles	MTC E 219	0.10%	0,5% máx
Absorción	MTC E 205	0.38%	0,5% máx

**Fuente:** Elaboración propia.

La tabla 12, muestra los resultados de los ensayos que se realizaron al agregado grueso con la finalidad de demostrar si cumple con los requerimientos de calidad de acuerdo a la normativa MTC EG2013, sección 423-01. Observándose que los ensayos para el agregado grueso cumplen con los parámetros mínimos y máximos.

**Tabla 12**

*Requerimiento para la calidad del agregado grueso.*

Ensayos	Referencia	Resultados	Requerimiento (MTC)
			≤ 3000 (m.s.n.m)
Durabilidad (Sulf. Mg)	MTC E 209	5.71%	18% máx

Abrasión	MTC E 207	17.72%	40% máx
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	3.60%	10% máx
Caras fracturadas	MTC E 210	86.1/73.5	85/50 min
Sales solubles	MTC E 219	0.10%	0,5% máx
Absorción	MTC E 205	0.88%	1,0% máx

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2. Resultados del desarrollo objetivo N° 2.

#### 3.1.2.1. Análisis granulométrico del agregado grueso

En la tabla 13 se observa el resultado del análisis granulométrico para el agregado grueso de acuerdo a la norma N.T.P 400.012, se emplearon las mallas de 1" hasta la N°200, en cual se observa que la malla de 1/2" se da el primer retenido.

**Tabla 13**

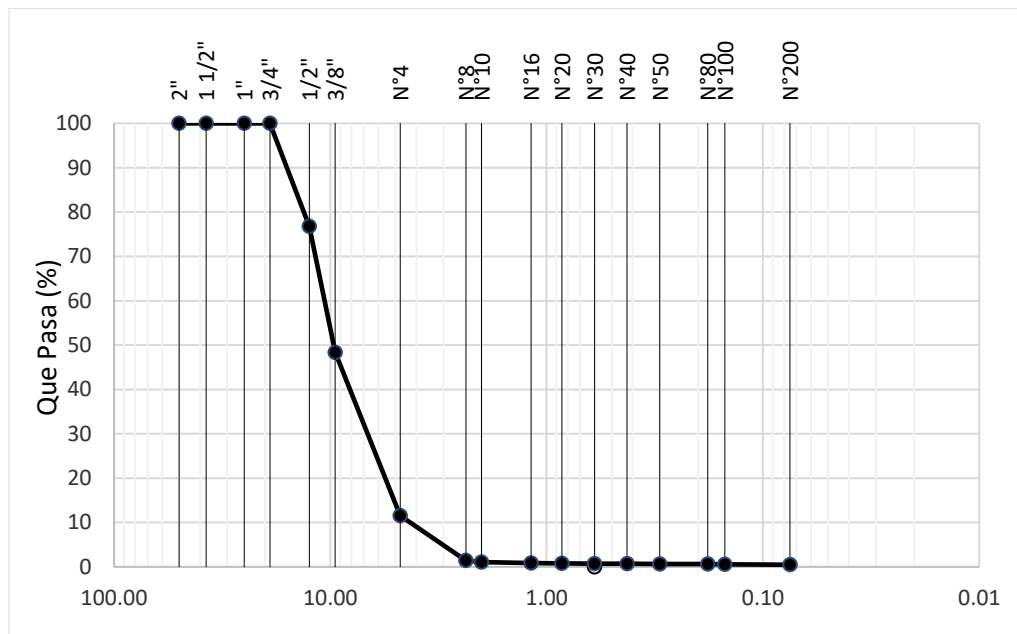
*Análisis granulométrico del agregado grueso*

	Malla	%	% Retenido	% Que Pasa
	Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado
	3/4"	19	0	0
	1/2"	12.5	23.21	23.2
	3/8"	9.5	28.45	51.7
	N° 4	4.75	36.76	88.4
	N° 8	2.36	10.16	98.6
	N° 10	2	0.34	98.9
	N° 16	1.18	0.21	99.1
	N° 20	0.85	0.05	99.2
	N° 30	0.6	0.08	99.3
	N° 40	0.425	0.04	99.3
	N° 50	0.3	0.02	99.3
	N° 80	0.18	0.05	99.4
	N°100	0.15	0.04	99.4
	N°200	0.075	0.1	99.5

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se puede observar que el tamaño máximo para el agregado grueso es la malla 3/4" debido a que pasa el 100% del material y para el tamaño máximo

nominal es la malla de un 1/2", el agregado es proveniente de la cantera La pluma – Batan Grande Km 5.



**Figura 15.** Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15, se observa la curva granulométrica logarítmica del agregado grueso, se realizó de acuerdo a la N.T.P 400.012 está conformada por los porcentajes pasantes acumulados de cada una de las mallas.

### 3.1.2.2. Análisis granulométrico del agregado fino

En la tabla 14 se observa el resultado del análisis granulométrico para el agregado fino de acuerdo a la norma N.T.P 400.012, se emplearon las mallas N° 4 hasta la N°200, en cual se observa que la malla N°8 se da el primer retenido del material.

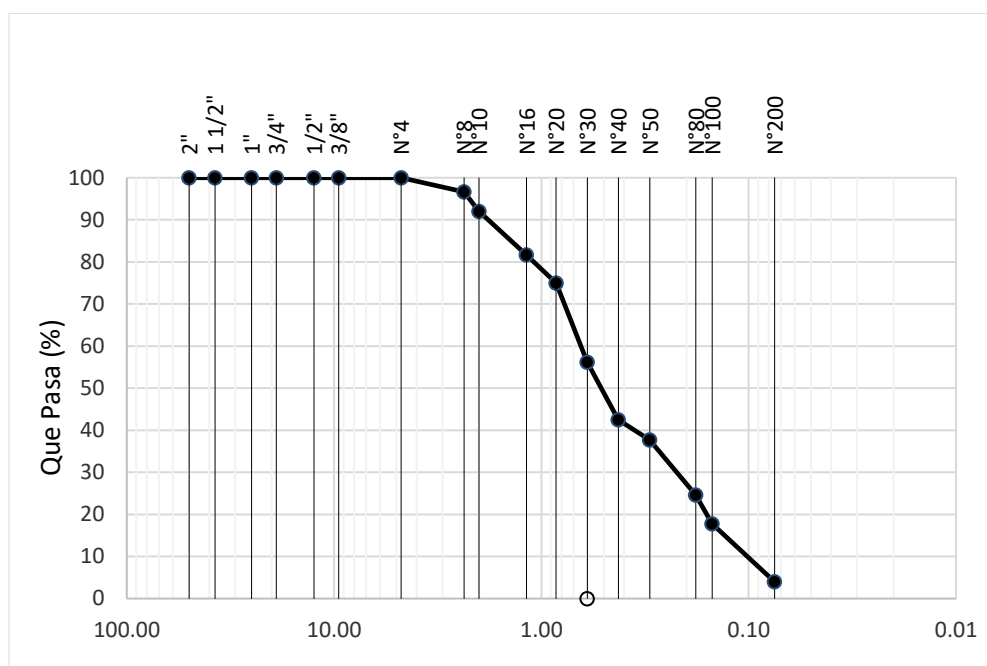
**Tabla 14.**

Análisis granulométrico del agregado fino

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado
N° 4	4.75	0	0	100
N° 8	2.36	3.4	3.4	96.6
N° 10	2	4.6	8	92
N° 16	1.18	10.3	18.3	81.7
N° 20	0.85	6.7	25	75

Nº 30	0.6	18.8	43.8	56.2
Nº 40	0.425	13.7	57.5	42.5
Nº 50	0.3	4.8	62.3	37.7
Nº 80	0.18	13.1	75.4	24.6
Nº100	0.15	6.8	82.2	17.8
Nº200	0.075	13.8	96	4

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 16.** Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura en 16, se observa la curva granulométrica logarítmica del agregado fino, se realizó de acuerdo a la N.T.P 400.012.

### 3.1.2.3. Análisis granulométrico del filler

**Tabla 15**

*Análisis granulométrico del filler.*

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado
Nº 80	0.18	0	0	100
Nº100	0.15	0	0	100
Nº200	0.075	16	16	84

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un análisis granulométrico del filler (cemento portland) con la finalidad que reducir los espacios de vacíos entre partículas, el porcentaje retenido se realizó en la malla N°200.

### 3.1.2.4. Gradación teórica para el diseño patrón y con la incorporación de FBC a 0.25%, 0.50% y 1%.

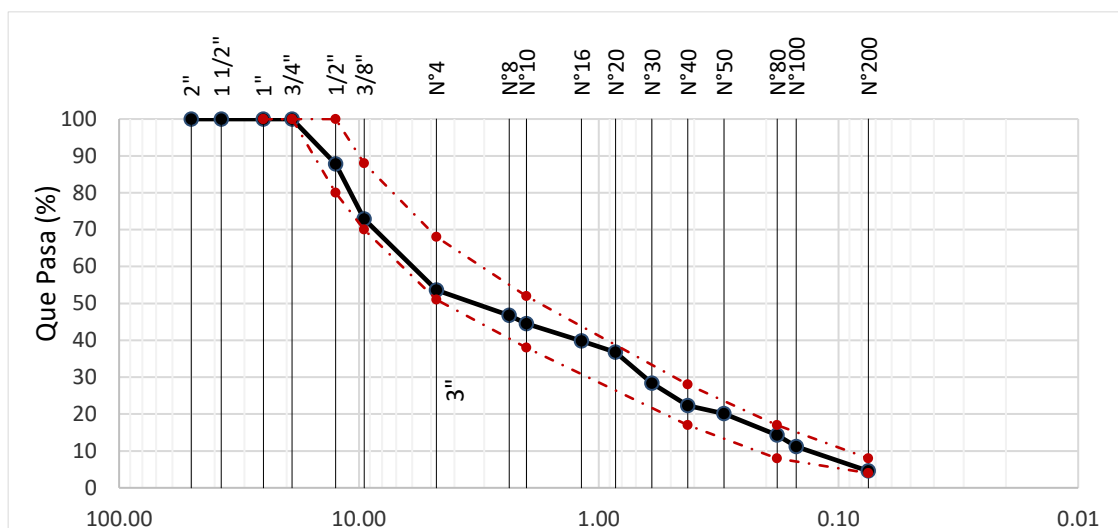
En la tabla 16, se observa los resultados de los porcentajes que pasaron de cada malla en la cual se registraron para cada tipo de agregado, llegando a tener una combinación teórica de los materiales y proceder a elegir el tipo de huso granulométrico para diseñar una mezcla asfáltica siendo un MAC-2 de acuerdo a la norma MTC EG 2013, sección 423-03.

**Tabla 16**

*Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño convencional.*

Malla		52.5	44.5	3	100	GRADACIÓN  MAC - 2
		% Que Pasa				
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	A. Fino	Filler	Combinado	
1"	25	100	100	100	100	
3/4"	19	100	100	100	100	100
1/2"	12.5	76.8	100	100	87.8	80 - 100
3/8"	9.5	48.3	100	100	72.9	70 - 88
Nº 4	4.75	11.6	100	100	53.6	51 - 68
Nº 8	2.36	1.4	96.6	100	46.7	
Nº 10	2	1.1	92	100	44.5	38 - 52
Nº 16	1.18	0.9	81.7	100	39.8	
Nº 20	0.85	0.8	75	100	36.8	
Nº 30	0.6	0.7	56.2	100	28.4	
Nº 40	0.425	0.7	42.5	100	22.3	17 - 28
Nº 50	0.3	0.7	37.7	100	20.1	
Nº 80	0.18	0.6	24.6	100	14.3	8 - 17
Nº100	0.15	0.6	17.8	100	11.2	
Nº200	0.075	0.5	4	84	4.5	4 - 8

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 17.** Curva granulométrica tipo MAC- 2, para el diseño convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 17, la combinación teórica del análisis granulométrico a un 0% FBC se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma MTC EG 2013, sección 423-03 cumpliendo con el tipo de MAC-2 y en cual se tiene un diseño de 52.5% de agregado grueso + 44.5% de agregado fino + 3% de filler.

En la tabla 17, se observa los resultados de los porcentajes que pasaron de cada malla en la cual se registraron para cada tipo de agregado, llegando a tener una combinación teórica de los materiales y proceder a elegir el tipo de huso granulométrico para diseñar una mezcla asfáltica siendo un MAC-2 para el diseño de la mezcla asfáltica modificada con 0.25% FBC de acuerdo a la norma MTC EG 2013, sección 423-03.

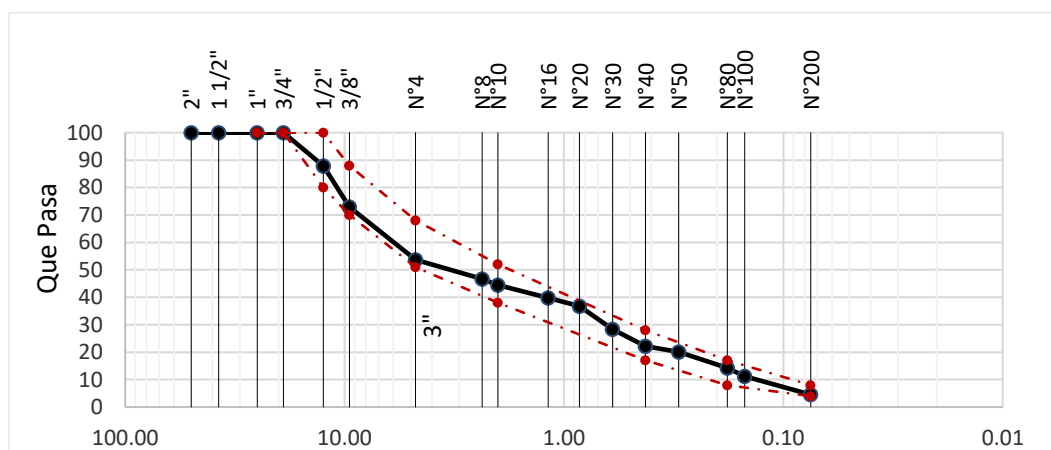
**Tabla 17**

*Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño con FBC a 0.25%.*

Malla	% Que Pasa						GRADACIÓN
	52.37	0.25	44.4	2.98	100		
Pulg. (mm.)	A. Grueso	F. Caña	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2	
1"	100	100	100	100	100		
3/4"	100	100	100	100	100	<b>100</b>	
1/2"	76.8	95.8	100	100	87.83	<b>80</b>	<b>- 100</b>
3/8"	48.3	83.4	100	100	72.9	<b>70</b>	<b>- 88</b>
N° 4	11.6	67.7	100	100	53.61	<b>51</b>	<b>- 68</b>

Nº 8	2.36	1.4	40.7	96.6	100	46.72			
Nº 10	2	1.1	28.4	92	100	44.46	38	-	52
Nº 16	1.18	0.9	20.1	81.7	100	39.74			
Nº 20	0.85	0.8	15.9	75	100	36.75			
Nº 30	0.6	0.7	12.2	56.2	100	28.33			
Nº 40	0.425	0.7	6.9	42.5	100	22.22	17	-	28
Nº 50	0.3	0.7	6.7	37.7	100	20.09			
Nº 80	0.18	0.6	6.4	24.6	100	14.24	8	-	17
Nº100	0.15	0.6	2.6	17.8	100	11.17			
Nº200	0.075	0.5	0	4	84	4.53	4	-	8

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 18.** Curva granulométrica tipo MAC- 2, para el diseño con 0.25% FBC.

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se observa en la figura 18, la combinación teórica del análisis granulométrico incorporando 0.25% FBC se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma MTC EG 2013, sección 423-03 cumpliendo con el tipo de MAC-2 y en cual se tiene un diseño de 52.37% de agregado grueso + 44.40% de agregado fino + 2.98% de filler + 0.25% FBC.

En la tabla 18, se tiene los porcentajes que pasaron de cada malla en la cual se registraron para cada tipo de agregado, llegando a tener una combinación teórica de los materiales y proceder a elegir el tipo de huso granulométrico para diseñar una mezcla asfáltica siendo un MAC-2 para el diseño de la mezcla asfáltica modificada con 0.50% FBC de acuerdo a la norma MTC EG 2013, sección 423-03.

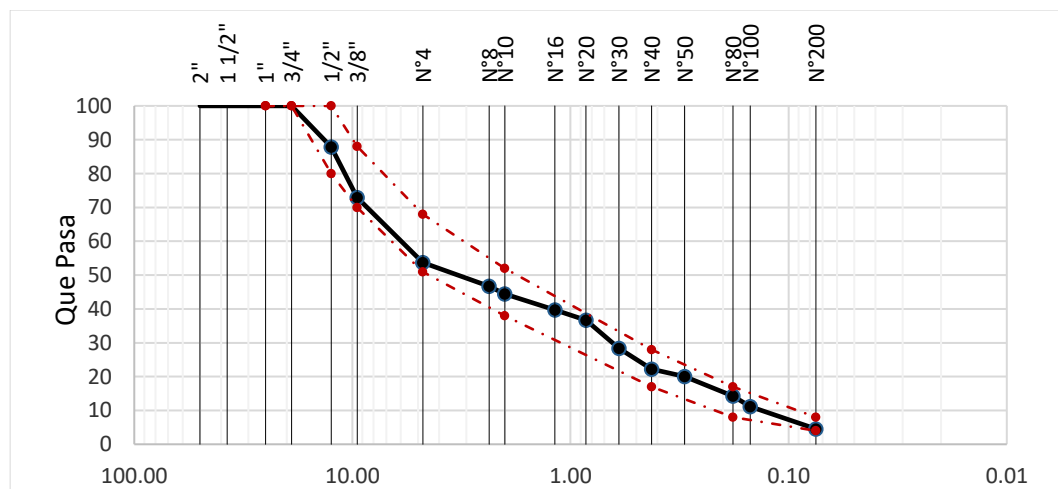


**Tabla 18**

*Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño con FBC a 0.50%.*

Malla	52.24      0.5      44.28      2.99      100					GRADACIÓN	
	% Que Pasa					MAC - 2	
Pulg. (mm.)	A. Grueso	F. Caña	A. Fino	Filler	Combinado		
1"	25	100	100	100	100	100.00	
3/4"	19	100	100	100	100	100.00	100
1/2"	12.5	76.8	95.8	100	100	87.86	80 - 100
3/8"	9.5	48.3	83.4	100	100	72.94	70 - 88
Nº 4	4.75	11.6	67.7	100	100	53.65	51 - 68
Nº 8	2.36	1.4	40.7	96.6	100	46.71	
Nº 10	2	1.1	28.4	92	100	44.43	38 - 52
Nº 16	1.18	0.9	20.1	81.7	100	39.71	
Nº 20	0.85	0.8	15.9	75	100	36.71	
Nº 30	0.6	0.7	12.2	56.2	100	28.31	
Nº 40	0.425	0.7	6.9	42.5	100	22.19	17 - 28
Nº 50	0.3	0.7	6.7	37.7	100	20.07	
Nº 80	0.18	0.6	6.4	24.6	100	14.24	8 - 17
Nº100	0.15	0.6	2.6	17.8	100	11.17	
Nº200	0.075	0.5	0	4	84	4.53	4 - 8

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19.** Curva granulométrica tipo MAC- 2, para el diseño con 0.50% FBC.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** La combinación teórica del análisis granulométrico incorporando 0.50% FBC se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma MTC EG 2013, sección 423-03 cumpliendo con el tipo de MAC-2 y en cual se tiene un diseño de 52.24% de agregado grueso + 44.28% de agregado fino + 2.99% de filler + 0.50% FBC.

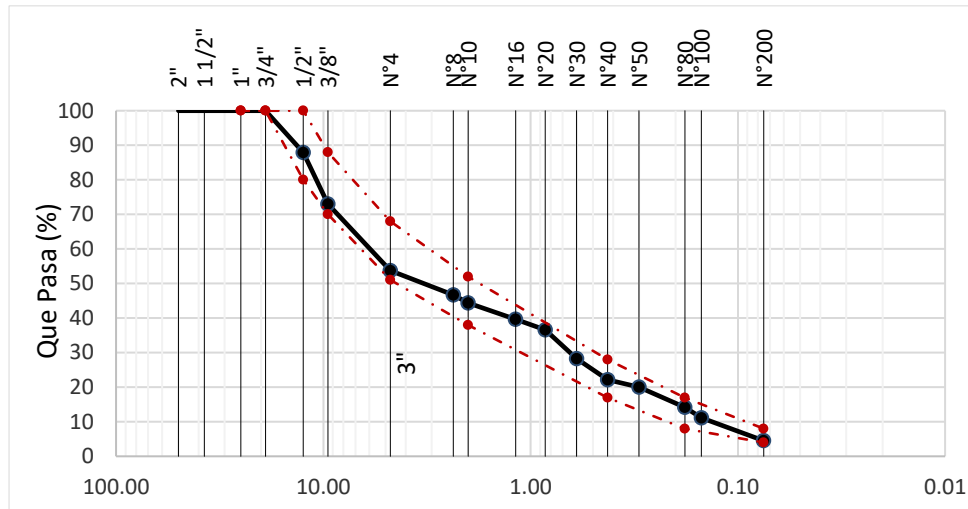
En la tabla 19, se tiene los porcentajes que pasaron de cada malla en la cual se registraron para cada tipo de agregado, llegando a tener una combinación teórica de los materiales y proceder a elegir el tipo de huso granulométrico para diseñar una mezcla asfáltica siendo un MAC-2 para el diseño de la mezcla asfáltica modificada con 1.00% FBC de acuerdo a la norma MTC EG 2013, sección 423-03.

**Tabla 19**

*Resultados del análisis granulométrico de la combinación teórica para el diseño con FBC a 1.00 %.*

Malla		51.98	1	44.06	2.97	100	GRADACIÓN		
		% Que Pasa							
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Caña	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2		
3/4"	19	100	100	100	100	100.00	<b>100</b>		
1/2"	12.5	76.8	95.8	100	100	87.9	<b>80</b>	-	<b>100</b>
3/8"	9.5	48.3	83.4	100	100	72.99	<b>70</b>	-	<b>88</b>
Nº 4	4.75	11.6	67.7	100	100	53.72	<b>51</b>	-	<b>68</b>
Nº 8	2.36	1.4	40.7	96.6	100	46.68			
Nº 10	2	1.1	28.4	92	100	44.35	<b>38</b>	-	<b>52</b>
Nº 16	1.18	0.9	20.1	81.7	100	39.6			
Nº 20	0.85	0.8	15.9	75	100	36.6			
Nº 30	0.6	0.7	12.2	56.2	100	28.22			
Nº 40	0.425	0.7	6.9	42.5	100	22.11	<b>17</b>	-	<b>28</b>
Nº 50	0.3	0.7	6.7	37.7	100	20			
Nº 80	0.18	0.6	6.4	24.6	100	14.19	<b>8</b>	-	<b>17</b>
Nº100	0.15	0.6	2.6	17.8	100	11.12			
Nº200	0.075	0.5	0	4	84	4.5	<b>4</b>	-	<b>8</b>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20.** Curva granulométrica tipo MAC- 2, para el diseño con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

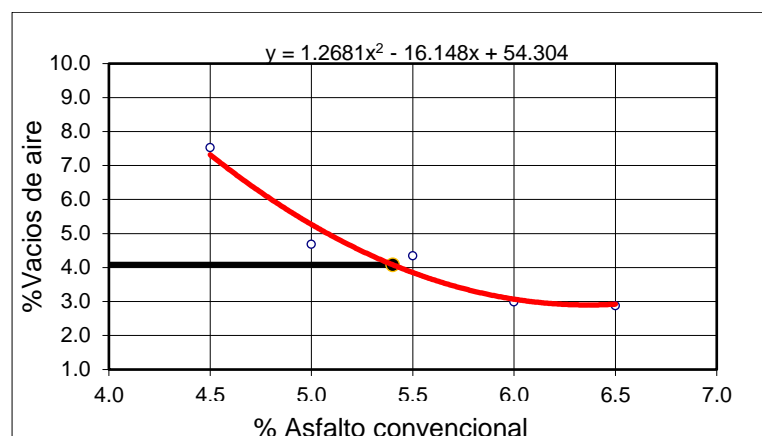
**Interpretación:** La combinación teórica del análisis granulométrico incorporando 1.00% FBC se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma MTC EG 2013, sección 423-03 cumpliendo con el tipo de MAC-2 y en cual se tiene un diseño de 51.98% de agregado grueso + 44.06% de agregado fino + 2.97% de filler + 1.00% FBC.

### 3.1.3. Resultados del desarrollo del objetivo N° 3.

La evaluación de las propiedades físicas – mecánicas son presentados en los siguientes gráficos para el tránsito liviano, mediano y pesado.

- **Resultados para la mezcla convencional 0% FBC.**

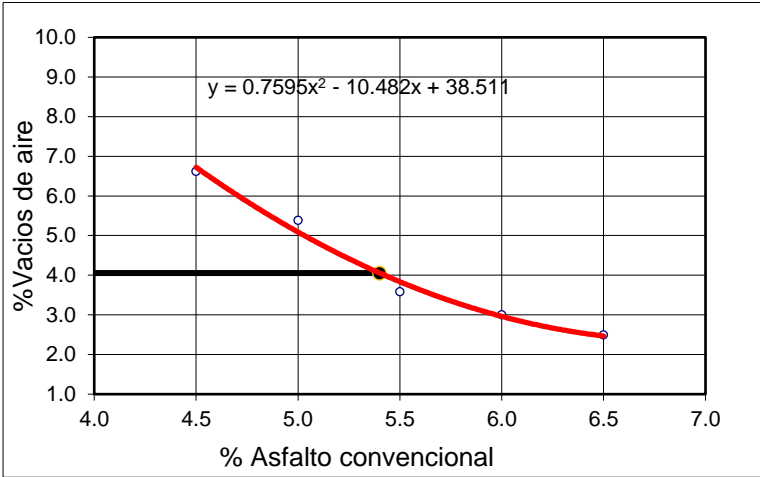
Para determinar las propiedades mecánicas – físicas primero se debe tener en cuenta tener el porcentaje de vacíos que se debe encontrar entre (3 – 5).



**Figura 21.** Vacíos de aire - Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.

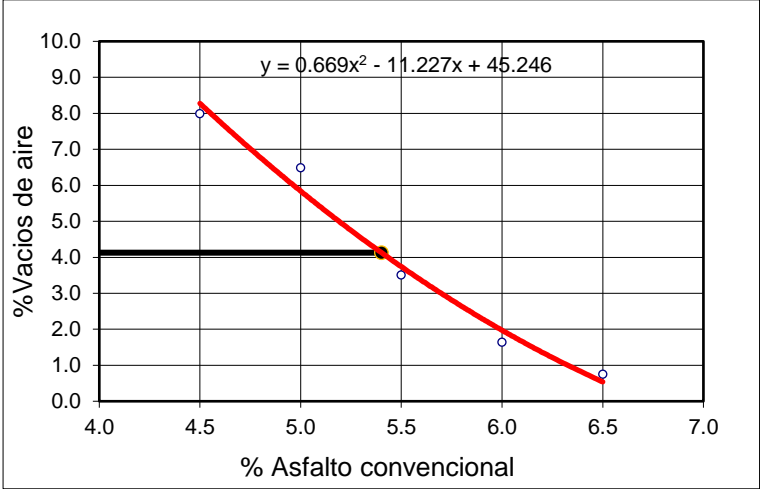
**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 21, que la mezcla asfáltica convencional para el tránsito liviano se optó en elegir un %vacíos de 4.1 de tal manera al interceptar con la parábola en el eje "X" se tiene un óptimo cemento asfaltico de 5.40%.



**Figura 22.** Vacíos de aire - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.  
**Fuente:** Elaboración propia.

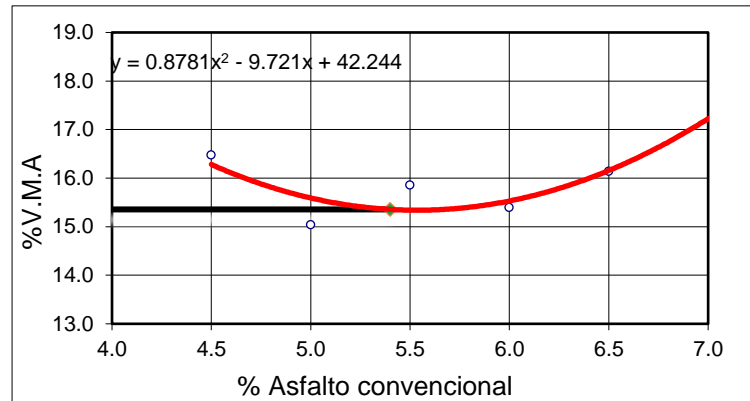
En la figura 22, se observa que se tiene un %vacíos de 4.10 y un porcentaje óptimo de cemento asfaltico de 5.40%.



**Figura 23.** Vacíos de aire - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.  
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 23, se observa que se tiene un %vacíos de 4.10 y un porcentaje óptimo de cemento asfaltico de 5.40%.

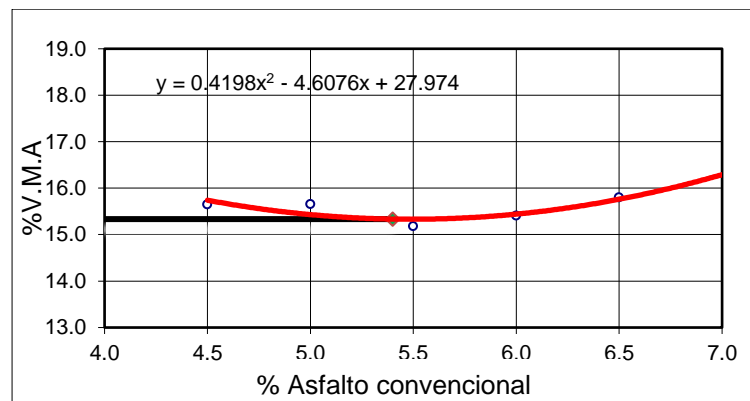
De acuerdo a la norma MTC EG 2013, de la sección 423-08 las muestras asfálticas deben contar con un mínimo de 14 (VMA) esta selección se da según el tamaño máximo del agregado.



**Figura 24.** V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

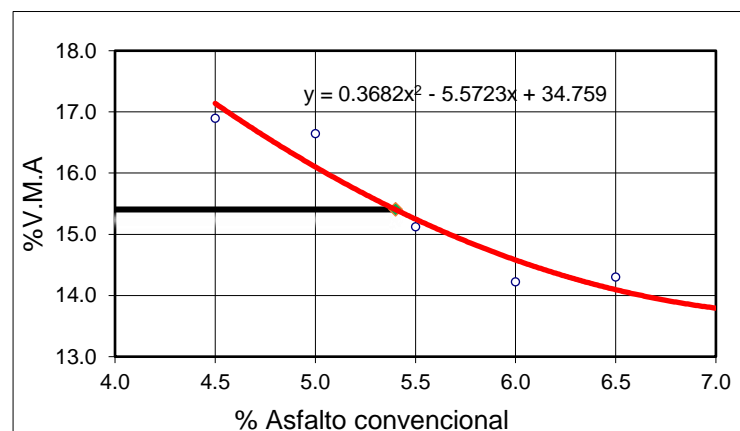
En la figura 24, se puede observar que para un %C. A de 5.40 se tiene 15.4% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 25.** V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

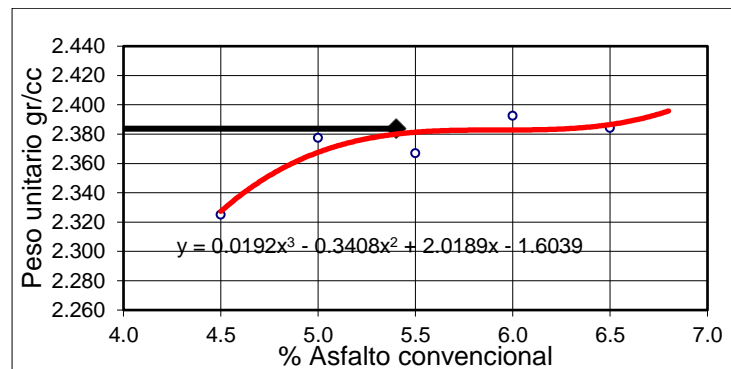
En la figura 25, se puede observar que para un %C. A de 5.40 se tiene 15.3% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 26.** V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

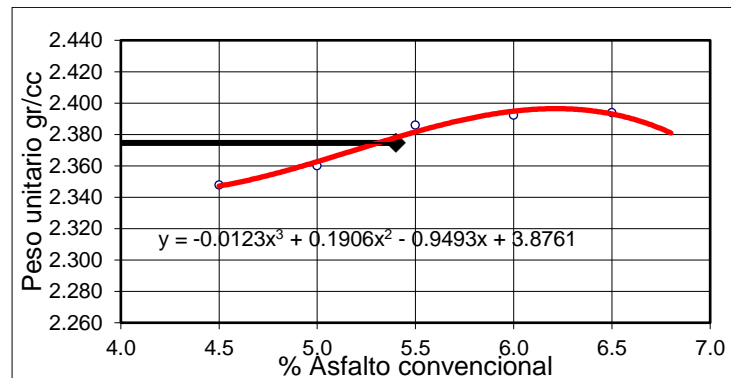
En la figura 26, se puede observar que para un %C. A de 5.40 se tiene 15.4% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 27.** P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

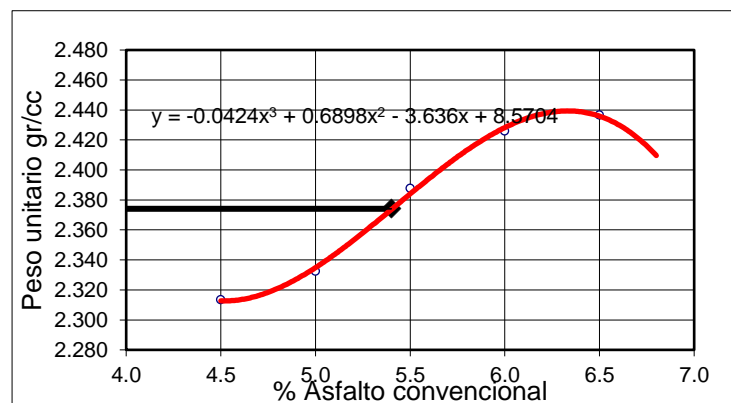
En la figura 27, se tiene un %C. A de 5.40 se tiene 2.384 gr/cm3.



**Figura 28.** P. unitario - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

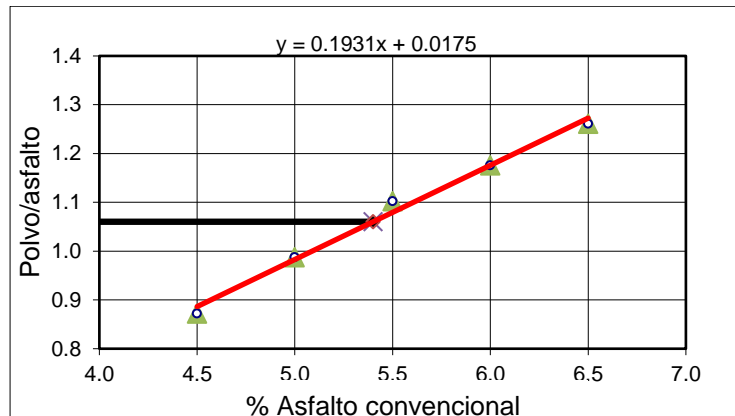
En la figura 28, se puede observar que para un %C. A de 5.40 se tiene 2.375 gr/cm3.



**Figura 29.** P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.

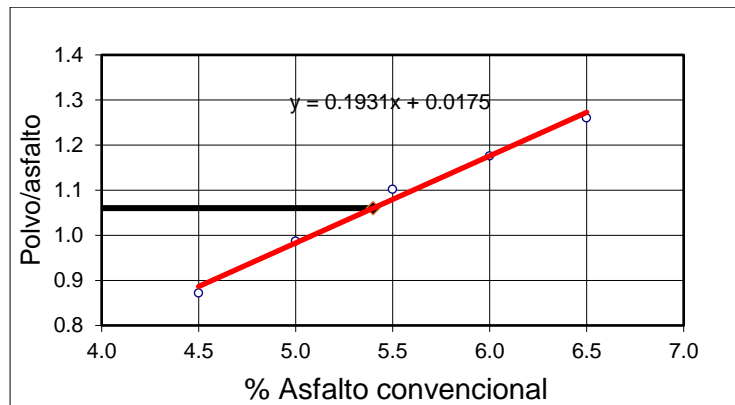
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 29, se puede observar que para un %C. A de 5.40 se tiene 2.374 gr/cm3.



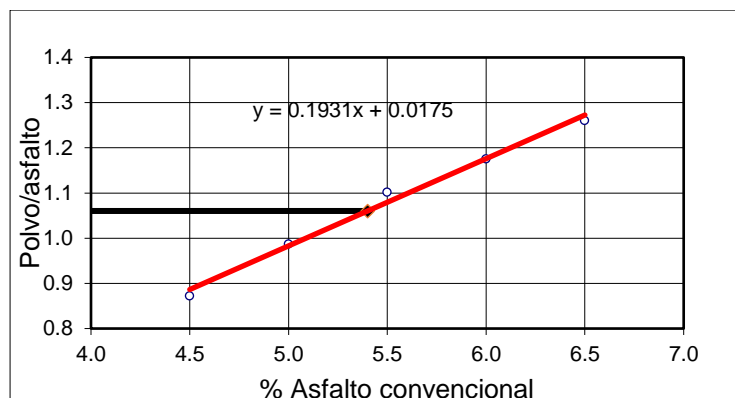
**Figura 30.** Polvo/asfalto- Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 31.** Polvo/asfalto - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.

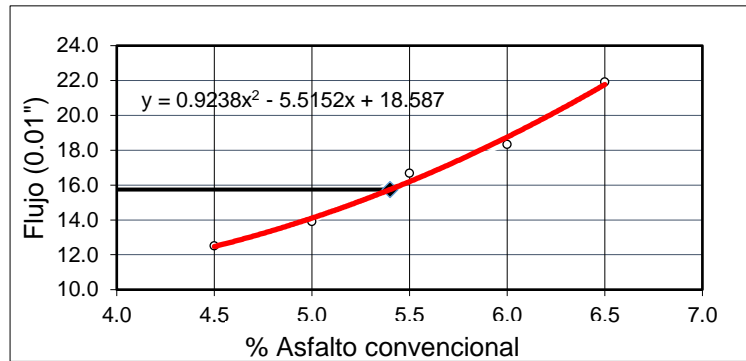
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 32.** Polvo/asfalto - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.

Fuente: Elaboración propia.

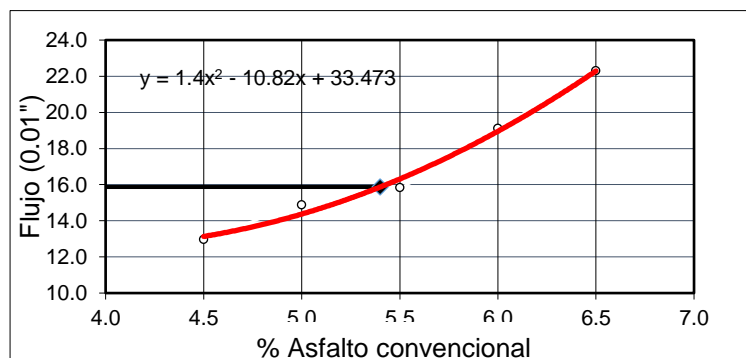
En la figura 30, 31 y 32, se puede observar que para un %C. A de 5.40 se tiene una relación polvo/asfalto de 1.10, cumpliendo por el parámetro de la norma MTC 2013.



**Figura 33.** Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional

**Fuente:** Elaboración propia.

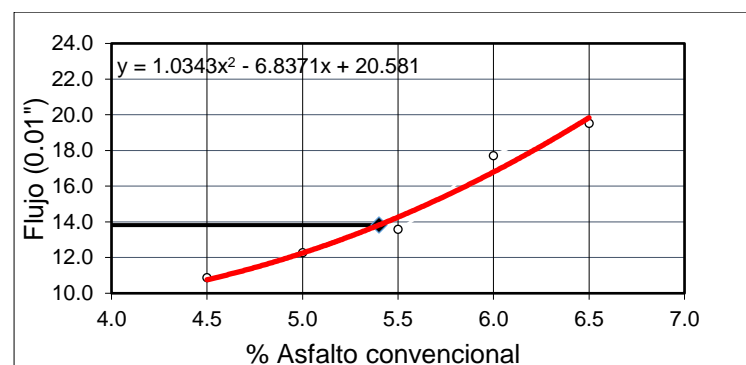
Como se observa en la figura 33, se tiene un %C. A de 5.40 y un flujo Marshall de 16 (0.01") en cual el valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "C" se debe encontrar entre 8 – 20 (0.01").



**Figura 34.** Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se tiene en la figura 34, se tiene un %C. A de 5.40 y un flujo Marshall de 15.9 (0.01") en cual el valor se encuentra en los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 para el tipo de tránsito "B" se debe encontrar entre 8 – 16 (0.01").

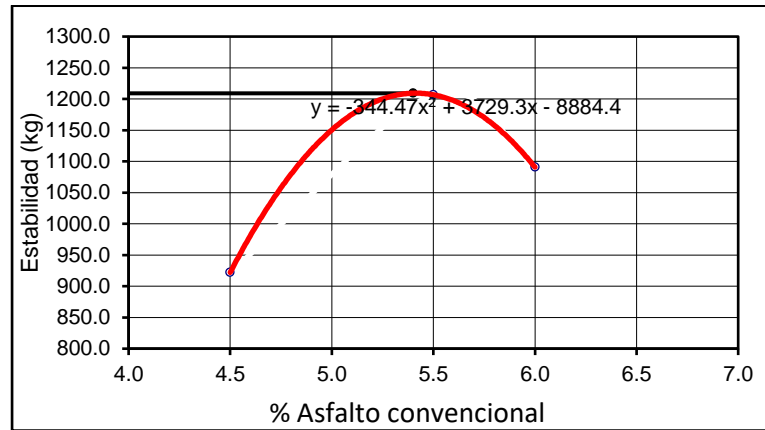


**Figura 35.** Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.



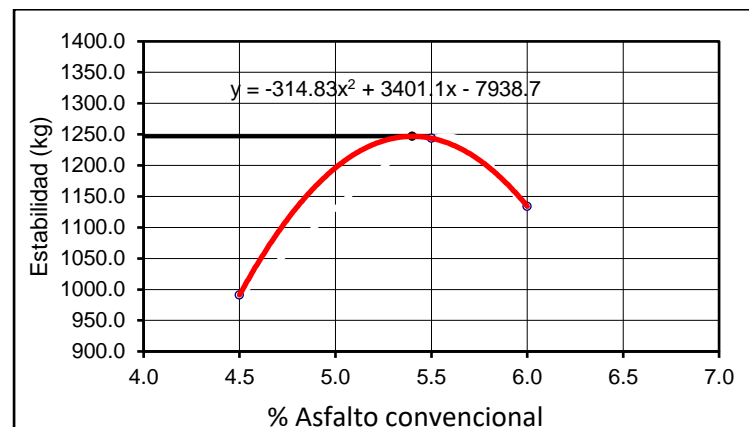
Como se observa en la figura 35, se tiene un %C. A de 5.40 y un flujo Marshall de 13.8 (0.01”) en cual el valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito “A” se debe encontrar entre 8 – 14 (0.01”).



**Figura 36.** Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 36, para un %C. A de 5.40, se tiene una estabilidad Marshall 1209 kg, cumpliendo el valor mínimo de 453 kg para el tipo de tránsito “C” de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

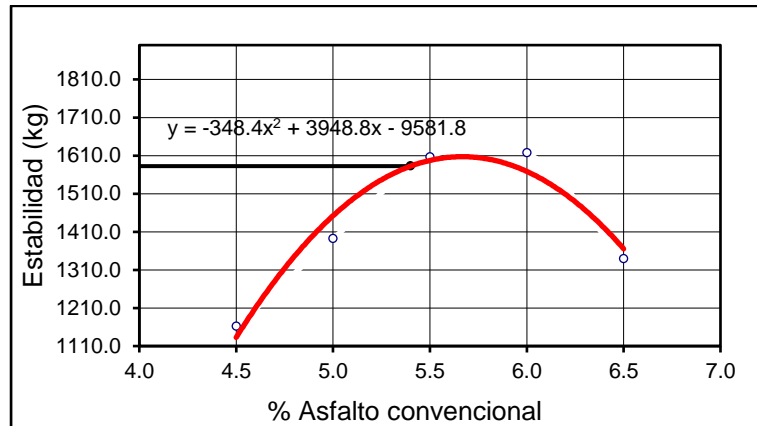


**Figura 37.** Estabilidad - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

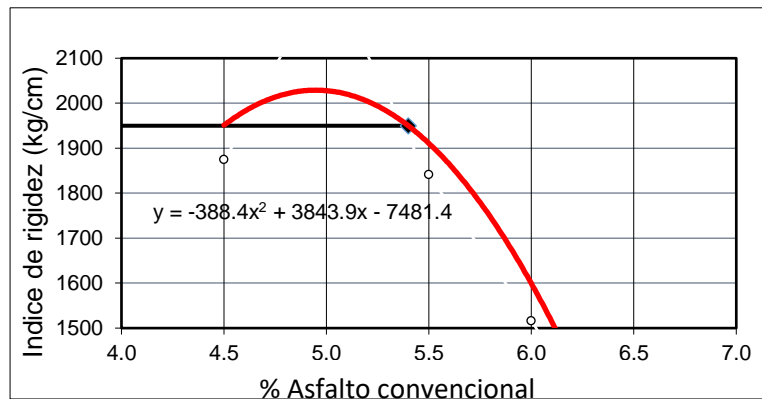
Como se observa en la figura 37, para un %C. A de 5.40, se tiene una estabilidad Marshall 1247 kg, cumpliendo el valor mínimo de 544 kg para el tipo de tránsito “B” de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

Como se observa en la figura 38, para un %C. A de 5.40, se tiene una estabilidad Marshall 1582 kg, cumpliendo el valor mínimo de 815 kg para el tipo de tránsito “A” de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.



**Figura 38.** Estabilidad - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.

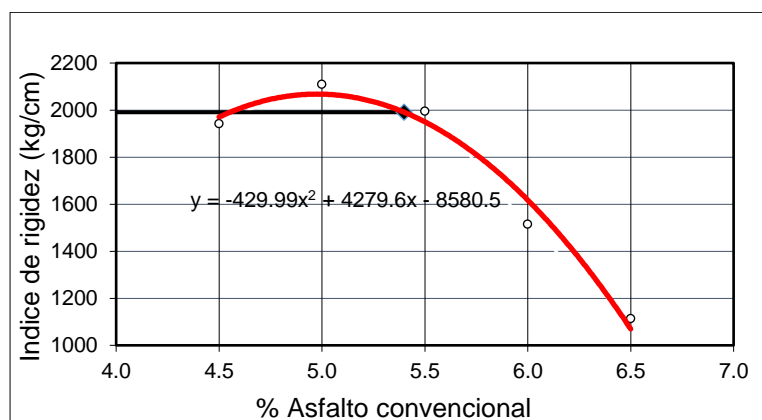
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 39.** Índice de rigidez - Tránsito liviano "C" de la mezcla convencional

Fuente: Elaboración propia.

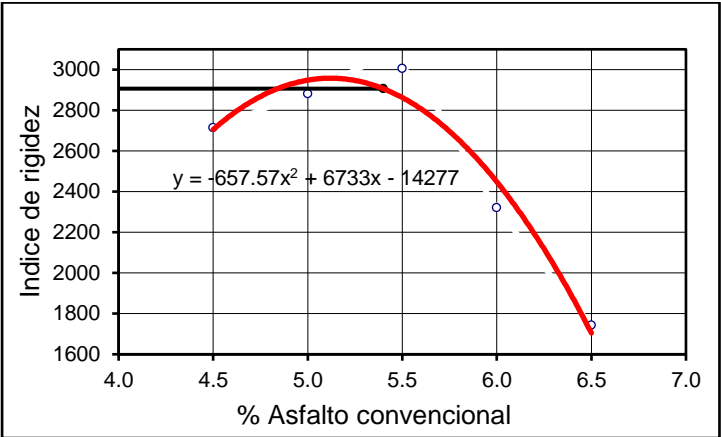
Como se observa en la figura 39, para un %C. A de 5.40, se tiene un índice de rigidez de 1950 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.



**Figura 40.** Índice de rigidez - Tránsito mediano "B" de la mezcla convencional.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 40, para un %C. A de 5.40, se tiene un índice de rigidez de 1991 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.



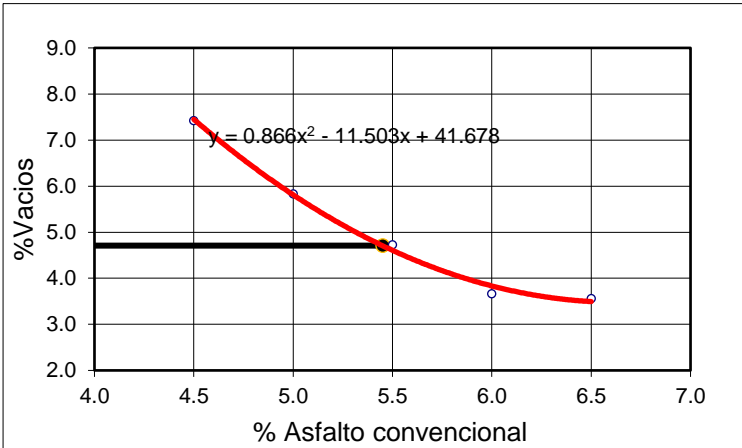
**Figura 41.** Índice de rigidez - Tránsito pesado "A" de la mezcla convencional.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 41, para un %C. A de 5.40, se tiene un índice de rigidez de 2906 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.

- **Resultados para la mezcla asfáltica modificada con 0.25% FBC.**

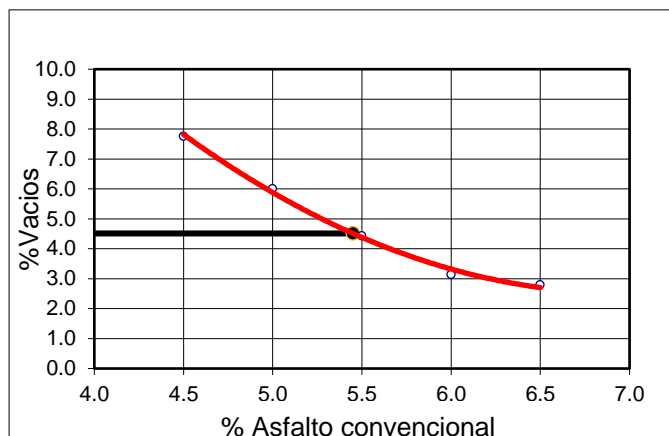
El porcentaje de vacíos se debe encontrar entre (3 – 5).



**Figura 42.** Vacíos de aire - Tránsito liviano "C", mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

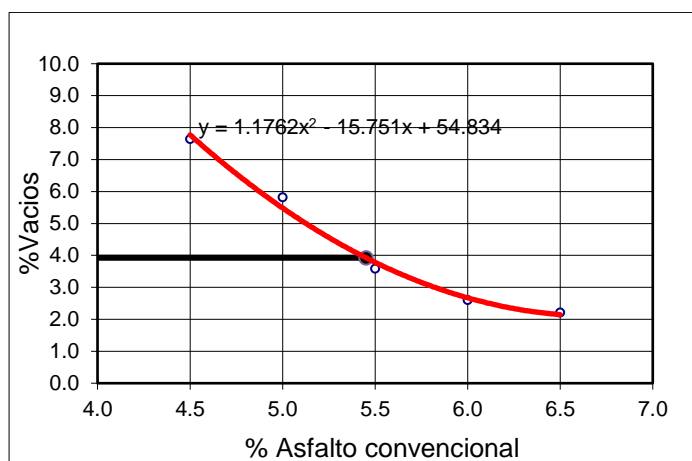
Como se observa en la figura 42, la mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.25% para el tránsito liviano se optó en elegir un %vacíos de 4.7 de tal manera al interceptar con la parábola en el eje "X" se tiene un óptimo cemento asfáltico de 5.45%.



**Figura 43.** Vacíos de aire - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 43, se observa que se tiene un %vacíos de 4.50 y un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 5.45%.

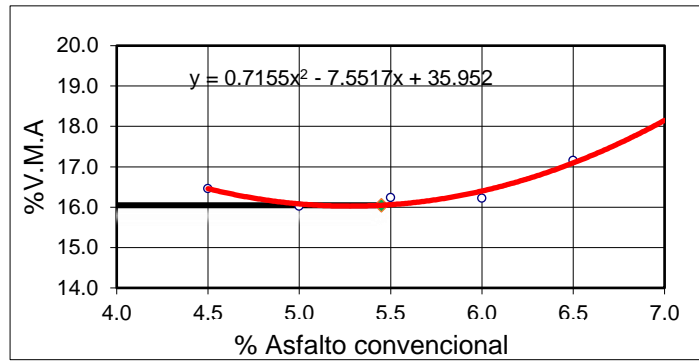


**Figura 44.** Vacíos de aire - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 44, se observa que se tiene un %vacíos de 3.90 y un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 5.45%.

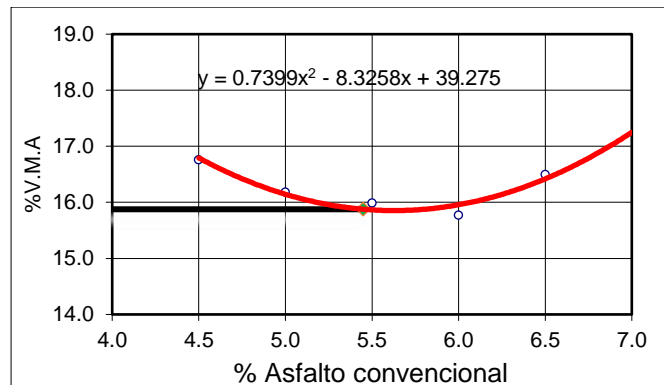
De acuerdo a la norma MTC EG 2013, de la sección 423-08 las muestras asfálticas deben contar con un mínimo de 14 (VMA) esta selección se da según el tamaño máximo del agregado.



**Figura 45.** V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

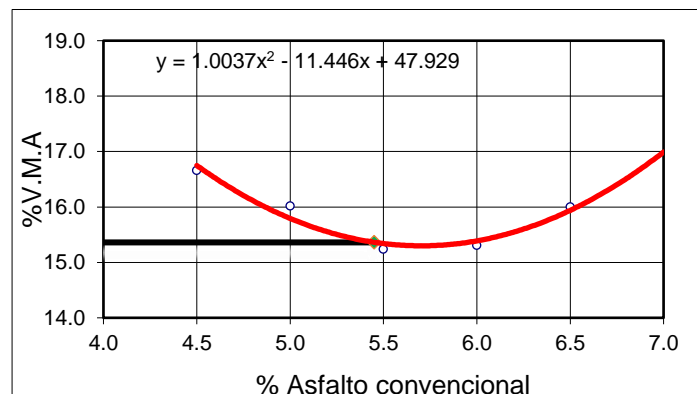
En la figura 45, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 16.00% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 46.** V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

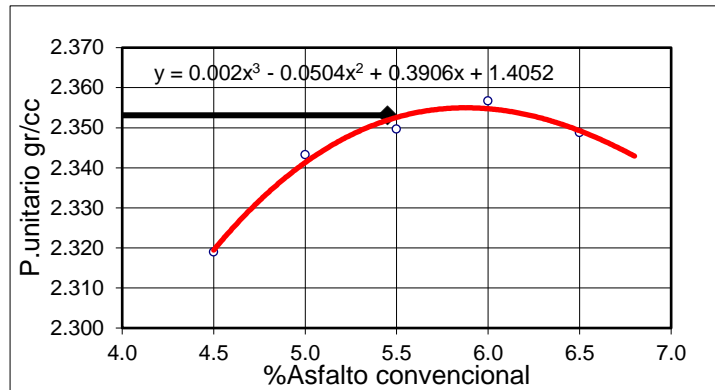
En la figura 46, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 15.90% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 47.** V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

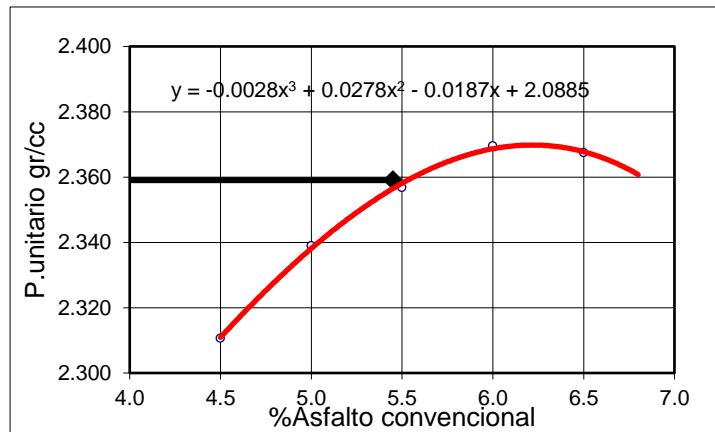
En la figura 47, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 15.4% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 48.** P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

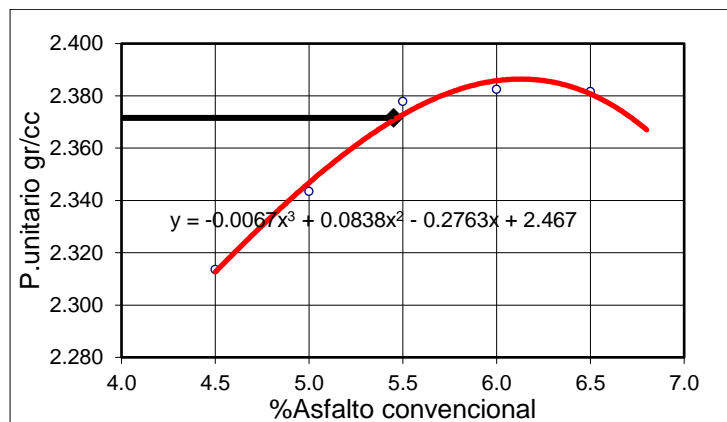
En la figura 48, se tiene un %C. A de 5.45 se tiene 2.353 gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura 49.** P. unitario - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

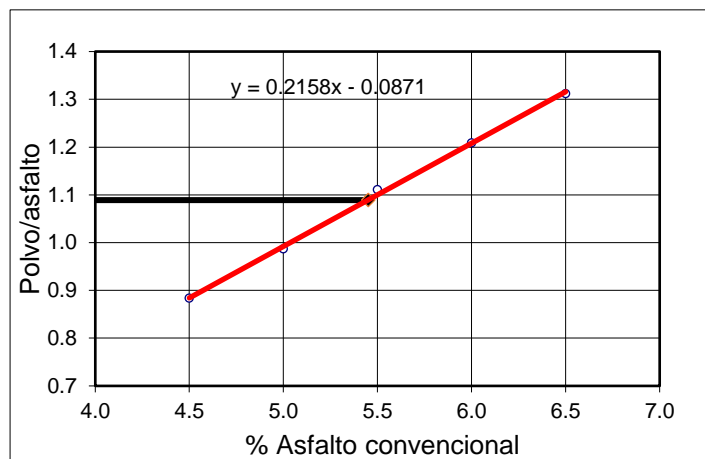
En la figura 49, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 2.359 gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura 50.** P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

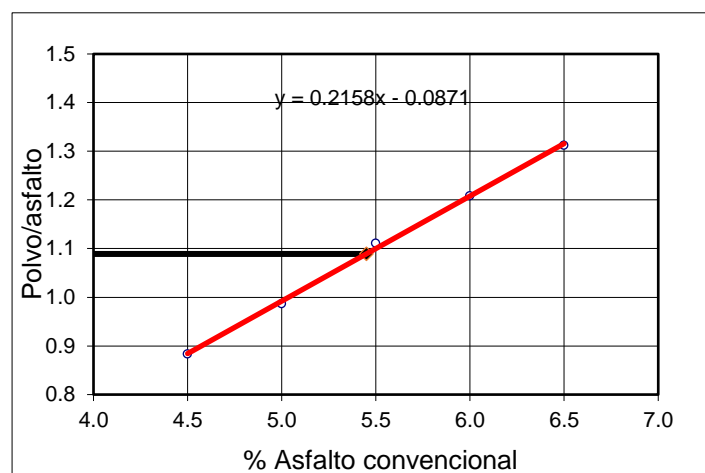
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 50, se puede observar un %C. A de 5.45 se tiene 2.372 gr/cm<sup>3</sup>.



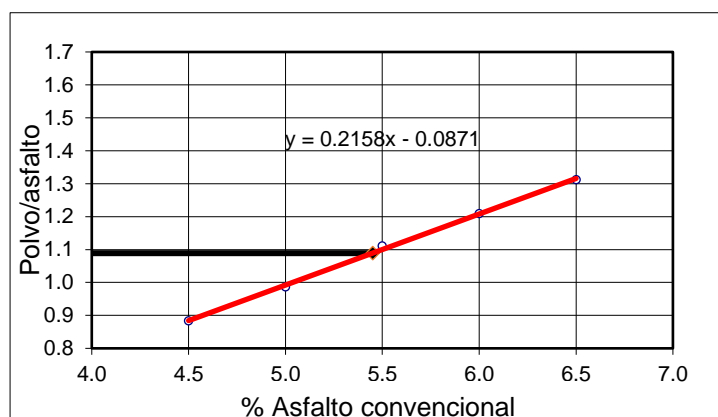
**Figura 51.** Polvo/asfalto- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 52.** Polvo/asfalto - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

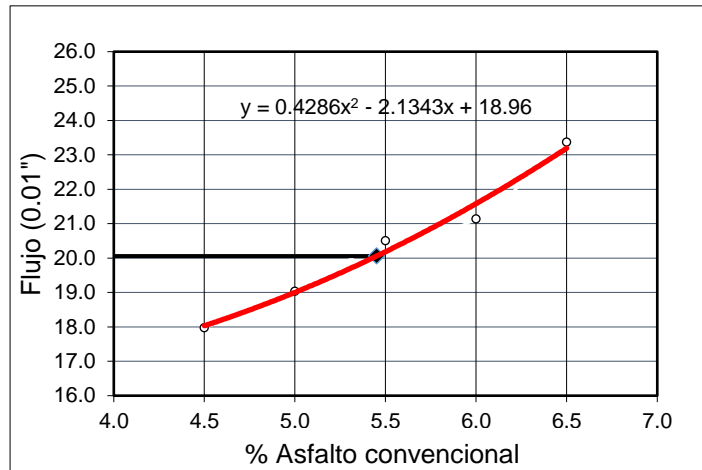
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 53.** Polvo/asfalto - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

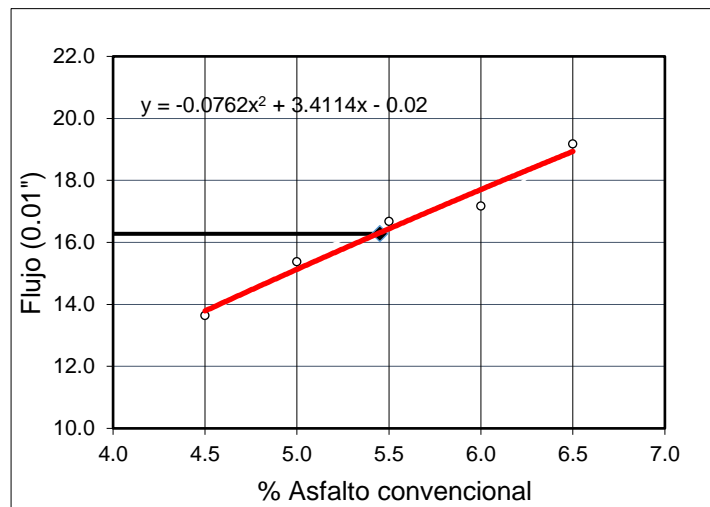
En la figura 51, 52 y 53, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene una relación polvo/asfalto de 1.09, cumpliendo por el parámetro de la norma MTC 2013.



**Figura 54.**Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 54, se tiene un %C. A de 5.45 y un flujo Marshall de 20.1 (0.01") en cual el valor no se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "C" se debe encontrar entre 8 – 20 (0.01").

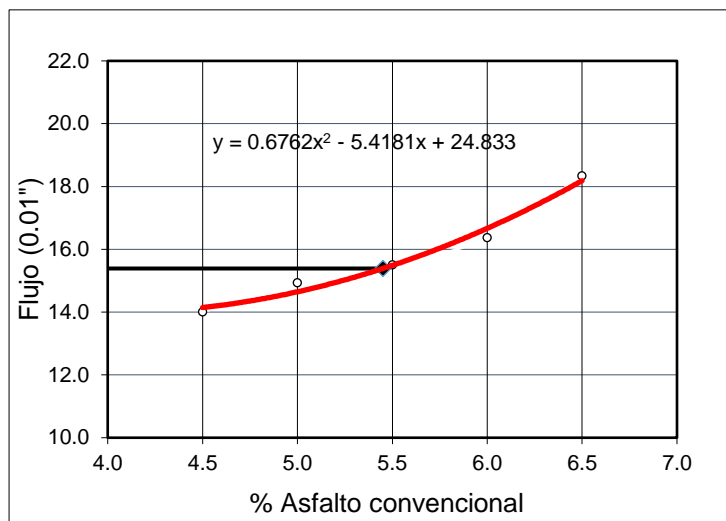


**Figura 55.**Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 55, se tiene un %C. A de 5.45 y un flujo Marshall de 16.3 (0.01") en cual el valor no se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "B" se debe encontrar entre 8 – 16 (0.01").

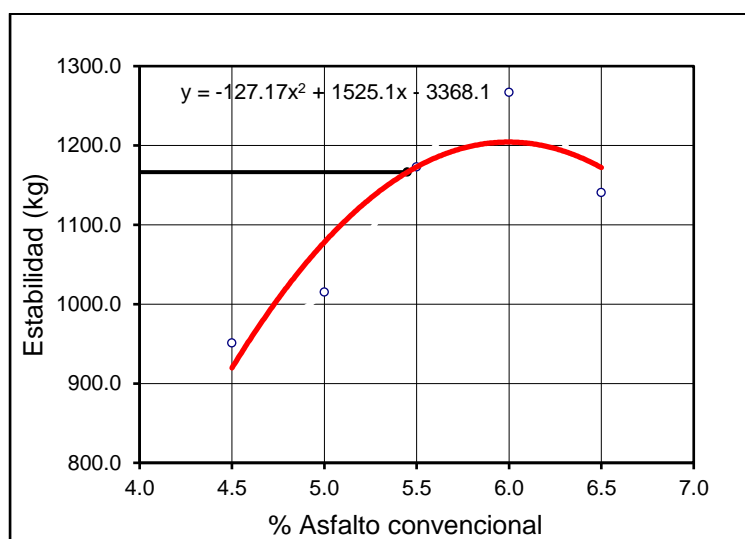




**Figura 56.** Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 56, se tiene un %C. A de 5.45 y un flujo Marshall de 15.40 (0.01") en cual el valor no se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "A" se debe encontrar entre 8 – 14 (0.01").

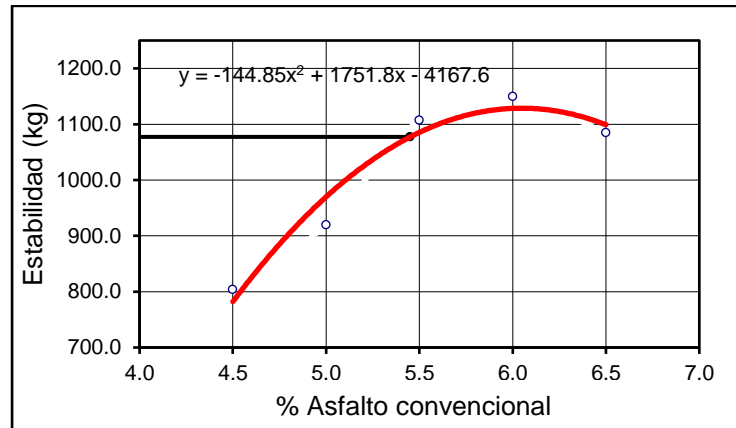


**Figura 57.** Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

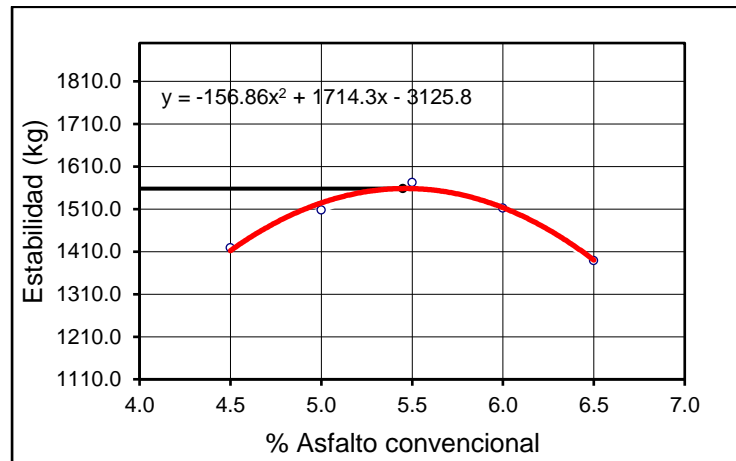
Como se observa en la figura 57, para un %C. A de 5.45, se tiene una estabilidad Marshall 1166 kg, cumpliendo el valor mínimo de 453 kg para el tipo de tránsito "C" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

Como se observa en la figura 58, para un %C. A de 5.45, se tiene una estabilidad Marshall 1077 kg, cumpliendo el valor mínimo de 544 kg para el tipo de tránsito "B".



**Figura 58.** Estabilidad - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

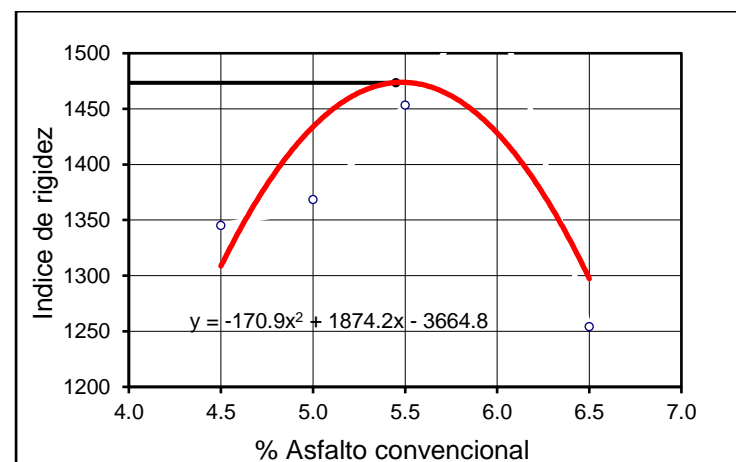
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 59.** Estabilidad - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

Fuente: Elaboración propia.

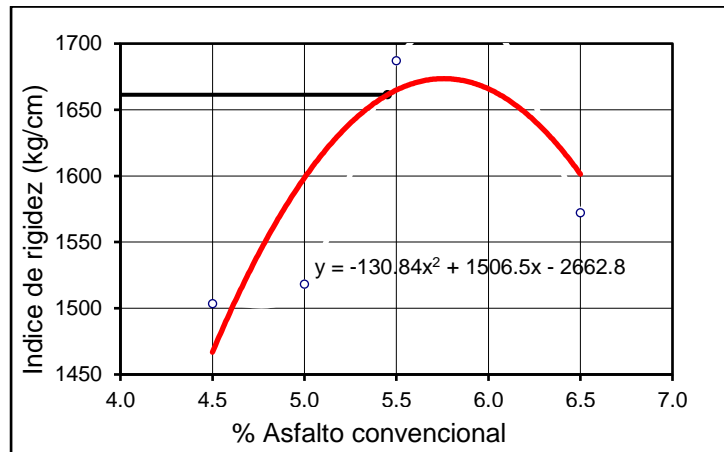
Como se observa en la figura 59, para un %C. A de 5.45, se tiene una estabilidad Marshall 1558 kg, cumpliendo el valor mínimo de 815 kg para el tipo de tránsito "A".



**Figura 60.** Índice de rigidez - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.25%FBC

Fuente: Elaboración propia.

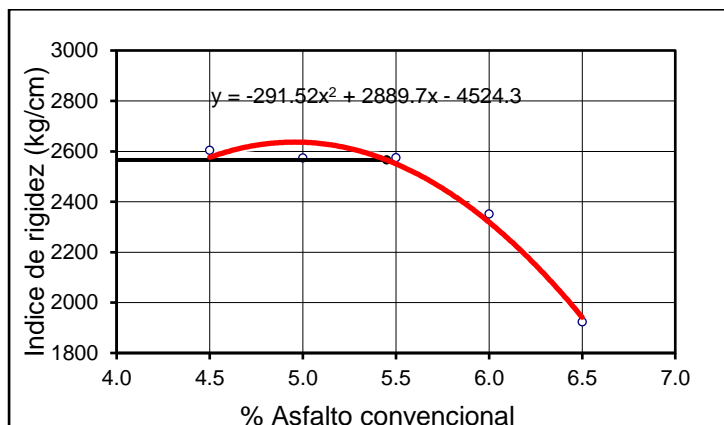
Como se observa en la figura 60, para un %C. A de 5.45, se tiene un índice de rigidez de 1473 kg/cm, el valor no se encuentra entre los parámetros de la norma MTC.



**Figura 61.** Índice de rigidez-Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 61 para un %C. A de 5.45, se tiene un índice de rigidez de 1661 kg/cm, el valor no se encuentra entre los parámetros de la norma MTC.



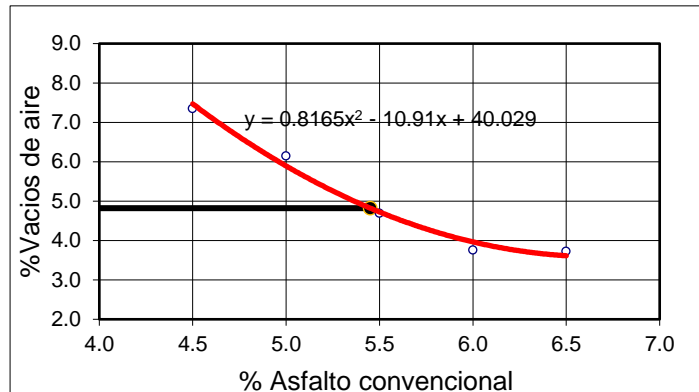
**Figura 62.** Índice de rigidez-Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.25% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 62, para un %C. A de 5.45, se tiene un índice de rigidez de 2571 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.

- **Resultados para la mezcla asfáltica modificada con 0.50% FBC.**

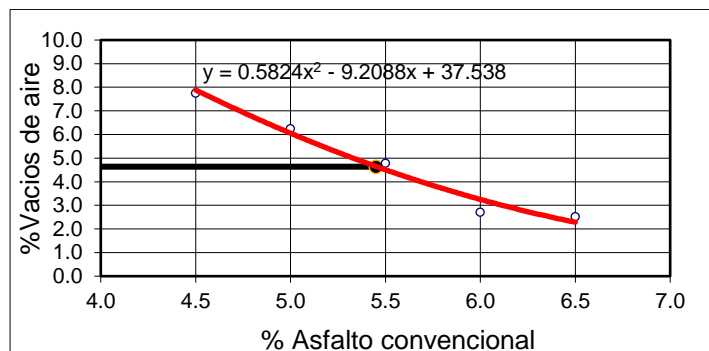
El porcentaje de vacíos se debe encontrar entre (3 – 5).



**Figura 63.** Vacíos de aire - Tránsito liviano "C", mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

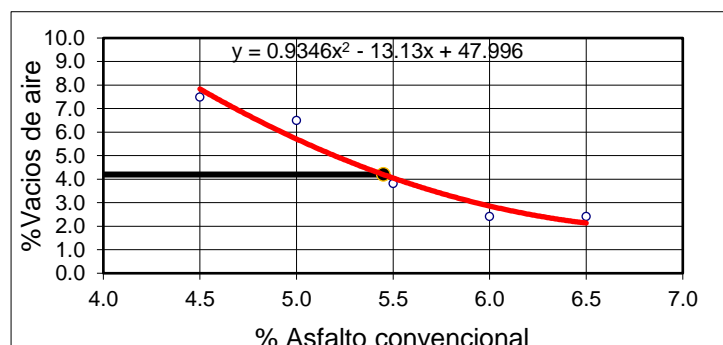
En la figura 63, la mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.50% para el tránsito liviano se optó en elegir un %vacíos de 4.8 de tal manera al interceptar con la parábola en el eje "X" se tiene un óptimo cemento asfáltico de 5.45%.



**Figura 64.** Vacíos de aire - Tránsito "B" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 64, se observa que se tiene un %vacíos de 4.60 y un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 5.45%.

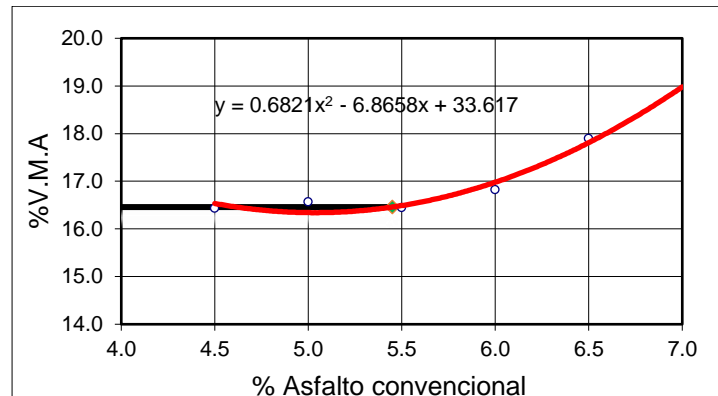


**Figura 65.** Vacíos de aire - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 65, se observa que se tiene un %vacíos de 4.20 y un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 5.45%.

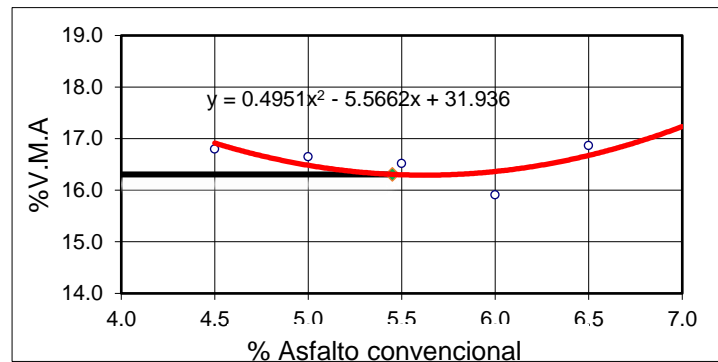
De acuerdo a la norma MTC EG 2013, de la sección 423-08 las muestras asfálticas deben contar con un mínimo de 14 (VMA).



**Figura 66.** V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

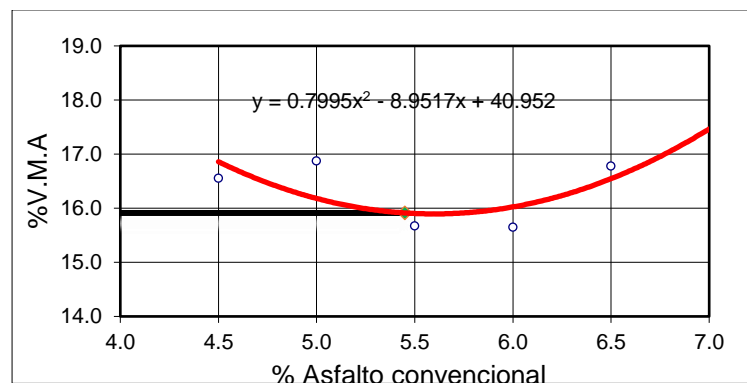
En la figura 66, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 16.50% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 67.** V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

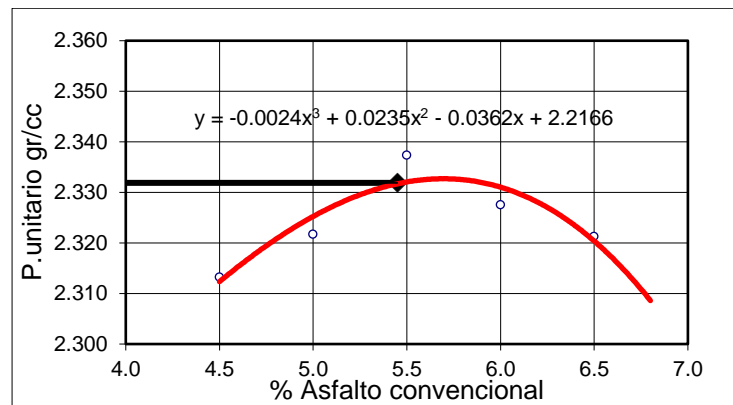
En la figura 67, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 16.30 % V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 68.** V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

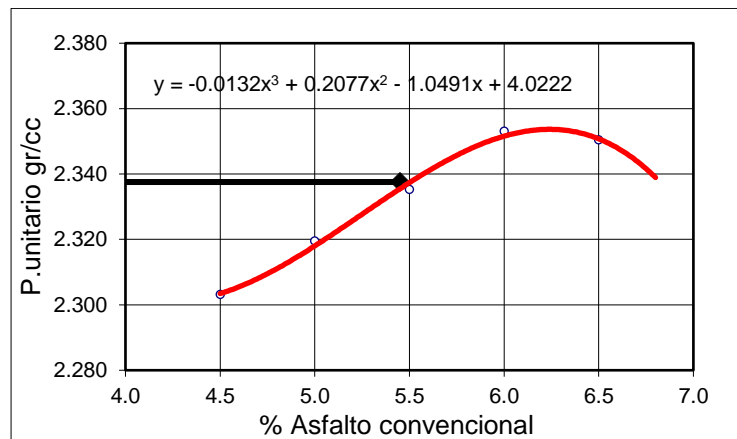
En la figura 68, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 15.9% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 69.** P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

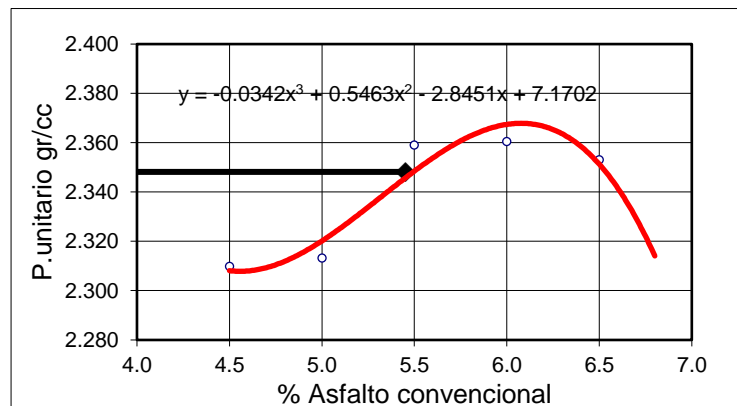
En la figura 69, se tiene un %C. A de 5.45 se tiene 2.332 gr/cm3.



**Figura 70.** P. unitario - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

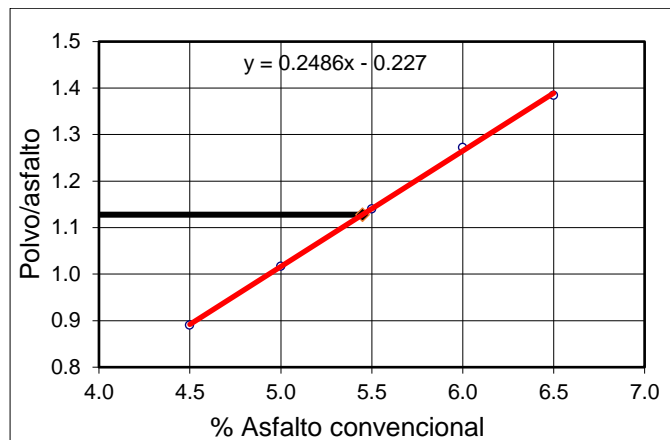
En la figura 70, se tiene un %C. A de 5.45 se tiene 2.338 gr/cm3.



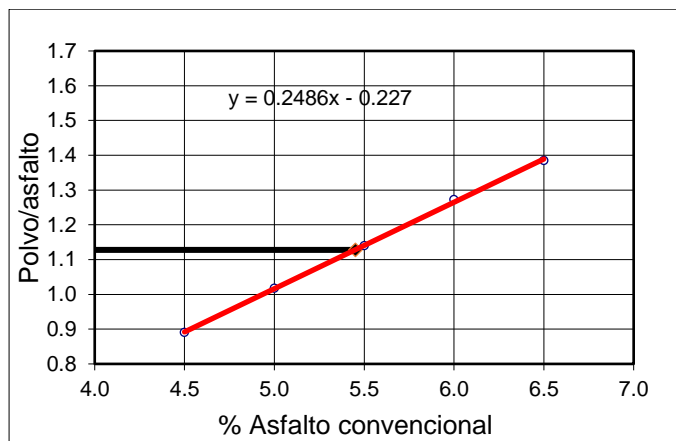
**Figura 71.** P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

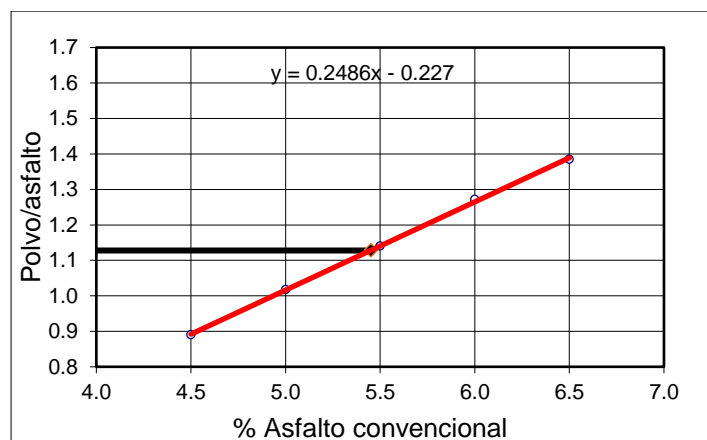
En la figura 71, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene 2.348 gr/cm3.



**Figura 72.** Polvo/asfalto- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.  
**Fuente:** Elaboración propia.

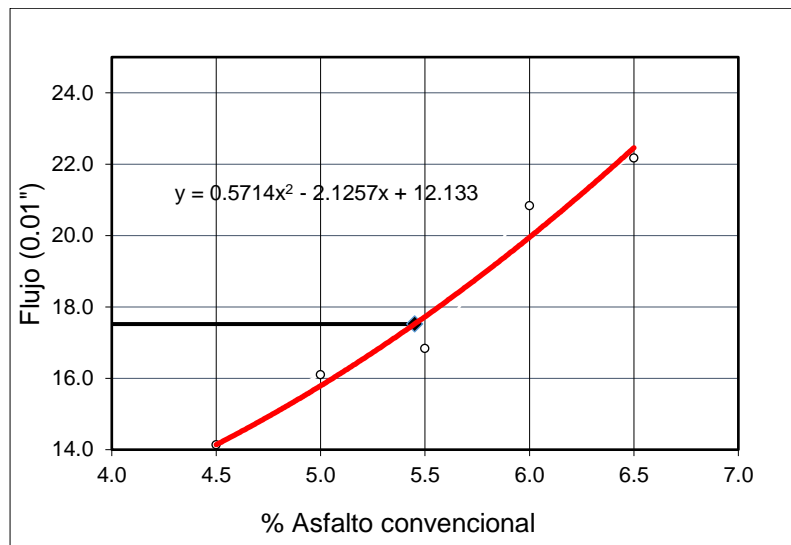


**Figura 73.** Polvo/asfalto - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 74.** Polvo/asfalto - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.  
**Fuente:** Elaboración propia.

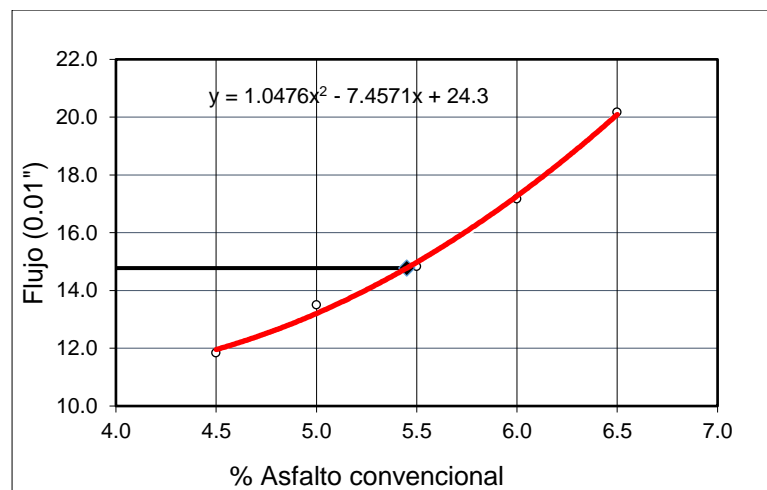
En la figura 72, 73 y 74, se puede observar que para un %C. A de 5.45 se tiene una relación polvo/asfalto de 1.10, cumpliendo por el parámetro de la norma MTC 2013.



**Figura 75.** Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 75, se tiene un %C. A de 5.45 y un flujo Marshall de 17.50 (0.01") en cual el valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "C" se debe encontrar entre 8 – 20 (0.01").

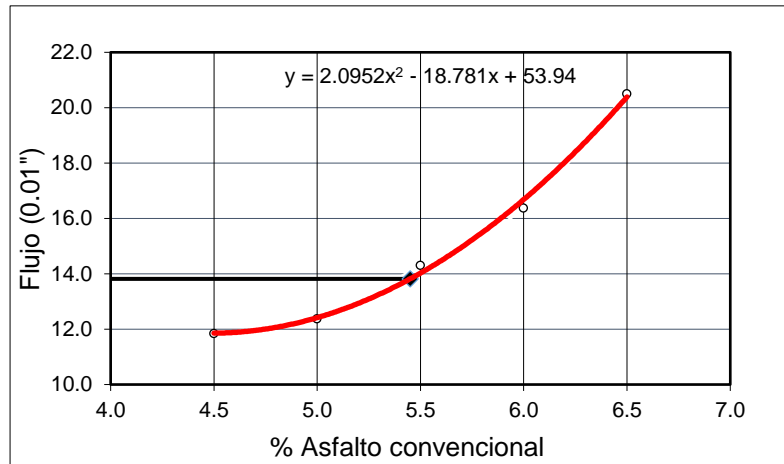


**Figura 76.** Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 76, se tiene un %C. A de 5.45 y un flujo Marshall de 14.8 (0.01") en cual el valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "B" se debe encontrar entre 8 – 16 (0.01").

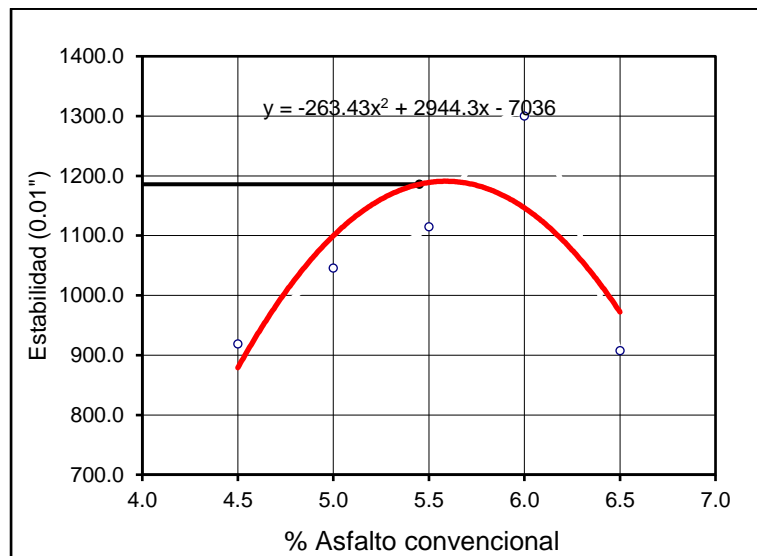




**Figura 77.** Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 77, se tiene un %C. A de 5.45 y un flujo Marshall de 13.80 (0.01'') en cual el valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "A" se debe encontrar entre 8 – 14 (0.01'').

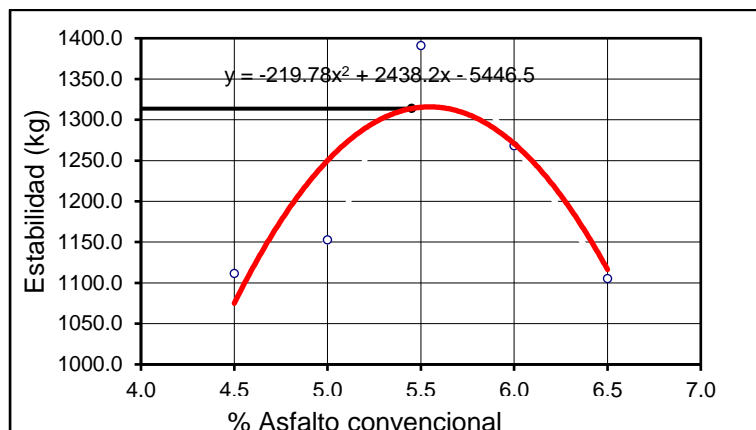


**Figura 78.** Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

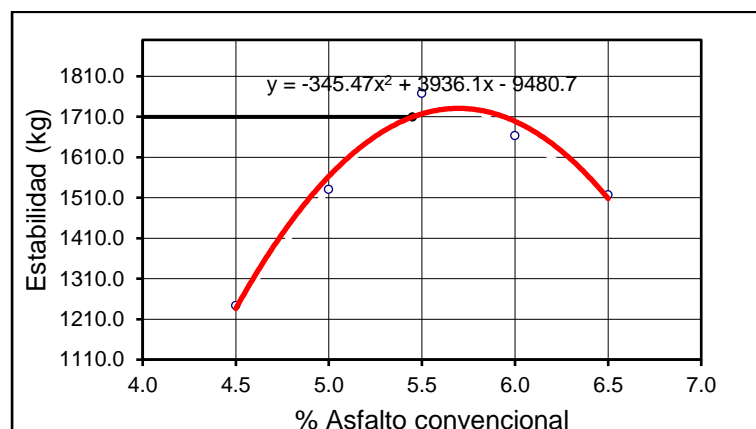
Como se observa en la figura 78, para un %C. A de 5.45, se tiene una estabilidad Marshall 1186 kg, cumpliendo el valor mínimo de 453 kg para el tipo de tránsito "C" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

Como se observa en la figura 79, para un %C. A de 5.45, se tiene una estabilidad Marshall 1314 kg, cumpliendo el valor mínimo de 544 kg para el tipo de tránsito "B" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.



**Figura 79.** Estabilidad - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 0.50% FBC.

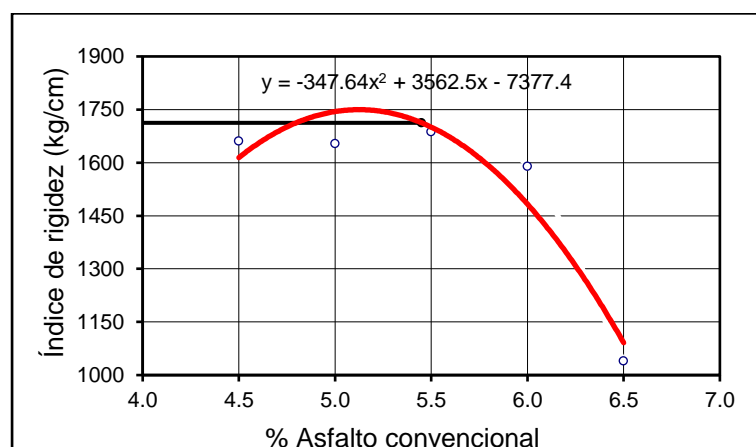
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 80.** Estabilidad - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 80, para un %C. A de 5.45, se tiene una estabilidad Marshall 1710 kg, cumpliendo el valor mínimo de 815 kg para el tipo de tránsito "A" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

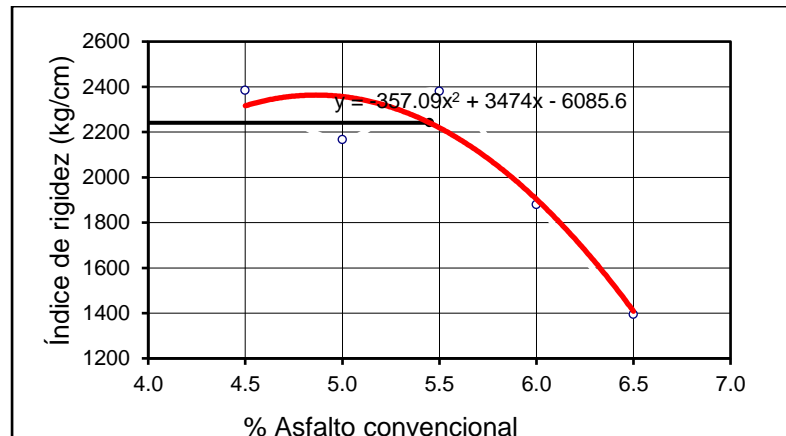


**Figura 81.** Índice de rigidez - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 0.50% FBC

**Fuente:** Elaboración propia.

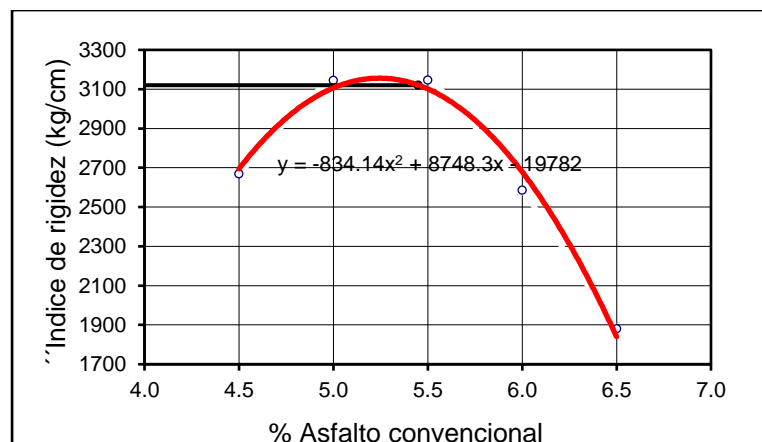
Como se observa en la figura 81, para un %C. A de 5.45, se tiene un índice de rigidez de 1712 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.

Como se observa en la figura 82, para un %C. A de 5.45, se tiene un índice de rigidez de 2241 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.



**Figura 82.** Índice de rigidez-Tránsito "B" de la mezcla con 0.50%FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.



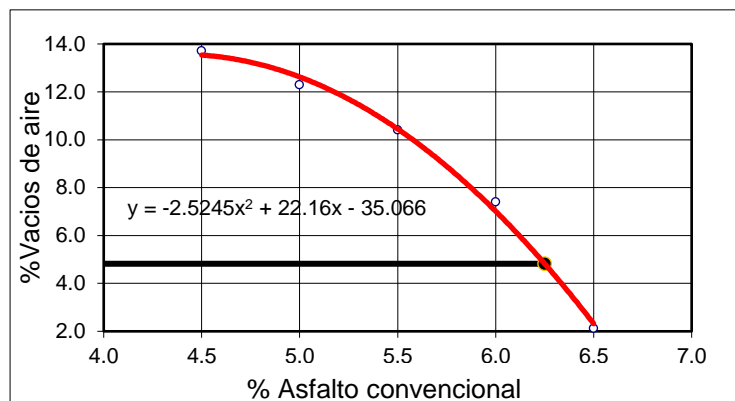
**Figura 83.** Índice de rigidez -Tránsito pesado "A" de la mezcla con 0.50%FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 83, para un %C. A de 5.45, se tiene un índice de rigidez de 3120 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.

- **Resultados para la mezcla asfáltica modificada con 1.00% FBC.**

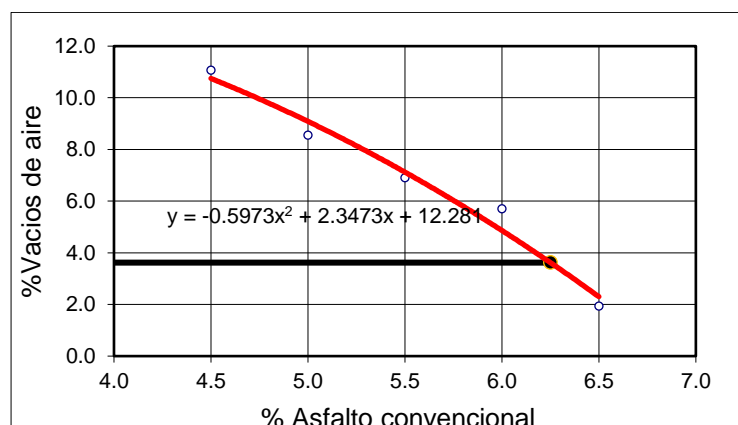
El porcentaje de vacíos se debe encontrar entre (3 – 5).



**Figura 84.** Vacíos de aire - Tránsito liviano "C", mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

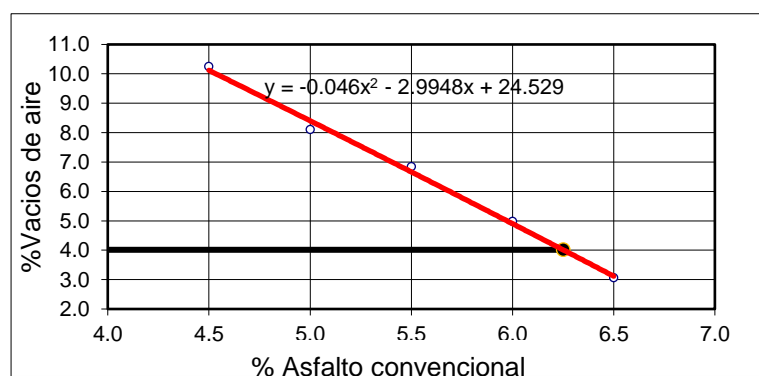
En figura 84, la mezcla asfáltica modificada con FBC al 1.00% para el tránsito liviano se optó en elegir un %vacíos de 4.8 de tal manera al interceptar con la parábola en el eje "X" se tiene un óptimo cemento asfáltico de 6.25%.



**Figura 85.** Vacíos de aire-Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 85, se observa que se tiene un %vacíos de 3.60 y un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 6.25 %.

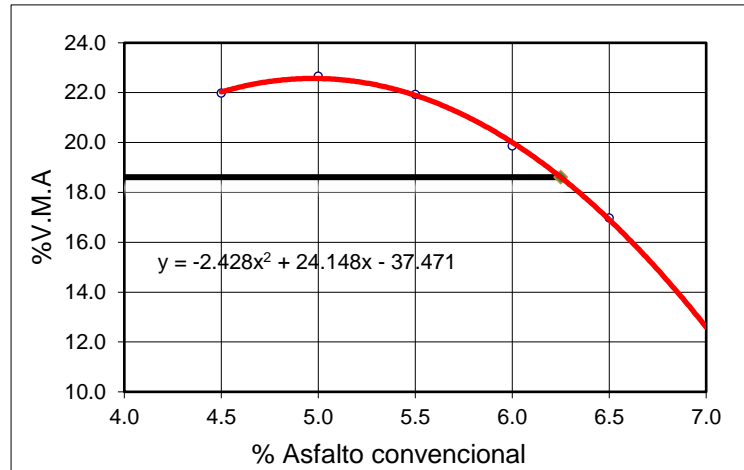


**Figura 86.** Vacíos de aire - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 86, se observa que se tiene un %vacíos de 4.00 y un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 6.25 %.

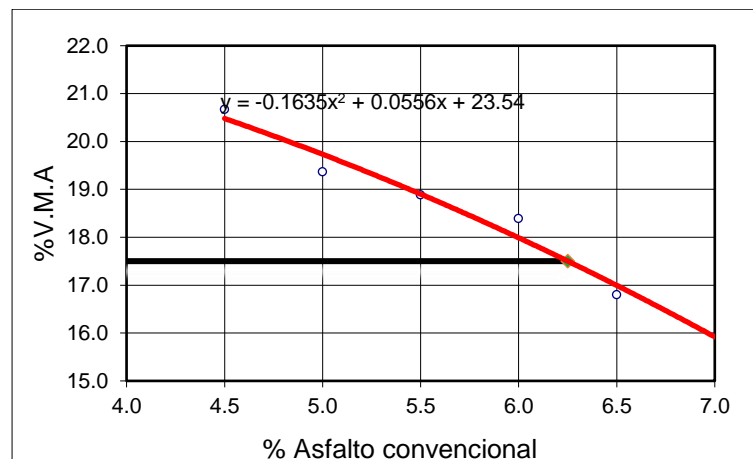
De acuerdo a la norma MTC EG 2013, de la sección 423-08 las muestras asfálticas deben contar con un mínimo de 14 (VMA) esta selección se da según el tamaño máximo del agregado.



**Figura 87.** V.M. A- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

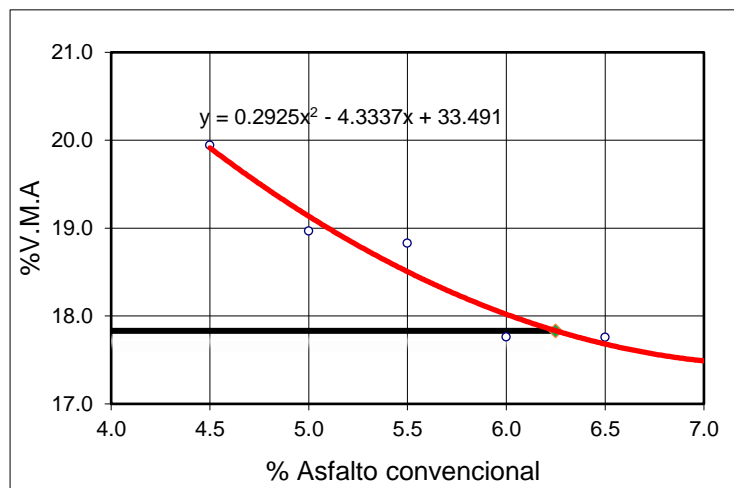
En la figura 87, se puede observar que para un %C. A de 6.25 se tiene 18.60% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 88.** V.M. A - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

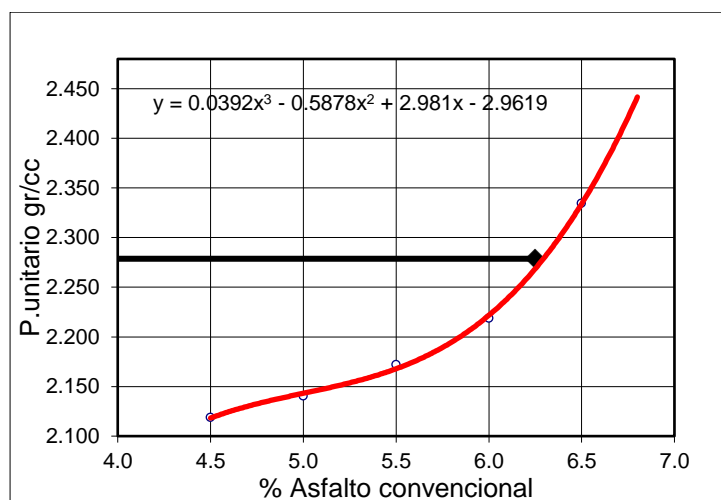
En la figura 88, se puede observar que para un %C. A de 6.25 se tiene 17.5% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 89.** V.M. A - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

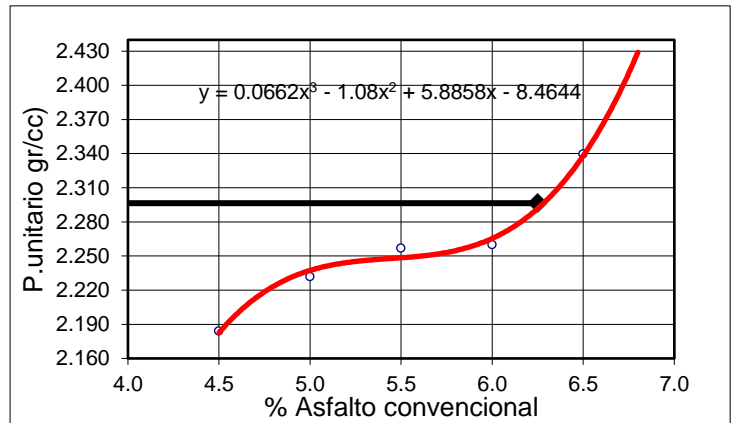
En la figura 89, se puede observar que para un %C. A de 6.25 se tiene 17.8% V.M.A, en cual cumple con lo especificado en normativa MTC EG 2013.



**Figura 90.** P. unitario- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

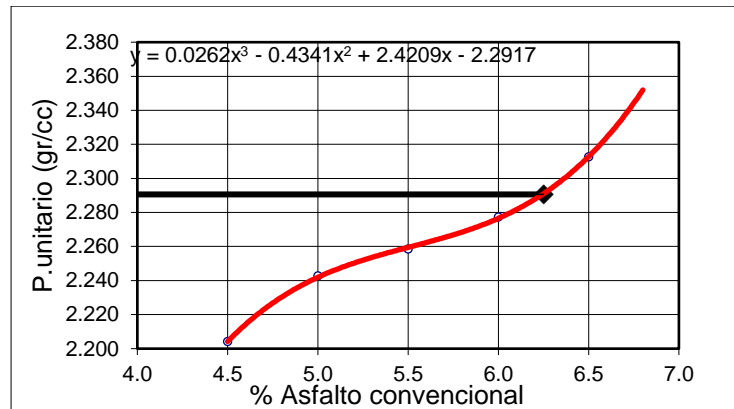
En la figura 90, se puede observar que para un %C. A de 6.25 se tiene 2.279 gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura 91.** P. unitario - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00 % FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

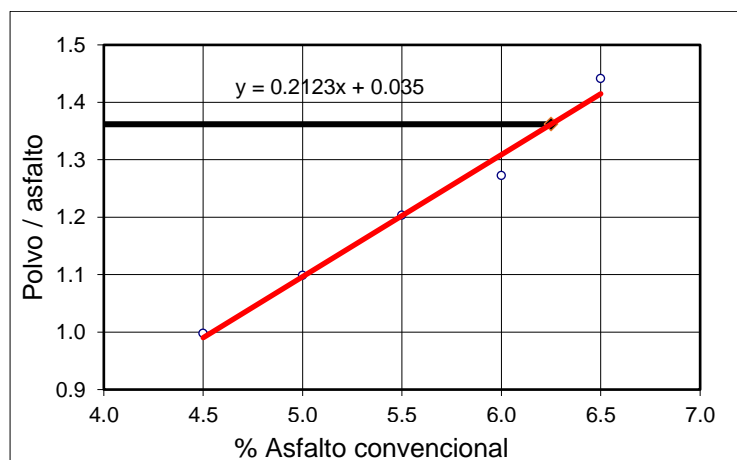
En la figura 91, se puede observar que para un %C. A de 6.25 se tiene 2.296 gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura 92.** P. unitario - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.

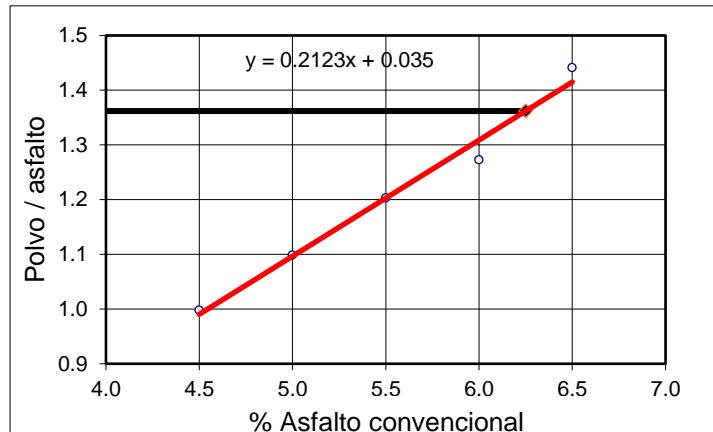
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 92, se tiene un %C. A de 6.25 se tiene 2.291 gr/cm<sup>3</sup>.

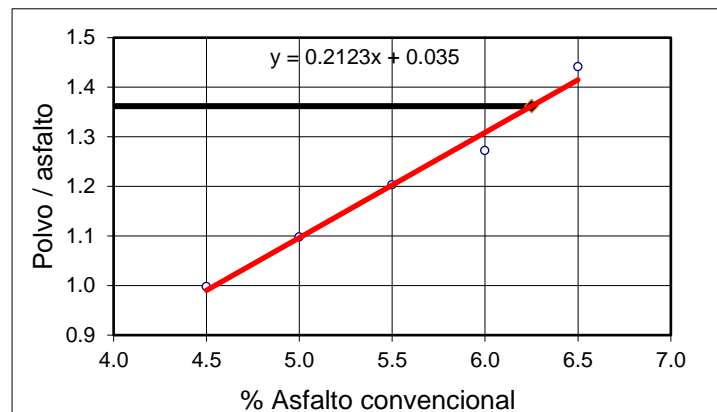


**Figura 93.** Polvo/asfalto- Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

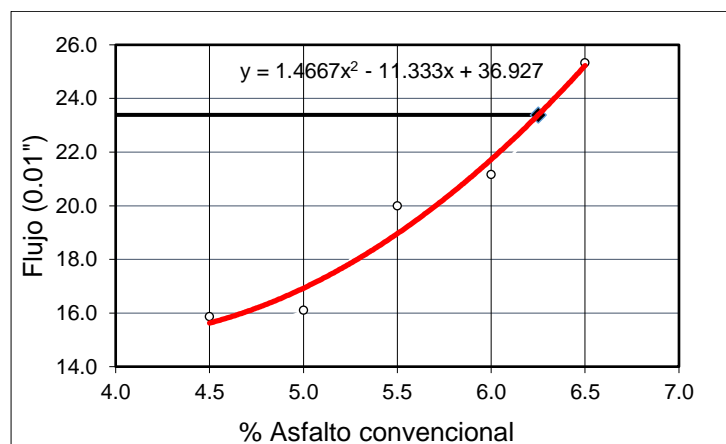


**Figura 94.** Polvo/asfalto - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 95.** Polvo/asfalto - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.  
**Fuente:** Elaboración propia.

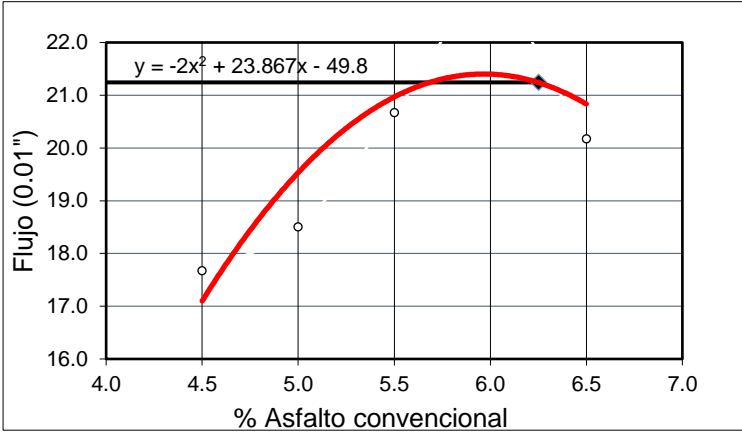
En la figura 93, 94 y 95, se puede observar que para un %C. A de 6.25 se tiene una relación polvo/asfalto de 1.40, 1.36 y 1.40 respectivamente, cumpliendo por el parámetro de la norma MTC 2013.



**Figura 96.** Flujo - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.  
**Fuente:** Elaboración propia.



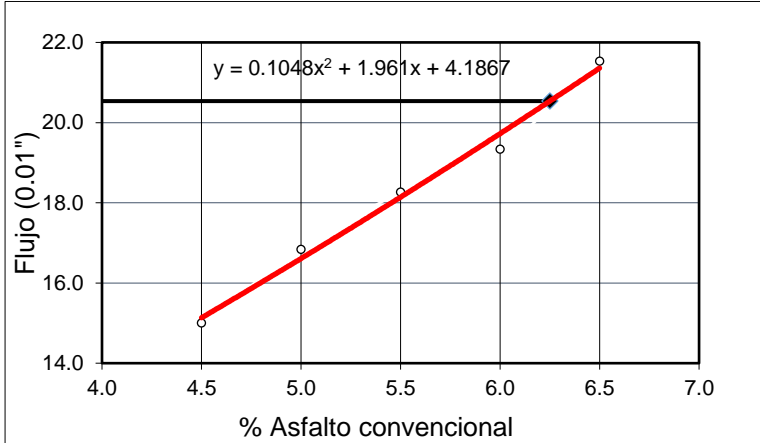
Como se observa en la figura 96, se tiene un %C. A de 6.25 y un flujo Marshall de 23.4 (0.01") en cual el valor no se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "C" se debe encontrar entre 8 – 20 (0.01").



**Figura 97.** Flujo - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

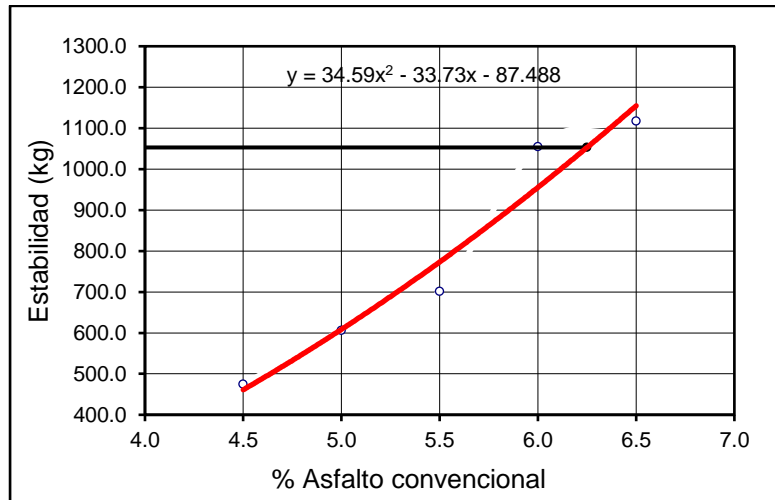
Como se observa en la figura 97, se tiene un %C. A de 6.25 y un flujo Marshall de 21.2 (0.01") en cual el valor no se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "B" se debe encontrar entre 8 – 16 (0.01").



**Figura 98.** Flujo - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

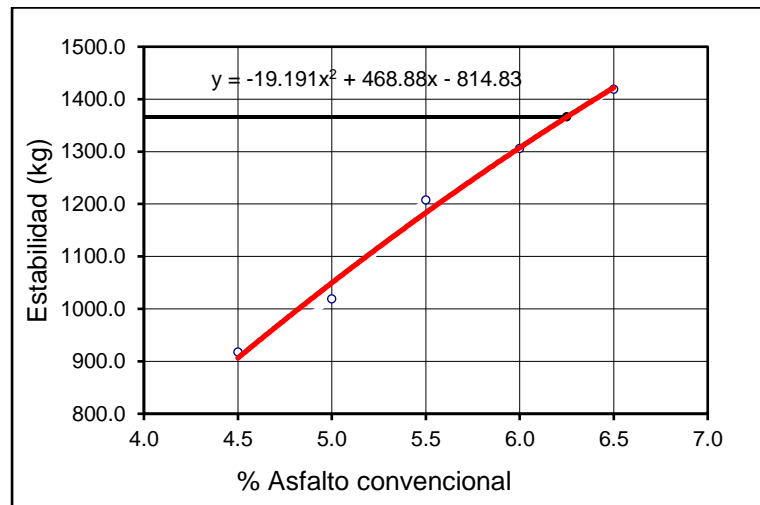
Como se observa en la figura 98, se tiene un %C. A de 6.25 y un flujo Marshall de 20.5 (0.01") en cual el valor no se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma MTC EG 2013 dado para el tipo de tránsito "A" se debe encontrar entre 8 – 14 (0.01").



**Figura 99.** Estabilidad - Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 99, para un %C. A de 6.25, se tiene una estabilidad Marshall 1053 kg, cumpliendo el valor mínimo de 453 kg para el tipo de tránsito "C" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

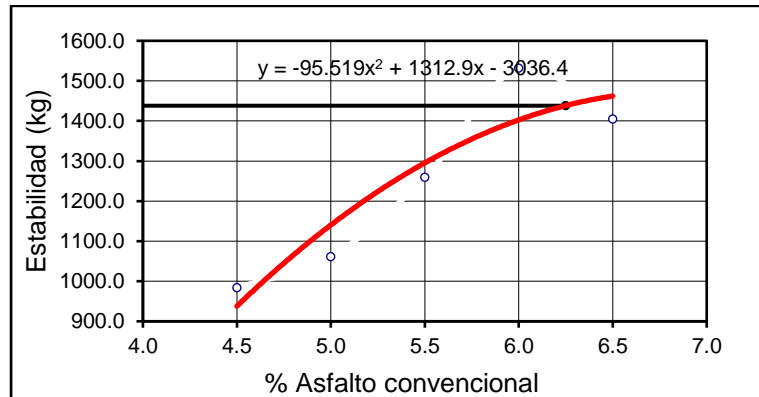


**Figura 100.** Estabilidad - Tránsito mediano "B" de la mezcla con 1.00% FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

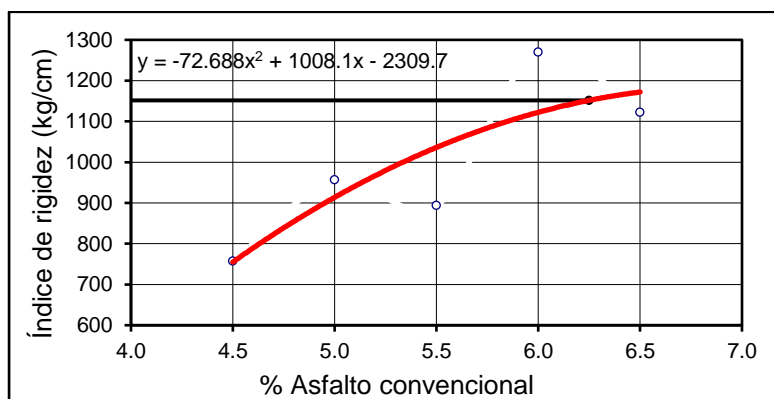
Como se observa en la figura 100, para un %C. A de 6.25, se tiene una estabilidad Marshall 1366 kg, cumpliendo el valor mínimo de 544 kg para el tipo de tránsito "B" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.

Como se observa en la figura 101, para un %C. A de 6.25, se tiene una estabilidad Marshall 1438 kg, cumpliendo el valor mínimo de 815 kg para el tipo de tránsito "A" de acuerdo a la normativa MTC EG 2013.



**Figura 101.** Estabilidad - Tránsito pesado "A" de la mezcla con 1.00% FBC.

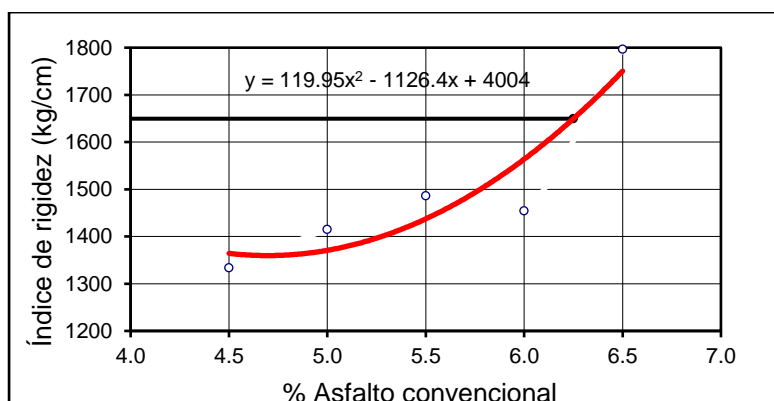
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 102.** Índice de rigidez-Tránsito liviano "C" de la mezcla con 1.00%FBC

Fuente: Elaboración propia.

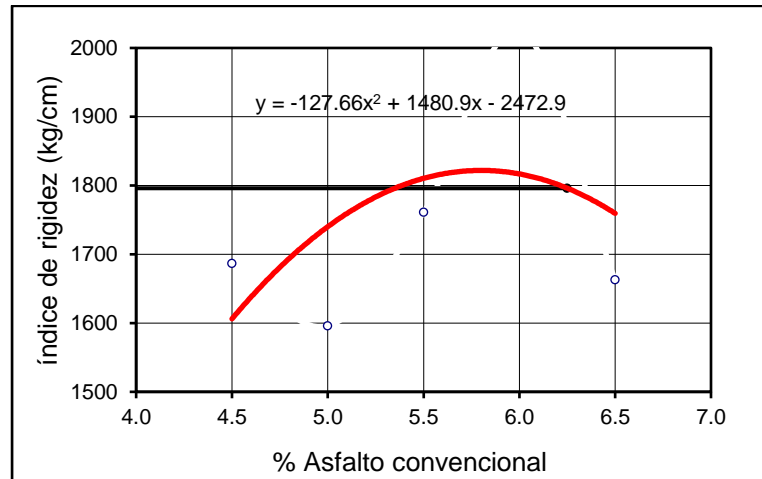
En la figura 102, para un %C. A de 6.25, se tiene un índice de rigidez de 1152 kg/cm, el valor no cumple con el parámetro mínimo de la norma MTC.



**Figura 103.** Índice de rigidez-Tránsito "B" de la mezcla con 1.00%FBC.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 103, para un %C. A de 6.25, se tiene un índice de rigidez de 1650 kg/cm, el valor no cumple con el parámetro mínimo de la norma MTC.



**Figura 104.** Índice de rigidez-Tránsito "A" de la mezcla con 1.00%FBC.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 104, para un %C. A de 6.25, se tiene un índice de rigidez de 1796 kg/cm, el valor se encuentra entre los parámetros que nombra la norma MTC.

### 3.1.4. Resultados del desarrollo del objetivo N° 4.

A continuación, se evaluará las propiedades físicas – mecánicas de acuerdo a la norma MTC EG 2013/Especificaciones (ASTMD 6927) para cada tipo de tránsito con la finalidad de determinar la dosificación óptima.

**Tabla 20**

*Resumen de los resultados de las propiedades físicas - mecánicas para el tránsito liviano - Muestra convencional y modificadas con FBC.*

TRÁNSITO LIVIANO "C"								
Dosificaciones	% Vacíos	% V.M.A	P. unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	Índice Rigidez (kg/cm)	Estabilidad (kg)	Flujo (0.01")	% C.A	
Especificaciones (ASTM D 6927)/MTC	3 - 5	14.00 min	--	1700 - 4000	453 min	8 - 20	--	
Mezcla convencional 0%	4.1	15.4	2.384	1949.9	1209.1	15.7	5.40	
Mezcla modificada FBC	0.25%	4.7	16.0	2.353	1473.4	1166.4	20.1 5.45	
	0.50%	4.8	16.5	2.332	1712.4	1185.9	17.5 5.45	
	1.00%	4.8	18.6	2.279	1151.6	1052.9	23.4 6.25	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** Los resultados de las muestras asfálticas convencionales cumplen con todas las especificaciones de la norma MTC EG 2013 – sección 423-06, además se puede observar que al incorporar la fibra de bagazo de caña existe un

incremento de los valores de las propiedades de flujo, %vacíos, %V.M. A y el % óptimo de cemento asfáltico, determinando que el 0.50% FBC es la dosificación óptima ya que cumple con las especificaciones de la normativa.

**Tabla 21**

*Resumen de los resultados de las propiedades físicas - mecánicas para el tránsito mediano - Muestra convencional y modificadas con FBC.*

TRÁNSITO MEDIANO "B"								
Dosificaciones		%Vacíos	%V.M.A	P. unitario (gr/cm3)	Índice Rigidez (kg/cm)	Estabilidad (kg)	Flujo (0.01")	%C.A
Especificaciones	(ASTM D 6927)/MTC	3 - 5	14.00 min	--	1700 - 4000	544.0	8 - 16	--
Mezcla convencional	0%	4.1	15.3	2.375	1990.8	1246.8	15.9	5.40
Mezcla modificada FBC	0.25%	4.5	15.9	2.359	1661.3	1077.3	16.3	5.45
	0.50%	4.6	16.3	2.338	2241.2	1313.7	14.8	5.45
	1.00%	3.6	17.5	2.296	1649.5	1366.0	21.2	6.25

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** Para el tipo de tránsito mediano los resultados de las muestras asfálticas convencionales cumplen con todas las especificaciones de la norma MTC EG 2013 – sección 423-06, los valores para las muestras modificadas con FBC 0.25% y 1.00% muestran que las propiedades de índice de rigidez y flujo no cumplen con las especificaciones de la norma.

**Tabla 22**

*Resumen de los resultados de las propiedades físicas - mecánicas para el tránsito pesado - Muestra convencional y modificadas con FBC.*

TRÁNSITO PESADO "A"								
Dosificaciones		%Vacíos	%V.M.A	P. unitario (gr/cm3)	Índice Rigidez (kg/cm)	Estabilidad (kg)	Flujo (0.01")	%C.A
Especificaciones	(ASTM D 6927)/MTC)	3 - 5	14.00 min	--	1700 - 4000	815 min	8 - 14	--
Mezcla convencional	0%	4.1	15.4	2.374	2906.5	1582.4	13.8	5.40
Mezcla modificada FBC	0.25%	3.9	15.4	2.372	2571.5	1558.0	15.4	5.45
	0.50%	4.2	15.9	2.348	3120.2	1709.7	13.8	5.45
	1.00%	4.0	17.8	2.291	1796.0	1438.0	20.5	6.25

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** Para el tipo de tránsito pesado los resultados de las muestras asfálticas convencionales cumplen con todas las especificaciones de la norma MTC EG 2013 – sección 423-06, para el caso de la muestra modificada con 0.50% FBC es el porcentaje óptimo debido a que sus resultados son favorables cumpliendo con los parámetros de la norma.

### **3.2. Discusión de los resultados**

De haber culminado con el desarrollo de los resultados se revisará y discutirá con aquellos antecedentes citados en la investigación, de tal manera tenemos:

#### **3.2.1. Discusión 1**

El agregado que se empleó para la presente investigación fue de procedencia de la cantera La Pluma– Batan grande km 5, en la tabla 11 y 12 se observan que los ensayos que se realizaron demostraron que el agregado grueso y fino cumplen con los parámetros mínimos y máximos de acuerdo a la norma MTC EG. Con respecto a los resultados de Valera (2018), la cantera de su estudio fue las tres tomas – Ferreñafe, para el agregado grueso tuvo una abrasión de 20.2%, p. específico 2.592 gr/cm<sup>3</sup>, caras fracturas 86.2/98.8, sales solubles 0.08 y para el agregado fino un equivalente de arena de 63.3%, p. específico 2.552 gr/cm<sup>3</sup> y un I.P N° 40 de NP. Por otro lado, con Quipusco y Villegas (2019) su agregado llevo control de calidad y a la escoria determinando que el material que se eligió cumple con la normativa MTC y la absorción para la escoria no cumplió con 1% máx que debe tener el material teniendo 2.40%.

#### **3.2.2. Discusión N° 2**

Ya teniendo el análisis granulométrico de cada agregado se lleva emplear un diseño granulométrico teórico en cual se utiliza los porcentajes pasantes de cada malla y cada agregado con finalidad de tener una gradación, en la cual resulto que comportamiento granulométrico para diseño convencional y con fibra de bagazo de caña en 0.25%, 0.50% y 1.00% como se visualiza en la tabla 16, 17, 18 y 19 demostraron que cumplieron con el tipo de gradación MAC-2. Con respecto al antecedente con Farfán y Flores (2019), utilizo un diseño SMA de gradación abierta en el cual cuenta con un diseño de TMN (3/4”) con 75% agregado grueso + 15% agregado fino + 10% filler. En el caso del antecedente con Quipusco y Villegas (2019), coincide en la elección del tipo de gradación MAC -2 en el cual tuvo una combinación teórica de 55% arena + 45 piedra chancada.

### **3.2.3. Discusión N° 3**

En relación a la evaluación de las propiedades físicas – mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas, de acuerdo a los resultados se mostró mejoras en todos los tipos de tránsito evaluados, respecto al tránsito pesado “A” la investigación arroja que el % Vacíos es de 4.2%, el %V.M.A es del 15.9, el peso unitario fue de 2.348 gr/cm<sup>3</sup>, el índice de rigidez de 3120.2 kg/cm, una estabilidad de 1709.7 kg, un flujo(0.01”) de 13.8 y un C.A del 5.45%, los valores cumplieron con los parámetros de la normativa MTC E 504/ ASTM D 1559. En relación al antecedente Bejarano y Caicedo 2017 mostraron que al estudiar la fibra natural de caña de azúcar en el diseño un tránsito pesado obtuvieron como resultados que la estabilidad es de 80.2 KN, el flujo (1/100”) de 187, el peso unitario de 2.111 gr/cm<sup>3</sup>, el CA es de 5.0%, tanto el antecedente como la presente investigación comparten el uso de bagazo de caña de azúcar y en ambas investigación se mostró la mejora de las propiedades físicas-mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas.

### **3.2.4. Discusión N°4**

Respecto a determinar la dosificación óptima de fibra de bagazo de caña para la mezcla asfáltica para cada tipo de tráfico evaluado, se mostró que el uso del 0.5 % de fibra de bagazo de caña de azúcar es el porcentaje óptimo para cada tipo de tráfico evaluado, ya que mostro mejoras en las propiedades físicas y mecánicas evaluadas. En relación al antecedente Bejarano y Caicedo 2017 mostraron que al estudiar la fibra natural de caña de azúcar en el diseño de un tránsito pesado obtuvieron que con el uso del 0.5% de fibra se mejoraron las propiedades físicas y mecánicas, tanto en el antecedente como el estudio realizado usan la fibra de bagazo de caña de azúcar, compartiendo como porcentaje optimo el 0.5 % de fibra.

## **. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **3.3. Conclusiones**

Se concluye que los agregados cumplieron con los requerimientos de la normativa vigente MTC EG2013, demostrando así la calidad de los mimos y de esta manera son los adecuados para la elaboración de mezclas asfálticas, por parte del agregado grueso se obtuvo una durabilidad de 5.71%, abrasión de 17.72%, partículas chatas y alargadas de 3.60%, caras fracturas 81.1/73.5, sales solubles

de 0.10% y absorción de 0.88%, y por parte del árido fino se obtuvo un equivalente de arena de 63%, angularidad del agregado fino 40.47%, índice de plasticidad N° 40 (IP) NP, índice de plasticidad N°200 (IP) (2.22%), sales solubles 0.10% y absorción 0.38%.

Se concluye que mediante el análisis granulométrico global teórico que se realizó para el diseño de mezcla asfáltica convencional y las modificadas con fibra de bagazo de caña se determinó que el tipo de huso de gradación que cumple es del tipo MAC – 2 y los porcentajes se encuentran en los límites establecidos por la norma MTC EG 2013, sección 423-03.

Se concluye que la evaluación de las propiedades física- mecánicas de la mezcla modificada con FBC mostraron que para el tipo de tránsito “A” con 0.25% de FBC se obtuvo una estabilidad, flujo, índice de rigidez, % de vacíos, %V.M.A de 1558 kg, 15.4 (0.01”), 2571.5 kg/cm, 3.9% y 15.4% respectivamente; con 0.5% de FBC se alcanzó una mejora en la estabilidad de un 8.04%, índice de rigidez 7.35% y tuvo un flujo 13.8 (0.01”) con respecto a la mezcla convencional. Para el tipo de tránsito “B” con 0.25% de FBC se obtuvo 1077.3 kg de estabilidad, flujo 16.3 (0.01”), Índice de rigidez 1661.3 kg/cm, vacíos de aire 4.5% y V.M.A de 15.9%; con 0.5% de FBC se mostró una mejora en las propiedades de estabilidad en un 5.37 %, índice de rigidez 12.58% y tuvo un flujo 14.8 (0.01”) con respecto a la mezcla convencional. Por último, para el tipo de tránsito “C” con 0.25% de FBC se obtuvo 1166.4 kg estabilidad, flujo 20.1 (0.01”), Índice de rigidez 1473.4 kg/cm, vacíos de aire 4.7%, V.M.A 16%; con 0.50% de FBC se mostró una reducción en la estabilidad en un 1.92%, índice de rigidez 12.18% y tuvo un flujo 17.5 (0.01”) con respecto a la mezcla convencional. Respecto a todas las mezclas modificadas con 1% de FBC para el tipo de tránsito A, B y C el flujo y el índice de rigidez no cumplieron con los parámetros establecidos de la norma MTC.

Finalmente se concluye que el uso de FBC en mezcla asfáltica con 0.50% mejora en las propiedades de estabilidad, flujo, índice de rigidez y los parámetros volumétricos para los tipos de tránsito A, B y C.



### **3.4. Recomendaciones**

Se recomienda tener sumo cuidado durante la dosificación, ya que el variar con el peso de las fibras al ser añadido en la mezcla asfáltica haría que los resultados obtenidos no seas los reales.

Se recomienda emplear la fibra de bagazo de caña en las mezclas asfálticas en caliente en la dosificación optima de 0.50% del peso del agregado, debido a las mejoras que se presentaron en sus propiedades mecánicas.

Se recomienda complementar la investigación con ensayos que permitan determinar el daño inducido por humedad, deformación permanente, resistencia a la fatiga, modulo resiente entre otros, y aplicarlos a las mezclas convencionales y las modificadas con fibra de bagazo de caña.

Para futuras investigaciones se recomienda tener en cuenta el control de la temperatura al momento de la elaboración de la mezcla asfálticas, y los tiempos que dictamina la normativa para la elaboración de cada ensayo.

Por las mejoras que se presentaron en las propiedades mecánicas con del uso de fibra de bagazo de caña en mezclas asfálticas se recomienda poner un tramo de prueba para constatar el funcionamiento en obra.

Para obtener una mezcla asfáltica en caliente de calidad se recomienda ensayar primero los agregados de acuerdo a la normativa MTC EG2013.

Se recomienda que para futuras investigaciones se estudie el uso de FBC, pero con diferentes dimensiones de fibra, así se encontrará cual es el tamaño de fibra óptima para la mejora de las mezclas asfálticas.

Se recomienda para futuras investigaciones evaluar la desintegración de la fibra de bagazo de caña teniendo en cuenta parámetros de tiempo en uso de la mezcla asfáltica.

Se recomienda para futuras investigaciones realizar tramos pilotos empleando el diseño de mezclas asfáltica modificada con fibra de bagazo de caña.

## REFERENCIAS

- Aljubory, A; Teama, Z; Salman, H; Hanady, A. (2021). Effects of cellulose fibers on the properties of asphalt mixtures. *Materialstoday*, 2941-2947. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.772>
- Almazán, O; Hernández, A; Brizuela, M, A; Carvajal, O; Arias, G, N. (2013). *El bagazo de la caña de azúcar conocimiento y potencial*. La habana-Cuba: ICIDCA.
- Arenas, L. H. (2006). *Tecnología del cemento asfáltico* (5ta ed.). Popayán: Litocenco Ltda.
- Asphalt Institute. (2015). *MS-2 Asphalt Design Methods* (Seventh ed.). Asphalt Intitute.
- Bdour, A; Khalayleh, Y; Omari, A. (2015). Assessing mechanical properties of hot mix asphalt with wire wool fibers. *Hindawi Advances in Civil Engineering*, 1-6. doi:<https://www.doi.org/10.1155/2015/795903>
- Bejarano, J, F; Caicedo, C, F. (2017). *Análisis del comportamiento físico -mecánico de la mezcla asfáltica tipo MDC.19 con fibra de caña de azúcar*. Bogotá: Facultad de ingeniería - Universidad Catolica de colombia .
- Berrera, A, P; Buitrago, A, L; Pinto, P. (2016). Sustainability of sugar cane bagasse utilitazion in valle del cauca, Colombia. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 133-149. doi:<https://www.doi.org/10.16925/in.v12i20.1548>
- Campos, M. (2019). *Evaluación del pavimento flexible por el método del PCI, calle dorado cuadra 1-10 del distrito Jose Leonardo Ortiz - Chiclayo*. Chiclayo-Perú: Universidad César Vallejo - Facultad de Ingeniería .
- Campos, M. (2019). *Evaluación del pavimento flexible por el método del PCI, calle dorado cuadra 1-10 del distrito jose leonardo ortiz - chiclayo (tesis de pregrado)*. Chiclayo: Escuela Académico profesional de Ingeniería civil- Universidad César Vallejo.
- Centofante, R; Specht, P; Almeida Junior, P; Pinheiro, R; Pereira, Deividi. (2018). Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas a quente com inserção de material fresco. *Revista Materia*, 23(3). doi:<https://www.doi.org/10.1590/S1517-707620180003.0512>

- Cervera, B. C. (2017). *Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, cajamarca, 2016*. Cajamarca : Tesis de pregrado-Universidad Privada del Norte.
- Choi, M, J; Kim, Y, J; Kim, H, J; Jae, J, Lee. (2019). Performance evaluation of the use of tire-derived fuel fly ash as mineral filler in hot mix asphalt concrete. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 249-258. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.05.004>
- Choudhary, R; Kumar, A; Murkute, K. (2018). Properties of waste polyethylene terephthalate (pet) modified asphalt mixes: Dependence on pet size pet content, and mixing process. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 62. doi:<https://doi.org/10.3311/PPci.10797>
- Coicue, L, F; Sepulveda, C, C. (2017). *Polietileno de baja densidad como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19 (Tesis de pregrado)*. Bogotá - Colombia: Programa de Ingeniería Civil - Universidad Católica de Colombia.
- Contraloría constata hundimiento de carpeta asfáltica en Chiclayo. (2017, julio 06). *andina agencia peruana de noticias*. Retrieved from <https://andina.pe/agencia/noticia-contraloria-constata-hundimiento-carpeta-asfaltica-chiclayo-673751.aspx>
- Cueva, J, C; Hormaza, A; Merino, A. (2017). Sugarcane bagasse and its potential use for the textile effluent treatment. *DYNA*, 84(203), 291-297. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n203.61723>
- Cutiño, E., Medina, M., & Tort, D. (2015). Caracterización del bagazo de caña como biomasa vegetal. *EBSCO host*, 35, 179 - 192.
- Dalhat, M. A., Osman, S., Alhuraish, A., Almarshad, F., Qarwan, S. A., & Adesina, A. (2020). Chicken feather fiber modified hot mix asphalt concrete: rutting performance, durability, mechanical and volumetric properties. *Construction and Building Materials*, 239. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117849>
- Delgado, H. (2015). *Evaluación del módulo complejo y fatiga de una mezcla asfáltica tibia con aditivos*. Instituto Mexicano del transporte.
- Dolores, H; Aldana, A. (2011). *Manejo integrado del cultivo de caña de azúcar*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Farfan, B, A; Flores, R, J. (2019). *Análisis y propuesta de carpeta asfáltica con la tecnología (S.M.A) modificada con fibra natural de caña de azúcar, cusco 2018*. Cusco: Facultad de ingeniería y arquitectura - Universidad Andina del cusco.
- Figueroa, A, S; Fonseca, E. (2015). Estudio de material reciclado para reparar fisuras y su aplicación en pavimento en Bogotá. *Épsilon*, 89-121.
- Guan, B; Liu, J; Wu, J; Liu, J; Tian, H; Huan, T; Liu, C; Ren, T. (2019). Investigation of the performance of the Ecofriendly Fiber-Reinforced Asphalt Mixture as a Sustainable Pavement Material. *Advances in Materials Science and Engineering*, 1-12. doi:<https://www.doi.org/10.1155/2019/6361032>
- Haichuan, J; Huaxin, C; Yanping, S; Jiandang, M; Shian, C; Kim, R; Huang, S; Qin, H. (2022). Effect of laboratory aging on the stiffness and fatigue cracking of asphalt mixture containing bamboo fiber. *Journal of cleaner Production*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130120>
- Herrera de la rosa, R; Aenlle, A; Muñoz, N. (2018). Evaluation of natural additives for warm asphalt mix. *Revista de la construcción*, 17(2), 330-336. doi:<http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.2.330>
- Institute Asphalt. (2001). *Principios de construcción de pavimentos de mezclas asfáltica en caliente*. Lexington: Asphalt Institute.
- Jamal, M; Khattab, A; Rizvi, H. (2017). Characterization of carbon nano-fiber modified hot mix asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 40, 738-745. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.034>
- Jiménez, M; Sibaja, D; Molina, D. (2009). Mezclas asfálticas en frío en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones. *Dialnet*, 18-29.
- Khurshid, M., Qureshi, N., Hussain, A., & Iqbal, M. (2019). Enhancement of hot mix asphalt (HMA) properties using waste polymers. *Arabian Journal for science and Engineering*, 8239-8248. doi:<https://doi.org/10.1007/s13369-019-03748-3>
- Kusuma, Y; Fikri, H; Sianturi, M. (2020). An analysis of characteristic of Asphalt pen 60/70 mixed with gilsonite additive. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732. doi:<https://www.doi.org/10.1088/1757-899X/732/1/012011>

- Li, Z; Zhang, X; Fa, Ch; Zhang, Y; Xiong, J; Chen, H. (2020). Investigation on characteristics and properties of bagasse fibers: Performances of asphalt mixtures with bagasse fibers. *Construction and Building Materials*, 248. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118648>
- Loaiza, A; Colorado, H. (2018). Marshall Stability and flow tests for asphalt concrete containing electric arc furnace dust waste high ZnO contents from the steel making process. *Construction and Building Materials*, 769-778. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.012>
- Lozada, C. A. (2018). *Tratamiento de fisuras para la conservación del pavimento flexible en el tramo Perico San ignacio - Cajamarca 2018 (Tesis de pregrado)*. Lima - Perú: Facultad de ingeniería - Universidad César Vallejo.
- Lozano, D, A; Molina, G, F; Ruge, J, C; Moreno, L, Á; Bastidas, J, G. (2020). Asphalts and modified dense asphalt mixtures with rubber of military boots. *DYNA*, 87, 120-128. doi:<https://www.doi.org/10.15446/dyna.v87n212.78135>
- Luo, D; Khater, A; Yue, Y; Abdelsalam, M; Zhang, Z; Yuanyuan, L; Li, J; Iseley, D. (2019). The performance of asphalt mixtures modified with lignin fiber and glass fiber: A review. *Construction and Building Materials*, 209, 337-387. doi:<https://www.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.126>
- Mansob, R, A; Ismail, A; Yusoff, N; Rahmat, R, A; Borhan, M; Albrka, S, I; Azhari, C; Karim, M. (2017). Engineering characterisation of epoxidized natural rubber-modified hot-mix asphalt. *PLO SONE*. doi:<https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0171648>
- Minaya, Gonzales, S; Ordoñez, Huaman, A. (2001). *Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos* (Vol. I). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013*. Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Mirkovic´, K; Tomic, N; Mladenovic´, G. (2019). Effect of Different Types of Fly Ash on properties of Asphalt Mixtures. *Advances in Civil Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1155/2019/8107264>

- Montoya, G. C. (2019). *Seguimiento a las condiciones de infraestructura vial para el tránsito de peatones y conductores en puntos críticos de los distritos de Lima y Callao*. Lima - Perú: Defensoría del Pueblo.
- Mrova, N. (2017). Investigation of usability of basalt fibers in hot mix asphalt concrete. *Construction and Building Materials*, 175-180. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.04.048>
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis*. (5a ed.). Bogotá: Ediciones de la U.
- Olguín, D. (2016). *Proceso de Producción de Agregados Pétreos y su Control de Calidad*. Universitaria: Universidad Nacional Autónoma de México .
- Padilla, A. (2004). *Mezclas asfálticas*. UPCommons.
- Pino, P. J. (2015). La honestidad en la investigación científica. *Scielo*, 32(4), 193 - 194.
- Pirmohammad, S; Shokorlou, M; Amani, B. (2020). Influence of natural fibers (kenaf and goat wool) on mixed mode I/II fracture strength of asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 239. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117850>
- Quipusco, F, K, L; Villegas, D, V. (2019). *Efectos de sustituir agregado grueso convencional por siderúrgico en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente (Tesis de pregrado)*. Pimentel - Perú: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil.
- Ramadhansyah, P; Noram, R; Idris, A; Mohd, A; Siti, K; Norhidayah, A; Haryati, Y. (2019). Stability and voids properties of hot mix asphalt containing black rice husk ash. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 244. doi:<https://www.doi.org/10.1088/1755-1315/244/1/012044>
- Saboo, N; Kumar, P. (2016). Performace Caracterización of polymer Modified Asphalt Binders and Mixes. *Hindawi Advances in civil Engineering*, 1-12. doi:<https://www.doi.org/10.1155/2016/5938270>
- Segura, A. T. (2016). *Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas, con materiales reutilizables en la construcción como escoria de acero (tesis de pregrado)*. Bogotá - Colombia: Programa de ingeniería civil - Universidad Católica de Colombia .

- Sheng, Y; Zhang, B; Yan, Y; Li, H; Chen, Z; Chen, H. (2019). Laboratory Investigation on the use of Bamboo fiber in asphalt mixtures for Enhanced performance. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44, 4629-4638. doi:<https://www.doi.org/10.1007/s13369-018-3490-x>
- Slebi, C; Lastra, P; Pascual, P; Castro, D. (2019). Mechanical performance of fibers in hot mix asphalt. *Construction and Building Materials*, 200, 756-769. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.171>
- Sosa, E. R. (2018). *Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018*. Pimentel - Perú: Facultad de Ingeniería - Universidad César Vallejo.
- Valera, F. L. (2018). *Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizado como relleno mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica (Tesis de pregrado)*. Chiclayo-Perú: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental- Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Vásquez, J. (2019). *Evaluación del estado de condición de los pavimentos flexibles, del Jr. Gregorio Malca, Jr 27 de noviembre y Jr mariscal Castilla de la ciudad de Chota, mediante el método PCI, provincia de Chota, departamento de Cajamarca (tesis de pregrado)*. Cajamarca-Perú: Facultad de Ingeniería- Universidad Nacional de Cajamarca .
- Yue, Y., Abdelsam, M., Luo, D., Khater, A., Musanyufu, J., & Chen, T. (2019). Evaluation of the properties of asphalt mixes modified with diatomite and lignin fiber: a review. *Materials*, 12. doi:<https://doi.org/10.3390/ma12030400>

## ANEXOS

### Anexo 01. Resolución del proyecto de investigación.

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
RESOLUCIÓN N°1518-2020/FAU-USS

Pimentel, 24 de julio de 2020

**VISTO:**

El Acta de reunión N°017-HDSD-2020, de fecha 7 de julio de 2020 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERIA CIVIL, para la ejecución de la Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE", presentado por el(los) tesista(s) YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL, del Programa de estudios INGENIERIA CIVIL, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado: es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C."

Que, en el Acta de reunión N°017-HDSD-2020 de fecha 7 de julio de 2020, del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERIA CIVIL, se indica entre los acuerdos la aprobación del Proyecto de Tesis denominada "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE" de la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL en condición de estudiante, del Programa de estudios INGENIERIA CIVIL.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°:** APROBAR, el Proyecto de Tesis denominado "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE", perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL, del Programa de estudios INGENIERIA CIVIL.

**ARTÍCULO 2°:** ESTABLECER, que la inscripción del Título de Proyecto de tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

**ARTÍCULO 3°:** DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

 Dr. Mario Fernando Ramos Mescol  
Decano - Facultad de Ingeniería,  
Arquitectura y Urbanismo  
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

 MBA. María Noelia Sialer Rivera  
Secretaría Académica / Facultad de Ingeniería,  
Arquitectura y Urbanismo  
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

Cc: Interesado, Archivo



## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos – Laboratorio y validación de instrumentos

### Anexo 2.1. Análisis granulométrico del agregado fino.

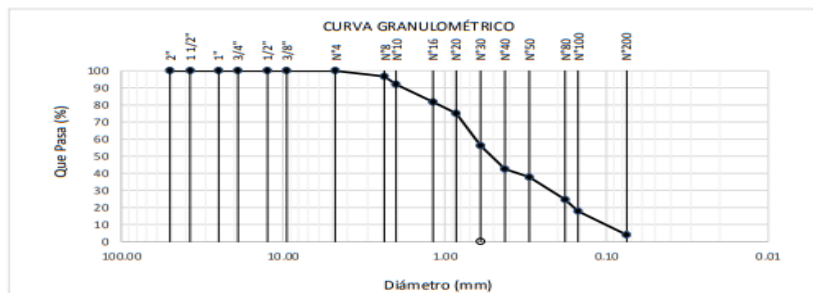


**LEMS W&C EIRL**  
RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480761334  
Email: lemswyc@eirl.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Agregado Fino

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	3.4	3.4	96.6
Nº 10	2.000	4.6	8.0	92.0
Nº 16	1.180	10.3	18.3	81.7
Nº 20	0.850	6.7	25.0	75.0
Nº 30	0.600	18.8	43.8	56.2
Nº 40	0.425	13.7	57.5	42.5
Nº 50	0.300	4.8	62.3	37.7
Nº 80	0.180	13.1	75.4	24.6
Nº 100	0.150	6.8	82.2	17.8
Nº 200	0.075	13.8	96.0	4.0



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

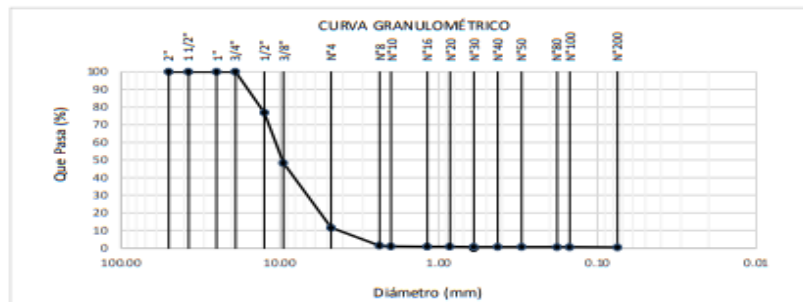
## Anexo 2.2. Análisis granulométrico del agregado grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Agregado Grueso

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado
2"	50.000	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.500	23.21	23.2	76.8
3/8"	9.500	28.45	51.7	48.3
Nº 4	4.750	36.76	88.4	11.6
Nº 8	2.360	10.16	98.6	1.4
Nº 10	2.000	0.34	98.9	1.1
Nº 16	1.180	0.21	99.1	0.9
Nº 20	0.850	0.05	99.2	0.8
Nº 30	0.600	0.08	99.3	0.7
Nº 40	0.425	0.04	99.3	0.7
Nº 50	0.300	0.02	99.3	0.7
Nº 80	0.180	0.05	99.4	0.6
Nº100	0.150	0.04	99.4	0.6
Nº200	0.075	0.10	99.5	0.5



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

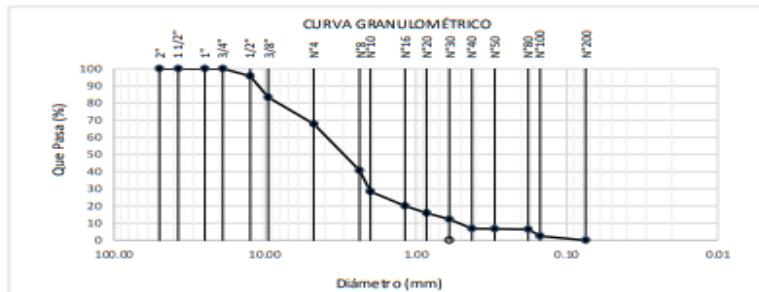
## Anexo 2.3. Análisis granulométrico de la fibra de caña.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicioa@lemswycelf.com

Solicitante : GUILTERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 18/05/2021  
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
NORMA : N.T.P. 400.012  
Muestra : Fibra de Caña

Malla	%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	4.2	95.8
3/8"	9.500	12.4	83.4
Nº 4	4.750	15.6	67.7
Nº 8	2.360	27.1	40.7
Nº 10	2.000	12.3	71.6
Nº 16	1.180	8.2	79.9
Nº 20	0.850	4.2	84.1
Nº 30	0.600	3.7	87.8
Nº 40	0.425	5.4	93.1
Nº 50	0.300	0.2	93.3
Nº 80	0.180	0.2	93.6
Nº100	0.150	3.9	97.4
Nº200	0.075	2.5	100.0



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 2.4. Análisis granulométrico del filler.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Filler (Cemento Tipo I - Pasacmayo)

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0
Nº 10	2.000	0.0	0.0	100.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0
Nº 20	0.850	0.0	0.0	100.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0
Nº 40	0.425	0.0	0.0	100.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0
Nº 80	0.180	0.0	0.0	100.0
Nº100	0.150	0.0	0.0	100.0
Nº200	0.075	16.0	16.0	84.0



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



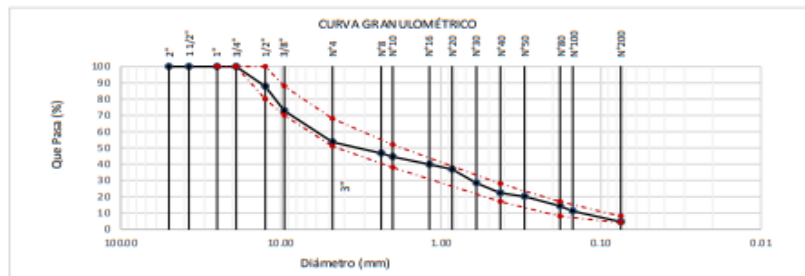
## Anexo 2.5. Combinación teórica- MAC – 2.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyc@igmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAJO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Agregado Grueso 52.5% + Agregado Fino 44.5% + Filler 3%

Malla		52.5	44.5	3.0	100.0	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa				
Pulg.	(mm.)	Agregado Grueso	Agregado Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100
1/2"	12.500	76.8	100.0	100.0	87.8	80 - 100
3/8"	9.500	48.3	100.0	100.0	72.9	70 - 88
Nº 4	4.750	11.6	100.0	100.0	53.6	51 - 68
Nº 8	2.360	1.4	95.6	100.0	46.7	
Nº 10	2.000	1.1	92.0	100.0	44.5	38 - 52
Nº 16	1.180	0.9	81.7	100.0	39.8	
Nº 20	0.850	0.8	75.0	100.0	36.8	
Nº 30	0.600	0.7	56.2	100.0	28.4	
Nº 40	0.425	0.7	42.5	100.0	22.3	17 - 28
Nº 50	0.300	0.7	37.7	100.0	20.1	
Nº 80	0.180	0.6	24.6	100.0	14.3	8 - 17
Nº 100	0.150	0.6	17.8	100.0	11.2	
Nº 200	0.075	0.5	4.0	84.0	4.5	4 - 8



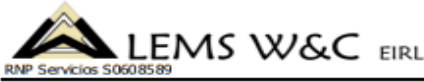
### Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

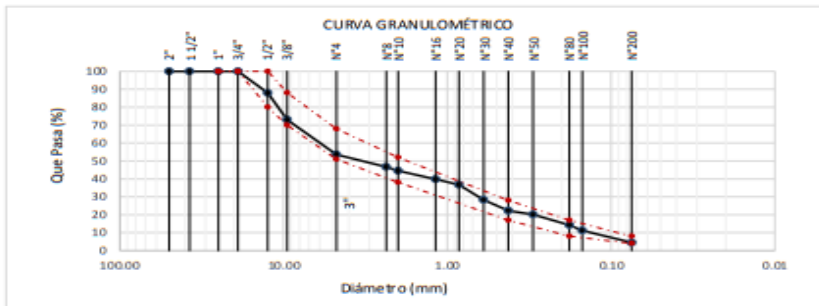
Anexo 2.6. Combinación teórica- MAC – 2, con FBCA al 0.25%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycef.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Combinado A. Grueso 52.37% + F. Caña 0.25% + A. Fino 44.4% + Filler 2.98%

Malla	Pulg.	(mm.)	52.37	0.25	44.40	2.98	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
			% Que Pasa					
			A. Grueso	F. Caña	A. Fino	Filler	Combinado	
2"		50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"		37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"		25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"		19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"		12.500	76.8	95.8	100.0	100.0	87.83	80 - 100
3/8"		9.500	48.3	83.4	100.0	100.0	72.90	70 - 88
Nº 4		4.750	11.6	67.7	100.0	100.0	53.61	51 - 68
Nº 8		2.360	1.4	40.7	96.6	100.0	46.72	
Nº 10		2.000	1.1	28.4	92.0	100.0	44.46	38 - 52
Nº 16		1.180	0.9	20.1	81.7	100.0	39.74	
Nº 20		0.850	0.8	15.9	75.0	100.0	36.75	
Nº 30		0.600	0.7	12.2	56.2	100.0	28.33	
Nº 40		0.425	0.7	6.9	42.5	100.0	22.22	17 - 28
Nº 50		0.300	0.7	6.7	37.7	100.0	20.09	
Nº 80		0.180	0.6	6.4	24.6	100.0	14.24	8 - 17
Nº100		0.150	0.6	2.6	17.8	100.0	11.17	
Nº200		0.075	0.5	0.0	4.0	84.0	4.53	4 - 8

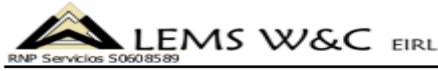


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



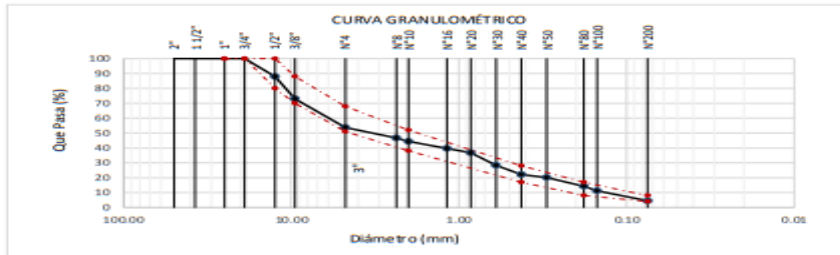
Anexo 2.7. Combinación teórica- MAC – 2, con FBCA al 0.50%.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyc.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Combinado A. Grueso 52.24% + F. Caña 0.5% + A. Fino 44.28% + Filler 2.99%

Malla	52.24	0.50	44.28	2.99	100.00	GRADACIÓN	
							% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Caña	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	100
1/2"	12.500	76.8	95.8	100.0	100.0	87.86	80 - 100
3/8"	9.500	48.3	83.4	100.0	100.0	72.94	70 - 88
Nº 4	4.750	11.6	67.7	100.0	100.0	53.65	51 - 68
Nº 8	2.360	1.4	40.7	96.6	100.0	46.71	
Nº 10	2.000	1.1	28.4	92.0	100.0	44.43	38 - 52
Nº 16	1.180	0.9	20.1	81.7	100.0	39.71	
Nº 20	0.850	0.8	15.9	75.0	100.0	36.71	
Nº 30	0.600	0.7	12.2	56.2	100.0	28.31	
Nº 40	0.425	0.7	6.9	42.5	100.0	22.19	17 - 28
Nº 50	0.300	0.7	6.7	37.7	100.0	20.07	
Nº 80	0.180	0.6	6.4	24.6	100.0	14.24	8 - 17
Nº100	0.150	0.6	2.6	17.8	100.0	11.17	
Nº200	0.075	0.5	0.0	4.0	84.0	4.53	4 - 8



Observaciones:  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



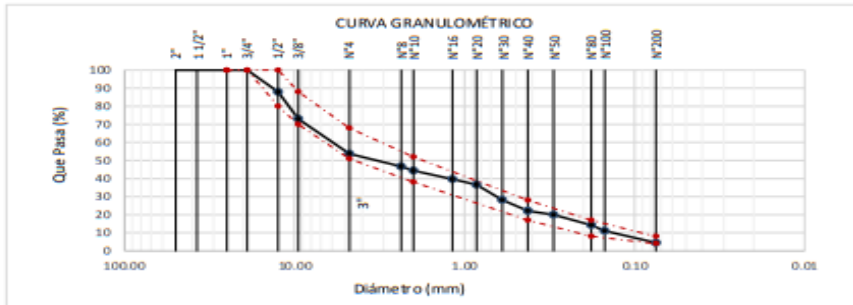
Anexo 2.8. Combinación teórica- MAC – 2, con FBCA al 1.00%.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswc.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 18/05/2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Combinado A. Grueso 51.98% + F. Caña 1% + A. Fino 44.06% + Filler 2.97%

Malla		51.98	1.00	44.06	2.97	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
Pulg.	(mm.)	% Que Pasa					
		A. Grueso	F. Caña	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.01	100
1/2"	12.500	76.8	95.8	100.0	100.0	87.90	80 - 100
3/8"	9.500	48.3	83.4	100.0	100.0	72.99	70 - 88
Nº 4	4.750	11.6	67.7	100.0	100.0	53.72	51 - 68
Nº 8	2.360	1.4	40.7	96.6	100.0	46.68	
Nº 10	2.000	1.1	28.4	92.0	100.0	44.35	38 - 52
Nº 16	1.180	0.9	20.1	81.7	100.0	39.60	
Nº 20	0.850	0.8	15.9	75.0	100.0	36.60	
Nº 30	0.600	0.7	12.2	56.2	100.0	28.22	
Nº 40	0.425	0.7	6.9	42.5	100.0	22.11	17 - 28
Nº 50	0.300	0.7	6.7	37.7	100.0	20.00	
Nº 80	0.180	0.6	6.4	24.6	100.0	14.19	8 - 17
Nº 100	0.150	0.6	2.6	17.8	100.0	11.12	
Nº 200	0.075	0.5	0.0	4.0	84.0	4.50	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 2.9. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio – Agr. Grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyoelf@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YAUJO LAZARO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 22 de mayo 2021  
 ENSAYO : DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO  
 REFERENCIA : MTC E209

Muestra : Agregado Grueso

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

TAMIZ	%RET.	P.INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2"						
1 1/2"						
1 1/2"						
3/4"						
3/4"	43.89	1003	941	62	6.2	2.7
3/8"						
3/8"	58.18	301	285.5	15.5	5.1	3.0
N° 4						
<b>TOTAL</b>	102.07	1304	1226.5			

TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.00 %
3/4 "	3/8"	2.71 %
3/8"	N° 4	3.00 %
<b>DURABILIDAD</b>		<b>5.71 %</b>

**OBSERVACIONES :**

- Solución de ensayo SULFATO DE MAGNESIO.
- Muestreo, identificadas y ensayado realizado por el solicitante.



Anexo 2.10. Abrasión de los ángeles – Agr. Grueso.



Probingación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsycell@gmail.com

Solicitante: : GUILLERMO ANGEL YAUCO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : ABRASIÓN LOS ÁNGELES  
REFERENCIA : MTC E207

Muestra : Agregado Grueso

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

TAMIZ	GRADACIÓN			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		2502		
3/8"		2503		
1/4"				
N°4				
Masa inicial		5005		
Número de esferas		11		
Número de revoluciones		500		
Masa Mat/Ret. En la malla N° 12		4118		
Masa Mat. Pasa malla N° 12		887		
<b>Porcentaje Desgaste</b>		<b>17.72%</b>		

OBSERVACIONES

- Muestreo, identificadas y ensayado realizado por el solicitante.



Anexo 2.11. Adherencia – Agr. Grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyoeirl@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : ADHERENCIA  
REFERENCIA : MTC E 517

CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIAL ASFÁLTICO EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING)		
IDENTIFICACIÓN	REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
Muestra		
Agregado Grueso - Planta de Asfalto GRL	100	+ 95.00

Tipo de asfalto: PEN 60/70.

**OBSERVACIONES**

- Muestreo, identificadas y ensayado realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 2.11. Partículas chatas y alargadas – Agr. Grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyoeir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YAUCO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO-LAMBAYQUE"  
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción: : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS  
REFERENCIA : MTC E 221/ ASTM D 4791

Muestra : Agregado Grueso

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

TAMIZ (Pulg.)	AGREGADO GRUESO		MASA DE PARTICULAS CHATAS	MASA DE PARTICULAS ALARGADAS	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	(%) CORREGIDO
	MASA RET. (g)	RET. (%)				
2" - 1 1/2"						
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	2885	71.47	13.9	5.2	0.66	0.47
1/2" - 3/8"	1152	28.53	123.5	3.1	10.99	3.14
	4037					

<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>	<b>3.6</b>
--	------------

### OBSERVACIONES

- Muestreo, identificadas y ensayado realizado por el solicitante.



## Anexo 2.12. Caras fracturas – Agr. Grueso.



Probgación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsycivil@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YAUCO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : CARAS FRACTURADAS  
REFERENCIA : MTC E 210

Muestra : Agregado Grueso

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

A. Partículas con una cara fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	3000				
1"	3/4"	1500				
3/4"	1/2"	500	388.7	77.74	23.2	1804.3
1/2"	3/8"	200	185.7	92.85	28.5	2641.6
TOTAL		5200	574.4			

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	TOTAL E	=	4445.9	=	86.1 %
	TOTAL D		51.7		

A. Partículas con 2 caras fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	3000				
1"	3/4"	1500				
3/4"	1/2"	500	436.4	87.28	23.2	2025.8
1/2"	3/8"	200	124.6	62.30	28.5	1772.4
TOTAL		5200	561			

PORCENTAJE CON 2 CARAS FRACTURADA	TOTAL E	=	3798.2	=	73.5 %
	TOTAL D		51.7		

### OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.13. Sales solubles totales – Agr. Grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyceir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO - LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : SALES SOLUBLES TOTALES  
REFERENCIA : MTC E 219

Muestra : Agregado Grueso

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

Solución	Muestra usada	g	50	50
	Agua destilada usada	ml	150	150
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3
02	Número de beaker		C-5	C-4
03	Masa de beaker	g.	39.268	39.295
04	Masa de beaker + residuo de sales	g.	39.283	39.312
05	Masa de residuo de sales (4)-(3)	g.	0.015	0.017
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Sales solubles totales $[(5) \times (100000)] / (6) \times (1)$	ppm	900	1020
08	Sales solubles totales $(7) / 10000$	(%)	0.09	0.10
PROMEDIO (ppm) =			960	
PROMEDIO (%) =			0.10	

### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.14. Peso específico y absorción – Agr. Grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyceir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
 ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.  
 REFERENCIA : N.T.P. 400.021

1.- Masa de la muestra secada al horno	(gr)	1483	1482
2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1496	1495
3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1967	1960
4.- Masa de la canastilla	(gr)	1021	1021
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	946	939

### II.- RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.696	2.665	2.681
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.720	2.689	2.704
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.762	2.729	2.745
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.9	0.9	0.877

### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.15. Equivalente de arena – Agr. fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsycef@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
ENSAYO: : EQUIVALENTE DE ARENA  
REFERENCIA : MTC E 114 / ASTM D 2419

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

DETALLE	IDENTIFICACION		
	01	02	03
Tamaño máximo (Pasa tamiz N°4) mm	4.76	4.76	4.76
Hora de entrada a saturación	0:00.00	0:03.00	0:06.00
Hora de salida de saturación (10')	0:10.00	0:13.00	0:16.00
Hora de entrada a decantación	0:12.00	0:15.00	0:18.00
Hora de salida a decantación (20')	0:32.00	0:35.00	0:38.00
Altura máxima de finos pulg	5.2	5.3	5.2
Altura máxima de arena pulg	3.2	3.2	3.30
Equivalente de arena	62.00	61.00	64.00
PROMEDIO %	63.00		
NORMA MTC E 114 60% min ----->			
<b>CUMPLE</b>			

### OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





## Anexo 2.16. Angularidad– Agr. fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyceir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO  
REFERENCIA : MTC E 222

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

ENSAYO ANGULARIDAD DE AGREGADO FINO					
N°	ENSAYO		M-1	M-2	PROMEDIO
1	Peso material + Molde	(g)	246.8	246.5	1.589
2	Peso del Molde	(g)	90.3	90.3	
3	Peso Neto del Material	(g)	156.5	156.2	
4	Volumen del molde	(cc)	98.4	98.4	
5	Peso unitario	(g/cc)	1.590	1.587	
N°	ENSAYO		M-3	M-4	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)		495	495	0.733
B	Peso Frasco + agua		1235.5	1236.7	
C	Peso Frasco + agua + A		1730.5	1731.7	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco		1546.6	1547.4	
E	Vol de masa + Vol de vacio = C-D		183.9	184.3	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105° C)		491.3	491.5	
G	Vol de masa = E- (A-F)		180.2	180.8	
	Pe bulk (base seca) = F/E		2.672	2.667	
	Pe bulk (base saturada)= A/E		2.692	2.686	
	Pe aparente ( base seca)= F/G		2.726	2.716	
	Absorción = ((A-F)/F)*100		0.753	0.712	
N°	ENSAYO		1	2	PROMEDIO
1	Peso específico seco (Gsb)		2.672	2.667	40.47
2	Volumen de molde (V)		98.4	98.4	
3	Peso de material en el molde (w)		156.5	156.2	
4	Angularidad de agregado fino %		40.47	40.48	
NORMA MTC E 222			30	CUMPLE	

### OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.17. Índice de plasticidad (malla N° 40) – Agr. fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyceir@gmail.com

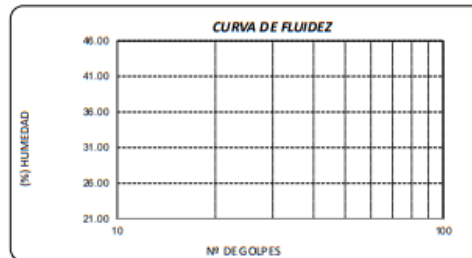
Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
 ENSAYO : INDICE DE PLASTICIDAD (malla N° 40)  
 REFERENCIA : MTC E 111/ ASTM D 423

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

Datos de ensayo.	Limite Líquido	Limite Plástico
N° de tarro	NP	NP
N° de golpes		
Tarro + suelo húmedo		
Tarro + suelo seco		
Agua		
Peso del tarro		
Peso del suelo seco		
Porcentaje de humedad		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Limite Líquido	
Limite Plástico	
Índice de Plasticidad	



### OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.18. Índice de plasticidad (malla N° 200) – Agr. fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyceir@gmail.com

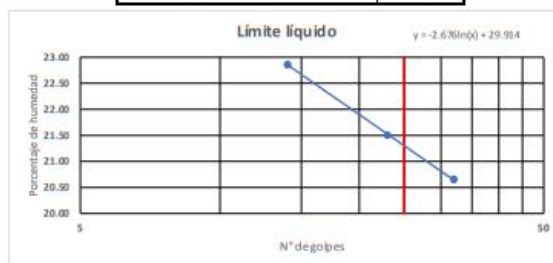
Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
 ENSAYO : INDICE DE PLASTICIDAD (malla N° 200)  
 REFERENCIA : MTC E 111/ASTMD 423

Muestra : Agregado Fino

Cantera : Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

Datos de ensayo.	Limite líquido			Limite Plástico	
	9	3	8	12	15
N° de tarro	14	23	32		
N° de golpes	57.23	57.65	59.12	41.71	44.04
Tarro + suelo húmedo	55.68	56.42	57.73	40	43
Tarro + suelo seco	1.55	1.23	1.39	1.71	1.04
Agua	48.9	50.7	51	31.20	37.45
Masa del tarro	6.78	5.72	6.73	8.8	5.55
Masa del suelo seco	22.86	21.50	20.65	19.43	18.74
Porcentaje de humedad					

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Limite Líquido	21.31
Limite Plástico	19.09
Indice de Plasticidad	2.22



### OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 2.19. Durabilidad (sulfato de magnesio) – Agr. fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyceir@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : DURABILIDAD (al sulfato de Magnesio)  
REFERENCIA : MTC E 209

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL	MASA ANTES DEL ENSAYO	MASA DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE MASA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	3.4	100.0	96.4	3.60	3.60	0.12
N° 8	N° 16	4.6	100.0	93.6	6.40	6.40	0.30
N° 16	N° 30	10.3	100.0	95.2	4.80	4.80	0.50
N° 30	N° 50	24.3	100.0	94.3	5.70	5.70	1.39
N° 50	N° 100	4.8	100.0	93.9	6.10	6.10	0.29
< N° 100		13.8					
<b>TOTALES</b>							<b>2.59</b>

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 2.20. Sales solubles totales – Agr. fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsyeiri@gmail.com

Solicitante : GUILL GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : SALES SOLUBLES TOTALES  
REFERENCIA : MTC E 219

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

Solución	Muestra usada		50	50
		g.	150	150
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3
02	Número de beaker		C-1	C-2
03	Masa de beaker	g.	42.907	42.907
04	Masa de beaker + residuo de sales	g.	42.923	42.918
05	Masa de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.016	0.011
06	Volumen de la solución tomada	ml	40	40
07	Constituyentes de sales solubles totales	$\frac{[(9 \times 1000000) / (6)] \times (1)}{(7) / 10000}$ ppm	1200	825
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.12	0.08
			PROMEDIO (ppm) =	1013
			PROMEDIO (%) =	0.10

NORMA MTC E 219 (%)	0.5	Cumple
---------------------	-----	--------

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.21. Peso específico y absorción – Agr. fino.



Probingación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsycelf@gmail.com

Solicitante : GUILLERMO ANGEL YALICO LAZARO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO -LAMBAYQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 22 de mayo 2021  
ENSAYO : ABSORCIÓN  
REFERENCIA : MTC E 205

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque.

### I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0	500.0
2.- Peso frasco + agua	(gr)	673.5	674.3
3.- Masa de la arena superficialmente seca + masa del frasco + masa del agua	(gr)	981.8	983.7
4.- Masa de la arena secada al horno	(gr)	498.3	497.9

### II.- RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.599	2.612	<b>2.606</b>
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.608	2.623	<b>2.616</b>
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.622	2.641	<b>2.632</b>
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.34	0.42	<b>0.381</b>

### Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 2.22. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica convencional Transito “C”



Prologación Bolognesi Km. 3.5  
Pimental – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
lemsw@lemsw.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Arequipa, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MRC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	6 - 17	4 - 6
BIQUETA N°					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF
1	% CA. en Peso de la Mezcla					4.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					50.14			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.50			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.87			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la biqueta cm					63.08			
12	Peso de la biqueta al aire (gr)				1198.4	1194.2	1196.2		
13	Peso de la biqueta Saturada (gr)				1201.6	1198.6	1200.5		
14	Peso de la biqueta en el Agua (gr)				687.0	684.5	685.6		
15	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				514.6	514.1	514.9		
16	Peso especifico Bulk de la Biqueta = (12/15)				2.329	2.323	2.323	<b>2.323</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Real (ASTM D 2041)					2.514			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				7.4	7.6	7.6	<b>7.5</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.701			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.60			
22	% de Asfalto Efectivo					3.92			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.9			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.3	16.5	16.5	<b>16.5</b>	14
25	% Vacios Hesos con C.A.				54.0	54.0	54.1	<b>54.3</b>	
26	Flujo 0.01" (0.25 mm)				12.5	13.0	12.0	<b>12.5</b>	6 - 20
27	Estabilidad sin corregir (kg)				923.5	941	902		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				924	941	902	<b>922</b>	PER 4,53
30	Estabilidad / Flujo				1877	1838	1910	<b>1875</b>	1700 - 4000

### OBSERVACIONES:

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALDO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
PLAS A MATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.88			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.28			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.85			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.080			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1191.4	1193.3	1192.2		
13	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1194.3	1197.5	1195.7		
14	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				697.0	695.6	690.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				497.3	501.9	505.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.396	2.378	2.358	<b>2.377</b>	
17	Peso Especifico Máximo - Rise (ASTM D 2041)					2.494			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3023)				3.9	4.7	5.4	<b>4.7</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.700			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.59			
22	% de Asfalto Efectivo					4.44			
23	Relacion Filler/Betun					0.99			0.6 - 1.3
24	V.H.A.				14.4	15.0	15.7	<b>15.0</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				72.6	68.9	65.4	<b>68.9</b>	
26	Flujo 0.01" (0.25 mm)				13.5	14.3	13.9	<b>13.9</b>	8 - 20
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1171	1120	1184		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1218	1165	1231	<b>1205</b>	MIN 4,53
30	Estabilidad / Flujo				2291	2069	2250	<b>2203</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA RBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANSEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMCOSA ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SI PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	70.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 68	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.61			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.05			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.84			
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Específico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.6	1198.7	1196.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 40' (g)				1202.1	1201.6	1199.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.6	695.0	694.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				507.5	506.6	504.9		
16	Peso específico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.364	2.366	2.371	<b>2.367</b>	
17	Peso Específico Hóximo - Rizo (ASTM D 2041)					2.474			
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				4.5	4.4	4.2	<b>4.3</b>	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.698			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.57			
22	% de Asfalto Efectivo					4.96			
23	Relacion Filler/Betun					1.1			0.6 - 1.3
24	V.F.A.				16.0	15.9	15.7	<b>15.9</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				72.0	72.4	73.3	<b>72.6</b>	
26	Flujo 0.07 (0.25 mm)				16.5	17.6	15.9	<b>16.7</b>	8 - 20
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1150	1179	1152		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregido 27 * 28				1196	1226	1198	<b>1207</b>	MDN 4,53
30	Estabilidad / Flujo				1841	1770	1914	<b>1842</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1.25"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIO	ESPECIF.
1	% CA. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.35			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.83			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.82			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura nominal de la briqueta cm					63.08			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.8	1199.9	1197.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1201.4	1202.1	1203.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (g)				699.4	701.2	702.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				502.0	500.8	500.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.390	2.396	2.392	<b>2.392</b>	
17	Peso Especifico Máximo - Rizo (ASTM D 2041)					2.466			
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3003)				3.1	2.9	3.0	<b>3.0</b>	3-5
19	Peso Especifico Bulk-Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.712			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.76			
22	% de Asfalto Efectivo					5.29			
23	Relacion Filler/Reten.					1.2			0.6-1.3
24	V.M.A.				15.5	15.3	15.4	<b>15.4</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				80.1	81.3	80.4	<b>80.6</b>	
26	Fuga (0.01"/0.25 mm)				18.2	19.5	17.3	<b>18.3</b>	8-20
27	Estabilidad sin ceder (kg)				1080	1010	1056		
28	Factor de estabilidad				1.06	1.04	1.04		
29	Estabilidad Correjada 27 ° 28				1124	1050	1098	<b>1091</b>	MIN 4,53
30	Estabilidad / Fuga				1568	1368	1612	<b>1516</b>	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

RNP Servicios 00608089

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBEZA ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 85	51 - 66	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Específico de la Grava gr/cc								
7	Peso Específico de la Arena gr/cc								
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc								
10	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazado (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Específico Húmedo - Húmedo (ASTM D 2091)								
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								
20	Peso Específico Efectivo Agregado total								
21	Ámbito Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación Filler/Betun								
24	V.H.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0.01" (0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corrigir (K.g)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

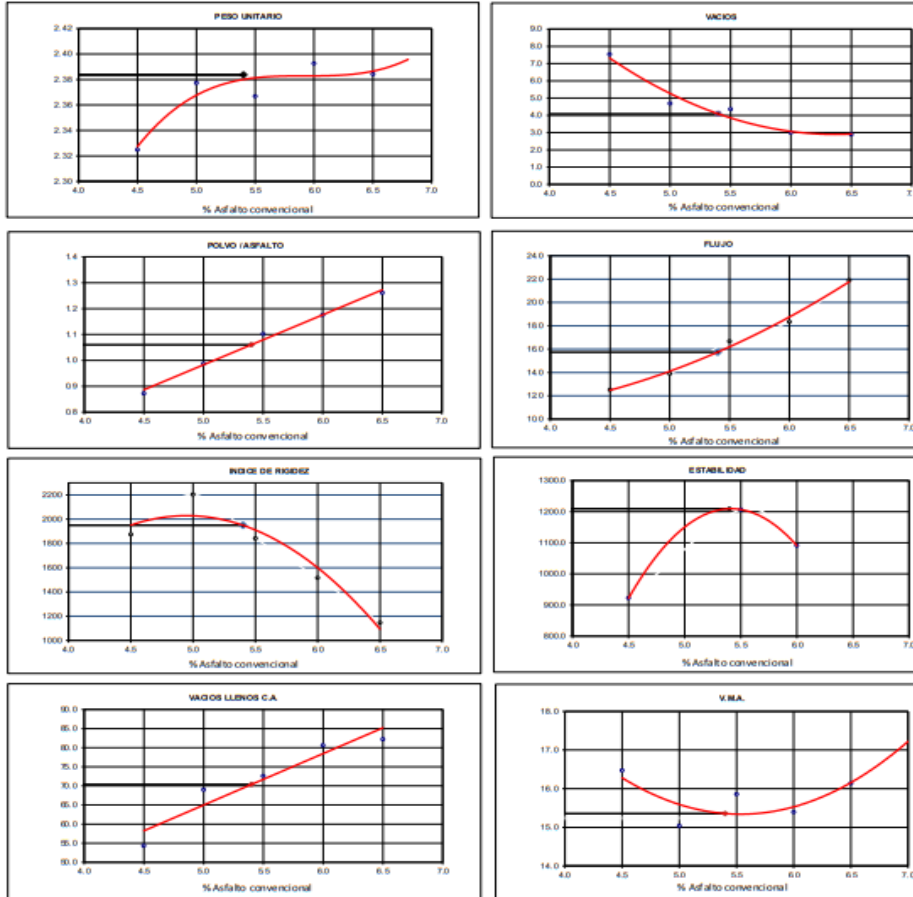
**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante


**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 ITC. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	35	35
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.40	
PESO UNITARIO	2.384	
% DE VACIOS	4.1	3 - 5
V.M.A.	15.4	14.0 min
V.L.L.C.A.	70.4	
POLVO / ASFALTO	1.1	0.6 - 1.3
FLUJO	15.7	8 - 20
ESTABILIDAD	1209	MIN 4,53
ESTABILIDAD FLUJO	1950	1700 - 4000

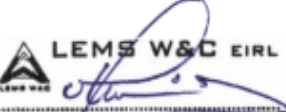
OBSERVACIONES:  
Auestreo e identificación realizados por el solicitante

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1499.7	1495.0	1512.4	1508.3	1505.3
D.- Peso matraz + agua	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5
E.- Peso de matr + material + agua	3797.7	3790.1	3795.7	3791.2	3786.6
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.514</b>	<b>2.494</b>	<b>2.474</b>	<b>2.466</b>	<b>2.455</b>
CONTENIDO % C.A.	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 3.23. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica convencional  
– Tránsito “B”



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20980781334  
lemsw@el30@gmail.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase B  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Piedra					4.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					50.14			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.50			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.87			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.4	1197.6	1198.2		
13	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1202.6	1201.9	1202.5		
14	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				691.0	692.5	692.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				511.6	509.4	509.9		
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.342	2.351	2.350	<b>2.348</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Real (AST M D 2041)					2.514			
18	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 303)				6.8	6.5	6.5	<b>6.6</b>	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.701			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.60			
22	% de Asfalto Efectivo					3.92			
23	Retención Polvo y Afilto					0.9			0.6-1.3
24	V.H.A.				15.8	15.5	15.6	<b>15.7</b>	14
25	% Vados llenos con C.A.				56.9	58.2	58.0	<b>57.7</b>	
26	Flujo 0.01% (0.25 mm)				13.4	12.8	12.7	<b>13.0</b>	8-16
27	Estabilidad sin corregir (90)				1006.3	981	986		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1006	981	986	<b>991</b>	MDN 5, 44
30	Estabilidad / Flujo				1907	1946	1972	<b>1942</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FERRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Piura, Prov. Chilayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/4"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUPERFICIE	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-80	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIE
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta Saturada (gr)								
14	Peso de la briqueta en el Agua (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion R/Ber/Betun								
24	V.P.L.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0.01" (0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregido 27 + 28								
30	Estabilidad / Flujo								

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILAYO-LAMBAYEQUE
SOLICITANTE	: YALCO LAZARO GUILLERMO ANGEL
UBICACIÓN	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha	: Jueves, 05 de agosto del 2021
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Clase de Mezcla	: Clase B
Identificación	: Mezcla de agregados
Descripción	: Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	75.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Específico de la Grava gr/cc								
7	Peso Específico de la Arena gr/cc								
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc								
10	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 40' (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazado (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Específico Máximo - Riego (ASTM D 2041)								
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)								
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								
20	Peso Específico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación R/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0,075 (0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corrigir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 + 28								
30	Estabilidad / Flujo								

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )										
TAMCENSIÓN	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	6.5	
ESPECIFICACIONES	-	00	80-100	70-88	51-68	36-52	17-28	8-17	4-6	
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.	
1	% CA. en Base de la Mezcla					6.0				
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.35				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.83				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.82				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681				
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120				
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745				
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632				
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.08				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1195.9	1198.9	1199.9			
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1197.5	1200.1	1200.6			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				697.2	700.2	698.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.3	499.8	502.6			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.390	2.399	2.387	<b>2.392</b>		
17	Peso Especifico Máximo - Rizo (ASTM D 2041)					2.466				
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3000)				3.1	2.7	3.2	<b>3.0</b>	3-5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.712				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.76				
22	% de Asfalto Efectivo					5.29				
23	Relación Filler/Betun					1.2			0.6 - 1.3	
24	V.M.A.				15.5	15.2	15.6	<b>15.4</b>	14	
25	% Vacíos llenos con C.A.				80.1	81.9	79.5	<b>80.5</b>		
26	Flujo (0.075, 0.25 mm)				17.8	19.4	20.1	<b>19.1</b>	8 - 16	
27	Estabilidad sin correjir (kg)				1168	1012	1092			
28	Factor de estabilidad				1.08	1.04	1.04			
29	Estabilidad Corregida $27 * 28$				1214	1052	1136	<b>1134</b>	MDN 5, 44	
30	Estabilidad / Flujo				1733	1378	1435	<b>1515</b>	1700 - 4000	

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMCO EN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUMAMATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	60 - 100	70 - 85	51 - 65	38 - 52	17 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPVEDO	ESPECIF
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.5			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.09			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.61			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.81			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Concreto Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Alfura promedio de la briqueta cm					63.06			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.7	1198.6	1197.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1202.6	1201.2	1199.6		
14	Peso de la briqueta desplazado (gr)				702.0	699.3	700.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.6	501.9	499.4		
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.395	2.388	2.399	<b>2.394</b>	
17	Peso Especifico Hielo - Roca (ASTM D 2041)					2.455			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.5	2.7	2.3	<b>2.5</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.721			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.88			
22	% de Asfalto Efectivo					5.67			
23	Relacion Filler/Asfalto					1.3			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.8	16.0	15.6	<b>15.8</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				84.4	83.0	85.3	<b>84.3</b>	
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)				21.0	22.4	23.5	<b>22.3</b>	8 - 16
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				934	820	1098		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				971	863	1098	<b>977</b>	PER 5,44
30	Estabilidad / Flujo				1174	978	1187	<b>1113</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

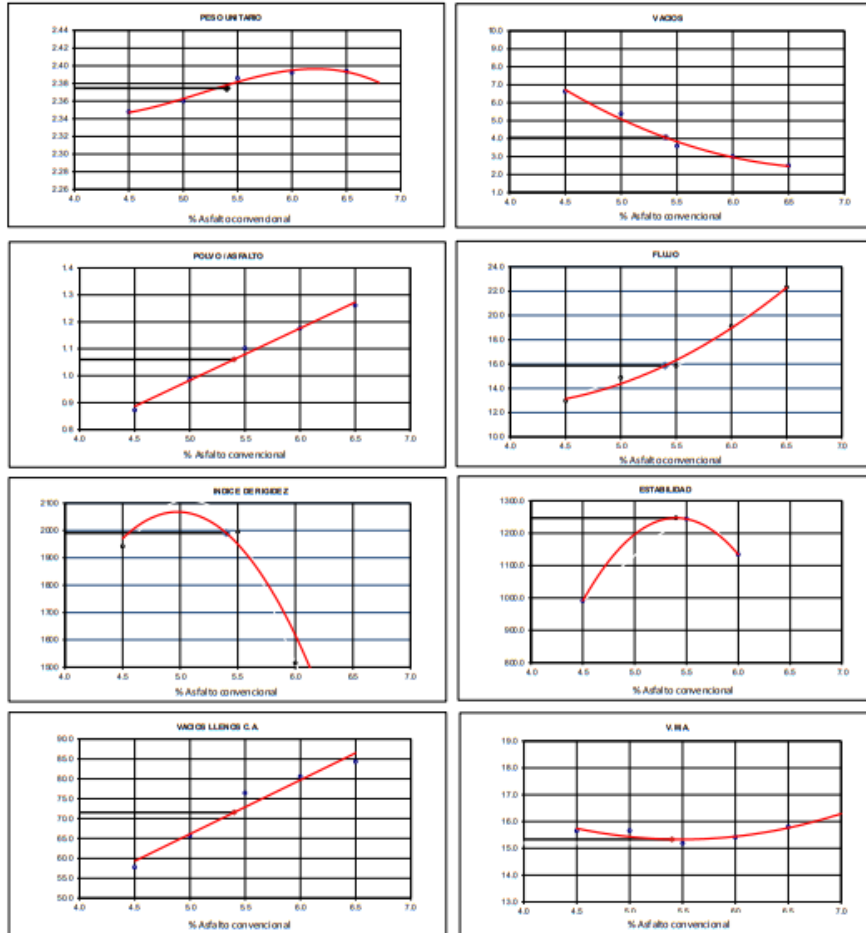


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Peralas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2



CARACTERÍSTICAS MARSHALL		
	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	50	50
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.40	
PESO UNITARIO	2.375	
% DE VACIOS	4.1	3 - 5
V.M.A.	15.3	14.0 min
V. L.L.C.A.	71.5	
POLVO / ASFALTO	1.1	0.6 - 1.3
FLUJO	16	8 - 16
ESTABILIDAD	1247	MIN 5.44
ESTABILIDAD/FLUJO	1991	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
CHICLAYO-LAMBAYEQUE

SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL

UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Clase de Mezcla : Clase B

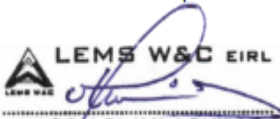
Identificación : Mezcla de agregados

Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1499.7	1495.0	1512.4	1508.3	1505.3
D.- Peso matraz + agua	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5
E.- Peso de matr + material + agua	3797.7	3790.1	3795.7	3791.2	3786.6
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.514</b>	<b>2.494</b>	<b>2.474</b>	<b>2.466</b>	<b>2.455</b>
CONTENIDO % C.A.	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.24. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica convencional Transito “A”



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 2040781334  
lemsw@lemsw.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALDO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )										
TAMCOESASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	1000	1000	678	729	536	465	223	83	45	
ESPECIFICACIONES	-	300	60-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	
BRQUETA N°					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF	
1	% CA. en Reso de la Mezcla					4.5				
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					50.14				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.50				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.87				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681				
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120				
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745				
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632				
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.08				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.4	1195.5	1189.1			
13	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1202.6	1202.2	1204.6			
14	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				687.0	686.3	687.2			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				515.6	515.9	517.4			
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.324	2.317	2.298	<b>2.313</b>		
17	Peso Especifico Máximo - Raso (ASTM D 2041)					2.514				
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 2003)				7.6	7.8	8.6	<b>8.0</b>	3-5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.701				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.60				
22	% de Asfalto Efectivo					3.92				
23	Retención Polvo/Asfalto					0.9			0.6-1.3	
24	V.P.A.				16.5	16.7	17.4	<b>16.9</b>	14	
25	% Vacíos llenos con C.A.				54.2	53.2	50.7	<b>52.7</b>		
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)				11.2	10.5	10.9	<b>10.9</b>	8-16	
27	Estabilidad sin corregir (kg)				1210.6	1121	1153			
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1211	1121	1153	<b>1161</b>	MB 5,44	
30	Estabilidad / Flujo				2745	2712	2686	<b>2714</b>	1700 - 4000	

### OBSERVACIONES:

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
ING. ENGENYEROS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIERA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAJICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUMA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROHEDEO	ESPECIF
1	% C.A. en Paso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra chancada en Paso de la Mezcla					40.88			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.28			
4	% de Filler en Paso de la Mezcla					2.85			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.080			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1187.9	1193.5	1187.1		
13	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1203.4	1201.2	1207.0		
14	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				693.3	694.0	694.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				510.1	507.2	512.7		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.329	2.353	2.315	<b>2.332</b>	
17	Peso Especifico Hielmo - Hielo (ASTM D 2041)					2.494			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				6.6	5.7	7.2	<b>6.5</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.700			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.59			
22	% de Asfalto Efectivo					4.44			
23	Relacion Hielo/Asfalto					0.89			0.6 - 1.3
24	V.P.A.				16.8	15.9	17.3	<b>16.6</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				60.5	64.4	58.5	<b>61.1</b>	
26	Flujo: 0.01" (0.25 mm)				12.1	12.3	12.4	<b>12.3</b>	8 - 16
27	Estabilidad sin corrección (Kg)				1435	1352	1389		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 + 28				1435	1352	1389	<b>1392</b>	HR 5,44
30	Estabilidad / Flujo				3011	2791	2845	<b>2882</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	75.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Específico de la Grava gr/cc								
7	Peso Específico de la Arena gr/cc								
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc								
10	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 10' (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazado (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								
20	Peso Específico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación Filler/Betun								
24	V.H.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0,075 (0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corrigir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados  
Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1,2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.2	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	6 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% de Piedra Chanzada en Peso de la Mezcla					49.25			
3	% de Arena Chanzada en peso de la Mezcla					41.83			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.82			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la briqueta en					63.08			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1195.4	1195.3	1195.6		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1199.6	1199.9	1197.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				705.0	707.0	707.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				494.6	492.9	490.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.417	2.425	2.436	<b>2.426</b>	
17	Peso Especifico Máximo - Rho (ASTM D 2041)					2.866			
18	% de Vaciós = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.0	1.7	1.2	<b>1.6</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.712			
21	Añfalo Absorbido por el Agregado					0.76			
22	% de Anfalo Efectivo					5.29			
23	Relacion Filler/Betun					1.2			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.5	14.2	13.9	<b>14.2</b>	14
25	% Vaciós Heno con C.A.				86.3	88.3	91.0	<b>88.5</b>	
26	Flujo (0.075, 0.25 mm)				17.6	18.3	17.2	<b>17.7</b>	8 - 16
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1601	1570	1486		
28	Factor de estabilidad				1.08	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1665	1633	1555	<b>1618</b>	MDV 5, 44
30	Estabilidad / Flujo				2402	2266	2297	<b>2322</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILOYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiriquo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

TABLEROS ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
VALOR MATERIAL	100.0	100.0	83.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 66	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					40.09			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.61			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.81			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
7	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
11	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1186.1	1199.6	1187.3		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1186.3	1200.6	1191.6		
14	Peso de la briqueta desplazado (gr)				701.0	706.0	705.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				485.3	494.6	486.6		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.444	2.425	2.440	<b>2.436</b>	
17	Peso Especifico Písceno - Rice (ASTM D 2041)					2.455			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				0.4	1.2	0.6	<b>0.7</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.658			
20	Peso Especifico Eléctro Agregado total					2.721			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.88			
22	% de Asfalto Efectivo					5.67			
23	Relación Filler/Bitumen					1.3			0.6 - 1.3
24	V.P.H.A.				14.0	14.7	14.2	<b>14.3</b>	14
25	% Vados finos con C.A.				96.9	91.8	95.7	<b>94.8</b>	
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)				19.8	18.6	20.1	<b>19.5</b>	8 - 16
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1301	1140	1266		
28	Factor de estabilidad				1.09	1.09	1.09		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1418	1243	1358	<b>1339</b>	MDN 5,44
30	Estabilidad / Flujo				1819	1697	1716	<b>1744</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

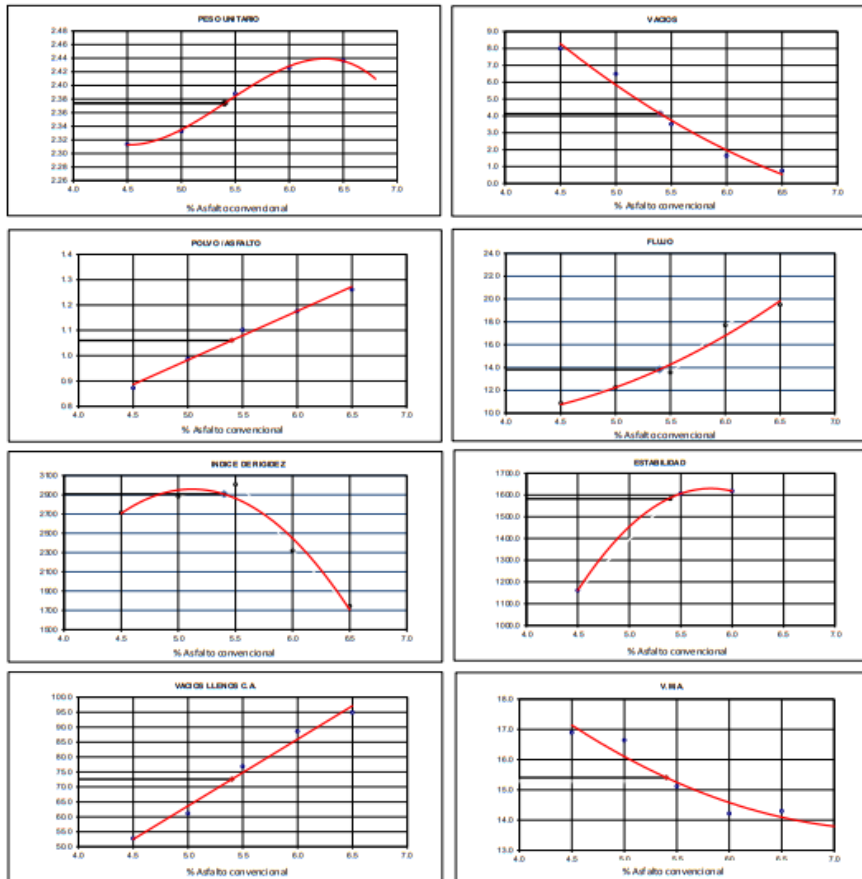


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.R. 2146904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	75	75
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.40	
PESO UNITARIO	2.374	
% DE VACIOS	4.1	3 - 5
V.M.A.	15.4	14.0 min
V. L.L.C.A.	72.6	
POLVO / ASFALTO	1.1	0.6 - 1.3
FLUJO	13.8	8 - 16
ESTABILIDAD	1582	MIN 5,44
ESTABILIDAD FLUJO	2906	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 3.25. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.25% a los Transito “C”.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Rimontal – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
lemsw@elidigital.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Rimontal, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Arenes, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIFICACION
1	% C.A. en Itso de la Mezcla					4.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					50.01			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.40			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.85			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.24			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland(Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.2	1197.6	1198.6		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1204.3	1202.5	1205.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				687.3	686.7	686.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				517.0	515.8	517.2		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.318	2.322	2.317	<b>2.319</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rido (ASTM D 2041)					2.505			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				7.5	7.3	7.5	<b>7.4</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.651			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.689			
23	Afollito Absorbido por el Agregado					0.55			
24	% de Afollito Efectivo					3.98			
25	Relación Polvo/Afollito					0.9			0.6 - 1.3
26	V.M.A.				16.5	16.4	16.5	<b>16.5</b>	14
27	% Vacios Henos con C.A.				54.7	55.3	54.7	<b>54.9</b>	
28	Flujo (0.075, 0.25 mm)				17.6	18.3	18.0	<b>18.0</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin corregir (kg)				984.0	1004	866		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				984	1004	866	<b>951</b>	MDR 4,53
32	Estabilidad / Flujo				1420	1393	1221	<b>1345</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filer	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMBIEN EN	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUPERMATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 80	51 - 68	36 - 52	17 - 28	6 - 17	4 - 6
BRQUETA N°									
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filer en Peso de la Mezcla								
5	% de Fibra de bagazo de caña								
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc								
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc								
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña								
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc								
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc								
13	Alguna promedio de la briqueta are								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)		1196.3	1194.3	1197.6				
15	Peso de la briqueta Saturado (gr)		1196.5	1197.7	1200.0				
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)		689.3	688.1	687.5				
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)		509.2	509.6	512.5				
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)		2.340	2.344	2.337	<b>2.343</b>			
19	Peso Especifico Masimo - Rico (ASTM D 2041)		2.488						
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)		5.6	5.8	6.1	<b>5.8</b>			
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.651						
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.692						
23	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.59						
24	% de Asfalto Efectivo		4.44						
25	Relacion Filer/Betun		0.99						
26	V.F.L.A.		15.8	16.0	16.3	<b>16.0</b>			
27	% Vacios llenos con C.A.		64.7	63.7	62.5	<b>63.6</b>			
28	Flujo (0.075/0.25 mm)		17.5	18.6	21.0	<b>19.0</b>			
29	Estabilidad sin corrosi (Kg)		1095	1004	947				
30	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00				
31	Estabilidad Corregido 27 * 28		1095	1004	947	<b>1015</b> MIN 4,53			
32	Estabilidad / Flujo		1589	1370	1145	<b>1368</b> 1700 -4000			

OBSERVACIONES:  
 - Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	0.00 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMCOSA(STM)	4"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO		ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Piedra				5.5				
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla				49.49				
3	% de Arena Chancada en peso de la Piedra				41.96				
4	% de Filler en Peso de la Piedra				2.82				
5	% de Fibra de bagazo de caña				0.236				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				2.681				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.606				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm				63.08				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.3	1196.3	1199.3		
15	Peso de la briqueta al agua por 60" (g)				1199.5	1198.7	1200.1		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				690.0	688.6	689.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (CC) = (13-14)				509.5	508.1	510.5		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.350	2.350	2.349	<b>2.350</b>	
19	Peso Especifico Plastico - Real (ASTM D 2041)				2.466				
20	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				4.7	4.7	4.7	<b>4.7</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.651				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.680				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.53				
24	% de Asfalto Efectivo				5.00				
25	Relacion Filler/Reten				1.1				0.6 - 1.3
26	V.M.A.				16.2	16.2	16.3	<b>16.2</b>	14
27	% Vacios llenos con C.A.				71.0	70.9	70.8	<b>70.9</b>	
28	Flujo (0,0" (0,25 mm))				20.0	21.9	19.6	<b>20.5</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin corregir (F/g)				1187	1256	1077		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1187	1256	1077	<b>1173</b>	MIN 4,53
32	Estabilidad / Flujo				1507	1457	1396	<b>1453</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 -Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.2% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMCENOS ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
TRANSAMATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	60 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
<b>BRQUETA N°</b>									
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	% de fibra de bagazo de caña								
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc								
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc								
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña								
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc								
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc								
13	Alfura promedio de la briqueta cm								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)	1199.4	1197.4	1194.4					
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1201.5	1201.5	1199.7					
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)	692.8	693.5	692.6					
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	508.7	508.0	507.1					
18	Peso específico Bulk de la briqueta = (12/15)	2.358	2.357	2.355	<b>2.357</b>				
19	Peso Especifico Máximo - Raso (ASTM D 2041)	2.446							
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	3.6	3.6	3.7	<b>3.7</b>	3 - 5			
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.644							
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.686							
23	Asfalto Absorbido por el Agregado	0.60							
24	% de Asfalto Efectivo	5.44							
25	Relacion Filler/Reten								
26	V.M.A.	16.2	16.2	16.3	<b>16.2</b>	14			
27	% Vacíos llenos con C.A.	77.7	77.5	77.2	<b>77.4</b>				
28	Flujo 0.01"(0.25 mm)	21.6	22.0	19.8	<b>21.1</b>	8 - 20			
29	Estabilidad sin corregir (Kg)	1211	1328	1118					
30	Factor de estabilidad	1.08	1.04	1.04					
31	Estabilidad Corregida 27 + 28	1259	1379	1163	<b>1267</b>	MDN 4,53			
32	Estabilidad / Flujo	1481	1592	1492	<b>1522</b>	1700 - 4000			

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
POCENIALES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMBIEN ASTM	4"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUPERFICIALES	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	28 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 6
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					48.97			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.51			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.79			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.234			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.656			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Alguna promedia de la brqueta cm					63.08			
14	Peso de la brqueta al aire (gr)				1199.8	1197.8	1199.3		
15	Peso de la brqueta al agua por 60' (gr)				1200.5	1201.6	1200.6		
16	Peso de la brqueta desplazada (gr)				691.5	690.6	689.2		
17	Volumen de la brqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				509.0	511.0	511.4		
18	Peso especifico Bulk de la brqueta = (12/15)				2.357	2.344	2.345	<b>2.349</b>	
19	Peso Especifico Masimo - Rizo (ASTM D 2041)					2.436			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				3.2	3.8	3.7	<b>3.6</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.651			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.696			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.64			
24	% de Asfalto Efectivo					5.90			
25	Relacion Filler/Betun					1.3			0.6 - 1.3
26	V.P.L.A.				16.9	17.3	17.3	<b>17.2</b>	14
27	% Vacios llenos con C.A.				80.9	78.3	78.5	<b>78.3</b>	
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)				23.0	25.6	21.5	<b>23.4</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin compact (Kg)				1165	1007	1250		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corrección 27 + 28				1165	1007	1250	<b>1141</b>	MIN 4,53
32	Estabilidad / Flujo				1287	999	1477	<b>1254</b>	1700 - 4000

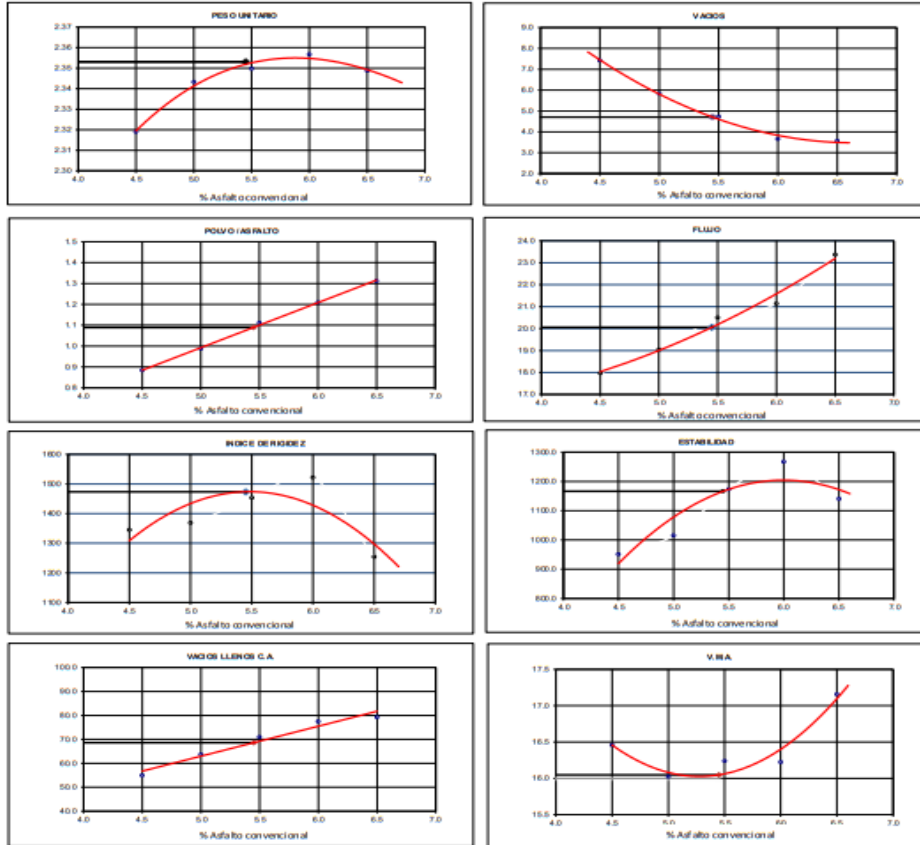
**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

  
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246604

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAJO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLFES	35	35
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.45	
PESO UNITARIO	2.353	
% DE VACIOS	4.7	3 - 5
V.M.A.	16.0	14.0 min
V.L.L.C.A.	68.6	
POLVO / ASFALTO	1.09	0.6 - 1.3
FLUJO	20.1	8 - 20
ESTABILIDAD	1166	MIN 4,53
ESTABILIDAD/ FLUJO	1473	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904





**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
**SOLICITANTE** : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
**UBICACIÓN** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha** : Jueves, 05 de agosto del 2021  
**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Clase de Mezcla** : Clase C  
**Identificación** : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
**Descripción** : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1493.4	1495.7	1495.0	1487.3	1484.7
D.- Peso matraz + agua	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5
E.- Peso de matrz + material + agua	3791.7	3789.1	3783.3	3773.8	3769.6
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.505</b>	<b>2.488</b>	<b>2.466</b>	<b>2.446</b>	<b>2.436</b>
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 3.26. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.25% a los Transito “B”.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.L.U.C. 20480781334  
lema@lema.com.pe

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : VALDIO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase B  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	4.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°				1	2	3	PROCESO	ESPECIF.	
1	% CA. en Peso de la Mezcla					4.5			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					50.01			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.40			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.85			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.24			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.2	1200.1	1199.6		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1204.3	1203.5	1202.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				685.0	684.5	683.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				519.3	519.0	519.2		
18	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.309	2.312	2.310	<b>2.311</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rico (ASTM D 2041)					2.505			
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				7.8	7.7	7.8	<b>7.8</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.651			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.689			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.55			
24	% de Asfalto Efectivo					3.98			
25	Relación Polvo/Asfalto					0.9			0.6 - 1.3
26	V.P.A.				16.8	16.7	16.8	<b>16.8</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				53.5	54.0	53.7	<b>53.7</b>	
28	Fuga (0.01", 0.25 mm.)				13.5	12.5	14.0	<b>13.6</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregir (kg)				856.0	790	795		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 + 28				856	760	795	<b>804</b>	MIN 5,44
32	Estabilidad / Fuga				1611	1544	1355	<b>1593</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHIGLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiglayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MIELO	100.0	100.0	83.8	72.0	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°				1	2	3	PROBADO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.75			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.18			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.83			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.238			
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.681			
8	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.606			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.080			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1195.8	1194.8	1198.8		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1198.1	1197.1	1200.3		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				687.0	687.4	686.5		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				511.1	509.7	513.8		
18	Peso específico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.340	2.344	2.333	<b>2.339</b>	
19	Peso Específico Mojado - Rizo (ASTM D 2041)					2.488			
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3003)				6.0	5.8	6.2	<b>6.0</b>	3 - 5
21	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.651			
22	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.692			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.59			
24	% de Asfalto Efectivo					4.44			
25	Relación Filler/Reten					0.92			0.6 - 1.3
26	V.P.A.				16.2	16.0	16.4	<b>16.2</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				63.0	63.8	62.0	<b>62.9</b>	
28	Flujo 0.075 (0.25 mm)				15.3	16.0	14.8	<b>15.4</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				915	1005	839		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 + 28				915	1005	839	<b>920</b>	MÍN 5,44
32	Estabilidad / Flujo				1519	1595	1440	<b>1518</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	0.00 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMICES ASTM	#	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	78.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	100	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.5			
2	% de Piedra Chanzada en Peso de la Mezcla					49.49			
3	% de Arena Chanzada en peso de la Mezcla					41.96			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.82			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.236			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1200.7	1194.3	1195.8		
15	Peso de la briqueta al agua por 40" (gr)				1202.9	1197.1	1198.6		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				692.0	698.5	691.5		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				510.9	506.6	507.1		
18	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.350	2.362	2.358	<b>2.357</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rise (ASTM D 2041)					2.466			
20	% de Vacíos = (17-16)/(100)17 (ASTM D 3203)				4.7	4.2	4.4	<b>4.4</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.651			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.680			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.53			
24	% de Asfalto Efectivo					5.00			
25	Relacion Filler/Betun					1.1			0.6 - 1.3
26	V.P.L.A.				16.2	15.8	15.9	<b>16.0</b>	14
27	% Vaci os llenos con C.A.				71.0	73.3	72.5	<b>72.3</b>	
28	Flujo 0.07" (0.25 mm)				16.6	15.9	17.5	<b>16.7</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corrige (Kg)				1014	1093	1100		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.04	1.04		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1014	1095	1213	<b>1107</b>	PER 5,44
32	Estabilidad / Flujo				1552	1749	1760	<b>1687</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 -Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1.18"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPUESTO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.23			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.74			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.80			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.25			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Atenuamiento de la briqueta en					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.9	1197.6	1197.9		
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1199.0	1200.3	1200.8		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.0	695.1	694.5		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.0	505.2	506.3		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.372	2.371	2.366	<b>3.370</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Real (ASTM D 2041)					2.846			
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				3.0	3.1	3.3	<b>3.1</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.644			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.686			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.60			
24	% de Asfalto Efectivo					5.44			
25	Relacion Filler/Reten					1.2			0.6 - 1.3
26	V.M.A.				15.7	15.7	15.0	<b>15.6</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				80.7	80.3	79.4	<b>80.1</b>	
28	Flujo 0.01", (0.25 mm)				16.0	16.5	19.0	<b>17.2</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregr (Kg)				1104	1107	1018		
30	Factor de estabilidad				1.08	1.04	1.04		
31	Estabilidad Corregrada 27 * 28				1148	1284	1056	<b>1150</b>	PEB 5, 44
32	Estabilidad / Flujo				1823	1916	1412	<b>1717</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIERA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMBIEN EN	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SI PASA MATERIAL	100.0	100.0	83.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°			1	2	3	PROFIEDO	ESPECIF		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla			6.5					
2	% de Piedra Chancado en Peso de la Mezcla			48.97					
3	% de Arena Chancado en peso de la Mezcla			41.51					
4	% de Filler en Peso de la Mezcla			2.79					
5	% de fibra de bagazo de caña			0.234					
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc			1.020					
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc			2.681					
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc			2.606					
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña			1.270					
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc			3.120					
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc			2.745					
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc			2.632					
13	Alguna promedio de la briqueta cm			63.08					
14	Peso de la briqueta al aire (gr)			1195.9	1188.6	1193.3			
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (g)			1196.2	1190.9	1195.1			
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)			691.0	690.0	690.0			
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			505.2	500.9	505.1			
18	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)			2.367	2.373	2.363	<b>2.368</b>		
19	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.436				
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			2.8	2.6	3.0	<b>2.8</b>	3-5	
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total			2.651					
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total			2.696					
23	Asfalto Absorbido por el Agregado			0.64					
24	% de Asfalto Efectivo			5.90					
25	Relación Filler/Betun			1.3				0.6-1.3	
26	V.P.A.			16.5	16.3	16.7	<b>16.5</b>	14	
27	% Vacíos llenos con C.A.			83.0	84.2	82.0	<b>83.1</b>		
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)			17.5	21.5	18.5	<b>19.2</b>	8-16	
29	Estabilidad sin corregir (Kg)			1032	986	1101			
30	Factor de estabilidad			1.04	1.04	1.04			
31	Estabilidad Corregida 27 * 28			1073	1036	1145	<b>1085</b>	HEB 5,44	
32	Estabilidad / Flujo			1558	1224	1572	<b>1451</b>	1700 - 4000	

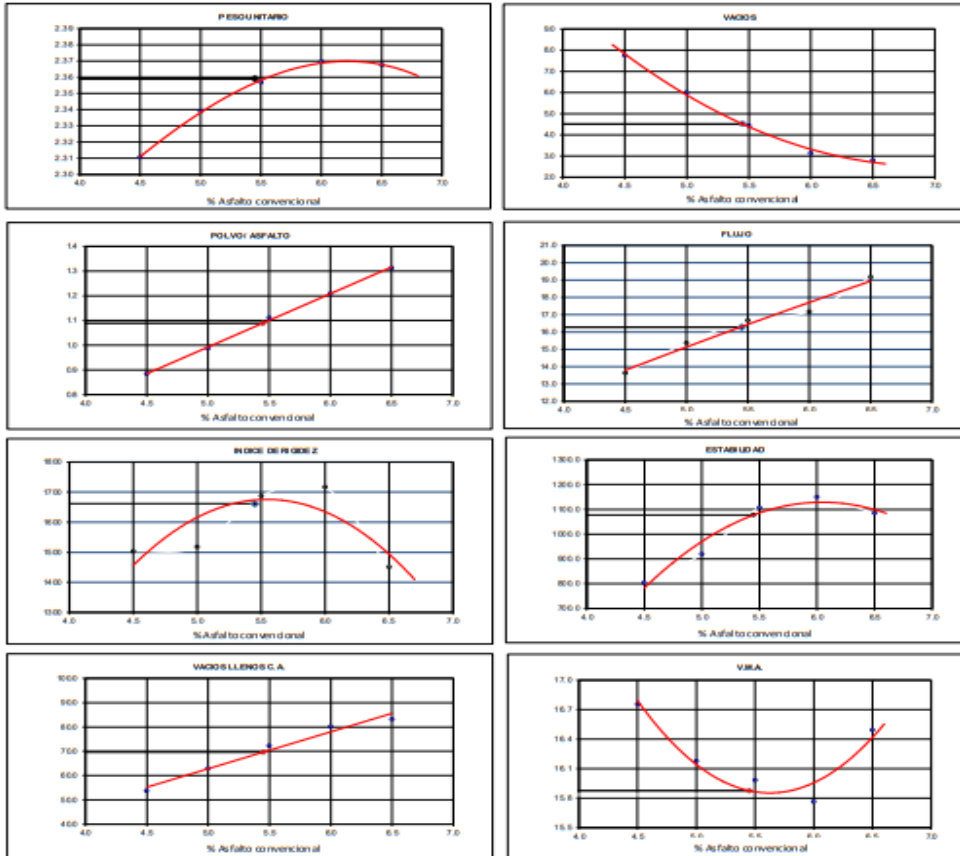
**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante


**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 ITC. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase B  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	50	50
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.45	
PESO UNITARIO	2.359	
% DE VACIOS	4.5	3 - 5
V.M.A.	15.9	14.0 min
V.L.L.C.A.	69.7	
POLVO / ASFALTO	1.09	0.6 - 1.3
FLUJO	16.3	8 - 16
ESTABILIDAD	1077	MIN 5,44
ESTABILIDAD/ FLUJO	1661	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilár*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
CHICLAYO-LAMBAYEQUE

SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL

UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Clase de Mezcla : Clase B


Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.

Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1493.4	1495.7	1495.0	1487.3	1484.7
D.- Peso matraz + agua	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5
E.- Peso de matr + material + agua	3791.7	3789.1	3783.3	3773.8	3769.6
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.505</b>	<b>2.488</b>	<b>2.466</b>	<b>2.446</b>	<b>2.436</b>
CONTENIDO % C.A.	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 3.27. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.25% a los Transito “A”.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Pimentel – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
[lemsw@lemsw.com](mailto:lemsw@lemsw.com)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )										
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña						
PORCENTAJES(%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %						
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1.02"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200	
N. PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5	
ESPECIFICACIONES	-	80	60 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 6	
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIE	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								4.5	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla							50.01		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla							42.40		
4	% de Filler en Peso de la Mezcla							2.85		
5	% de Fibra de bagazo de caña							0.24		
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc							1.020		
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc							2.681		
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc							2.606		
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña							1.270		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc							3.120		
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc							2.745		
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc							2.632		
13	Altura promedio de la briqueta cm							63.08		
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.3	1190.9	1189.1			
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1201.6	1195.1	1196.6			
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				682.0	681.0	684.0			
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				519.6	514.1	512.6			
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.304	2.316	2.320		<b>2.313</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Base (ASTM D 2041)							2.505		
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 303)				8.0	7.5	7.4		<b>7.6</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total							2.651		
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total							2.689		
23	Asfalto Absorbido por el Agregado							0.55		
24	% de Asfalto Efectivo							3.98		
25	Relación Polvo/Asfalto							0.9		0.6 - 1.3
26	V.M.A.				17.0	16.5	16.4		<b>16.7</b>	14
27	% Vacíos Híenos con C.A.				52.9	54.5	55.0		<b>54.1</b>	
28	Flujo (0.075, 0.25 mm)				14.2	15.5	12.3		<b>14.0</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin corregr (Kg)				1345.0	1423	1488			
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00			
31	Estabilidad Corregida 27 + 28				1345	1423	1488		<b>141.9</b>	MIN 8, 15
32	Estabilidad / Rupto				2406	2332	3073		<b>260.4</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SI MISMATERIALES	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°									
1	% C.A. en Peso de la Piedra				1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					5.0			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					49.75			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					42.18			
5	% de fibra de bagazo de caña					2.83			
6	Peso Especifico de la fibra de bagazo de caña					0.238			
7	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					1.020			
8	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
9	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.606			
10	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					1.270			
11	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
12	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
13	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
14	Altura promedio de la briqueta cm					63.080			
15	Peso de la briqueta al aire (gr)				1186.9	1189.5	1187.3		
16	Peso de la briqueta saturada (gr)				1189.4	1192.2	1189.6		
17	Peso de la briqueta en el agua (gr)				603.0	603.5	604.0		
18	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				506.4	508.7	505.6		
19	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.344	2.338	2.348	<b>2.343</b>	
20	Peso Especifico Maestro - Base (ASTM D 2041)					2.488			
21	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.8	6.0	5.6	<b>5.8</b>	3 - 5
22	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.651			
23	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.692			
24	Anillo Absorbido por el Agregado					0.59			
25	% de Asfalto Efectivo					4.44			
26	Relacion Filler/Betun					0.99			0.6 - 1.3
27	V.F.L.A.				16.0	16.2	15.8	<b>16.0</b>	14
28	% Vacios llenos con C.A.				63.7	62.8	64.5	<b>63.7</b>	
29	Flujo 0.075 (0.25 mm)				14.8	13.5	16.5	<b>14.9</b>	8 - 14
30	Estabilidad sin corregir (G)				1405	1408	1526		
31	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
32	Estabilidad Corregida 27 * 28				1461	1464	1596	<b>1507</b>	MIN 6,15
33	Estabilidad / Flujo				2507	2795	2467	<b>2573</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	0.00 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SI PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	70.9	53.6	46.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	6 - 17	4 - 6
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Muestra				5.5				
2	% de Piedra Chanzada en Peso de la Mezcla				49.49				
3	% de Arena Chanzada en peso de la Mezcla				41.96				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla				2.82				
5	% de fibra de bagazo de caña				0.236				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				2.681				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.606				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm				63.08				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.6	1197.9	1196.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 80° (g)				1196.6	1199.1	1199.5		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				696.0	696.0	696.5		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				502.6	504.1	504.0		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.383	2.376	2.374	<b>2.378</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rise (ASTM D 2041)				2.466				
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3030)				3.4	3.6	3.7	<b>3.6</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.651				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.688				
23	Relativo Absorbido por el Agregado				0.53				
24	% de Relativo Efectivo				5.00				
25	Relacion Rfier/Retun				1.1				0.6 - 1.3
26	V.H.A.				15.1	15.3	15.4	<b>15.2</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				77.5	76.2	75.7	<b>76.5</b>	
28	Flujo 0.07 (0.25 mm)				15.6	14.8	16.1	<b>15.5</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin corregir (K/g)				1917	1419	1988		
30	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1578	1476	1662	<b>1572</b>	1000, 15
32	Estabilidad / Flujo				2569	2533	2622	<b>2574</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Fibra	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	32.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	60 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.23			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.74			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.80			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.235			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.5	1196.0	1197.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1199.1	1196.9	1198.3		
16	Peso de la briqueta desplazada (g)				696.2	695.5	694.9		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				502.9	501.4	503.4		
18	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.383	2.385	2.379	<b>2.383</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rte (AST M D 2041)					2.446			
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3003)				2.6	2.5	2.7	<b>2.6</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.644			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.686			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.60			
24	% de Asfalto Efectivo					5.44			
25	Relacion Filler/Reten					1.2			0.6 - 1.3
26	V.F.A.				15.3	15.2	15.4	<b>15.3</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				83.1	83.6	82.2	<b>83.0</b>	
28	Flujo 0.01"/0.25 mm)				16.3	17.0	15.8	<b>16.4</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin correje (kg)				1631	1395	1436		
30	Factor de estabilidad				1.06	1.04	1.04		
31	Estabilidad Correjada 27 * 28				1592	1451	1493	<b>1512</b>	HEB 6, 15
32	Estabilidad / Flujo				2481	2168	2401	<b>2359</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 ING. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 244904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

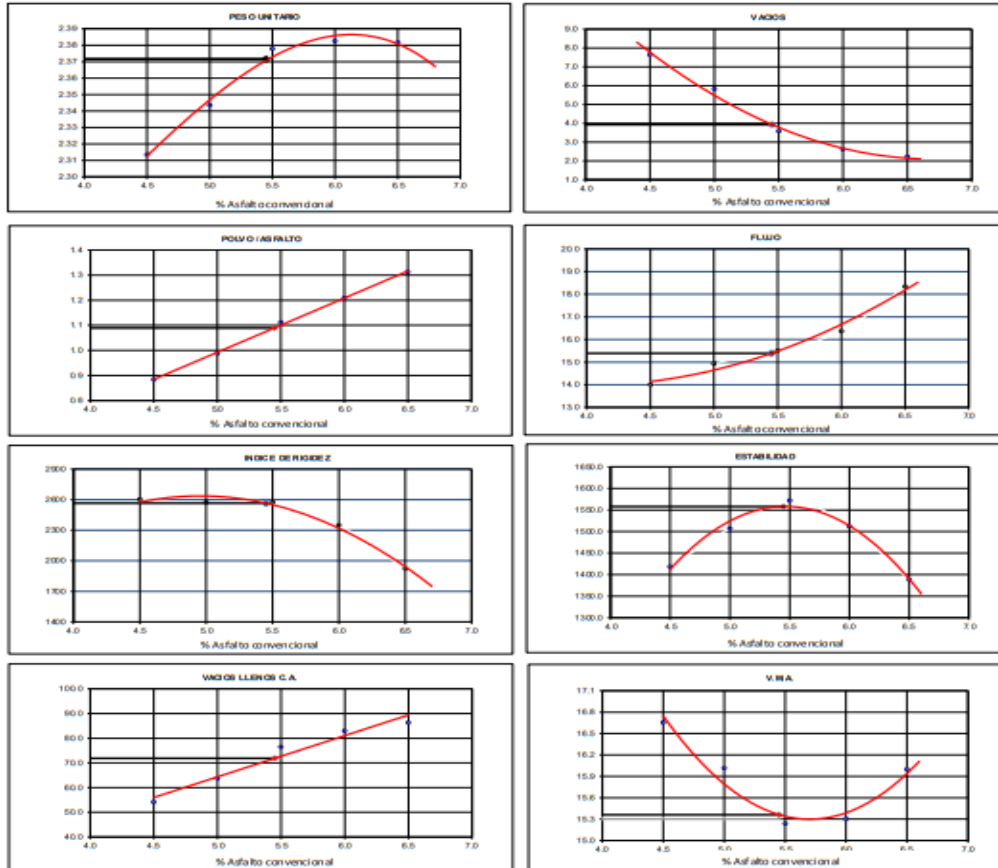
**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
POCENIAJES (%)	52.37 %	44.40 %	2.98 %	0.25 %					
TAMCENIA ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 85	51 - 66	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					48.97			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.51			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.79			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.254			
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Específico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Específico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.9	1198.1	1186.3		
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1200.4	1198.9	1187.6		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.8	693.5	693.5		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.6	505.4	494.1		
18	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.373	2.371	2.401	<b>2.382</b>	
19	Peso Específico Realme - Rizo (ASTM D 2041)					2.436			
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.6	2.7	1.4	<b>2.2</b>	3 - 5
21	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.651			
22	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.696			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.64			
24	% de Asfalto Efectivo					5.90			
25	Relación Filler/Asfalto					1.3			0.6 - 1.3
26	V.H.A.				16.3	16.4	15.3	<b>16.0</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				84.3	83.7	90.7	<b>86.3</b>	
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)				18.0	16.5	20.5	<b>18.3</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				1320	1186	1430		
30	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.09		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1373	1233	1559	<b>1388</b>	MIN 8, 15
32	Estabilidad / Flujo				1937	1899	1931	<b>1922</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	75	75
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.45	
PESO UNITARIO	2.372	
% DE VACIOS	3.9	3 - 5
V.M.A.	15.4	14.0 min
V.L.L.C.A.	71.9	
POLVO / ASFALTO	1.09	0.6 - 1.3
FLUJO	15.4	8 - 14
ESTABILIDAD	1558	MIN 8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	2571	1700 - 4000

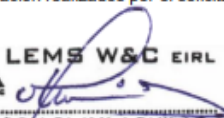
OBSERVACIONES:  
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.25% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1493.4	1495.7	1495.0	1487.3	1484.7
D.- Peso matraz + agua	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5	2894.5
E.- Peso de matr + material + agua	3791.7	3789.1	3783.3	3773.8	3769.6
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	2.505	2.488	2.466	2.446	2.436
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 3.28. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.50% - Transito “C”.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimental – Lambayeque  
R.U.C. 2040781334  
lemsw@cl.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.98 %	0.90 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.6	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
1	% CA. en peso de la Mezcla					4.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					40.89			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.29			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.86			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.48			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.2	1196.6	1199.6		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1207.3	1207.5	1205.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				688.6	688.1	689.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				518.7	519.4	516.2		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.308	2.308	2.324	<b>2.313</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Filler (ASTM D 2041)					2.497			
20	% de Vacíos = (17-16)/100/17 (ASTM D 3003)				7.6	7.6	6.9	<b>7.3</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.644			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.680			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.52			
24	% de Asfalto Efectivo					4.01			
25	Relación Polvo/Asfalto					0.9			0.6 - 1.3
26	V.M.A.	16.6				16.6		<b>16.4</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.	54.5				54.5		<b>56.9</b>	
28	Flujo (0.01", 0.25 mm)	14.0				13.0		<b>15.4</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin corregr (kg)	954.0				927		<b>875</b>	
30	Factor de estabilidad	1.00				1.00		<b>1.00</b>	
31	Estabilidad Corregrada 27 * 28	954				927		<b>875</b>	1600-4,53
32	Estabilidad / Flujo	1731				1810		<b>1443</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALUCO LAZARO GUILLERMO ANGELO  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Gruesa	A. Fina	Filler	Fibra de bagazo de caña 0.50 %					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %						
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SIEMBAMATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 86	51 - 66	36 - 52	17 - 28	6 - 17	4 - 8
BRQUETA Nº					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.63			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.07			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.94			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.475			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Alfara promedio de la briqueta ore					63.080			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.7	1193.7	1190.7		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1203.0	1201.5	1204.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				688.6	689.5	688.3		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				514.4	512.0	516.5		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.328	2.331	2.305	<b>2.322</b>	
19	Peso Especifico Hielero - Rice (ASTM D 2041)					2.474			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.9	5.8	6.8	<b>6.1</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.644			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.675			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.45			
24	% de Asfalto Efectivo					4.58			
25	Retencion Filler/Betun					1.02			0.6 - 1.3
26	V.F.L.A.				16.3	16.2	17.2	<b>16.4</b>	14
27	% Vacios llenos con C.A.				64.0	64.5	60.3	<b>62.9</b>	
28	Flujo (0.01" (0.25 mm))				16.5	16.5	15.3	<b>16.1</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				990	1026	1120		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 + 28				990	1026	1120	<b>1045</b>	929-4,53
32	Estabilidad / Flujo				1524	1579	1859	<b>1654</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso		A. Fino		Filler		Fibra de bagazo de caña			
	PORCENTAJES (%)									
	0.00 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %						
TAMBIEN ASTM	"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
SI PARA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	30.9	33.6	44.5	22.3	14.3	4.5	
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
BRQUETA N°					1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mada					5.5				
2	% de Piedra Chanzada en Peso de la Mezcla					49.37				
3	% de Arena Chanzada en peso de la Mada					41.84				
4	% de Filler en Peso de la Mada					2.83				
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.473				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.666				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.08				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1193.4	1200.2	1199.3			
15	Peso de la briqueta al agua por 60" (g)				1197.4	1206.1	1200.6			
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				689.0	688.5	688.4			
17	Volumen de la Briqueta por desplazamiento (cc) = (13-16)				508.4	516.6	512.2			
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.347	2.323	2.341	<b>2.337</b>		
19	Peso Especifico Maestro - Rice (ASTM D 2041)					2.452				
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3203)				4.3	5.3	4.5	<b>4.7</b>	3 - 5	
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.644				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.671				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.39				
24	% de Asfalto Efectivo					5.13				
25	Relacion Filler/Reten					1.1			0.6 - 1.3	
26	V.M.A.				16.1	16.9	16.3	<b>16.4</b>	14	
27	% Vacíos llenos con C.A.				73.4	68.9	72.3	<b>71.5</b>		
28	Flujo 0.075 (0.25 mm)				17.0	17.5	16.0	<b>16.8</b>	8 - 20	
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				1037	1083	1224			
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00			
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1037	1083	1224	<b>1114</b>	MIN 4, 53	
32	Estabilidad / Flujo				1549	1571	1942	<b>1988</b>	1700 - 4000	

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 ING. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Graso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	6.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% CA. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.11			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.62			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.81			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.470			
6	Peso Especifico Aparente del C.A (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Alfalfa promedio de la briqueta en					63.08			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.2	1196.9	1190.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1199.3	1198.3	1199.3		
16	Peso de la briqueta desplazada (g)				685.8	686.5	684.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				513.5	511.8	515.3		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.333	2.339	2.310	<b>2.328</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Real (ASTM D 2041)				2.418				
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				3.5	3.3	4.5	<b>3.8</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.631				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.651				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.29				
24	% de Asfalto Efectivo				5.73				
25	Relacion Filler/Betun				1.3				0.6 - 1.3
26	V.P.A.				16.6	16.4	17.4	<b>16.8</b>	14
27	% Vados llenos con C.A.				78.8	79.9	74.4	<b>77.7</b>	
28	Flujo 0.01"/(0.25 mm)				19.0	21.0	22.5	<b>20.8</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin correjir (kg)				1267	1280	1354		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregido 27 * 28				1267	1280	1354	<b>130.0</b>	MIN 4.53
32	Estabilidad / Flujo				1694	1548	1529	<b>199.0</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

RNP Servicios 50000989

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAJUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
Porcentajes (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %					
TAMANOS ASTM	4"	3.48"	1/2"	3.48"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	82.8	72.9	53.6	44.6	22.3	14.3	6.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 86	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°									
1	% C.A. en Peso de la Mezcla			1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIFICADO	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla				6.5				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla				48.84				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla				41.40				
5	% de Fibra de bagazo de caña				2.80				
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				0.460				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				3.020				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.681				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				2.606				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				1.270				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				3.120				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.745				
13	Albura promediada de la briqueta on				2.632				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				63.08				
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1196.4	1189.3	1186.3		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				1207.6	1209.4	1199.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				691.8	693.3	692.6		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				515.8	516.1	507.0		
19	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.320	2.304	2.340	<b>2.321</b>	
20	% de Vacíos = (17-18)/(17) (ASTM D 5203)				2.411				
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				3.8	4.4	3.0	<b>3.7</b>	3 - 5
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.644				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				2.664				
24	% de Asfalto Efectivo				0.29				
25	Relacion Filler/Betun				6.23				
26	V.F.A.				1.4				0.6 - 1.3
27	% Vacíos llenos con C.A.				18.0	18.5	17.2	<b>17.9</b>	14
28	Flujo: 0.01" (0.25 mm)				78.9	76.1	82.9	<b>79.3</b>	
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				21.5	22.0	23.0	<b>22.2</b>	8 - 30
30	Factor de estabilidad				836	917	901		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1.04	1.00	1.04		
32	Estabilidad / Flujo				869	917	937	<b>908</b>	MIN 4, 53
					1026	1059	1035	<b>1040</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

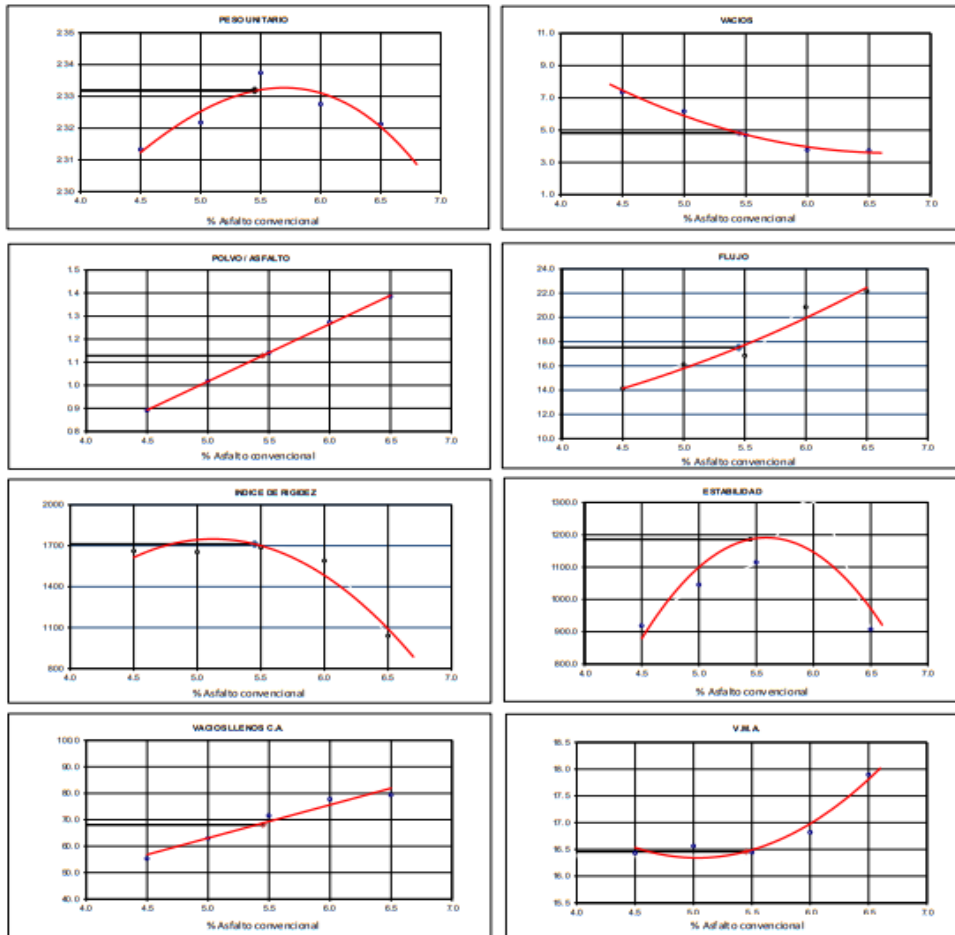


WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	35	35
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.45	
PESO UNITARIO	2.332	
% DE VACIOS	4.8	3 - 5
V.M.A.	16.5	14.0 min
V. LL.C.A.	68.1	
POLVO / ASFALTO	1.13	0.6 - 1.3
FLUJO	17.5	8 - 20
ESTABILIDAD	1186	MIN 4,53
ESTABILIDAD/ FLUJO	1712	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

Anexo 3.29. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.50% - Transito “B”.



Prof. orgación Bolagresi Km. 3.5  
Pimental – Lambayeque  
R.L.U.C. 20480781334  
lemsw@lemsw.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jirnes, 05 de agosto del 2021.  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase B  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	52.24 %	44.28 %	2.98 %	0.50 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	46.5	32.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°			1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES		
1	% CA. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	% de fibra de bagazo de caña								
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc								
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc								
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña								
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc								
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc								
13	Altura promedio de la briqueta cm								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)								
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)								
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)								
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
18	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)								
19	Peso Especifico Máximo - Rico (ASTM D 2041)								
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3033)								
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
23	Asfalto Absorbido por el Agregado								
24	% de Asfalto Efectivo								
25	Relación Polvo/Asfalto								
26	V.F.A.								
27	% Vacíos llenos con C.A.								
28	Flujo (0,01" (0,25 mm))								
29	Estabilidad sin correaje (Kg)								
30	Factor de estabilidad								
31	Estabilidad Correaje 27 * 28								
32	Estabilidad / Flujo								

OBSERVACIONES:  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIERA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	6.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.63			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.07			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.84			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.475			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta mm					63.080			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.2	1200.1	1199.6		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1206.3	1206.5	1206.6		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				690.3	688.5	689.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				516.0	518.0	517.2		
18	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.322	2.317	2.319	<b>2.319</b>	
19	Peso Especifico Hielo - Rizo (ASTM D 2041)					2.474			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				6.1	6.3	6.2	<b>6.2</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.644			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.675			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.45			
24	% de Asfalto Efectivo					4.58			
25	Relacion Filler/Betun					1.02			0.6 - 1.3
26	V.M.A.				16.5	16.7	16.6	<b>16.6</b>	14
27	% Vacios llenos con C.A.				63.0	62.1	62.5	<b>62.5</b>	
28	Flujo 0.075 (0.25 mm)				13.5	13.0	14.0	<b>13.5</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				1185	1069	1204		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 ° 28				1185	1069	1204	<b>1152</b>	MIN 5,44
32	Estabilidad / Flujo				2229	2089	2184	<b>2167</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICIO LAZARDO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla a stáfrica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )														
MATERIALES	A. Graso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña										
PORCENTAJES (%)	0.00 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %										
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200					
% PASAMATERIAL	100.0	100.0	87.8	75.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5					
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 60	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8					
BRQUETA N°					1	2	3	PROPHECO	INSPECIF					
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									55				
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla									49.37				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla									41.84				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla									2.83				
5	% de fibra de bagazo de caña									0.673				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc									1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc									2.681				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc									2.606				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña									1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland ( Aparente) gr/cc									3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc									2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc									2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm									63.08				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)									1197.8	1203.1	1196.4		
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (g)									1205.3	1205.2	1205.8		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)									691.0	698.0	693.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									514.3	536.2	512.8		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)									2.329	2.340	2.337	<b>2.335</b>	
19	Peso Especifico Pseudo - Real (ASTM D-2041)									2.452				
20	% de Vacios = (17-16)/(100/17) (ASTM D- 3203)									5.0	4.6	4.7	<b>4.8</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.644				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.671				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado									0.39				
24	% de Asfalto Efectivo									5.13				
25	Relacion Riley/Netun									1.1			0.6 - 1.3	
26	V.P.L.A.									16.7	16.4	16.5	<b>16.5</b>	14
27	% Vacios llenos con C.A.									70.0	71.9	71.4	<b>71.1</b>	
28	Flujo 0,07 (0,25 mm)									14.6	14.9	15.0	<b>14.8</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregir (Kg)									1291	1383	1498		
30	Factor de estabilidad									1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregido 27 * 28									1291	1383	1498	<b>1391</b>	MIN 5,44
32	Estabilidad / Flujo									2246	2358	2537	<b>2380</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.90 %					
TAMCERAS TM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECI
1	% CA. en Reso de la Mezcla				6.0				
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla				49.11				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla				41.62				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla				2.81				
5	% de fibra de bagazo de caña				0.470				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				2.661				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.606				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm				63.08				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1182.3	1196.8	1198.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1184.7	1198.2	1199.6		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				683.0	689.0	690.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-16)				501.7	509.2	509.6		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.357	2.350	2.352	<b>2.353</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Reso (AST M D 2041)				2.418				
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				2.6	2.8	2.7	<b>2.7</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.631				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.651				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.29				
24	% de Asfalto Efectivo				5.73				
25	Relacion Filler/Betun				1.3				0.6 - 1.3
26	V.M.A.				15.8	16.0	15.9	<b>15.9</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				83.8	82.4	82.8	<b>83.0</b>	
28	Flujo (0.075, 0.25 mm)				16.5	17.0	18.0	<b>17.2</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregir (kg)				1225	1272	1211		
30	Factor de estabilidad				1.08	1.00	1.04		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1273	1272	1259	<b>1268</b>	MIN 5, 44
32	Estabilidad / Flujo				1960	1900	1777	<b>1879</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 ITC. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CEP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FERRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCO LAZARO GUILERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

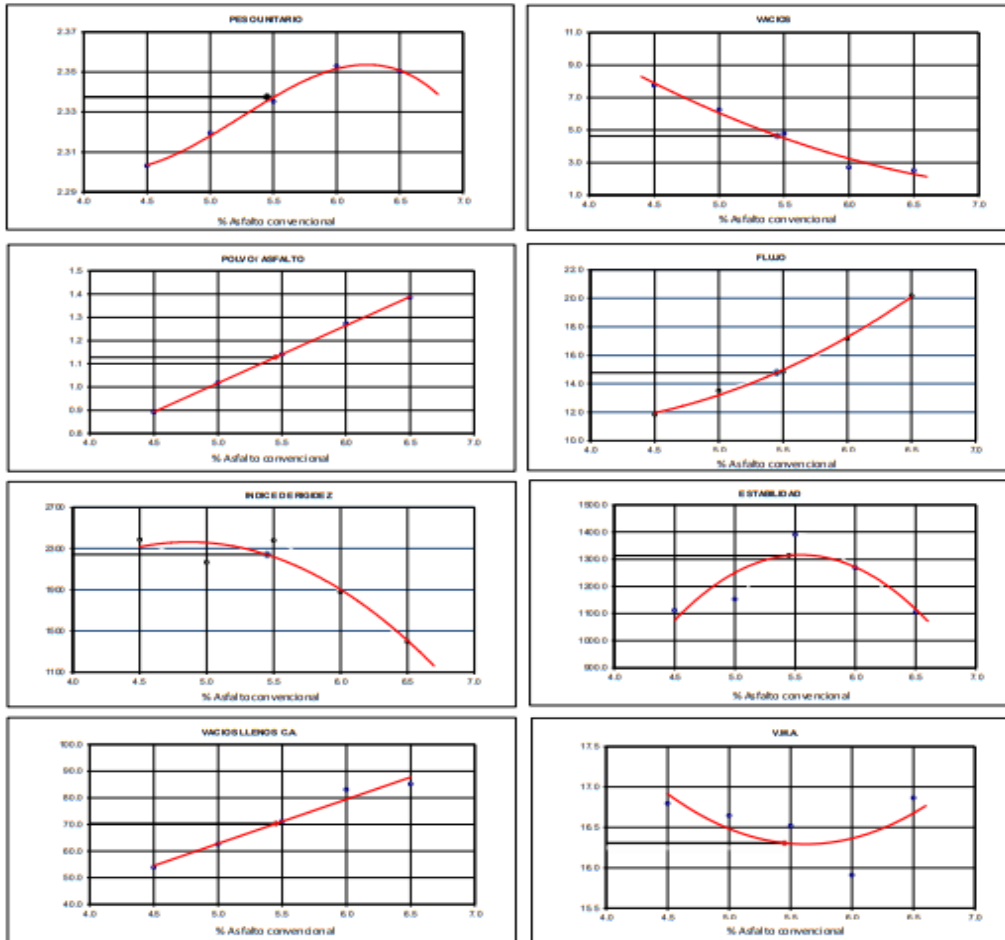
**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filer	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	10	80 - 100	70 - 85	51 - 66	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 6
BRIQUETA N°			1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		6.5						
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla		48.94						
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla		41.40						
4	% de Filer en Peso de la Mezcla		2.80						
5	% de Fibra de bagazo de caña		0.468						
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc		1.020						
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc		2.681						
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc		2.606						
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña		1.270						
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3.120						
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc		2.745						
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc		2.632						
13	Altura promedio de la briqueta cm		63.08						
14	Peso de la briqueta al aire (gr)		1199.8	1199.8	1186.3				
15	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)		1199.9	1199.0	1195.6				
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)		689.0	690.4	686.6				
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)		510.9	508.6	507.0				
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)		2.348	2.359	2.344	<b>2.350</b>			
19	Peso Especifico Máximo - Rise (ASTM D 2041)		2.411						
20	% de Vacíos = (17-18)x100/17 (ASTM D 3203)		2.6	2.2	2.8	<b>2.5</b>			
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.644						
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.664						
23	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.29						
24	% de Asfalto Efectivo		6.23						
25	Relacion Filer/Betun		1.4						
26	V.M.A.		16.9	16.6	17.1	<b>16.9</b>			
27	% Vacíos llenos con C.A.		84.7	87.0	83.7	<b>85.1</b>			
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)		20.0	19.0	21.5	<b>20.2</b>			
29	Estabilidad sin corregir (Kg)		1079	1044	1106				
30	Factor de estabilidad		1.00	1.04	1.04				
31	Estabilidad Corregida 27 * 28		1079	1086	1150	<b>1105</b>			
32	Estabilidad / Flujo		1370	1451	1359	<b>1394</b>			
									1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAJO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAJICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2



CARACTERÍSTICAS MARSHALL		
	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	50	50
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.45	
PESO UNITARIO	2.338	
% DE VACIOS	4.6	3 - 5
V.M.A.	16.3	14.0 min
V. LL. CA.	70.3	
POLVO / ASFALTO	1.13	0.6 - 1.3
FLUIDO	14.8	8 - 16
ESTABILIDAD	1314	MIN 5,44
ESTABILIDAD / FLUIDO	2241	1700 - 4000

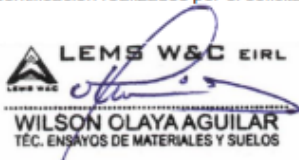
OBSERVACIONES:  
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
**SOLICITANTE** : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
**UBICACIÓN** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha** : Jueves, 05 de agosto del 2021  
**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Clase de Mezcla** : Clase B  
**Identificación** : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
**Descripción** : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1505.5	1503.8	1503.3	1505.7	1503.5
D.- Peso matraz + agua	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2
E.- Peso de matrz + material + agua	3789.7	3783.1	3777.5	3770.3	3767.1
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	2.497	2.474	2.452	2.418	2.411
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 3.30. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 0.50% - Transito “A”.



Prolongación Biolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
lemswc@rdsi.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALDO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACION : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Lunes, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.90 %					
TAMCOEASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASAMATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	4.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°			1		2		3		PROPIEDAD ESPECIF.
1	% CA. en Peso de la Mezcla		4.5						
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla		49.89						
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla		42.29						
4	% de Filler en Peso de la Mezcla		2.86						
5	% de fibra de bagazo de caña		0.46						
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc		1.020						
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc		2.681						
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc		2.696						
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña		1.270						
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3.120						
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc		2.745						
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc		2.632						
13	Altura promedio de la briqueta cm		63.08						
14	Peso de la briqueta al aire (gr)		1198.4		1195.5		1189.1		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)		1205.6		1208.2		1206.6		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)		689.6		688.9		689.7		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)		515.0		519.3		516.9		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)		2.327		2.302		2.300		<b>2.310</b>
19	Peso Especifico Máximo - Híct (ASTM D 2041)		2.697						
20	% de Vacíos = (17-18)/(100/17) (ASTM D 3003)		6.8		7.8		7.9		<b>7.8</b>
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.644						
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.680						
23	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.52						
24	% de Asfalto Efectivo		4.01						
25	Relación Polvo/Asfalto		0.9						0.6 - 1.3
26	V.P.A.		15.9		16.8		16.9		<b>16.6</b>
27	% Vacíos llenos con C.A.		57.3		53.7		53.5		<b>54.8</b>
28	Flujo (0.01"/0.25 mm)		12.1		11.5		11.9		<b>11.8</b>
29	Estabilidad sin corregir (kg)		1223.1		1145		1363		
30	Factor de estabilidad		1.00		1.00		1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28		1223		1145		1363		<b>1244</b>
32	Estabilidad / Flujo		2567		2530		2909		<b>2669</b>

OBSERVACIONES:  
- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIERA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCOO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 85	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°			1	2	3	PROBADO	ESPECIF.		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.63			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.07			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.84			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.475			
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Específico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Específico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					63.080			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)		1193.9			1189.5	1194.1		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)		1207.4			1209.2	1208.6		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)		692.6			693.2	692.8		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)		514.8			516.0	515.8		
18	Peso específico Bulk de la briqueta = (12/15)		2.319			2.305	2.315	<b>2.313</b>	
19	Peso Específico Húmedo - Húmedo (ASTM D 2041)					2.474			
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)					6.2	6.8	6.4	<b>6.5</b> 3 - 5
21	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.644			
22	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.675			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.45			
24	% de Asfalto Efectivo					4.58			
25	Relación Filler/Asfalto					1.02			0.6 - 1.3
26	V.M.A.		16.7			17.2	16.8	<b>16.9</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.		62.5			60.3	61.8	<b>61.5</b>	
28	Flujo 0.075 (0.25 mm)		12.2			12.5	12.4	<b>12.4</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin compactar (Kg)		1485			1552	1556		
30	Factor de estabilidad		1.00			1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28		1485			1552	1556	<b>1531</b>	HR 8, 15
32	Estabilidad / Flujo		3091			3153	3188	<b>3144</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Graso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	0.00 %	44.28 %	2.99 %	0.90 %					
TAMOS ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	75.9	53.6	44.5	22.2	14.2	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 68	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO		ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.5				
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla				49.37				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla				41.84				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla				2.83				
5	% de fibra de bagazo de caña				0.673				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				2.681				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.686				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				2.746				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm				63.08				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.1	1197.9	1196.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 60" (g)				1201.0	1202.6	1201.6		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				693.5	696.7	694.1		
17	Volumen de la Briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				507.5	509.9	507.5		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.361	2.358	2.358	<b>2.359</b>	
19	Peso Especifico Píedro - Rio (ASTM D 2041)					2.452			
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3003)				3.7	3.8	3.9	<b>3.8</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.644				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.671				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.39				
24	% de Asfalto Efectivo				5.13				
25	Relacion Filler/Asfalto				1.1				0.6 - 1.3
26	W.P.L.A.				15.6	15.7	15.7	<b>15.7</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				76.1	75.6	75.5	<b>75.7</b>	
28	Flujo 0.075 (0.25 mm)				14.3	14.9	13.7	<b>14.3</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				1699	1687	1716		
30	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1766	1754	1784	<b>1768</b>	HR 8, 15
32	Estabilidad / Flujo				3136	2990	3307	<b>3145</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. EXPERTO DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHIGLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAJICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiriqui, Depto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.90 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	60 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°									
1	% CA. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filler en Peso de la Mezcla								
5	% de Fibra de bagazo de caña								
6	Peso Especifico Aparente del C.A (Aparente) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc								
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc								
9	Peso específico de la Fibra de bagazo de caña								
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc								
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc								
13	Albura promedio de la bitumina on								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)	1196.4	1197.3	1198.6					
15	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)	1197.2	1199.9	1199.6					
16	Peso de la briqueta desplazado (gr)	690.0	692.2	692.6					
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	507.2	507.7	507.0					
18	Peso específico Bulk de la briqueta = (12/15)	2.359	2.358	2.364	<b>2.360</b>				
19	Peso Especifico Máximo - R <sub>m</sub> (ASTM D 2041)	2.418							
20	% de Vacíos = (17-16) x 100 / 17 (ASTM D 3203)	2.5							
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.631							
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.651							
23	Asfalto Absorbido por el Agregado	0.29							
24	% de Asfalto Efectivo	5.73							
25	Relacion Filler/Betun	1.3							
26	V.F.A.	15.7	15.7	15.5	<b>15.6</b>	14			
27	% Vacíos Horno con C.A.	84.3	84.2	85.5	<b>84.7</b>				
28	Flujo (0.01", 0.25 min)	16.5	15.7	16.9	<b>16.4</b>	B - 14			
29	Estabilidad sin correje (kg)	1617	1584	1598					
30	Factor de estabilidad	1.06	1.04	1.04					
31	Estabilidad Correjada 27 ° 28	1662	1648	1662	<b>1664</b>	PDN B, 15			
32	Estabilidad / Flujo	2589	2666	2498	<b>2584</b>	1700 - 4000			

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



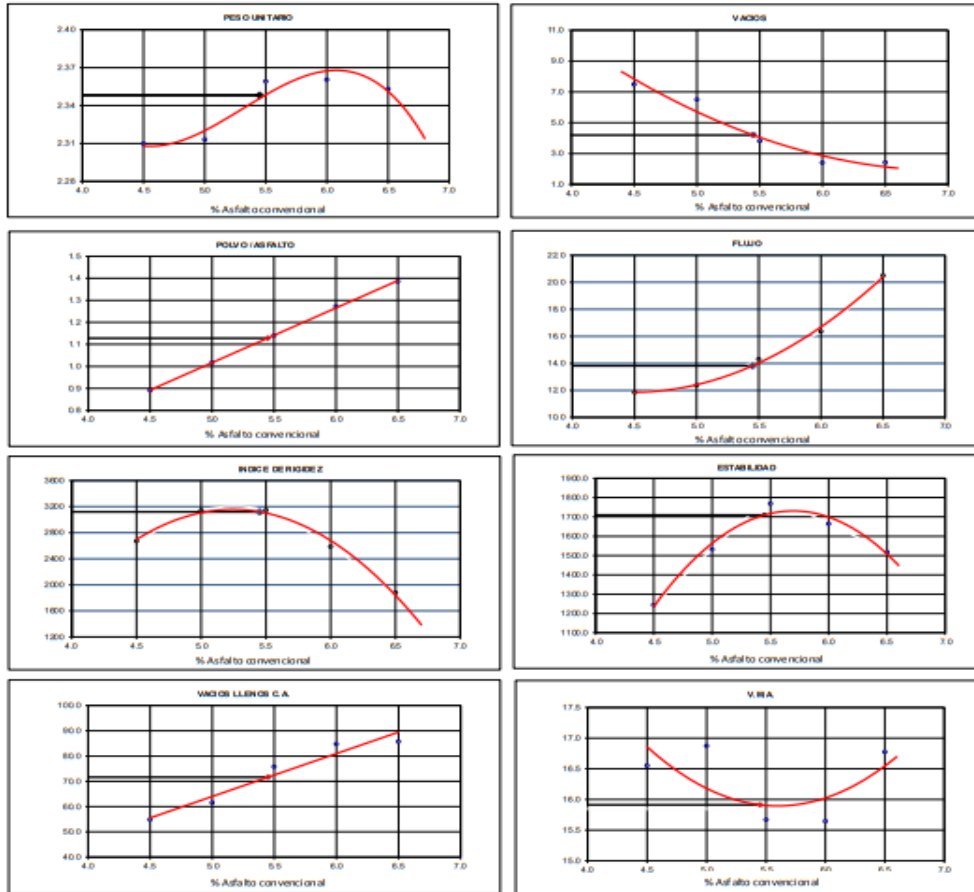
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAJICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Rimontel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 08 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filer	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	52.24 %	44.28 %	2.99 %	0.50 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 86	51 - 66	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°	1								
1	% C.A. en Pico de la Mezcla	6.5							
2	% de Piedra chancada en Pico de la Mezcla	48.84							
3	% de Arena Chancada en Pico de la Mezcla	41.40							
4	% de Filer en Pico de la Mezcla	2.80							
5	% de Fibra de bagazo de caña	0.468							
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc	1.020							
7	Peso Específico de la Grava gr/cc	2.681							
8	Peso Específico de la Arena gr/cc	2.606							
9	Peso específico de la Fibra de bagazo de caña	1.270							
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc	3.120							
11	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc	2.745							
12	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc	2.632							
13	Altura promedio de la briqueta cm	63.08							
14	Peso de la briqueta al aire (gr)	1199.3							
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1200.0							
16	Peso de la briqueta desplazado (gr)	690.0							
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	510.0							
18	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.352							
19	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)	2.411							
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3003)	2.5							
21	Peso Específico Bulk Agregado Total	2.644							
22	Peso Específico Efectivo Agregado total	2.664							
23	Afalto Absorbido por el Agregado	0.29							
24	% de Astillito Efectivo	6.23							
25	Relación Filer/Betun	1.4							
26	V.H.A.	16.8	16.4	17.1	<b>16.8</b>				
27	% Vacíos llenos con C.A.	85.3	87.9	83.6	<b>85.7</b>				
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)	19.6	21.6	20.3	<b>20.5</b>				
29	Estabilidad sin corregir (Kg)	1438	1499	1497					
30	Factor de estabilidad	1.00	1.04	1.04					
31	Estabilidad Corregida 27 + 28	1436	1559	1556	<b>1517</b>				
32	Estabilidad / Flujo	1861	1833	1947	<b>1880</b>				

OBSERVACIONES:  
 Muestra e identificación realizadas por el solicitante



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAJO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2



CARACTERISTICAS MARSHALL		
	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	75	75
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.45	
PESO UNITARIO	2.348	
% DE VACIOS	4.2	3 - 5
V.M.A.	15.9	14.0 min
V.L.L.C.A.	71.6	
POLVO / ASFALTO	1.13	0.6 - 1.3
FLUJO	13.8	8 - 14
ESTABILIDAD	1710	MIN 8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	3120	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

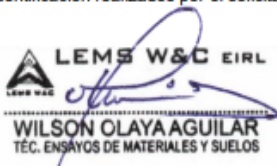
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904


**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
 CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
**SOLICITANTE** : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
**UBICACIÓN** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha** : Jueves, 05 de agosto del 2021  
**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Clase de Mezcla** : Clase A  
**Identificación** : Mezcla de agregados + 0.5% Fibra de bagazo de caña.  
**Descripción** : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1505.5	1503.8	1503.3	1505.7	1503.5
D.- Peso matraz + agua	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2
E.- Peso de matrz + material + agua	3789.7	3783.1	3777.5	3770.3	3767.1
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.497</b>	<b>2.474</b>	<b>2.452</b>	<b>2.418</b>	<b>2.411</b>
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante




**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 3.31. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 1.00% - Transito “C”.



RNP: Serúidos 50609599

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YAUICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C.  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

Prolongación Bolagresi Km. 3.5  
 Pimentel – Lambayeque  
 R.L.C. 20480781334  
[lemsw@lemsw.com](mailto:lemsw@lemsw.com)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )

MATERIALES		A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña				
PORCENTAJES (%)		51.98 %	44.08 %	2.97 %	1.00 %				
TAMICES ASTM	4"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
% PASAMATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-88	51-68	30-52	17-28	8-17	4-8
BRIQUETA N°				1	2	3	PSOMETRO		ESPECIF.
1	% CA. en Bazo de la Mezcla				4.5				
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla				49.64				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla				42.08				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla				2.84				
5	% de fibra de bagazo de caña				0.96				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.020				
7	Peso Especifico de la Grava. gr/cc				2.681				
8	Peso Especifico de la Arena. gr/cc				2.606				
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña				1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm				69.38				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1196.2	1195.2	1196.3		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1208.6	1206.1	1207.5		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				643.0	642.0	644.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				565.6	564.1	563.5		
18	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.115	2.119	2.123	<b>2.119</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Bazo (ASTM D 2041)				2.456				
20	% de Vació = (17-16)x100/17 (ASTM D 303)				13.9	13.7	13.5	<b>13.7</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.629				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.630				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.01				
24	% de Asfalto Efectivo				4.49				
25	Relación Polvo/Asfalto				1.0			0.6 - 1.3	
26	V.H.A.				20.0	23.0	22.9	<b>22.0</b>	14
27	% Vació Heno con C.A.				30.6	40.5	40.8	<b>37.3</b>	
28	Flujo 0.075/0.25 mm)				16.0	15.0	16.6	<b>15.9</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin corregir (%)				603.0	453	610		
30	Factor de estabilidad				0.86	0.86	0.86		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				510	390	525	<b>475</b>	PEB 4-53
32	Estabilidad / Flujo				81.0	66.0	80.3	<b>75.7</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Cero	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMOS ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 85	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°									
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla				5.0				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla				49.38				
4	% de Filler en Peso de la Mezcla				41.86				
5	% de Fibra de bagazo de caña				2.82				
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				0.950				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				1.020				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.681				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				2.606				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				1.270				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				3.120				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.745				
13	Altura promedio de la brqueta cm				2.632				
14	Peso de la brqueta al aire (gr)				69.380				
15	Peso de la brqueta saturada (gr)				1197.7	1195.4	1193.7		
16	Peso de la brqueta en el Agua (gr)				1203.0	1203.5	1207.8		
17	Volumen de la brqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				647.3	644.9	646.3		
18	Peso especifico Bulk de la Brqueta = (12/15)				555.7	558.6	561.5		
19	Peso Especifico Horno - Rise (ASTM D 2041)				2.155	2.140	2.126	<b>2.140</b>	
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.440				
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				11.7	12.3	12.9	<b>12.3</b>	3 - 5
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.629				
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				2.634				
24	% de Asfalto Efectivo				0.06				
25	Relacion Filler/Betun				4.94				
26	V.H.A.				1.10				0.6 - 1.3
27	% Vados llenos con C.A.				22.1	22.7	23.2	<b>22.7</b>	14
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)				47.2	45.7	44.4	<b>45.8</b>	
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				16.5	16.5	15.3	<b>16.1</b>	8 - 20
30	Factor de estabilidad				668	662	705		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				0.89	0.89	0.86		
32	Estabilidad / Flujo				595	616	606	<b>606</b>	MIN 4.53
					915	948	1007	<b>957</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	0.00 %	44.06 %	2.97 %	5.00 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASAMATE REAL	100.0	100.0	87.8	70.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 60	51 - 60	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.5			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.12			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.64			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.81			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.945			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					69.38			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.7	1198.9	1199.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 10" (g)				1204.6	1204.3	1205.3		
16	Peso de la briqueta desplazado (gr)				651.8	652.5	652.7		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				552.8	550.8	552.6		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.168	2.177	2.171	<b>2.172</b>	
19	Peso Especifico Maestro - Rizo (ASTM D 2041)					2.624			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				10.6	10.2	10.5	<b>10.4</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.636			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.09			
24	% de Asfalto Efectivo					5.41			
25	Relacion Filler/Betun					1.2			0.6 - 1.3
26	V.P.A.				22.1	21.8	22.0	<b>21.9</b>	14
27	% Vados llenos con C.A.				52.2	53.1	52.4	<b>52.6</b>	
28	Flujo (0.075/0.25 mm)				21.0	20.0	19.0	<b>20.0</b>	8 - 20
29	Estabilidad sin compact (Kg)				762	776	805		
30	Factor de estabilidad				0.89	0.89	0.89		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				679	691	734	<b>701</b>	MIN 4,53
32	Estabilidad / Flujo				821	877	962	<b>893</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : VALDIO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
Fecha : Junio, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Fiber	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMCENAS (mm)	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
N.º PASAMATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
<b>BIQUETA N.º</b>									
1	% C.A. en Reso de la Mezcla				1	2	3	PROPIEDAD	ESPECIF.
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					6.0			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					48.86			
4	% de Fibrer en Peso de la Mezcla					41.42			
5	% de Fibra de bagazo de caña					2.79			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					0.940			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					1.020			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.681			
9	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
10	Peso Especifico de la Fibra de bagazo de caña					1.270			
11	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
12	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
13	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
14	Alguno promedio de la biqueta cm					69.38			
15	Peso de la biqueta al aire (gr)				1197.9	1195.6	1198.3		
16	Peso de la biqueta al agua por 60' (gr)				1200.8	1199.9	1201.6		
17	Peso de la biqueta desplazada (gr)				661.0	660.6	662.0		
18	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				539.8	539.3	539.6		
19	Peso especifico Bulk de la biqueta = (12/15)				2.219	2.217	2.221	<b>2.219</b>	
20	Peso Especifico Máximo - Base (ASTM D 2041)					2.396			
21	% de Vacíos = (17-16)÷100/17 (ASTM D 3020)				7.4	7.5	7.3	<b>7.4</b>	3 - 5
22	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.603			
23	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.623			
24	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.29			
25	% de Asfalto Efectivo					5.73			
26	Relacion Fibrer/Betun					1.3			0.6 - 1.3
27	V.F.A.				19.9	19.9	19.8	<b>19.9</b>	14
28	% Vacíos llenos con C.A.				62.7	62.4	63.0	<b>62.7</b>	
29	Flujo 0.01" (0.25 mm)				22.0	21.5	20.0	<b>21.2</b>	8 - 20
30	Estabilidad sin corregir (Kg)				965	1089	1110		
31	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
32	Estabilidad Corregida 27 * 28				965	1089	1110	<b>1095</b>	MIN 4.53
33	Estabilidad / Flujo				1114	1287	1410	<b>1270</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase C  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMCO ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.0	53.6	44.5	22.3	14.3	6.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 86	51 - 66	38 - 52	17 - 26	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°				1	2	3	PROBADO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla			6.5					
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla			48.60					
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla			41.20					
4	% de Filler en Peso de la Mezcla			2.78					
5	% de fibra de bagazo de caña			0.935					
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc			1.020					
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc			2.681					
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc			2.606					
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña			1.270					
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc			3.120					
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc			2.745					
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc			2.632					
13	Altura promedio de la briqueta cm			69.38					
14	Peso de la briqueta al aire (gr)			1200.0	1199.3	1198.9			
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)			1204.3	1203.5	1206.3			
16	Peso de la briqueta desplazado (gr)			691.8	690.8	690.3			
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			512.5	512.7	516.0			
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.341	2.339	2.323	<b>2.335</b>		
19	Peso Especifico Hielo - Rizo (ASTM D-2041)			2.385					
20	% de Vacios = (17-16)/(18-17) (ASTM D 3003)			1.8	1.9	2.6	<b>2.1</b>	3 - 5	
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total			2.629					
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total			2.630					
23	Añeño Absorbido por el Agregado			0.02					
24	% de Añeño Efectivo			6.49					
25	Relacion Filler/Betun			1.4					0.6 - 1.3
26	V.H.A.			16.7	16.8	17.4	<b>17.0</b>		14
27	% Vacios llenos con C.A.			89.0	88.5	85.0	<b>87.5</b>		
28	Flujo (0.01" (0.25 mm)			27.0	25.0	24.0	<b>25.3</b>		8 - 20
29	Estabilidad sin compact (Pg)			1093	1236	1024			
30	Factor de estabilidad			1.00	1.00	1.00			
31	Estabilidad Correjada 27 * 28			1093	1235	1024	<b>1117</b>		MDV 4,53
32	Estabilidad / Flujo			1028	1255	1084	<b>1122</b>		1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



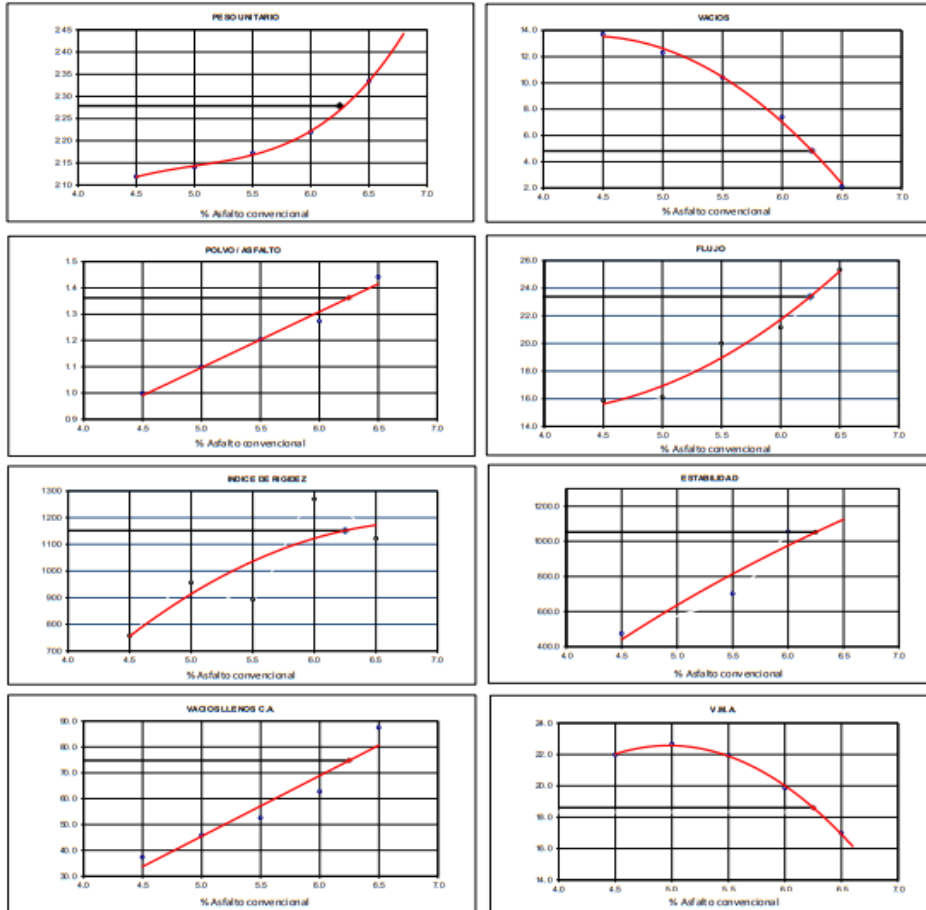
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Peralas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase C  
Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2



CARACTERISTICAS MARSHALL		
	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	35	35
% CEMENTO ASFÁLTICO	6.25	
PESO UNITARIO	2.279	
% DE VACIOS	4.8	3 - 5
V.M.A.	18.6	14.0 min
V. LL.C.A.	74.8	
POLVO / ASFALTO	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO	23.4	8 - 20
ESTABILIDAD	1053	MIN 4.53
ESTABILIDAD/ FLUJO	1152	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
 CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
**SOLICITANTE** : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
**UBICACIÓN** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha** : Jueves, 05 de agosto del 2021  
**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Clase de Mezcla** : Clase C  
**Identificación** : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
**Descripción** : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1517.5	1510.8	1504.7	1497.3	1490.9
D.- Peso matraz + agua	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2
E.- Peso de matr + material + agua	3786.7	3778.9	3771.2	3759.7	3753.1
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.456</b>	<b>2.440</b>	<b>2.424</b>	<b>2.396</b>	<b>2.385</b>
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 3.32. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 1.00% - Transito “B”.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimental – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
lema.w@elcablemail.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase B  
Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	51.98 %	44.08 %	2.97 %	1.00 %					
TAMCENAS(µm)	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-88	51-68	30-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°					1	2	3	PSOMETRO	ESPECIF.
1	% CA. en peso de la Mezcla					4.5			
2	% de Piedra chancada en peso de la Mezcla					49.64			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.08			
4	% de Filler en peso de la Mezcla					2.84			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.96			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland(Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Alguna promedi de la briqueta en					69.38			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.2	1202.1	1198.6		
15	Peso de la briqueta saturada (gr)				1207.6	1209.9	1209.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				661.0	659.0	659.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				546.6	550.9	550.8		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.194	2.182	2.176	<b>2.184</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Fino (ASTM D 2041)					2.856			
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				10.7	11.1	11.4	<b>11.1</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.630			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.01			
24	% de Asfalto Efectivo					4.49			
25	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
26	V.M.A.				20.3	20.7	21.0	<b>20.7</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				47.5	46.3	45.7	<b>46.5</b>	
28	Flujo (0.075, 0.25 mm)				16.0	19.0	18.0	<b>17.7</b>	B - 16
29	Estabilidad sin coesión (Pg)				1004.6	823	826		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1005	823	826	<b>918</b>	10% 5, 44
32	Estabilidad / Flujo				1595	1100	1307	<b>1334</b>	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALUJO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES		A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña				
PORCENTAJES (%)		51.98 %	44.08 %	2.97 %	1.00 %				
TAMOS ASTM	1"	3.75"	1/2"	3.75"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PREPESADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla					49.38			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.86			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.82			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.950			
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Específico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Específico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Específico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Específico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Absor promedio de la briqueta cm					69.380			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.6	1198.3	1199.2		
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)				1203.5	1203.5	1203.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)				668.0	665.0	666.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				535.5	538.5	537.8		
18	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.240	2.225	2.230	<b>2.232</b>	
19	Peso Específico Máximo -Roz (ASTM D 2041)					2.440			
20	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				6.2	6.8	6.6	<b>6.5</b>	3 - 5
21	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.634			
23	Añallo Absorbido por el Agregado					0.06			
24	% de Anillo Efectivo					4.94			
25	Relación Filler/Betun					1.10			0.6 - 1.3
26	V.H.A.				19.1	19.6	19.4	<b>19.4</b>	14
27	% Vacíos libres con C.A.				57.0	55.0	55.6	<b>55.9</b>	
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)				18.5	20.0	17.0	<b>18.5</b>	8 - 16
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				1033	986	1268		
30	Factor de estabilidad				0.93	0.93	0.93		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				961	917	1179	<b>1019</b>	HR 5.44
32	Estabilidad / Flujo				1319	1165	1762	<b>1415</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filer	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	0.00 %	44.00 %	2.97 %	1.00 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 66	51 - 66	38 - 52	17 - 28	6 - 17	4 - 6
BRIQUETA N°				1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla								
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla								
4	% de Filer en Peso de la Mezcla								
5	% de fibra de bagazo de caña								
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc								
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc								
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña								
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc								
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc								
13	Altura promedio de la briqueta cm								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)								
15	Peso de la briqueta al agua por 10' (g)								
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (13/15)								
19	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)								
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)								
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
23	Asfalto Absorbido por el Agregado								
24	% de Asfalto Efectivo								
25	Relacion Fibra/Betun								
26	V.M.A.								
27	% Vacíos llenos con C.A.								
28	Flujo (0.075/0.25 mm)								
29	Estabilidad sin corregir (Kg)								
30	Factor de estabilidad								
31	Estabilidad Corregida 27 * 28								
32	Estabilidad / Flujo								

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Graso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMBIEN EN TM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	80	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BIQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% CA. en Peso de la Mezcla								
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	48.86							
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	41.62							
4	% de Filler en Peso de la Mezcla	2.79							
5	% de fibra de bagazo de caña	0.940							
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc	1.020							
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc	2.681							
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc	2.606							
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña	1.270							
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc	3.120							
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc	2.745							
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc	2.632							
13	Altura promedio de la biqueta cm	69.38							
14	Peso de la biqueta al aire (gr)	1196.7			1193.6			1191.6	
15	Peso de la biqueta al agua por 60" (gr)	1200.9	1200.5			1198.6			
16	Peso de la biqueta desplazada (gr)	671.0	672.0			672.0			
17	Volumen de la biqueta por desplazamiento (CC) = (13-14)	529.9	528.5			526.6			
18	Peso especifico Bulk de la Biqueta = (12/15)	2.258	2.258			2.263	<b>2.260</b>		
19	Peso Especifico Máximo - Filler (ASTM D 2041)	2.396							
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3203)	5.8		5.8		5.6		<b>5.7</b>	
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.603							
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.623							
23	Asfalto Absorbido por el Agregado	0.29							
24	% de Asfalto Efectivo	5.73							
25	Relacion Filler/Asfalto	1.3							
26	V.M.A.	18.4	18.4	18.3		<b>18.4</b>		14	
27	% Vacíos llenos con C.A.	68.8	68.8	69.5		<b>69.0</b>			
28	Flujo (0.01", 0.25 mm)	22.0	23.0	23.5		<b>22.8</b>		8 - 16	
29	Estabilidad sin corrección (%)	1416	1299	1307					
30	Factor de estabilidad	0.96	0.96	0.96					
31	Estabilidad Corregida 27 * 28	1359	1247	1312		<b>130.6</b>		MDN 5,44	
32	Estabilidad / Flujo	1569	1377	1418		<b>145.5</b>		1700 - 4000	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filer	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUMINISTRADO	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	22.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-80	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BIQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.5			
2	% de Piedra Chanzada en Peso de la Mezcla					48.60			
3	% de Arena Chanzada en peso de la Mezcla					41.20			
4	% de Filer en Peso de la Mezcla					2.78			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.935			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.656			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la biqueta cm					69.38			
14	Peso de la biqueta al aire (gr)				1197.5	1197.5	1195.3		
15	Peso de la biqueta al agua por 60' (g)				1199.1	1199.9	1199.2		
16	Peso de la biqueta desplazada (gr)				688.0	688.0	687.6		
17	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				511.1	511.9	511.6		
18	Peso especifico Bulk de la Biqueta = (12/15)				2.343	2.339	2.336	<b>2.340</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rise (ASTM D 2041)					2.385			
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3008)				1.8	1.9	2.1	<b>1.9</b>	3-5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.630			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.02			
24	% de Asfalto Efectivo					6.49			
25	Relacion Filer/Betun					1.4			0.6-1.3
26	V.M.A.				16.7	16.8	16.9	<b>16.8</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				89.3	88.5	87.8	<b>88.6</b>	
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)				20.0	19.0	21.5	<b>20.2</b>	8-16
29	Estabilidad sin compactar (Kg)				1447	1504	1306		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Correjada 27 * 28				1447	1504	1306	<b>1419</b>	PER 5,44
32	Estabilidad / Flujo				1837	2011	1543	<b>1797</b>	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

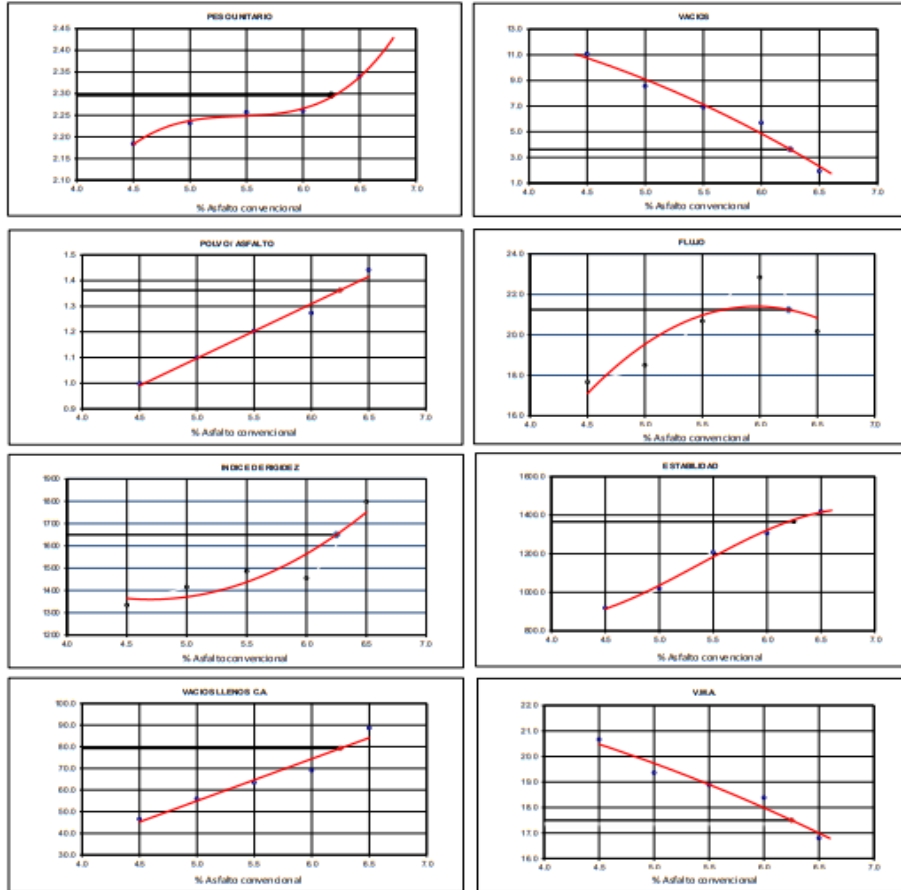


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. EXPERTO DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Peralles**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 2446904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase B  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	50	50
% CEMENTO ASFALTICO	6.25	
PESO UNITARIO	2.296	
% DE VACIOS	3.6	3 - 5
V.M.A.	17.5	14.0 min
V.L.L.C.A.	79.2	
POLVO / ASFALTO	1.36	0.6 - 1.3
FLUJO	21.2	8 - 16
ESTABILIDAD	1366	MIN 5,44
ESTABILIDAD/ FLUJO	1650	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**LEMS W&C E.I.R.L.**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

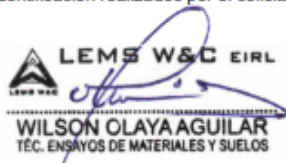


PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase B  
Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1517.5	1510.8	1504.7	1497.3	1490.9
D.- Peso matraz + agua	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2
E.- Peso de matr + material + agua	3786.7	3778.9	3771.2	3759.7	3753.1
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.456</b>	<b>2.440</b>	<b>2.424</b>	<b>2.396</b>	<b>2.385</b>
CONTENIDO % C.A.	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 3.33. Método Marshall ASTM D 6927 – Mezcla asfáltica modificada con FBC al 1.00% - Transito “A”.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Pimental – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 lemsw@eirl.com

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALDO LAZARO GUILLETRIO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021.  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño M/C -2

INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )									
MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	51.98 %	44.08 %	2.97 %	1.00 %					
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	6.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°	1					2	3	PROPUESTO	ESPECIF.
1	% C.A. en Reso de la Mezcla					6.5			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.64			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					42.08			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.94			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.96			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.656			
9	Peso especifico de la Fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Alura promedio de la briqueta cm					69.38			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)					1199.5	1185.9	1186.4	
15	Peso de la briqueta Saturada (gr)					1209.2	1207.3	1206.1	
16	Peso de la briqueta en el Agua (gr)					668.5	666.2	667.3	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (V) = (13-14)					540.7	541.1	538.8	
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.218	2.192	2.202	<b>2.204</b>
19	Peso Especifico Máximo - Fino (ASTM D 2061)					2.456			
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 303)					9.7	10.7	10.3	<b>10.2</b>
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.630			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.01			
24	% de Asfalto Efectivo					4.49			
25	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
26	V.M.A.					19.4	20.4	20.0	<b>19.9</b>
27	% Vacíos Henos con C.A.					50.3	47.3	48.4	<b>48.7</b>
28	Flujo (0.01"/0.25 mm)					16.5	15.0	13.5	<b>15.0</b>
29	Estabilidad sin corregir (Kg)					892.0	1088	1135	
30	Factor de estabilidad					0.98	0.93	0.93	
31	Estabilidad Corregida 27 ° ± 20					894	1012	1056	<b>984</b>
32	Estabilidad / Rujo					1360	1713	1966	<b>1686</b>

OBSERVACIONES:

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHIGLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO GULLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
Porcentajes (%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	72.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BIQUETA N°									
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0	3	PROHIBIDO	ESPECIF.
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					49.38			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.86			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.82			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.950			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.608			
9	Peso específico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la biqueta cm					69.380			
14	Peso de la biqueta al aire (gr)					1196.3	1189.5	1194.1	
15	Peso de la biqueta Saturada (gr)					1204.4	1201.2	1200.6	
16	Peso de la biqueta en el Agua (gr)					670.3	669.6	670.0	
17	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					534.1	531.6	530.6	
18	Peso específico Bulk de la Biqueta = (12/15)					2.240	2.238	2.250	<b>2.243</b>
19	Peso Especifico Máximo - Rizo (ASTM D 2041)					2.440			
20	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3203)					8.2	8.3	7.8	<b>8.1</b>
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.634			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.06			
24	% de Asfalto Efectivo					4.94			
25	Relación Filler/Betun					1.10			0.6 - 1.3
26	V.H.A.					19.1	19.1	18.7	<b>19.0</b>
27	% Vacíos llenos con C.A.					56.9	56.6	56.4	<b>57.3</b>
28	Flujo (0.01" (0.25 mm))					17.0	18.0	15.5	<b>16.8</b>
29	Estabilidad sin compact (K <sub>10</sub> )					1085	1282	968	
30	Factor de estabilidad					0.96	0.96	0.96	
31	Estabilidad Correjada 27 + 28					1041	1211	930	<b>1001</b>
32	Estabilidad / Flujo					1556	1709	1523	<b>1596</b>

**OBSERVACIONES:**

-Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.C. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALCO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Descripción : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filler	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	0.00 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TARDESASTE	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
PLASAMATERIAL	100.0	100.0	87.8	32.9	53.6	44.5	23.3	14.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	30 - 68	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROBADO	ESPECIF
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					55			
2	% de Piedra chancado en Peso de la Mezcla					49.12			
3	% de Arena Chancado en peso de la Mezcla					41.64			
4	% de Filler en Peso de la Mezcla					2.81			
5	% de fibra de bagazo de caña					0.945			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.745			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					69.38			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1200.3	1198.3	1196.6		
15	Peso de la briqueta al agua por 80° (gr)				1202.3	1202.9	1202.6		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				672.0	672.0	671.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (CC) = (13-14)				530.3	530.9	531.6		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.263	2.257	2.255	<b>2.258</b>	
19	Peso Especifico Máximo - Rica (ASTM D-2041)					2.424			
20	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D-3003)				6.6	6.9	7.0	<b>6.8</b>	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.629			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.636			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.09			
24	% de Asfalto Efectivo					5.41			
25	Relacion R/Betun					1.2			0.6 - 1.3
26	V.P.A.				18.6	18.9	19.0	<b>18.8</b>	14
27	% Vacíos llenos con C.A.				64.4	63.5	63.1	<b>63.7</b>	
28	Flujo 0.075 (0.25 mm)				18.0	17.5	19.3	<b>18.3</b>	8 - 14
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				1382	1407	1115		
30	Factor de estabilidad				0.96	0.96	0.96		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1308	1398	1070	<b>1259</b>	MEV 8,15
32	Estabilidad / Flujo				1845	2029	1409	<b>1761</b>	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHIGLAYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALJOO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiglayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC-2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Fiber	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES(%)	51.98 %	44.08 %	2.97 %	1.00 %					
TAMICES AS 1M	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	87.8	73.9	53.6	46.5	22.3	16.3	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°	1					2	3	PROFESIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla					48.86			
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla					41.42			
4	% de Fibrer en Peso de la Mezcla					2.79			
5	% de Fibra de bagazo de caña					0.940			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc					2.681			
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc					2.606			
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña					1.270			
10	Peso Especifico del Cemento Portland(Aparente) gr/cc					3.120			
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc					2.245			
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc					2.632			
13	Altura promedio de la briqueta cm					69.38			
14	Peso de la briqueta al aire (gr)					1187.0	1198.0	1190.6	
15	Peso de la briqueta al agua por 60° (gr)					1188.8	1200.8	1195.6	
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)					671.0	672.0	672.0	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					517.8	528.8	523.6	
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.292	2.266	2.274	<b>2.277</b>
19	Peso Especifico Máximo - Real (ASTM D 2041)					2.396			
20	% de Vacíos = (17-16)/100(17) (ASTM D 3000)					4.3	5.5	5.1	<b>5.0</b>
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.603			
22	Peso Especifico Eléctrico Agregado total					2.623			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.29			
24	% de Asfalto Eléctrico					5.73			
25	Relacion Filler/Betun					1.3			0.6 - 1.3
26	V.F.A.					17.2	18.2	17.9	<b>17.8</b>
27	% Vacíos llenos con C.A.					74.8	70.0	71.4	<b>72.0</b>
28	Flujo (0.01"/0.25 mm)					18.0	19.0	21.0	<b>19.3</b>
29	Estabilidad sin congr (Kg)					1648	1465	1636	
30	Factor de estabilidad					1.09	0.96	0.96	
31	Estabilidad Correjo 27 + 28					1713	1406	1475	<b>1531</b>
32	Estabilidad / Flujo					2418	1879	1784	<b>2027</b>

OBSERVACIONES:  
- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
ING. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Peralles**  
INGENIERO CIVIL  
CER. 244904

RNP Servicios S003989

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 SOLICITANTE : YALICO LAZARO-GUILERMO-ANGEL  
 UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Clase de Mezcla : Clase A  
 Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
 Diseño : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 6927 )**

MATERIALES	A. Grueso	A. Fino	Filer	Fibra de bagazo de caña					
PORCENTAJES (%)	51.98 %	44.06 %	2.97 %	1.00 %					
TAMBIEN ASTM	1"	3/8"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
SUPERMATERIAL	100.0	100.0	87.6	72.9	53.6	44.5	22.2	14.2	4.5
ESPECIFICACIONES	-	100	80-100	70-85	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8
BRQUETA N°			1	2	3	PREMEDIO		ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				6.5				
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla				48.60				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla				41.20				
4	% de Filer en Peso de la Mezcla				2.78				
5	% de Fibra de bagazo de caña				0.935				
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.020				
7	Peso Especifico de la Grava gr/cc				2.681				
8	Peso Especifico de la Arena gr/cc				2.606				
9	Peso especifico de la fibra de bagazo de caña				1.270				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.120				
11	Peso Especifico de la Grava (Aparente) gr/cc				2.745				
12	Peso Especifico de la Arena (Aparente) gr/cc				2.632				
13	Altura promedio de la briqueta cm				69.28				
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1190.1	1190.5	1190.3		
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1193.0	1192.5	1193.6		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				678.0	679.0	678.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				515.0	513.5	515.6		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.311	2.318	2.309	<b>2.313</b>	
19	Peso Especifico Absoluto - Rizo (ASTM D 2041)				2.385				
20	% de Vacios = (17-16)/100/17 (ASTM D 3203)				3.1	2.8	3.2	<b>3.1</b> 3-5	
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.629				
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.630				
23	Añallo Absorbido por el Agregado				0.02				
24	% de Añallo Efectivo				6.49				
25	Relacion Rizo/Reten				1.4				0.6 - 1.3
26	V.H.A.				17.8	17.6	17.9	<b>17.8</b> 14	
27	% Vacios llenos con C.A.				82.5	84.0	82.0	<b>82.8</b>	
28	Flujo 0.01" (0.25 mm)				20.0	22.0	22.6	<b>21.5</b> 8-14	
29	Estabilidad sin corregir (K <sub>g</sub> )				1467	1309	1438		
30	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				1467	1309	1438	<b>1404</b> MIN 8,15	
32	Estabilidad / Flujo				1863	1511	1614	<b>1963</b> 1700 - 4000	

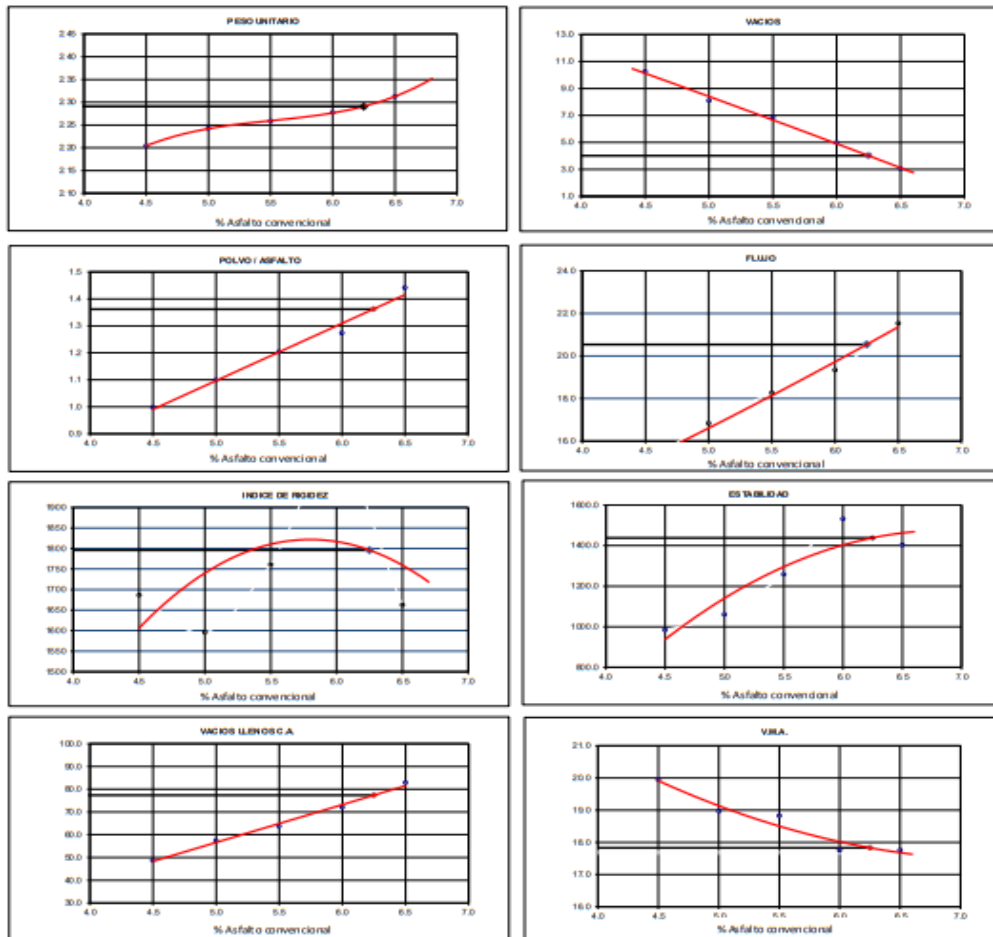
**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante


  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 SOC. ESPECIALIZADA EN MATERIALES Y SUELOS


  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CHILOYO-LAMBAYEQUE  
SOLICITANTE : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiriquito, Dpto. Lambayeque.  
Fecha : Jueves, 05 de agosto del 2021  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Clase de Mezcla : Clase A  
Identificación : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
Descripción : Diseño MAC -2



CARACTERÍSTICAS MARSHALL		
	Restados	Parámetros
NÚMERO DE GOLPES	50	50
% CEMENTO ASFÁLTICO	6.25	
PESO UNITARIO	2.291	
% DE VACIOS	4.0	3 - 5
V.M.A.	17.8	14.0 min
V. LL.C.A.	77.4	
POLVO / ASFALTO	1.36	0.6 - 1.3
FLUJO	20.5	8 - 14
ESTABILIDAD	1438	MIN 8, 15
ESTABILIDAD/ FLUJO	1796	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA  
 CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
**SOLICITANTE** : YALICO LAZARO GUILLERMO ANGEL  
**UBICACIÓN** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha** : Jueves, 05 de agosto del 2021  
**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Clase de Mezcla** : Clase A  
**Identificación** : Mezcla de agregados + 1% Fibra de bagazo de caña.  
**Descripción** : Diseño MAC -2

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
A.- Peso material	1517.5	1510.8	1504.7	1497.3	1490.9
D.- Peso matraz + agua	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2	2887.2
E.- Peso de matrz + material + agua	3786.7	3778.9	3771.2	3759.7	3753.1
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA A/	<b>2.486</b>	<b>2.440</b>	<b>2.424</b>	<b>2.396</b>	<b>2.385</b>
CONTENIDO % C.A.	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>

**OBSERVACIONES:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



### Anexo 3.34 validación de instrumentos

#### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION JUICIO DEL EXPERTO

INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA

**Responsable:** Bach. Yalico Lazaro Guillermo Angel

**INSTRUCCIÓN:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**NOTA:** Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

	1.-Muy poco	2.- Poco	3.-Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable		
Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de Criterio Metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Total, Parcial:				1	3		
<b>TOTAL</b>				<b>19</b>			


Puntuación:

De 4 a 11: No válida, reformular  
 De 12 a 14: No válido, modificar  
 De 15 a 17: Válido, mejorar  
 De 18 a 20: Válido, aplicar

X

Apellidos y Nombres	Ruiz Saavedra Nepton David
Grado académico	Ingeniero
Mención	Gerencia de obra y construcción

Firma

  
**Nepton David Ruiz Saavedra**  
**INGENIERO CIVIL**  
 C.P. 23445

## VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

### JUICIO DEL EXPERTO

INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA

**Responsable:** Yalico Lazaro Guillermo Angel

**INSTRUCCIÓN:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "PRUEBA ESCRITA" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**NOTA:** Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.-Muy poco    2.- Poco    3.-Regular    4.- Aceptable    5.- Muy aceptable

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de Criterio Metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Total. Parcial:							
<b>TOTAL</b>					<b>18</b>		

Puntuación:

De 4 a 11: No válida, reformular  
 De 12 a 14: No válido, modificar  
 De 15 a 17: Válido, mejorar  
 De 18 a 20: Válido, aplicar

X

Apellidos y Nombres	GUERRERO CHIRASQUE Jorge
Grado académico	MAESTRO
Mención	CELEBRADA DE OBRAS Y CONT.

  
 Firma  
 CIP N° 40663

**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION**

**JUICIO DEL EXPERTO**

**INFLUENCIA DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA**

**Responsable:** Yalico Lazaro Guillermo Angel

**INSTRUCCIÓN:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "PRUEBA ESCRITA" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**NOTA:** Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

	1.-Muy poco	2.- Poco	3.-Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable		
Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de Criterio Metodológico				X			
Validez de intención y objetividad de medición y observación			X				
Presentación y formalidad del instrumento			X				
Total, Parcial:							
<b>TOTAL</b>			18				

Puntuación:

De 4 a 11: No válida, reformular

De 12 a 14: No válido, modificar

De 15 a 17: Válido, mejorar

De 18 a 20: Válido, aplicar

X

Apellidos y Nombres	BORJA SUAREZ MANUEL
Grado académico	MAGISTER
Mención	GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCION

  
 Firma  
 CIP. 59088

Anexo 4. Evidencias fotográficas



**Figura 105.** Cuarteo del agregado grueso y fino.



**Figura 106.** Ensayo de equivalente de arena.



**Figura 107.** Ensayo granulométrico.



**Figura 108.**Elaboración de la mezcla asfáltica



**Figura 109.** Vaciado y compactación con el martillo Marshall.



**Figura 110.** Briquetas sumergidas en baño maría y medición de las dimensiones.



**Figura 111.** Briquetas asfálticas después del ensayo Marshall

## Anexo 05. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS Y VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>Problema:</b>  ¿Cómo influye la fibra de bagazo de caña en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica?	<b>Objetivo General</b>  Evaluar la influencia de la fibra de bagazo de caña en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica.  <b>Objetivo Específicos</b>  a) Analizar la calidad de los agregados con respecto a la norma MTC EG 2013. b) Analizar el comportamiento granulométrico para el diseño convencional y con fibra de bagazo de caña en porcentajes de 0.25%, 0.50% y 1.00%. c) Evaluar las propiedades físicas – mecánicas de la mezcla modificada con fibra de bagazo de caña respecto a la mezcla convencional para cada tipo de tráfico aplicando la metodología Marshall. d) Determinar la dosificación óptima de fibra de bagazo de caña para la mezcla asfáltica para cada tipo de tráfico.	<b>Antecedentes:</b>  Li.etal,(2020) Mirkovic´etal.(2019) Choudharyetal,(2018) Dalhat et al,(2020)  <b>Teorías relacionadas al tema:</b>  Las mezclas asfálticas en calientes pueden ser producidos por diferente combinación de áridos y estas son mezcladas con un cemento asfáltico que tiene la propiedad de unir las partículas (cohesión), deben satisfacer las exigencias de servicios. Método Marshall: se diseña con granulometría densa con tamaño máximo 25 mm, las probetas asfálticas son compactadas y sometidas a diferentes ensayos (MTC, 2016).	<b>Hipótesis General:</b>  La fibra de bagazo de caña influye significativamente en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica Chiclayo – Lambayeque.  <b>Variable dependiente:</b> Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica. <b>Variable independiente:</b> Fibra de bagazo de caña.	<b>Método de Investigación:</b>  La investigación es cuantitativa tecnología - experimental  <b>Diseño de investigación:</b>  El diseño de la investigación es experimental, en cual la variable independiente (fibra de bagazo de caña) será usada en una mezcla asfáltica para observar los cambios que produce en las propiedades mecánicas (Variable dependiente)  <b>Población:</b> Está conformada por todas las briquetas asfálticas que se desarrollaran para los 03 tipos de tráfico (liviano, medio y pesado)  <b>Muestra:</b> Se tiene un total de 180 briquetas asfálticas como muestra.

Fuente: Elaboración propia.